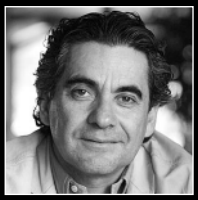
Diversidad, amenazas y áreas prioritarias
para la conservación de las

selvas secas del Pacífico de México

Gerardo Ceballos, Lourdes Martínez, Andrés García, Eduaro Espinoza, Juan Bezaury Creel y Rodolfo Dirzo
EDITORES



Gerardo Ceballos
Es biólogo con doctorado en ecología. Sus intereses son el estudio de la biogeografía, ecología y conservación. Tiene una amplia experiencia en proyectos de conservación y manejo de especies en peligro de extinción y de áreas naturales protegidas. Su trabajo ha sido reconocido con distinciones a nivel nacional e internacional.

Lourdes Martínez
Es bióloga egresada de la Universidad Simón Bolívar. Actualmente cursa el doctorado en ecología en la UNAM. Sus intereses son la ecología y conservación.

Andrés García
Es biólogo con doctorado en ecología y especializado en el estudio de anfibios y reptiles. Tiene una amplia experiencia en conservación y manejo de fauna silvestre, especialmente en zonas tropicales.

Eduardo Espinoza
Es doctor en biología interesado en ecología, genética y sistemática de mamíferos. Actualmente trabaja en el Colegio de la Frontera Sur, Chiapas.

Juan Bezaury
Arquitecto de profesión, ha colaborado durante más de veintisiete años con instituciones de gobierno y organizaciones dedicadas a la conservación y manejo sustentable de la biodiversidad terrestre y marina de México. Su trabajo se ha orientado a la consolidación de las áreas naturales protegidas y el fortalecimiento de políticas públicas y legislación ambiental.

Rodolfo Dirzo
Es biólogo con doctorado en ecología. Actualmente trabaja en la Universidad de Stanford. Es especialista en interacciones planta-animal y biología de la conservación. Ha recibido numerosos reconocimientos por su trabajo.

Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las

Selvas Secas del Pacífico de México

Gerardo Ceballos, Lourdes Martínez, Andrés García,
Eduardo Espinoza, Juan Bezaury Creel y Rodolfo Dirzo
EDITORES

1934 - 2009

CONABIO
Gobierno Federal

Primera edición, 2010

Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las selvas secas del Pacífico de México

Coordinación de Gerardo Ceballos, Lourdes Martínez, Andrés García, Eduardo Espinoza, Juan Bezaury Creel y Rodolfo Dirzo

Agradecemos sus comentarios al correo electrónico:
gceballo@miranda.ecologia.unam.mx

Esta edición fue patrocinada por:
Fondo de Cultura Económica
Comisión Nacional para el Fomento y Uso de la Biodiversidad (Conabio)
Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp)
WWF-México
Ecociencia S.C.
Telmex

Se prohíbe la reproducción total o parcial de esta obra
—incluido el diseño tipográfico y de portada—
sea cual fuere el medio, electrónico o mecánico,
sin el consentimiento escrito de los coordinadores.

D.R. © 2010, Fondo de Cultura Económica
Carretera Picacho-Ajusco, 227
14738 México, D.F.
México

D.R. © 2010 Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
Avenida Liga Periférico-Insurgentes Sur 4903
14010 México, D.F.
México

D.R. © 2010 Gerardo Ceballos

ISBN Conabio 970-9000-38-1

Impreso en México · Printed in Mexico

Diseño y formación electrónica: Rosalba Becerra
Portada: frente, selva seca en época de secas, foto: Gerardo Ceballos; atrás, selva seca en época de lluvias, foto: Gerardo Ceballos; abajo de izquierda a derecha: *Sceloporus pyrocephalus*, foto: Andrés García; *Melanis pixe*, foto: Roberto de la Maza; *Cochlospermum vitifolium*, foto: T. H. Atkinson; *Urocyon cinereoargenteus*, foto: Gerardo Ceballos; *Taricanus zaragozai*, foto: Enrique Ramírez.

Contenido

Presentación 9
Gerardo Ceballos, Lourdes Martínez y Juan Bezaury Creel

Prólogo 13
Rodolfo Dirzo y Gerardo Ceballos

Diversidad biológica, estructura y función

Las selvas secas del Pacífico mexicano en el contexto mundial 21
Juan Bezaury Creel

Las selvas secas del Pacífico mexicano 41
Irma Trejo

Límites geográficos entre selvas secas y matorrales espinosos y xerófilos: ¿qué conservar? 53
Alberto Búrquez y Angelina Martínez-Yrízar

Diversidad florística 63
Emily J. Lott y Thomas H. Atkinson

Centros de endemismo: las leguminosas 77
Mario Sousa S.

Diversidad, ecología y conservación de los vertebrados de Latinoamérica 93
Gerardo Ceballos y David Valenzuela

Mamíferos 119
Gerardo Ceballos y Lourdes Martínez

Aves 145
Jorge H. Vega Rivera, Ma del Coro Arizmendi y Lorena Morales Pérez

Reptiles y anfibios 165
Andrés García

Lepidópteros diurnos 179
Roberto de la Maza

Insectos 195
Santiago Zaragoza Caballero, Felipe A. Noguera, Enrique González Soriano, Enrique Ramírez García y Alicia Rodríguez Palafox

Aspectos ecológicos únicos asociados con las aves migratorias de larga distancia del occidente de México 215
Richard L. Hutto

Usos y amenazas

La selva seca y las perturbaciones antrópicas en un contexto funcional 235
Víctor J. Jaramillo, Felipe García-Oliva y Angelina Martínez-Yrízar

Los servicios ecosistémicos que proveen las selvas secas 251
Patricia Balvanera y Manuel Maass

Usos de la fauna silvestre 271
Eduardo J. Naranjo y Alfredo D. Cuarón

Plantas útiles de la cuenca del Balsas 285
José Carmen Soto

Amenazas 321
Manuel Maass, Alberto Búrquez, Irma Trejo, David Valenzuela, Marco A. González, Mario Rodríguez y Héctor Arias

Conservación

Áreas de conservación de las regiones prioritarias de las selvas secas 349
Gerardo Ceballos, Cesar Cantú y Juan Bezaury Creel

Conservación de los vertebrados de selvas secas: patrones de distribución, endemismo y vulnerabilidad 369
Gerardo Ceballos, Andrés García, Irma Salazar y Eduardo Espinoza

Áreas prioritarias para la conservación de las selvas secas del Pacífico mexicano 387
Gerardo Ceballos, Lourdes Martínez, Andrés García, Eduardo Espinoza y Juan Bezaury Creel

Sierra de la Laguna, BCS 393
Laura Arriaga

Sierra de la Trinidad, BCS 397
Laura Arriaga

Sierra Mayo-Yaqui, Sonora y Chihuahua 400
José Martín E. Haro

Meseta de Cacaxtla, Sinaloa 405
Yamel Rubio, Horacio Bárcenas y Adrián Beltrán

El Mineral de Nuestra Señora, Cosalá, Sinaloa 410
Yamel Rubio, Adrián Beltrán y Horacio Bárcenas

Llanura costera del Pacífico-Pie de la sierra de Sinaloa, Sinaloa 415
Yamel Rubio, Horacio Bárcenas y Adrián Beltrán

Cuenca Alta del Río Santiago, Jalisco, Zacatecas, Nayarit y Durango 421
Mario Sousa y Esteban Martínez

Sierra de Vallejo, Nayarit 424
Lourdes Martínez y Gerardo Ceballos

Cabo Corrientes-Río Ameca, Jalisco 428
Jorge H. Vega Rivera y Mauricio A. Quesada

Islas Marías 433
Lourdes Martínez, Edgard Mason-Romo y Gerardo Ceballos

Chamela-Cuixmala, Jalisco y Colima 441
Gerardo Ceballos y Andrés García

Sierra de Manantlán, Jalisco y Colima 447
Edgard Mason-Romo, Lourdes Martínez y Eduardo Santana C.

Los Chorros del Varal, Jalisco y Michoacán 455
José Carmen Soto y Esteban Martínez

Colima Centro, Colima, Jalisco y Michoacán 458
Andrés García

Cuenca del río Coahuayana, Michoacán 461
José Carmen Soto y Esteban Martínez

El Infiernillo, Michoacán y Guerrero 464
José Carmen Soto, Jaime Jiménez y César Sánchez

Cuenca del río Cutzamala, Michoacán y Guerrero 468
José Carmen Soto y Esteban Martínez

Sierra de Nanchititla, Estado de México y Guerrero 471
Irma Salazar, Octavio Monroy-Vilchis y Gerardo Ceballos

Sierra de Montenegro, Morelos 474
David Valenzuela, Topiltzin Contreras-MacBeath y Fernando Jaramillo

Sierra de Huautla, Morelos, Guerrero y Puebla 477
David Valenzuela, Oscar Dorado y Rolando Ramírez

Acahuizotla, Guerrero 482
Ernesto Velázquez

Cañón del Zopilote, Guerrero 485
Jaime Jiménez, Ramiro Cruz, Martha Martínez y Susana Valencia

Cerro Tepehuaje, Guerrero 489
Heliot Zarza, Jesús Pacheco y Gerardo Ceballos

La Vainilla, Guerrero 495
Nelly Diego Pérez

Nuxco, Guerrero 498
Rosa María Fonseca

El Veladero, Guerrero 502
Lucio Lozada

Isla de la Roqueta, Guerrero 507
Jesús Pacheco y Heliot Zarza

Pinotepa-Ometepec, Guerrero y Oaxaca 512
Nelly Diego y Mario Sousa

La Tuza- Chacahua, Oaxaca 516
Silvia Salas-Morales

Huatulco, Oaxaca 520
Iván Lira y Gerardo Ceballos

Zimatán, Oaxaca 527
Silvia Salas-Morales y Ma. Antonieta Casariego-Madorell

Cuenca del río Tehuantepec, Oaxaca 532
Leticia Torres-Colín y Rafael Torres-Colín

Salina Cruz, Oaxaca 536
Mario Sousa

Nizanda, Oaxaca 538
Eduardo A. Pérez-García, Jorge Meave y Silvia Salas

Depresión Central-Comalapa, Chiapas 543
Miguel Ángel Pérez- Farrera

Valle de Jiquipilas, Chiapas 548
Miguel A. Pérez- Farrera e Ignacio Sánchez

Bibliografía 553

Lista de participantes 591

Presentación

Si en vez de haber denominado a los tipos de vegetación selvática mexicana en función de la altura de su dosel y la cantidad de hojas que persisten en sus árboles durante la época de estiaje, y estos hubiesen sido bautizados de acuerdo a la percepción popular, quizá ahora nos referiríamos a las selvas secas de México como los breñales secos de tierra caliente.

No cabe duda que existe una gran incomprensión de la importancia que tienen estas selvas y día a día seguimos destruyéndolas inútilmente, sin siquiera haberlas estudiado a fondo y estar en condiciones de valorar no sólo su importancia biológica sino los servicios ambientales que brindan a la sociedad.

Las características propias de las selvas secas de por si no ayudan, ya que presentan una doble personalidad, tan diferentes entre sí como el día y la noche. Verdes, exuberantes y vibrantes durante las lluvias, y gris/ocre, desoladas, aparentemente muertas y sofocantes durante la época de secas. Sin embargo, la bipolaridad funcional que presentan las selvas secas ha sido el motor evolutivo de una gran diversidad biológica, producto del extraordinario reto que ha representado para los organismos adaptarse a vivir en un ecosistema con ciclos anuales de vacas sumamente gordas y vacas extremadamente flacas; tan es así que las selvas secas mexicanas contribuyen con cerca del 20% de especies del total de la flora de México y albergan una gran diversidad faunística, mayor a la esperada para zonas de este tipo.

Quizá el origen de su desvalorización social se debe a que siendo consideradas como selvas y por lo tanto como un conjunto exuberante de árboles, desde un punto de vista forestal tradicional, su importancia es mucho menor a la que presentan otros ecosistemas forestales, ya que el tamaño y forma de sus árboles no tienen las características deseables para el mercado de la madera aserrada.

Ante este panorama nuestra interrogante es ¿Qué les depara el futuro a las selvas secas del Pacífico Mexicano? Por un lado y de acuerdo a un estudio reciente publicado por el Banco Mundial (2007), los problemas estructurales que afectan al sector agrícola mexicano han provocado que una cuarta parte de su población rural haya abandonado el campo entre 1990 y 2000, emigrando a centros urbanos y fuera del país principalmente a los Estados Unidos. Ambientalistas "neo-optimistas" podrían celebrar que finalmente se reduce la presión demográfica directa que ha provocado durante tantas décadas el cambio de uso del suelo, lo cual puede ser absolutamente correcto. Sin embargo, esta tendencia viene aparejada de una irrepa-

rable pérdida de toda una compleja estructura social y de un profundo conocimiento tradicional en cuanto a formas milenarias de aprovechar sustentablemente ecosistemas tan agrestes como lo son las selvas secas.

Ante esta imponente ola globalizadora, sólo podemos mencionar algunos programas gubernamentales que han favorecido su conservación y uso sustentable como lo han sido: el Coinbio (Conservación de la Biodiversidad por Comunidades e Indígenas), el Procymaf (Proyecto de Conservación y Manejo Sustentable de Recursos Forestales en México), el Corredor Biológico Mesoamericano y el Proyecto de Manejo Integrado de Ecosistemas en Tres Ecorregiones Prioritarias. Adicionalmente destacan algunas iniciativas promovidas por comunidades que viven en las selvas secas del Pacífico Mexicano y organizaciones no gubernamentales, entre las que podemos mencionar los esfuerzos que realiza el Grupo Autónomo para la Investigación Ambiental A.C. en cuanto al Sistema Comunitario para la Biodiversidad, que contempla una serie de trabajos coordinados con cinco comunidades agrarias de la costa y sierra sur del Estado de Oaxaca, y del Grupo de Estudios Ambientales A.C. quienes junto con la SSS Sansekan Tinemi revaloran el aprovechamiento sustentable de productos locales tradicionales en Guerrero como la palma y el mezcal.

Es por esto que consideramos indispensable tanto el incrementar sustancialmente la representación de las selvas secas en los sistemas mexicanos de áreas naturales protegidas, como desarrollar estrategias de conservación mucho más amplias e integrales para asegurar su persistencia a largo plazo. La diversidad de comunidades bióticas, la presencia de una gran cantidad de microendemismos y el recambio de especies entre las diferentes ecorregiones como al interior de las mismas, requieren de una complementariedad entre los instrumentos de políticas públicas para la conservación de la biodiversidad y las iniciativas derivadas de la acción social, con la finalidad de integrar unidades interconectadas de conservación y manejo sustentable de recursos naturales, repartidas a lo largo y ancho de las zonas con presencia de selvas secas en México. Instrumentos de política ambiental como el ordenamiento ecológico del territorio, las unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA), los hábitats críticos para la conservación de la vida silvestre, las zonas de restauración, las normas oficiales mexicanas o los instrumentos económicos como el pago por servicios ambientales, fortalecen un modelo de integración funcional de la conservación a nivel de paisaje. En forma paralela, los esquemas sociales de conservación, incluyendo el ordenamiento comunitario del territorio, las reservas

comunitarias y la apertura de mercados verdes deben ser promovidos principalmente en los estados de Michoacán, Guerrero y Oaxaca y complementados con esquemas de reservas privadas en todos los estados con presencia de selvas secas.

En un mundo inmerso en procesos globales de transformación, entre los que destaca el cambio climático, en donde muchas de las regiones de México tendrán que enfrentar condiciones más secas y calurosas que las actuales, aún no conocemos los recursos genéticos que estamos perdiendo como resultado de la destrucción de las selvas secas, mismos que por sus peculiares características evolutivas, tienen el potencial de ayudarnos a sortear los nuevos retos que nos plantearán dichos cambios.

Es por esto que presentamos este libro, no sólo como la culminación del taller para identificar amenazas y prioridades para la conservación de las selvas secas del Pacífico mexicano realizado en Huatulco, Oaxaca en el año 2001 por iniciativa de WWF, el Instituto de Ecología de la UNAM, la Conabio y el Instituto Nacional de Ecología de la Semarnat, sino como una contribución que permita incrementar nuestro conocimiento sobre las selvas secas y fomentar la investigación y conservación de este valioso ecosistema.

El libro está dividido en tres partes. En la primera parte se presenta la información referente a la estructura y función de las selvas secas mexicanas, su biodiversidad y su situación en el contexto mundial. En la segunda parte, se abordan los temas relativos al uso de los recursos vivos y los factores que ponen en riesgo a este ecosistema. Por último, la tercera parte del libro está dedicada a la conservación de las selvas secas y se incluye la descripción de las 36 Áreas Prioritarias para la Conservación identificadas por los participantes del taller.

Este libro representa parte de nuestro compromiso por vincular la investigación científica con el bienestar humano y la conservación de las selvas secas. Sólo si consideramos estos tres elementos en conjunto podremos priorizar y orientar los esfuerzos para consolidar estrategias que favorezcan la conservación de las selvas secas en México.

GERARDO CEBALLOS, LOURDES MARTÍNEZ Y JUAN BEZAURY CREEL
Ciudad de México,
Enero, 2010

Las selvas secas de México: un reservorio de biodiversidad y laboratorio viviente

Como es ampliamente conocido, la diversidad biológica existente en México es inusitada. Esto se reconoce, por ejemplo, por el hecho de que un contingente de alrededor del diez por ciento de las especies del planeta, considerando varios grupos de organismos, se concentra en el territorio del país, en un área de poco menos de dos millones de kilómetros cuadrados. La riqueza de especies, sin embargo, no es la única métrica que define la biodiversidad del país. Otras facetas son igualmente destacadas, incluyendo la diversidad de tipos de ecosistemas, la exuberante diversidad de formas de vida en las plantas y grupos funcionales en los animales, la concentración de elementos endémicos, el hecho de que México es centro de origen y evolución de varios linajes de plantas y animales, así como su gran agrobiodiversidad, reflejada en la enorme constelación de especies, subespecies, formas y variedades de plantas cultivadas –un tesoro del que se ha beneficiado la humanidad entera, por siglos–. Esta útlima faceta, además, refleja la gran diversidad genética (o diversidad intraespecífica) que está contenida en la biota del país, si bien es un aspecto hasta ahora muy pobremente documentado.

De entre estas facetas, nos interesa destacar en este prólogo la riqueza de ecosistemas que se asientan en el territorio mexicano, lo cual es significativo desde varias perspectivas. Una de ellas es que el país da cabida a prácticamente todos los grandes biomas existentes en el planeta, situación que, si acaso, es repetida en otras pocas regiones de la Tierra, tal vez el subcontinente de la India, y la región trópico-andina. Directamente relacionado a ello es el hecho de que en México se distribuye el gran bioma de las selvas tropicales, las cuales alcanzan su distribución mundial más norteña en este territorio, a latitudes que desafían los modelos simplificados (basados en patrones bioclimáticos generales) de distribución esperada del bioma. Dado que las selvas son justificadamente celebradas por ser los ecosistemas más biodiversos del planeta en el ámbito terrestre, su representación en México es motivo de privilegio, pero también de responsabilidad por entenderlas, cuidarlas y saber usarlas de manera inteligente. Esta aseveración es, admitimos, lugar común, y referencia ampliamene citada cuando se habla de la selva tropical húmeda (selva pernnifolia, o bosque tropical perennifolio). No obstante, lo importante de mencionarlo aquí es que nos da pie para resaltar la esencia del presente volumen: la selva tropical húmeda no es el único tipo de ecosistema tropical; más bien, y sobre todo en México, debemos reconocer la existencia de otras variantes de la selva tropical, la más prominente de las cuales es la selva seca, o selva baja caducifolia, o bosque tropical caducifolio. De hecho, es

de hacer notar que, por su extensión, la selva seca es el tipo de ecosistema tropical mejor representado en México y que, en parte por ello mismo, mejor representa a México: se trata de selvas que si bien tienen una mayor cobertura en la vertiente del Pacífico, donde se extienden desde Sonora y la parte sur de la Península de Baja California hasta la depresión central de Chiapas; también incursionan tierra adentro en la cuenca del Balsas, y se presentan como manchones o islas ecológicas en las islas Revillagigedo, las Islas Marías, la Huasteca, en el centro de Veracruz y al noroeste de la península de Yucatán. Además, en muchos de los puntos de su distribución, se presentan en cercanía con las zonas semiáridas o áridas del territorio (las cuales cubren aproximadamente 50% del territorio nacional); pero aún si no se encuentran en tal cercanía, tienen marcadas afinidades ecogeográficas con las mismas, por lo que la fisonomía de las selvas secas típicamente incluye elementos de los desiertos mexicanos (dentro los que destacan las cactáceas). En fín, se trata de selvas con un "gran carácter mexicano", por así decirlo. La gran estacionalidad que las caracteriza hace que este carácter se acentúe, por una parte, cuando se analizan las afinidades biogeográficas de las especies (muchas de ellas de derivación desértica), o las espectaculares adaptaciones que muchas plantas y animales de la selva seca despliegan para lidiar con las condiciones del año en que, por la ausencia de lluvia, la selva literalmente se transforma en desierto o semidesierto, tan solo para volver a ser nuevamente, en la época de lluvias, selva tropical. Por lo tanto, la fisonomía con carácter mexicano de la selva seca se acentúa cuando se la observa en la época de sequía, mientras que en la época de lluvias su fisonomía es más parecida a la que normalmente se vería en la vegetación de latitudes más ecuatoriales.

Este regimen de alternancia del teatro ecológico en el que actúan las especies de la selva seca demanda, como dijimos, adaptaciones particulares que den cobijo a organismos cuyos ancestros emigraron de las zonas áridas y semiáridas, así como de la selva ecuatorial, junto con especies de evolución local, muchas de las cuales son, lógicamente, especies endémicas, otro aspecto que es característico de las selvas secas. Sin embargo, esta narrativa de las selvas secas es por demás superficial, macroscópica. Para empezar a entender las razones de ser de la fisonomía, distribución, origen, dinámica temporal, diversidad y composición biológica de las comunidades de plantas, animales y microorganismos que constituyen las selvas secas, se requiere el microscopio que aporta el conocimiento derivado de la investigación científica, y aquí es donde este volumen sale a colación nuevamente.

Irónicamante, es este el primer intento de recopilar y sintetizar la información científica disponible sobre las selvas secas de México. La ironía surge del hecho de que, por una parte, sien-

do México un país cada vez más reconocido por su notable avance en la investigación ecológica y en el estudio científico de la biodiversidad, y por otra, porque a pesar de que la importancia de las selvas secas es indudable para el país (para empezar por su extensión y mexicanidad, como dijimos antes), la investigación sobre biología tropical en México, y en el mundo en general, se ha enfocado notablemente al estudio de las selvas húmedas. Este comentario no intenta menospreciar la importancia y justificada necesidad de estudiar las selvas húmedas del país, aspecto que es de gran tradición, y de reconocimiento nacional e internacional, pero sí se hace con el interés de remarcar un hecho notable que percola en este volumen: nuestro conocimiento de las selvas secas de México (y del mundo) es aun embrionario y requiere robustecerse. Sin embargo, es también alentador ver el aplomo con que esta asimetría empieza a revertirse. El volumen que ahora se presenta incluye 20 capítulos escritos por una amalgama de autores, incluyendo los investigadores más reconocidos en el campo, en conjunción con autores que cada día se hacen más notables por sus contribuciones, así como investigadores más jóvenes que empiezan a incursionar al estudio de las selvas secas, pero aportando capítulos de gran valía.

El volumen nos deja ver que la diversidad biológica de las selvas secas de México es notable. Como botón de muestra, se enfatiza que la diversidad florística confirma la sospecha que alguna vez aventuró el gran botánico Al Gentry: la riqueza de especies (diversidad Alfa) no se ajusta al paradigma latitudinal (a mayor latitud menos diversidad), pues en las latitudes de México (y, al parecer, en sus contrapartes de Sudamérica) la diversidad es mayor que en latitudes más ecuatoriales. A su vez, el recambio de especies entre localidades dentro de México (diversidad Beta) es inusitadamente alto. El nivel de endemismo es espectacular, alcanzando niveles que rebasan el 50% de las especies de plantas vasculares del país. Dicho endemismo, si bien manifiesto sobre todo a nivel de las especies, incluye también formas de vida endémicas, como el caso de un gremio de especies del género *Ipomoea*, que en todas partes en que existen son plantas herbáceas trepadoras, mientras que en las selvas secas de México, además de las formas herbáceas, han evolucionado como árboles, a veces de gran porte, que con su floración masiva decoran la selva seca. La exuberancia de especies endémicas también es notable en varios grupos de animales, vertebrados e invertebrados, como lo enfatizan varios de los capítulos del volumen. Destaca también la profusión de plantas útiles que existen en las selevas secas y de cómo dicha utilidad se cristaliza por el profundo conocimeinto etnobiológico, tradicional de sus pobladores. Asimismo se nos ofrece un panorama que permite asomarnos al gran cúmu-

lo de servicios ambientales que la sociedad a nivel local, regional, o incluso nacional derivamos de estos ecosistemas. Aunque con gran sesgo, pues mucha de la información que se aporta en el volumen proviene de uno o pocos sitios relativamente mejor estudiados, la dinámica ecosistémica, es decir "el pulso" ecológico de la selva seca también empieza a entenderse, al tiempo que remarca la necesidad de abordar estudios similares en otras partes del país. No obstante, aún considerando el caso de los sitios mejor estudiados, el volumen hace evidente que mucho nos falta por hacer en varios frentes, incluyendo desde la aplicación de estudios de tipo funcional (dinámica ecosistémica) hasta problemas de manejo y conservación de las selvas secas. Por otra parte en este volumen algo aprendemos de las fascinantes adaptaciones de los seres vivos para lidiar con el ciclo natural selva-semidesierto de las selevas secas (migraciones, escape a la época desfavorable a través de estrategias de latencia, estivación, cambios espectaculares de hábitos alimenticios, como el caso de colibríes que de nectarívoros mudan a dietas más insectívoras, etc.). El caso de la gama de adaptaciones de las plantas a la sequía estacional es espectacular: desde plantas que predeciblemente pierden su follaje en la época desfavorable, hasta plantas que, de alguna forma, son perennifolias, hasta el enigmático caso de plantas que invierten su fenología: se deshacen del follaje en la época de lluvias y lo producen en las secas! La gama de conductas de animales y plantas para acoplarse al ciclo estacional apenas empieza a entenderse, y es claro de nuevo, que mucho nos falta por aprender. En todo caso, lo que resulta claro es que científicamente, no podemos aspirar a entender la forma en que funciona el mundo natural en la Tierra si no entendemos cómo funcionan las selvas secas; más aún, no podemos decir que entendemos la ecología tropical si no estudiamos y entendemos las selvas secas. Pero, de nuevo, alentadoramente, el volumen hace evidente que en estos ecosistemas tenemos un laboratorio viviente que bien podríamos aprovechar para ese fin y, al tiempo, generar información que nos de pautas para aspirar a manejar y conservar estos ecosistemas de cara al futuro.

Si bien mucho del material que compone este libro es información que nos muestra la riqueza biológica y fascinación de las selvas, hay mucho que también nos advierte sobre las amenazas que sobre ellas se ciernen. Se incluye un novedoso análisis de las amenazas prominentes a las selvas secas, y otro sobre el impacto antropogénico sobre la fauna, pero la mayoría de los capítulos también advierten al lector sobre los riesgos o diagnostican el estado de conservación de las selvas. Podemos ver que la información sobre el estado de conservación del bioma es pobre, comparada con lo sabido para las selvas húmedas, pero los pocos datos apuntan a tasas de deforestación considerables, comparables o aún mayores a las conocidas en algu-

nas zonas de selva húmeda. También se hace evidente que el remanente de selvas secas en el país es limitado, y mucho de lo que queda está dominado por vegetación secundaria y fragmentada, si bien hay pocos estudios cuantitativos de la fragmentración y sus consecuencias ecológicas y de aprovisionamiento de servicios ambientales. El volumen resalta en varias partes la presencia de especies amenazadas de extinción pero resaltamos que muy poco se menciona, porque no contamos con la información relevante sobre la extinción de poblaciones, seguramente el pulso de extinción biológica más significativo pero poco cuantificado en general.

En varios casos los autores sugieren estrategias de conservación, siendo una de las más mencionadas la necesidad de conjuntar un conglomerado de numerosas reservas, tal vez inmersas en un agropaisaje con presencia humana involucrada en actividades productivas sustentables, en contraposición a apostar el esfuerzo de conservación en unas pocas áreas naturales protegidas aunque sean extensas. Esta recomendación es consistente con la diversidad Beta a que hicimos referencia anteriormente. La necesidad de establecer y promover corredores biológicos y la preservación de las franjas de bosque de galería es otra recomendación recurrente, también pertinente de cara a la conservación a nivel regional y también multinacional, sobre todo a la luz de la importancia de las selvas secas para animales migratorios, tema que también se ilustra espectacularmente en un capítulo del volumen. Finalmente, resaltamos el esfuerzo encomiable incluido en el volumen por detectar áreas que tienen valor y potencial de convertirse en nuevos sitios de salvaguarda de la biodiversidad de las selvas secas, esfuerzo plasmado en 36 fichas en las que diversos autores justifican la necesidad de incorporar sendas áreas de selva seca a algún sistema de protección formal.

En una era en la que el impacto antropogénico sobre la biodiversidad no tiene precedente, el dirigir esfuerzos a entender, cuidar, utilizar inteligentemente y apreciar el valor multifacético (para la sociedad entera) de los productos de la evolución orgánica plasmada en las selvas secas es una responsabilidad que no podemos eludir. Pero esta es una responsabilidad que podemos afrontar mejor si nos hacemos del mejor conocimiento científico posible, lo más pronto posible. Este volumen representa un paso de gran valía en esta dirección, un paso que aspiramos estimule a ser emulado.

Rodolfo Dirzo y Gerardo Ceballos

Diversidad biológica, estructura y función

Las Selvas Secas del Pacífico Mexicano en el contexto mundial

Juan Bezaury Creel

Las selvas secas tropicales y subtropicales se desarrollan en regiones que se encuentran generalmente entre 20 y 10º de latitud a ambos lados del Ecuador, y se caracterizan por presentar siempre una larga temporada de sequía. Estas selvas son definidas como aquellas que pierden entre el 50 y el 100% del follaje en la época de estiaje, presentan una cobertura de dosel mayor al 30%, tienen predominancia de especies de hoja ancha las cuales ocupan más del 75% del dosel, y se desarrollan por debajo de los 1 200 msnm. Aunque las selvas secas tropicales y subtropicales son menos diversas que las selvas tropicales húmedas, en ellas se concentra una gran variedad de especies de flora y fauna, muchas de las cuales presentan extraordinarias adaptaciones a las presiones climáticas (Olson *et al.*, 2000).

De un total de 130 740 587 km^2, correspondientes a la superficie terrestre del planeta, el 35% presenta selvas y bosques. Las selvas secas y subcaducifolias cubren una superficie total de 3 178 00 km^2, lo que representa sólo el 2.4% de la superficie terrestre de la Tierra (figura 1) y el 7% de la superficie cubierta por bosques (WCMC, 2000). El 8.8% de la superficie de América Latina y el Caribe corresponde a este bioma (PNUMA-CEPAL, 2001).

En el trabajo de Olson *et al.* (2001) se definen a escala mundial 8 reinos biogeográficos y 14 biomas con un total de 867 ecorregiones. Una ecorregión es una unidad territorial terrestre o acuática, relativamente extensa, que contiene un conjunto distintivo de comunidades naturales que comparten entre si la mayoría de las especies, dinámicas y condiciones ambientales. Se caracteriza por un tipo de vegetación dominante y ampliamente distribuido, situación que la define como

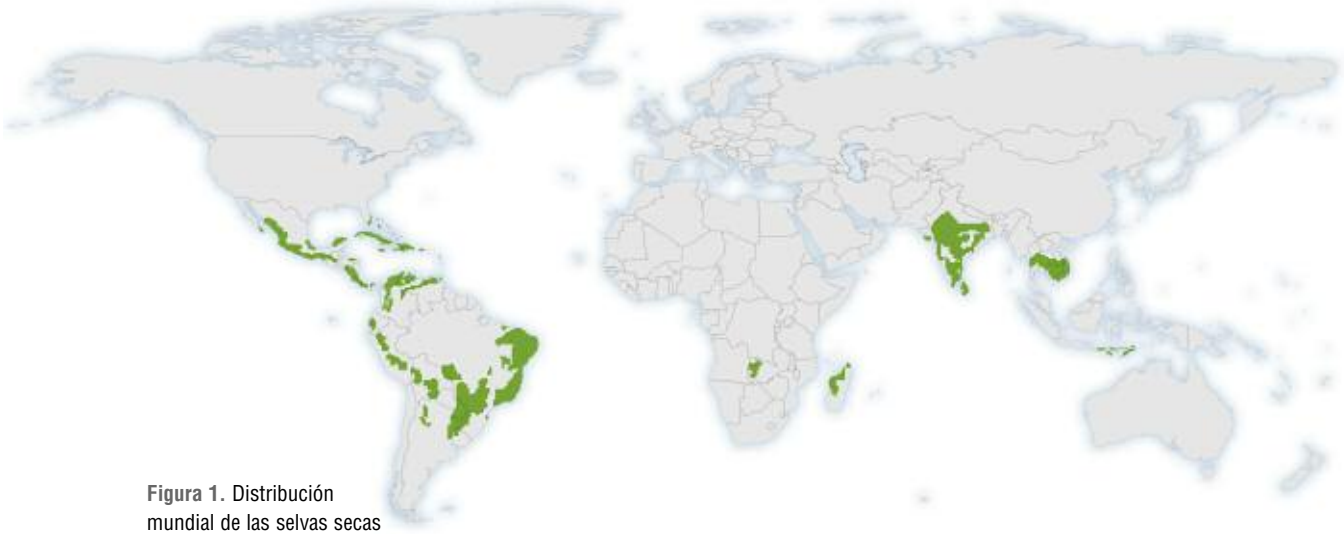


Figura 1. Distribución mundial de las selvas secas (WWF, 2001a).

unidad. Debido a que las especies vegetales dominantes conforman la estructura física de los ecosistemas terrestres, las comunidades de animales también tienden a manifestar una unidad o expresión característica a lo largo de la región (Dinerstein *et al.*, 2000). En el bioma de bosques secos tropicales y subtropicales de hoja ancha se encuentran 59 ecorregiones (6.8%) distribuidas en diferentes reinos biogeográficos; 35 ecorregiones corresponden al Reino Neotropical (59.3%), 12 al Indo-Malayo (20.3%), cuatro al Austral-Asiático (6.8%), cuatro al de Oceanía (6.8%), tres al Afrotropical (5%), una al Neártico (1.7%) y ninguna al Paleártico ni al Antártico.

El objetivo de este capítulo es presentar elementos que permitan establecer puntos de referencia para ubicar, desde una perspectiva global, los valores y amenazas existentes en las selvas secas del Pacífico mexicano con respecto a los otros conjuntos de selvas secas del planeta. Con este fin se resumen los resultados de cuatro ejercicios orientados a identificar y priorizar el valor de diversos hábitats en la conservación de la biodiversidad: Dinerstein *et al.* (1995), BSP *et al.* (1995), Olson *et al.* (2000) y Mittermeier *et al.* (1999). Para cada uno de los cuatro ejercicios reseñados, se describen brevemente las características y enfoque del sistema

de análisis utilizado, así como los resultados obtenidos con respecto a la importancia de las selvas secas del Pacífico mexicano; no sólo dentro del contexto global, sino más específicamente dentro del contexto de las selvas secas del Neotrópico.

Conservación de las ecorregiones terrestres de América Latina y el Caribe

Este ejercicio fue realizado para comparar las diferentes ecorregiones presentes en Latinoamérica y el Caribe (Dinerstein *et al.*, 1995). Esta comparación se llevó a cabo exclusivamente entre ecorregiones que corresponden a un mismo "tipo principal de hábitat" (equivalente a bioma), buscando obtener una representación de las ecorregiones más valiosas de cada biorregión. Este ejercicio se clasifica como un análisis de tipo representativo, pues evita las comparaciones entre distintos "tipos principales de ecosistemas". Los resultados obtenidos para el Tipo Principal de Hábitat de los Bosques Secos Tropicales de Hoja Ancha, dentro del cual quedan comprendidas el conjunto de ecorregiones agrupadas en la denominación selvas secas del Pacífico mexicano, están enlistados en el cuadro 1, indicando para cada uno su nivel de prioridad para la conservación.

A manera de resumen, en el cuadro 2 se enlistan los elementos de evaluación que fueron utilizados en el análisis, ejemplificándolos en las ecorregiones que comprenden la "agregación ecorregional" posteriormente denominada selvas

Cuadro 1. Nivel de prioridad para la conservación por tipo principal de ecosistema - bosques tropicales de hoja ancha

Tipo principal de hábitat - Bosques secos tropicales de hoja ancha

Biorregión	Ecorregiones (Dinerstein *et al.*, 1995)	PC
Norte de México	Bosques secos de Tamaulipas y Veracruz - México	I*
	Bosques secos de Baja California - México	II
	Bosques secos de Sinaloa - México	III

Cuadro 1 (continúa). Nivel de prioridad para la conservación por tipo principal de ecosistema - bosques tropicales de hoja ancha

Tipo principal de hábitat - Bosques secos tropicales de hoja ancha		
América Central	Bosques secos de Jalisco - México	I
	Bosques secos de Balsas - México	I
	Bosques secos de Oaxaca - México	II
	Bosques secos de la vertiente del Pacífico de América Central	II
	Sabanas de Tehuantepec - México	III
	Bosques secos de Veracruz - México	III
	Bosques secos de Yucatán - México	III
	Bosques secos de Panamá - Panamá	III
Orinoco	Bosques secos de los Llanos - Venezuela	I
	Bosques secos de Trinidad y Tobago - Trinidad y Tobago	III
Amazonia	Bosques secos de las tierras bajas de Bolivia - Bolivia, Brasil.	I
Norte de los Andes	Bosques secos del Ecuador - Ecuador	I
	Bosques secos de Tumbes/Piura - Ecuador, Perú	I
	Bosques secos de Marañón - Perú	II
	Bosques secos de del Valle del Cauca - Colombia	III
	Bosques secos del Valle del Magdalena - Colombia	III
	Bosques secos del Valle del Patía - Colombia	III
	Bosques secos del Valle del Sinú - Colombia	III
	Bosques secos de Maracaibo - Venezuela	III
	Bosques secos de Lara Falcón - Venezuela	III
Andes Centrales	Bosques secos montanos de Bolivia - Bolivia	I*
Caribe	Bosques secos de Cuba - Cuba	I*
	Bosques secos de la Española - Haití República Dominicana	II
	Bosques secos de Jamaica - Jamaica	III
	Bosques secos de Puerto Rico - Puerto Rico	III
	Bosques secos de las Islas Caimán - Islas Caimán	III
	Bosques secos de las Islas de Barlovento - Islas de Barlovento	III
	Bosques secos de las Islas de Sotavento - Islas de Sotavento	III
	Bosques secos de Bahamas - Bahamas, Islas Turcos y Caicos.	IV

PC = Prioridad de Conservación

Nivel I = Indica la mas alta prioridad a nivel regional.
Nivel I* = Indica una ecorregión elevada a nivel I en la clasificación de prioridades, para lograr una mejor representación a nivel biorregional.
Nivel II = Indica alta prioridad a nivel regional.
Nivel III = Indica prioridad regional moderada.
Nivel IV = Indica Importante a escala nacional.

secas del Pacífico mexicano (Olson y Dinerstein, 1998), incluyendo el detalle de los calificadores utilizados para obtener el nivel de prioridad en cuanto a su valor para la conservación de la biodiversidad en Latinoamérica y el Caribe. Es importante aclarar que para este ejercicio fue utilizada una primera aproximación para la delimitación de las ecorregiones (Dinerstein *et al.*, 1995) y que aunque algunos de los nombres aún son vigentes, las ecorregiones ya han sido actualizadas y redelimitadas por WWF (2001a).

Cuadro 2. Nivel de prioridad de conservación de los bosques secos o selvas secas del Pacífico de México de acuerdo a su diversidad biológica y amenaza.

Ecorregión (Dinerstein *et al.*, 1995)	**Distintividad biológica**	**Estado de conservación actual**	**Prioridad de conservación**
Bosques secos de Jalisco (Altos niveles de endemismo regional y local de varios taxa)	2	E	I
Bosques secos del Balsas (Altos niveles de endemismo regional y local de varios taxa)	2	E	I
Bosques secos de Oaxaca	3	E	II
Bosques secos de la vertiente del Pacífico de América Central (El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Guatemala y México)	3	C	II
Bosques secos de Baja California	4	S	II
Bosques secos de Sinaloa	3	V	III
Sabanas de Tehuantepec (Más o menos equivalente a los Bosques secos de la Depresión Central de Chiapas - WWF, 2001)	4	C	III

Distintividad biológica: 1= Sobresaliente a nivel global, 2 = Sobresaliente a nivel regional, 3 = Sobresaliente a nivel biorregional 4 = Importante a nivel local
Estado de conservación actual: C = Critico, E = En peligro, V = Vulnerable, S = Relativamente estable, I = Relativamente intacto
Prioridad de conservación: I = Máxima prioridad regional, II = Alta prioridad regional, III = Prioridad regional moderada, IV = Importante a escala nacional.

Prioridades para la conservación de la biodiversidad en América Latina y el Caribe

Este trabajo (BSP *et al.*, 1995) es un análisis de tipo representativo y fue efectuado a nivel de "tipos principales de hábitat", los cuales agrupan a varias ecorregiones que corresponden a la delimitación utilizada en el ejercicio de Dinerstein *et al.* (1995). En él, se califica a las selvas secas mexicanas (las cuales incluyen a las selvas secas del Pacífico mexicano, de la Península de Yucatán y de la Costa del Golfo de México) junto con las del Norte de Sudamérica como las terceras en cuanto a su importancia biológica para el Neotrópico, por debajo de las Selvas Secas del Cerrado-Pantanal (primeras en cuanto importancia) y las del Chaco (segundas) y por encima de las selvas del Occidente de los Andes (cuartas) y las Centroamericanas (últimas en cuanto importancia).

En el cuadro 3 se resumen los resultados del ejercicio en cuanto al tipo principal de hábitat de las selvas tropicales secas del Neotrópico, comparando los valores asignados a cada una de éstas y listándolas jerárquicamente a partir de aquellas a las que se les asignó un valor mayor.

De acuerdo a los resultados del análisis efectuado, el cuadro 4 resume los datos relativos a la utilidad que tienen para los humanos las diferentes unidades de selvas secas presentes en el Neotrópico. A todas éstas les fue asignado un mismo valor en cuanto a capacidad de captura de CO_2 (intervalo de 1 a 5), así como de recursos productivos y de protección (intervalo de 1 a 5). El valor de sus recursos genéticos (intervalo de 1.25 a 4) se refiere al número de centros de diversidad de plantas, de origen de animales domesticados, y de plantas cultivadas o de recursos genéticos de especies forestales comerciales. El valor de los recursos productivos y de protección se refiere a nutrientes/refugio para especies pesqueras, protección de erosión costera o riparia, asimilación de contaminantes y productividad biótica. El ejercicio otorga a las selvas secas mexicanas el valor más bajo de todas las selvas secas del Neotrópico (intervalo de I al V); sin embargo a nivel regional y local su valor ecológico es significativo (cuadro 4).

Cuadro 3. Nivel de prioridad de conservación de las selvas secas neotropicales de acuerdo a su diversidad biológica.

Tipo Principal de Hábitat (TPH) **Selvas Tropicales Secas** Unidad Regional de Hábitat (URH) (Basadas en las ecorregiones de Dinerstein *et al.*, 1995)	Plantas (1)	Insectos (1)	Aves (1)	Herpetofauna (1)	Mamíferos (1)	Total (2)	Intervalo URH (3)	Estado Cons. (4)	Valor Biol. (5)	Prior. Cons. (6)
Selvas Secas del Cerrado - Pantanal (Brasil, Bolivia y Paraguay)	3	3	3	1	3	13	1/6	A	I	M
Selvas Secas del Chaco (Paraguay, Bolivia y Argentina)	2	2	3	2	3	12	2/6	V	I	A
Selvas Secas Mexicanas (México y Guatemala)	2	3	3	1	2	11	3/6	A	II	L
Selvas Secas del Norte de Sudamérica (Colombia y Venezuela)	2	2	3	1	3	11	3/6	C	II	L
Selvas Secas del Occidente de los Andes (Ecuador)	1	3	2	1	2	9	4/6	A	III	L
Selvas Secas Centroamericanas (Costa Rica, Panamá, El Salvador y Nicaragua)	1	2	2	1	1	7	5/6	C	III	L

(1) Para cada grupo taxonómico individual, 3 es la calificación más alta y 1 la más baja.
(2) Suma de las cinco calificaciones otorgadas a cada grupo taxonómico.
(3) Las URH se califican a partir de la suma más alta hasta la más baja. Calificación de la URH / No. de URH (Unidad Regional de Hábitat) en cada TPH (Tipo Principal de Hábitat)
(4) Estado de Conservación: C = Critico; A = Amenazado; V = Vulnerable; E = Estable.
(5) Valor Biológico: I = Sobresaliente a Nivel Regional; II = Significativo a Nivel Regional; III = Importante a Nivel Local.
(6) Prioridad de Conservación: sólo una URH dentro de cada TPH fue seleccionada como la Máxima Prioridad Regional = M; una más como de Alta Prioridad Regional = A; las restantes fueron calificadas como de Importancia Local = L.

Cuadro 4. Nivel de prioridad de conservación de las selvas secas neotropicales de acuerdo a su captura de carbono, recursos genéticos y recursos productivos y de protección.

Tipo Principal de Hábitat (TPH) Selvas Tropicales Secas Unidad Regional de Hábitat (URH)	Captura de CO_2 (a)	Recursos genéticos (b)	Recursos productivos y de protección (c)	Total (a) x 1 (b) x 3 (c) x 2	Intervalo
Selvas Secas del Norte de Sudamérica (Colombia y Venezuela)	3	4.00	3	21	I
Selvas Secas del Occidente de los Andes (Ecuador)	3	3.75	3	20	II
Selvas Secas Centroamericanas (Costa Rica, Panamá, El Salvador y Nicaragua)	3	3.75	3	20	II
Selvas Secas del Chaco (Paraguay, Bolivia y Argentina)	3	3.25	3	19	III
Selvas Secas del Cerrado-Pantanal (Brasil, Bolivia y Paraguay)	3	2.00	3	15	IV
Selvas Secas Mexicanas (México y Guatemala)	3	1.25	3	13	V

Las Ecorregiones Globales 200

Las ecorregiones G-200 constituyen "agregaciones ecorregionales" que agrupan una serie de ecorregiones pertenecientes a un mismo tipo principal de hábitat. En este ejercicio de priorización, al igual que en los dos ejercicios anteriores, se utiliza un enfoque de tipo representativo en el análisis (Olson *et al.*, 2001). El ejercicio de Olson *et al.* (2000), no compara estrictamente los valores de una ecorregión G-200 contra otra, sino que solamente resalta la importancia que tienen éstas para la conservación de la biodiversidad a nivel global con respecto a aquellas que no son consideradas como G-200. Asimismo, las Ecorregiones G-200 representan un ejercicio de priorización a nivel global, a diferencia de los dos anteriores que solo incluyen las ecorregiones presentes en Latinoamérica y el Caribe (cuadro 5). Las descripciones individuales de todas las ecorregiones pueden consultarse en http://www.worldwildlife.org/science/ecoregions/biomes.cfm.

Olson *et al.* (2000) determinan, en su estudio, que los bosques secos más diversos y distintivos a nivel mundial se presentan en el sur de México y en las tierras bajas de Bolivia. Por otro lado indican que los bosques secos de la costa del Pacífico del noroeste de Sudamérica presentan una gran riqueza de especies únicas debido a su aislamiento, y que los bosques secos de Maputolandia - Pondolandia en África sur oriental tienen una alta diversidad y un elevado número de especies endémicas. Asimismo, mencionan que los bosques secos de la India central e Indochina son notables por la diversidad de vertebrados mayores, y que los bosques secos de Madagascar y Nueva Caledonia son altamente distintivos por su amplio rango de taxa a niveles taxonómicos altos.

Las Ecorregiones G-200 que corresponden al tipo principal de hábitat de Bosques Tropicales y Subtropicales y Bosques Latifoliados de Monzón se enlistan en el cuadro 5. En base a este cuadro, se tomaron las siguientes descripciones de Olson *et al.* (2000) las cuales se refieren a las Ecorregiones G-200 que corresponden al tipo principal de hábitat de Bosques Tropicales y Subtropicales y Bosques Latifoliados de Monzón del Reino Neotropical.

Cuadro 5. Ecorregiones G-200 que comprenden principalmente selvas secas en el planeta.

Reino	**Ecorregiones G-200** (WWF, 2001a)	**Países**
Neotrópico	Bosques Secos Tumbesinos y de los Valles Andinos	Colombia, Ecuador y Perú
	Bosques Secos de Chiquitania	Bolivia y Brasil
	Bosque Atlántico Seco	Brasil
	Bosques Secos del Sur de México	México y Guatemala
Austral-Asiático	Bosques Secos de Nusa Tenggara	Indonesia
	Bosques Secos de Nueva Caledonia	Nueva Caledonia (Francia)
Indo-Malayo	Bosques Secos de Indochina	Cambodia, Laos, Myanmar, Tailandia y Vietnam
	Bosques secos de Chhota-Nagur	India
Afrotrópico	Bosques Secos de Madagascar	Madagascar
Oceanía	Bosque Seco de Hawai	Estados Unidos

Ecorregión G-200 Bosques Secos Tumbesinos y de los Valles Andinos

Noroeste de Sudamérica, Colombia, Ecuador y Perú: Los bosques secos de la costa del Pacífico de Sudamérica y de los valles interandinos del norte (por ejemplo, Marañón, Patía, Cauca del Sur y los Valles de Magdalena) son conocidos por sus altos niveles de endemismo. Constituyen algunos de los mejores ejemplos de bosques secos del norte de Sudamérica, mismos que presentan endemismos distintivos. La tala, la expansión agrícola, la quema y el sobrepastoreo representan severas amenazas para estos ecosistemas.

Ecorregión G-200 Bosques Secos de Chiquitania

Sudamérica Central al sur de la Cuenca Amazónica, Bolivia y Brasil: Los Bosques Secos de Bolivia y Brasil se encuentran dentro de los ecosistemas de bosques secos más ricos del mundo. La biota de esta ecorregión presenta afinidades con la Amazonia, el Chaco y el Cerrado, presentando además una gran cantidad de especies endémicas. Constituyen uno de los mejores ejemplos de bosques secos de la región sur de Sudamérica, así como una de las comunidades más ricas de selvas secas del continente (pueden rivalizar con los bosques secos mexicanos). Los bosques secos del sur de los Andes son menos ricos. La construcción de caminos y ductos, la expansión agrícola, las quemas y la ganadería representan amenazas importantes y la creciente presión sobre la fauna silvestre puede acabar con varias especies a corto plazo. La contaminación proveniente de asentamientos humanos y actividades agrícolas puede también convertirse en una causa importante de degradación en la ecorregión.

Ecorregión G-200 Bosque Seco Atlántico de Brasil

Noreste de Brasil: Representa una amplia transición ecológica entre las selvas y pastizales vecinos. Esta ecorregión presenta comunidades únicas con alta riqueza de especies y comunidades de especies únicas que la caracterizan. Las actividades forestales y la agricultura, constituyen las principales amenazas.

Ecorregión G-200 Bosques Secos del Sur de México

Guatemala y México: Los bosques secos de México y el sur de Guatemala son notables por su alto grado de endemismo a nivel local y regional para un gran número de taxa. Son los bosques secos más ricos del mundo. La urbanización, el incremento del turismo y la explotación de la vida silvestre representan amenazas de alta intensidad para la región, así como lo son la construcción de caminos, las plantaciones perennes y las actividades ganaderas.

Al desagrupar la agregación ecorregional que constituye la Ecorregión G-200 de los Bosques Secos del Sur de México (Olson *et al.*, 2000), se encuentra que ésta comprende a 10 ecorregiones de bosques secos (figura 2 y cuadro 6). Dentro de esta agregación, WWF (2001b) asigna al Reino Neártico, los Bosques Secos Transicionales de Sonora-Sinaloa y al Neotropical, el resto de las ecorregiones.

En el presente capítulo, el término Selvas Secas del Pacífico Mexicano es utilizado para denominar a la agregación ecorregional que incluye a todas las ecorregiones enumeradas en el cuadro 6, exceptuando a la ecorregión de los Bosques Secos del Bajío, de la cual no se recabó información alguna en el "Taller para la Identificación de Amenazas y Prioridades para la Conservación de las Selvas Secas del Pacífico Mexicano", convocado en Huatulco, Oaxaca, en el año 2001, por WWF, el Instituto de Ecología de la UNAM, la Conabio y el Instituto Nacional de Ecología de la Semarnat.

Figura 2. Ecorregiones comprendidas en las selvas secas del Pacífico mexicano G-200 (modificado de base de datos georeferenciada derivada de WWF 2001a.)

Cuadro 6. Localización de las selvas secas de México de acuerdo a las Ecorregiones y Entidades Federativas.

Agregación Ecorregional	**Ecorregión** (WWF, 2001a)	**Entidades Federativas**
Bosques Secos del Sur de México (Olson *et al.*, 2000)	1) Bosques Secos de la Sierra de la Laguna	Baja California Sur.
	2) Bosques Secos de las Islas Revillagigedo	Territorio Insular.
	3) Bosques Secos Transicionales de Sonora-Sinaloa	Sonora y Sinaloa.
	4) Bosques Secos de Sinaloa	Sonora, Chihuahua, Sinaloa, Durango, Nayarit, Jalisco y Zacatecas.
	5) Bosques Secos de Jalisco	Nayarit, Jalisco, Colima y Michoacán.
	6) Bosques Secos del Bajío	Jalisco, Zacatecas, Michoacán, Guanajuato y Querétaro.
	7) Bosques Secos del Balsas	Jalisco, Michoacán, Guerrero, Estado de México, Morelos, Puebla y Oaxaca.
	8) Bosques Secos del Pacífico Sur	Guerrero, Oaxaca y Chiapas.
	9) Bosques Secos de la Depresión Central de Chiapas	Chiapas y Guatemala.
	10) Bosques Secos del Pacífico Centroamericano	Chiapas y Guatemala

Cuadro 7. Ecorregiones terrestres prioritarias que tienen selvas secas representadas en todos los continentes.

Reino	Ecorregiones Terrestres Prioritarias (Hotspots)	Principales tipos de biomas	Ubicación
Neotrópico	Mesoamérica	Bosque húmedo tropical Bosque subhúmedo tropical	México, Guatemala, Belice, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica y el poniente de Panamá
	Chocó-Darién/ Ecuador occidental	Bosque húmedo tropical Bosque subhúmedo tropical	Oriente de Panamá, Colombia, Ecuador y Perú
	Andes Tropicales	Bosque húmedo tropical Bosque subhúmedo tropical Pastizal de altura (puna y páramo)	Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Chile y Argentina
	Cerrado brasileño	Bosque subhúmedo tropical Sabana arbolada Sabana abierta	Brasil, y Paraguay
	Caribe	Bosque húmedo tropical Bosque subhúmedo tropical Vegetación xerofítica	Islas del Caribe y sur de Florida.
Indo-Malayo	Región de la Sonda	Bosque húmedo tropical Bosque subhúmedo tropical	Mitad occidental del archipiélago indo-malayo integrado por unas 17,000 islas
	Wallacea	Bosque húmedo tropical Bosque subhúmedo tropical Vegetación xerofítica	Islas centrales de Indonesia situadas entre Java, Bali y Borneo al poniente e Irán Jaya al oriente

Cuaro 7 (continúa). Ecorregiones terrestres prioritarias que tienen selvas secas representadas en todos los continentes.

Reino	Ecorregiones Terrestres Prioritarias (Hotspots)	Principales tipos de biomas	Ubicación
Austral-Asiático	Indo-Birmania	Bosque húmedo tropical Bosque subhúmedo tropical	La parte de Asía tropical situada al este del subcontinente hindú, excepto la Península de Malaca
	Nueva Caledonia	Bosque húmedo tropical Bosque subhúmedo tropical Matorral tipo maqui	Nueva Caledonia, extremo sur de la Melanesia
Afrotrópico	Madagascar e Islas del Océano Indico	Bosque húmedo tropical Bosque subhúmedo tropical Vegetación xerofítica	Madagascar e Islas Comoras, Seychelles y Mascareñas
Oceanía	Polinesia y Micronesia	Bosque húmedo tropical Bosque subhúmedo tropical	Islas de la Polinesia y Micronesia incluyendo Fiji

Biodiversidad amenazada: las ecorregiones terrestres prioritarias del mundo (Mittermeier *et al.*, 1999)

A diferencia de los tres ejercicios anteriores, que abordan el establecimiento de prioridades buscando la representación de todos los tipos principales de hábitat y haciendo comparaciones exclusivamente entre unidades regionales de hábitat o ecorregiones dentro de cada uno de los tipos regionales de hábitat, el cuarto ejercicio integra exclusivamente aquellas regiones que presentan un mayor número de especies y endemismos a nivel global, por lo que hace comparaciones entre regiones ubicadas en diferentes tipos principales de hábitat, desfavoreciendo a aquellos que albergan menor cantidad de biodiversidad y de endemismos.

Los centros de concentración de biodiversidad o ecorregiones terrestres prioritarias (Hotspots) constituyen "agregaciones ecorregionales compuestas" ya que

pueden contener dentro de sus límites a más de un tipo principal de hábitat (o tipo principal de bioma). De los 25 ecosistemas terrestres prioritarios identificados por este ejercicio, solamente 11 de ellos (cuadro 7) incluyen dentro de sus fronteras al tipo de bioma denominado Bosque Subhúmedo Tropical.

Adicionalmente, es importante señalar que Mittermeier *et al.* (2002) identifican para el Neotrópico a la Caatinga y el Chaco como áreas silvestres (Wilderness) que presentan bosques y sabanas subhúmedas tropicales.

La Ecorregión Terrestre Prioritaria Mesoamérica abarca una superficie total de 1 154 912 km^2 comprendiendo el 0.77% de la superficie terrestre del planeta, de los cuales solo 230 982 km^2 (20%) se mantienen intactos. De la superficie total de esta ecorregión terrestre prioritaria, el 57% equivalente a 66 286 km^2 abarcan el 33.9% de la superficie terrestre de México.

Las ecorregiones que corresponden a las Selvas Secas del Pacífico Mexicano quedan comprendidas en la agregación ecorregional compuesta denominada Mesoamérica, las cuales incluyen a las ecorregiones señaladas por Dinerstein *et al.* (1995) de: los Bosques Xerófilos Sinaloenses, Jaliscienses, Oaxaqueños, del Balsas y del Pacífico Centroamericano, así como a lo que se denomina Sabanas de Tehuantepec, la cual corresponde a los Bosques Secos de la Depresión Central de Chiapas (WWF, 2001b).

Conclusiones

Los cuatro ejercicios analizados fueron elaborados con diferentes enfoques y con una cobertura territorial diferente. Sin embargo, todos estos ejercicios en conjunto nos permiten obtener una visión comparativa de la importancia que tienen las selvas secas del Pacífico Mexicano con respecto a los otros conjuntos de selvas secas, especialmente aquellos presentes en el Neotrópico.

El análisis de Dinerstein *et al.* (1995) se efectuó a nivel de ecorregiones, mientras que los análisis de BSP *et al.* (1995) y Olson *et al.* (2001) utilizaron "agregaciones ecorregionales" correspondientes a un mismo tipo principal de hábitat. Mittermeier *et al.* (1999) utiliza "agregaciones ecorregionales compuestas" que representan un mayor nivel, pues los Hotspots incluyen conjuntos de diferentes tipos principales de hábitat.

Los análisis de Olson *et al.* (2001) y Mittermeier *et al.* (1999) fueron hechos a escala global, en tanto que los BSP *et al.* (1995) y Dinerstein *et al.* (1995) se efectuaron a nivel de América Latina y el Caribe. En este sentido, y considerando adicionalmente el universo global de ecorregiones descrito en Olson *et al.* (2000), se puede afirmar que el Neotrópico contiene la mayor diversidad de ecorregiones de selvas secas a nivel global. Esta situación, en función de su magnitud y el patrón de distribución discontinuo que presentan dentro de una amplia geografía, puede ser extrapolada para plantear que el conjunto de selvas secas presente en el Neotrópico contiene una mayor biodiversidad que la que presenta cualquier otro conjunto de selvas secas ubicado en cualquier otro reino biogeográfico individual.

Los análisis de BSP *et al.* (1995), Dinerstein *et al.* (1995) y Olson *et al.* (2000), utilizan un enfoque representativo en el que solamente se llevan a cabo comparaciones entre las unidades contenidas dentro de los tipos principales de hábitat, mientras que Mittermeier *et al.* (1999) como se anotó anteriormente, sólo maneja criterios que identifican las regiones del planeta que presentan un mayor número de especies y endemismos a nivel global (por ende Hotspots). Sin embargo, los resultados de ambos enfoques, resaltan la importancia que tienen las selvas secas para la conservación de la biodiversidad global.

En conclusión, todos los ejercicios, con excepción del de BSP *et al.* (1995) - el cual otorga al conjunto de las selvas secas mexicanas solamente un valor intermedio - identifican en estas selvas valores significativos a nivel global para la conservación de la biodiversidad: Dinerstein *et al.* (1995) para las selvas secas de Jalisco y el Balsas; Olson *et al.* (2001) en cuanto a las selvas secas de la Sierra de la Laguna, de las Islas Revillagigedo, Transicionales de Sonora-Sinaloa, de Sinaloa, de Jalisco, del Bajío, del Balsas, del Pacífico Sur, de la Depresión Central de Chiapas y del Pacífico Centroamericano; y Mittermeier *et al.* (1999), en cuanto a las selvas secas sinaloenses, Jaliscienses, del Balsas, Oaxaqueñas y del Pacífico.

Con respecto a la inclusión de selvas secas en las áreas naturales protegidas de América Latina y el Caribe, el trabajo realizado por De la Maza *et al.* (2003) indica que dicho ecosistema no se considera que esté representado adecuadamente en los sistemas de áreas protegidas o bien no está incluido en algún régimen de pro-

tección: Brasil (Caatinga), Bolivia (valles secos), Ecuador, Honduras, México, Panamá y Perú (bosques de de la vertiente occidental de los Andes).

En Bezaury *et al.* (2000) se plantea una valorización comparativa entre las diferentes ecorregiones presentes en México evaluando su importancia relativa y la urgencia para su conservación en función de los resultados de los cuatro ejercicios resumidos en el presente capítulo. Tanto los resultados de esta valorización comparativa como los criterios utilizados para efectuarla se presentan en el cuadro 8, considerando únicamente a las ecorregiones que integran las Selvas Secas del Pacífico Mexicano.

Finalmente, resulta interesante y paradójico el hecho de que no obstante la importancia que tienen las selvas secas mexicanas para la conservación de la biodiversidad a nivel global, y de acuerdo a los datos proporcionados por Castro *et al.* (2000) el financiamiento internacional para su protección y manejo puede considerarse como verdaderamente insignificante (cuadro 9), ya que entre 1990 y 1997 correspondió al 0.000054% del total del financiamiento identificado para toda América Latina por dicho estudio y solo el 0.47% del financiamiento total identificado para México.

Cuadro 8. Diversidad biológica y estado de conservación de las selvas secas mexicanas de acuerdo a diferentes autores.

Ecorregiones (Dinerstein *et al.*, 1995) **que comprenden a las selvas secas mexicanas**	**Distintividad biológica**					**Estado de conservación**				
	BSP *et al.*, 1995	Dinerstein *et al.*, 1995	Olson *et al.*, 2001	Mittermeier *et al.*, 1999	PRIORIDAD FINAL	BSP *et al.*, 1995	Dinerstein *et al.*, 1995	Olson *et al.*, 2001	ESTADO FINAL	RANGO FINAL
Bosques secos del Balsas	-	X	X	X	3	A	A	A	A	2
Bosques secos de Jalisco	-	X	X	X	3	A	A	A	A	2
Sabanas de Tehuantepec	-	-	X	X	2	-	C	A	C	4
Bosques secos de la vertiente del	-	-	X	X	2	A	C	-	C	4
Bosques secos de Oaxaca	-	-	X	X	2	A	A	A	A	5
Bosques secos de Sinaloa	-	-	X	X	2	A	V	A	A	5
Bosques secos de Baja California	-	-	X	-	1	A	E	A	E	9

Distintividad biológica: por cada X en la tabla: BSP *et al.* (1995) = Sobresaliente a Nivel Regional, Dinerstein *et al.* (1995) = Mas Alta Prioridad a Nivel Regional, Olson *et al.* (2001) = Todas las ecorregiones dentro de la agregación ecorregional G200, y Mittermeier *et al.* (1999) = Todas las ecorregiones dentro del Hotspot.
Estado de conservación: C = Critico; A = Amenazado; V = Vulnerable; E = Estable; I = Intacto.
Criterios utilizados para determinar el rango final

Prioridad global

1. Critico, identificado por todos los ejercicios representativos + Hotspots.
2. Amenazado, identificado por dos ejercicios representativos + Hotspots.
3. Amenazado o Vulnerable, identificado por los tres ejercicios representativos.

De importancia global o de urgencia a nivel nacional

4. Crítico, identificado por dos ejercicios o con incremento en su nivel debido a su grado de amenaza y urgencia a nivel nacional.
5. Amenazado, identificado por dos ejercicios o con incremento en su nivel debido a su grado de amenaza y urgencia a nivel nacional.
6. Vulnerable, identificado por dos ejercicios representativos.

Importante a nivel regional o nacional

7. Amenazado, identificado solo por un ejercicio.
8. Vulnerable, identificado solo por un ejercicio.
9. Estable, identificado solo por un ejercicio.
10. Intacto, identificado por uno o dos ejercicios.

Cuadro 9. Estimación de la inversión en proyectos de conservación en las selvas secas del Neotrópico.

Ecorregiones (WWF, 2001a)	**Inversión en miles de dólares 1990 y 1997**	**Número de proyectos 1990 y 1997**
Selvas Secas del Pacífico Mexicano		
Parcial - Bosques Secos Centroamericanos - México, Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica	35,511.08	39
Bosques Secos de Jalisco - México	1,633.11	16
Bosques Secos del Bajío - México	60.00	2
Bosques Secos del Pacifico Sur - México	57.64	1
Bosques Secos de las Islas Revillagigedo - México	25.00	1
Bosques Secos de la Sierra de la Laguna - México	0.00	0
Bosques Secos de Sinaloa - México	0.00	0
Bosques Secos de la Depresión Central de Chiapas - México, Guatemala	0.00	0
Bosques Secos de Balsas - México	0.00	0
Otras Selvas Secas de México		
Bosques Secos de Yucatán - México	1,177.51	9
Bosques Secos de Veracruz - México	0.00	0
Total Bosques Secos de la Región (México y Centroamérica)	38,464.34	68
Selvas Secas del Pacífico Mexicano menos Bosques Secos Centroamericanos	1,775.75	20
Gran total para la totalidad de ecorregiones presentes en México	379,835.76	537
Gran total para todas las ecorregiones presentes en Latinoamérica y el Caribe	3,260,000,000	3,489

Las selvas secas del Pacífico mexicano

Irma Trejo

Las selvas secas tienen una amplia distribución mundial. Cerca de 42% de los bosques tropicales corresponden a comunidades de plantas en condiciones secas y estacionales (Murphy y Lugo, 1986). Sin embargo, hasta ahora la mayor parte de los esfuerzos científicos se han enfocado a las selvas tropicales húmedas dando muy poca atención en las secas (Mooney *et al.*, 1995), a pesar de que su degradación es similar a la que se presenta en las zonas tropicales húmedas y, de acuerdo con algunos autores, sólo una pequeña proporción de la cobertura original permanece relativamente intacta (Gentry, 1995; Janzen, 1988; Murphy y Lugo, 1995).

El concepto de selvas secas es controvertido debido a la confusión que induce el término y a las diferencias en la concepción de los autores, de manera que, en ocasiones, no se conoce con certeza cuáles comunidades se incluyen en este rubro. Las nominaciones más comunes, además de selvas secas o selvas bajas caducifolias, incluyen las de bosque tropical seco (Gentry, 1982) y bosque tropical seco estacional o seasonally dry tropical forest (Bullock *et al.*, 1995). Recientemente, Pennington *et al.* (2000) hicieron una descripción detallada y una distinción entre los bosques tropicales secos y otras comunidades, como las sabanas o los matorrales espinosos, que para algunos autores se incluyen en las selvas secas.

Se consideran selvas secas aquellas comunidades dominadas por árboles de baja estatura con una cubierta más o menos continua del dosel, que habitan en sitios con lluvia anual menor a los 1 600 mm al año –de gran estacionalidad, ya que se concentra en pocos meses y, al menos durante cinco, tienen lluvias menores a 100 mm– y donde la mayor parte de la vegetación pierde las hojas en la

época seca. Murphy y Lugo (1995) definen que la distribución y fisonomía de las selvas secas están determinadas, fundamentalmente, por las condiciones climáticas en las que se establecen.

Las selvas secas se consideran, en general, menos complejas estructuralmente y con menor diversidad que las húmedas (Gentry, 1995) aunque, en ocasiones, la riqueza de especies que albergan algunos sitios puede ser comparable (Gentry, 1982, 1988; Hubbell, 1979; Janzen, 1988). Estudios pioneros (Gentry, 1982, 1988, 1995; Janzen, 1988) han resaltado la importancia de las investigaciones dirigidas a mejorar el conocimiento de estas comunidades tropicales.

Distribución

Las selvas secas de México son el bastión más norteño de la distribución tropical en el continente americano y probablemente, de acuerdo con lo que reportan diversas fuentes (Bullock *et al.*, 1995; Gentry, 1988; Sabogal, 1992), también son las más extensas en su tipo en Latinoamérica.

Estas selvas tienen una amplia distribución en México, ya que se extienden desde el paralelo 29° de latitud Norte (Búrquez *et al.*, 1999) hasta la frontera con Guatemala, en el sur del país (figura 1). Preferentemente se establecen en la vertiente pacífica, con importantes entrantes en las cuencas de los ríos Lerma-Santiago y Balsas, aún cuando también están representadas en manchones discontinuos en la vertiente del Golfo y en la península de Yucatán. La distribución

De izquierda a derecha, selva de palma de coquito en la costa de Jalisco; manglar y selva baja en la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala; selva baja y bosque ripario, río Cuixmala; primavera; bahía con selva seca en Jalisco; selva seca en Oaxaca.
Fotos: Gerardo Ceballos

Distribución de las selvas secas

Figura 1. Las selvas secas se extienden en la vertiente del Pacífico desde Sinaloa hasta Chiapas, penentrando al centro del país a través de la cuenca del Balsas. Manchones aislados se encuentran en la vertiente del Golfo. Extensiones considerables de estas selvas han sido destruidas (claro), aunque todavía cubren una extensión considerable del país (oscuro).

Fuente: vegetación potencial a partir de Rzedowsky, 1978 modificada por Trejo, 1999; vegetación actual a partir del Inventario Nacional Forestal, 2000.

en la vertiente del Pacífico es casi continua excepto por la presencia de algunas áreas donde no existen selvas secas. Las selvas secas pueden ocupar zonas más o menos extensas o verse restringidas a ambientes favorables para su establecimiento (figura 1).

En el sentido más estricto debería incluirse únicamente lo que Miranda y Hernández X. (1963) denominan como selva baja caducifolia, y Rzedowski (1978) como bosque tropical caducifolio. Sin embargo, cuando se busca una representación espacial de estas comunidades en el país, las discrepancias son evidentes. La cartografía disponible muestra diferencias marcadas en la distribución, lo que se relaciona con la particular interpretación de las diversas fuentes y escalas y criterios distintos, incluso en la terminología empleada.

Adicionalmente, la amplitud en la distribución geográfica de las selvas caducifolias en México, así como la heterogeneidad en las condiciones físicas en las que se establece, dificulta en gran medida el reconocimiento de las variantes fisonómicas de estas comunidades (Trejo, 1996). Esto es especialmente severo cuando las áreas que se intentan describir están cerca de los contactos con comunidades distintas a las selvas estacionales, con las cuales pueden confundirse, y que es evidente al analizar la superficie cubierta por estas comunidades, de acuerdo con distintas fuentes cartográficas y que, de algún modo, podría interpretarse como la pérdida de cobertura a través del tiempo; sin embargo, al parecer, más bien se relaciona con diferencias en la definición de las comunidades incluidas (cuadro 1).

En el caso de México, esta confusión en la definición de las selvas puede atribuirse a diferentes factores, entre los que destacan, la amplitud de la distribución geográfica en el territorio mexicano, la variedad de condiciones ambientales en las que se establecen así como la cantidad de lluvia anual y la temperatura, características edáficas distintas, heterogeneidad ambiental por las variaciones en el relieve (pendiente, exposición, microclima) y cambios en la composición florística.

Las selvas secas se establecen preferentemente en lomeríos y laderas de las sierras, en sitios con pendientes de moderadas a fuertes. Esta distribución contribuye a la heterogeneidad ambiental donde se encuentran. Por ejemplo, en las cañadas es común encontrar selvas subcaducifolias que son más mésicas, tienen elementos dominantes que conservan el follaje y una estructura y composición

florística distinta a la que se halla en las partes más expuestas. Estas comunidades pueden tener distribuciones muy restringidas o llegar a ocupar extensiones considerables, dependiendo de las condiciones ambientales predominantes (Lott *et al.*, 1987).

Las selvas secas se encuentran en altitudes que van desde el nivel del mar hasta casi 2000 m, como en el caso de las que se localizan en la zona del Bajío. Las condiciones climáticas en las que se desarrollan son variables pero, en general, se les ubica en regiones donde las temperaturas son cálidas y comunmente libres de heladas (Trejo, 1999). Su distribución suele coincidir con el clima cálido subhúmedo (Aw_0), que es el de menor humedad de los subhúmedos, según a la clasificación de Köppen modificada por García (1988). Este clima presenta una temperatura media anual mayor a los 22°C y una marcada estacionalidad; es decir,

Cuadro 1. Superficie de la selva seca caducifolia en México según las estimaciones de diferentes fuentes

Fuente	Superficie km^2	% del país
Flores *et al.* (1971)	290 455	14.9
Rzedowski (1978)	271 750	14.0
SARH-INIF (1980)	124 437	6.4
SPP (1981)	159 800	8.2
SARH (1986)	179 900	9.2
Flores y Geréz (1988)	241 000	12.4
Castillo *et al.* (1989)	170 800	8.8
Masera *et al.* (1992)	161 250	8.3
Jaramillo-Villalobos (1994)	155 871	8.0
SARH* (1994)	109 488	5.6
INF (2000)	148 130	7.6

* No se consideran las áreas con "selva fragmentada" debido a que en esa categoría están mezcladas selvas perennifolias, subperennifolias y caducifolias.

una época de lluvia en promedio de seis meses (mayo-octubre). Sin embargo, una proporción de las selvas secas se establece también en climas más secos como el semiárido cálido (BS1), así como en condiciones un poco más húmedas representadas por el clima cálido subhúmedo (Aw1).

La precipitación anual fluctúa entre 400 y 1 200 mm. En regiones como Baja California, el centro de Sonora, Tehuacán o en la cuenca del río Balsas, estas selvas prosperan en las condiciones más secas, en contraste con algunas regiones como las costas de Guerrero y Michoacán, donde la lluvia alcanza casi 1200 mm. Esto se refleja en algunos parámetros estructurales de la selva como puede ser la estatura de los árboles o la mayor abundancia de cactáceas (Rzedowski, 1978; Trejo, 1999).

No obstante, el aspecto más relevante del clima donde se encuentran las selvas secas es la marcada estacionalidad ya que, en contraste con otros sitios neotropicales donde se distribuyen selvas similares, prácticamente puede haber meses durante la época de estío en los que la precipitación es nula; incluso, el periodo con lluvia menor a los 60 mm puede extenderse hasta casi nueve meses. La combinación de los parámetros climáticos como la temperatura y la lluvia, así como su comportamiento y distribución a lo largo del año, son factores fundamentales que deben considerarse para explicar la presencia de las selvas secas en el país (Trejo, 1999).

El incremento de la lluvia total anual entre 1200 y 1600 mm explica la presencia en algunas regiones de la costa de Sinaloa, Nayarit, Michoacán, Guerrero y Oaxaca de áreas cubiertas por selvas subcaducifolias que, precisamente por esas condiciones de humedad, constituyen comunidades de mayor porte y que conservan el follaje durante más tiempo.

Los suelos en los que se establecen las selvas secas son muy variables pero, en general, son someros y en ocasiones pedregosos. El mayor porcentaje se asienta en suelos de tipo regosol y litosol, cuyo origen también es variable ya que surgen en litologías desde ígneas a sedimentarias (Trejo, 1996).

Fisonómicamente, las selvas secas son asociaciones dominadas por árboles que se ramifican a corta altura, de copas extendidas, cuyas estaturas fluctúan alrededor de los ocho metros, aun cuando pueden encontrarse árboles aislados que, por

lo general, no sobrepasan los 15 m (Miranda y Hernández-X, 1963; Pennington y Sarukhán, 1968; Rzedowski, 1978; Trejo, 1998). El estrato arbustivo es muy denso, de tal manera que en algunos sitios forman una maraña que dificulta, y en ocasiones, impide el paso. De hecho, los elementos arbustivos constituyen una proporción muy importante en la composición de la estructura de la comunidad. Los individuos con diámetros menores a 2.5 cm representan alrededor de la mitad de los componentes de la comunidad (Trejo, 1998). El número de lianas se incrementa en las áreas más húmedas y en las cercanías a la costa, donde es común verlas enredadas trepando caprichosamente en los troncos y ramas de árboles y arbustos (Lott *et al.*, 1987). Las cactáceas columnares y candelabriformes son parte de la fisonomía de ciertas variantes de estas selvas.

En relación con otras selvas secas del neotrópico, las secas de México son similares en el número de individuos (Gentry, 1995). Una muestra de 0.1 ha de selva seca "promedio" en el país (Trejo,1998), tiene 360 individuos con un diámetro a la altura del pecho (DAP)≥ 2.5 cm, con una variación de 142 a 474; 116 individuos con un DAP≥10 cm (57 a 163) y 16 lianas con DAP≥2.5 (0 a 52). La variación de un sitio a otro puede atribuirse –como se mencionó anteriormente– a las diferencias en condiciones ambientales, como la disponibilidad de humedad.

Estructura, composición y diversidad

Los elementos predominantes en la flora son de origen neotropical, con abundancia de especies de las familias Leguminosae, Euphorbiaceae, Cactaceae, Burseraceae, Compositae, Malpighiaceae, Rubiaceae y Anacardiaceae. Las familias con afinidades xéricas, con adaptaciones para fotosintetizar y o crecer en la estación seca –como Burseraceae, Cactaceae y Capparidaceae (Lott *et al.*, 1987)– al igual que especies con tejidos suculentos de las familias Anacardiaceae, Bombacaceae, Burseraceae, Caricaceae, Cochlospermaceae, Convolvulaceae, Euphorbiaceae y Leguminosae tienen una mayor oportunidad de dominar en áreas con condiciones más secas. En general, la representación de estos grupos es mayor en las selvas secas mexicanas que en otros sitios neotropicales (Trejo, 1998). Sin embargo, para explicar estos patrones no puede dejarse de lado la historia biogeográfica.

Una de las características interesantes de las selvas secas son las cortezas bri-

llantes y exfoliantes de algunas especies, particularmente de las familias Burseraceae, Euphorbiaceae y Anacardiaceae. Las hojas compuestas predominan en estas selvas, así como la presencia de flores de colores llamativos –como el amarillo, rojo, rosa y morado–, cuya época de floración ocurre, principalmente, durante las lluvias (Dirzo, 1994; Rzedowski, 1978). Es espectacular observar la floración masiva de especies como *Ipomoea* spp. y *Cordia* spp., así como de muchas cactáceas, que se da durante el estío. También se encuentran especies con espinas que, en sitios donde predominan, se relaciona con el déficit de humedad. El estrato herbáceo es muy denso particularmente en la temporada lluviosa, pero prácticamente desaparece en la época de sequía.

En sitios más húmedos a nivel microclimático o en regiones con mayor lluvia anual, la composición florística y la estructura cambian, y es posible encontrar especies de la familia Moraceae, como *Ficus* o *Brosimum*, e incluso algunas palmas. Esas comunidades mantienen elementos perennifolios con alturas de 20 ó 25 m, que pueden ser refugios o corredores de especies vegetales y animales que contribuyen a incrementar la diversidad de las selvas estacionales (Ceballos, 1995; Meave *et al.*, 1991; Menalled y Adamolli, 1995). Las selvas secas contribuyen con cerca de 20% de especies del total de la flora de México (Rzedowski, 1991); albergan una gran diversidad florística, mayor a la esperada para zonas de este tipo (Gentry, 1988, 1995; Trejo y Dirzo, 2002). De acuerdo con un estudio de Trejo y Dirzo (2002), es posible encontrar en promedio 58 especies con DAP≥2.5 en un área de 1000 m^2 pero, en algunos sitios, se pueden ubicar casi 100 especies. Algunas zonas que resaltan por su gran diversidad son, por ejemplo, las costas de Jalisco o de Oaxaca, algunos sitios de Sinaloa, partes de la cuenca del Balsas, como Infiernillo y el Cañon del Zopilote, y algunas áreas en el valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Adicionalmente, en el análisis de los datos provenientes de 20 localidades de selva seca en México, no sólo destaca la gran diversidad alfa de estos sitios, sino que muestra que el recambio de especies a lo largo del territorio es muy alta. Los datos indican que de 917 especies, cerca de 72% sólo se encontraron en un sitio, esto significa que la similitud florística entre estas áreas es muy baja, lo que tiene fuertes implicaciones en la conservación de estas selvas.

También destaca como particularidad de estas selvas, su alto nivel de endemis-

mo, ya que más de 60% de sus componentes solamente se distribuyen en el territorio mexicano (Rzedowski, 1991b; Trejo, 1998).

Estado actual

Las selvas tropicales originalmente ocuparon alrededor de 27% del país (Rzedowski, 1990), de las cuales alrededor de 50% corresponden a las caducifolias y 11% a las subcaducifolias. Sin embargo, una serie de factores como la expansión de los asentamientos humanos, el crecimiento de la población o las actividades productivas, han derivado en procesos de deforestación, fragmentación y degradación de estas selvas.

En este contexto se deduce que, de acuerdo con lo propuesto por Rzedowski (1990) y modificado considerando la distribución actual de las comunidades de selva seca, la superficie que éstas ocupaban en la vertiente pacífica de México era de 266 000 km^2; de ella se considera que 227 000 km^2 (85%), son áreas en las que domina la vegetación caducifolia y el 15% restante (»39 000 km^2) corresponde a zonas en las que predominan las selvas subcaducifolias.

Conocer cuáles son las tasas de deforestación en estas selvas es una labor aún pendiente, debido a que no existe la información disponible que pueda compararse entre sí (cuadro 1). Para lograrlo, es necesario contar con la representación espacial de la selvas en fechas distintas y que haya surgido de fuentes y resoluciones comparables, así como un criterio homogéneo para su interpretación.

Por ejemplo, existen algunos datos para el estado de Morelos, que indican que 57.3% de su superficie originalmente estaba cubierta por selva seca, para quedar reducida, en 1973, a 27.9% y, en 1989, a 22% (Trejo y Dirzo, 2000). Esto representa una tasa de deforestación de 1.4% anual; sin embargo, no puede aplicarse en forma general a otras regiones del país.

Si se considera al Inventario Nacional Forestal 2000, en ese año quedaban en la vertiente del Pacífico alrededor de 142 000 km^2 de selvas secas, lo que corresponde a 53% de las selvas originales de esta zona. Esto significa que han desaparecido alrededor de 46% de las caducifolias y 62% de las subcaducifolias del Pacífico mexicano (cuadro 2). Existen zonas en las que el cambio de uso del suelo ha sido determinante, como en el caso de la región del Bajío y en la depresión o en la Costa de Chiapas, donde la reducción de la superficie ocupada por

Cuadro 2. Superficies cubiertas por selvas secas en diferentes estados de conservación y superficies que han sido convertidas a otros usos en las selvas secas de la vertiente del Pacífico en México.
La clase *Arbórea* comprende las clases primaria y secundaria arbórea de INEGI. La clase *Arbustiva* comprende las clases secundaria arbustiva y secundaria herbácea descritas por INEGI.

Regiones de selva seca	Caducifolias				Subcaducifolias				Agricultura		Pastizal	
	Arbórea		*Arbustiva*		*Arbórea*		*Arbustiva*					
	%	(km^2)	%	(km^2)	%	(km^2)	%	(km^2)	%	(km^2)	%	(km^2)
Cad. de Baja California	77	2871	11	396	0	0	0	0	0	4	0	12
Cad. de Sonora-Sinaloa	46	29618	22	14064	2	960	0	281	11	7147	6	3725
Subcad. de Jalisco-Nayarit	0	13	1	84	20	1687	28	2349	34	2926	10	879
Cad. de Nayarit interior	28	5867	27	5830	0	75	1	185	15	3289	14	3077
Subcad. costa de Jalisco	0	10	0	5	17	385	21	478	26	607	25	571
Cad. del Bajío	6	1543	19	5262	0	0	0	0	51	14344	14	4034
Subcad. de Colima-Michoacán	1	19	3	87	33	841	27	696	18	468	15	379
Cad. de Jalisco-Michoacán	25	4221	24	4024	3	497	3	442	25	4245	13	2137
Cad. de la cuenca del Balsas	22	13387	32	19318	0	15	0	0	26	15863	13	7972
Cad. de Tehuacan-Cuicatlán	67	2137	4	128	0	0	0	0	11	360	4	120
Subcad. de Guerrero-Oaxaca	0	1	8	101	24	324	22	297	3	41	36	479
Cad. de Guerrero-Oaxaca	12	1701	37	5379	2	310	2	351	24	3461	19	2813
Subcad. costa de Guerrero-Oaxaca	1	85	1	104	17	1379	27	2137	23	1824	14	1139
Cad. Istmo de Tehuantepec	47	6041	13	1644	0	44	0	7	20	2619	12	1613
Cad. depresión de Chiapas	8	987	20	2528	2	201	2	239	42	5278	17	2098
Subcad. costa de Chiapas	2	81	0	7	6	315	3	171	27	1422	58	3058

Cad. =Caducifolia, Subcad. =Subcaducifolia.

las selvas es muy severa. Estas selvas han sido convertidas en zonas de cultivo o pastizales.

La situación de las selvas secas es más compleja si se considera el estado de conservación de las que están en pie y que corresponde al dominio, en las analizadas, del estrato arbóreo o al arbustivo. En el caso del arbóreo supone una presencia de algunos elementos estructurales importantes de la selva, en contraste con el de las arbustivas, que supone un estado de conservación pobre, y puede implicar la pérdida de componentes importantes de la vegetación. De acuerdo con estos datos, solo quedan en pie cerca de 68 500 km^2 de selvas caducifolias y alrededor de 7 000 km^2 de subcaducifolias arbóreas, lo que corresponde a 30 y 18%, respectivamente, de las selvas originales.

Esto, desde luego, se traduce en un llamado de atención alarmante con respecto a la conservación de las selvas secas en el país ya que, adicionalmente, habría que analizar cuál es realmente el estado en la composición, estructura y funcionamiento de las selvas que quedan en pie, además de considerar los procesos de fragmentación que hasta ahora no se han analizado.

La gran variación en las condiciones ambientales en un amplio ámbito latitudinal y geográfico en el que se establecen las selvas secas en México y su gran riqueza no sólo localmente (diversidad alfa) sino regionalmente (diversidad beta), tienen importantes implicaciones para la conservación, ya que esto sugiere que es necesario crear una gran red de reservas que representen la gran variación y riqueza de estas selvas.

Las selvas secas que se desarrollan en México presentan características estructurales y florísticas que las hacen únicas y las distinguen de otras selvas neotropicales similares, por lo que es importante redoblar esfuerzos para tener un conocimiento amplio de ellas y contribuir a su conservación.

Límites geográficos entre selvas secas y matorrales espinosos y xerófilos: ¿qué conservar?

Alberto Búrquez y Angelina Martínez-Yrízar

De acuerdo con Janzen (1988), las selvas secas se encuentran entre los ecosistemas tropicales más amenzados por la actividad humana. Los principales peligros son los aclareos para establecer pastos exóticos, la deforestación para establecer plantaciones, la extracción de productos maderables y no maderables y la ausencia de aplicación de los reglamentos relativos al uso de estos recursos o a la extracción de especies consideradas en peligro de extinción (Búrquez y Martínez-Yrízar, 1997; Búrquez *et al.*, 1998, 2002; Maass, 1995; Martínez-Yrízar *et al.*, 2000; Trejo y Dirzo, 2000; Villers y Trejo, 1997).

Todas estas acciones tienen efectos que modifican la composición y estructura de la selva y alteran negativamente el funcionamiento del ecosistema. En todos los casos, se generan severos problemas de erosión de suelos y de disminución de especies y productividad que, en última instancia, llevan a un nuevo equilibrio con menor complejidad estructural y dinámica más simple. Estas alteraciones dificultan aún más la delimitación de las distintas unidades de vegetación en el paisaje al momento de determinar áreas prioritarias de conservación y establecer corredores que permitan la conexión entre estas zonas.

La separación entre las selvas bajas caducifolias o selvas secas y los matorrales espinosos siempre ha sido complicada pues no existen criterios que permitan establecer sus límites. Es por ello que diferentes autores han establecido categorías arbitrarias que permiten asignar las distintas comunidades a uno u otro tipo de vegetación. Por ejemplo, Gentry (1942) utilizó la diferencia entre la estatura de las cactáceas columnares y los árboles como el principal criterio de separación

entre estas dos unidades. Con impecable lógica ecológica razonó que cuando las cactáceas son más altas que los árboles del dosel, se trataba de un matorral y cuando los árboles eran más altos, se trataba de una selva. A la vez, la separación entre los matorrales espinosos (bosque espinoso) y los xerófilos es igualmente difícil en un continuo de vegetación que se extiende desde selvas semideciduas con árboles muy altos y compleja estructura horizontal, hasta matorrales xerófilos muy abiertos con escaso desarrollo vertical y una estructura horizontal simple (Búrquez *et al.*, 1999; Rzedowski, 1978; Shreve, 1934, 1937).

En estas breves notas se describen las características generales que definen a las selvas secas y se exploran algunas de las relaciones existentes entre los matorrales espinosos y estas selvas de la vertiente del Pacífico. Se propone que los esquemas de conservación de los rodales típicos de selva seca incluyan los gradientes y ecotonos hacia otros tipos de vegetación, utilizando como ejemplo a las selvas secas del noroeste de México.

Estas transiciones son importantes ya que representan reservorios de diversidad biológica, incluyen poblaciones únicas de especies de la selva seca y permiten la conectividad entre rodales. Esta estrategia no discrimina, sino que considera la vegetación en los límites de distribución, por lo que quizá representa una mejor estrategia de conservación.

Selvas secas y matorrales

Las selvas secas de la vertiente continental del Pacífico mexicano forman una unidad ecológica y florística discreta con continuidad en tiempo y en espacio (Rzedowski, 1978; Trejo 1998). Presentan una distribución bien correlacionada con la presencia de las lluvias monzónicas y con los macizos montañosos de la vertiente del Pacífico en las sierras Madre Occidental, Madre del Sur y de Chiapas. En la vertiente del Pacífico, las selvas secas, ocupan esencialmente las provincias fisiográficas (*sensu* Raisz, 1964) de los Acantilados del Piedemonte de la Sierra Madre Occidental (Piedmont Ridges), porciones de la Planicie Costera desde Sinaloa hasta Chiapas y las cuenca del Balsas (Balsas-Mexcala Basin) y la central de Chiapas.

Sin embargo, en sus límites más secos, las selvas secas son difíciles de separar de los matorrales espinosos, un tipo de vegetación con condicionantes ambientales muy similares que reemplaza a las selvas en ambientes donde la precipitación es más escasa, la escorrentía mayor, los suelos más rápidamente drenados o donde la temperatura e insolación limitan la fotosíntesis. Tal es el caso de las transiciones de las selvas secas a los matorrales espinosos y de éstos a los xerófilos, en latitudes caracterizadas por persistentes centros de alta presión o en localidades con efectos de sombra orográfica que crean zonas de elevada aridez y vegetación xerofítica. Situaciones de este tipo se presentan en localidades como el Desierto Sonorense, el valle de Tehuacán, algunas zonas del Bajío, la cuenca del Balsas, y

Las regiones en las que las selvas secas se mezclan con el matorral espinoso son muy heterogeneas.
Foto: Gerardo Ceballos

el interior de Oaxaca. En estos casos, se encuentran poblaciones de especies típicas de selva seca que presentan variabilidad que les permite persistir en condiciones adversas de extremos climáticos o edáficos.

Límite septentrional de las selvas secas del Pacífico

El límite norte de la distribución de la selva seca en América se localiza en la región centro-oriental del estado de Sonora, entre los 250 y 1 200 m de elevación (Búrquez y Martínez Yrízar, en prensa; Búrquez *et al.*, 1992; Martin *et al.*, 1998; Martínez-Yrízar *et al.*, 2000). Aunque pequeñas áreas con elementos florísticos de selva se desarrollan cerca de la frontera con Estados Unidos, la sierra San Javier –situada a 140 km al este de Hermosillo (28°35' N, 109°45' W)– está muy cercana al límite norte del área continua y más extensa de distribución de selva seca en el continente americano.

La selva seca comenzó a estudiarse en Sonora desde finales del siglo pasado. De hecho, la primera descripción moderna de las selvas secas la realizó Howard Scott Gentry (a las que denomina *short tree forest*) en la cuenca del río Mayo al sur del estado (Gentry, 1942). Numerosas expediciones, colectas y trabajos inéditos han documentado la riqueza florística y complejidad estructural de la selva, así como su valor para los grupos indígenas de la región (Gentry, 1942; Martin *et al.*, 1998; Martínez-Yrízar *et al.*, 2000; Yetman, 2002).

En el límite norte de su área de distribución, la selva seca presenta un estrato arbóreo, uno arbustivo y un sotobosque bajo de especies perennes y anuales. Además, se encuentra un estrato de especies emergentes que incluye casi únicamente a *Conzattia multiflora* (B.L. Rob) Standl., un árbol de amplia distribución. Hacia el sur del estado de Sonora y el norte de Sinaloa, la estructura de la selva es más complicada y el dosel más heterogéneo. Generalmente está conformado por dos estratos arbóreos y uno de arbustos bajos. Diversas especies de plantas leñosas trepadoras con frecuencia alcanzan la parte alta del dosel. El sotobosque, compuesto principalmente de plantas herbáceas, se desarrolla en la estación de lluvias durante la estación de verano. Esta estructura es más común en las localidades del sur de México y en América Central.

Especies prominentes en el límite norte de distribución

A pesar de la menor complejidad estructural en el límite norte de distribución de las selvas secas, la composición florística es aún muy diversa y está claramente relacionada con la variedad de hábitats que, a su vez, está determinada por cambios topográfícos, edáficos y climáticos. En la Sierra San Javier, los hábitats mésicos de las barrancas y cañones se distinguen por la presencia de grandes árboles y la abundancia de epífitas y pteridofitas. Entre los árboles de las cañadas destacan varias especies de *Ficus*, *Guazuma ulmifolia* Lam., *Platanus racemosa* Nutts. e inmensos ejemplares de *Prosopis velutina* Wooton. En el caso de *Taxodium distichum* (L.) J.M.C. Rich. var. *mexicanum* Gordon, el árbol más grande de la región, se llegan a formar densos bosques de galería a lo largo de algunos de los cañones de la sierra (Búrquez y Martínez-Yrízar, en prensa).

Las especies de árboles que típicamente se encuentran en la mayor parte de la selva en su límite norte incluyen a la emergente *Conzattia multiflora*, también a *Lysiloma divaricatum* (Jacq.) J.F. Macbr., *Lysiloma watsonii* Rose, *Havardia sonorae* (S. Watson) Britton & Rose, *Chloroleucon mangense* (Jacq.) Britton & Rose var. *leucospermum* (Brandegee) Barney & J.W. Grimes, *Senna atomaria* (L.) Irwing & Barney, *Lonchocarpus hermanii* Rose, *Erythrina flabelliformis* Kearney, Vitex mollis H.B.K., *Tabebuia impetiginosa* (Mart. ex DC), *T. chrysantha* (Jacq.) G. Nicholson, *Ipomoea arborescens* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) G. Don , *Bursera laxiflora* S. Watson, *Bursera lancifolia* (Schlect.) Engl., *Bursera penicillata* (Sessé & Moc. ex DC) Engl., *Bursera arborea* (Schlect.) Engl. y *Bursera stenophylla* Sprague & Ridley. También están presentes las cactáceas columnares *Pachycereus pecten-aboriginum* (Engelm.) Britton & Rose, *Pilosocereus alensis* K. Weber, *Stenocereus montanus* (Britton & Rose) Buxb. y *S. thurberi* (Engelm.) Buxb. junto con una variedad de especies arbóreas de formas y hábitos de crecimiento espectacular como *Jatropha cordata* (Ortega) Müll. Arg., *Jatropha malacophylla* Standl, *Montanoa rosei* B.L.Rob. & Greenm., *Ceiba acuminata* (S. Watson) Rose, *Croton fantzianus* Seymour, *Hintonia latiflora* (Sessé & Moc.) Bullock, *Fouquieria macdougalii* Nash y *Pisonia capitata* (S. Watson) Standl. (Búrquez y Martínez-Yrízar, en prensa; Felger *et al.*, 2001; Krizman, 1972; Van Devender *et al.*, 2000).

El cazahuate (*Ipomoea arborescens*) es una de las especies típicas de la selva seca que llegan al límite norte de la distribucinón de este ecosistema.
Foto: Gerardo Ceballos.

Las especies del género *Bursera* son típicas de las selvas secas.

Foto: Gerardo Ceballos.

Límites altitudinales y ecotonos con otras comunidades

La amplia distribución latitudinal de las selvas secas está acompañada de una muy amplia distribución altitudial. En las costas del sur de México, desde Nayarit hasta Chiapas, ocurre al nivel del mar, mientras que desde Sinaloa hasta su límite de distribución en Sonora central, se aleja gradualmente de la costa hasta aparecer solamente en elevaciones mayores a 500 msnm. En el sureste mexicano se les encuentra desde el nivel del mar hasta elevaciones cercanas a los 2 000 msnm, aunque más comunmente están presentes en elevaciones menores a los 1 500 msnm (Rzedowski, 1978). Conforme se avanza hacia el norte del país, esta banda de selva se hace más angosta; por un lado, porque la precipitación es más escasa en los ambientes costeros y, por el otro, porque la línea de temperaturas de congelación –especialmente a partir de la línea del Trópico de Cáncer– está presente cada vez a menor elevación (Shreve, 1937). Un poco al norte del trópico, la selva comienza a replegarse hacia las montañas. Al alejarse de la costa, es reemplazada por matorrales espinosos costeros ("*coastal thornscrub*") y, tierra adentro, la sustituyen los matorrales espinosos del piedemonte ("*foothills thornscrub*"). A los 26° N, en la frontera entre Sonora y Sinaloa, es raro encontrar selvas secas por debajo de la cota de 250 mnsm o por arriba de los 1 200 mnsm y en sus límites de distribución en Sonora central, entre 29 y 30° N, la selva apenas está presente entre 600 y 900 mnsm de elevación (Búrquez *et al.*, 1999).

En el noroeste de México, dos especies de encino, *Quercus chihuahuensis* Trel. y *Quercus tuberculata* Liebm. con frecuencia crecen dispersos entre los árboles de la selva, pero aumentan su densidad a partir de los 900 mnsm de elevación, hasta formar encinares a 1 300 mnsm o más. Estas especies también se encuentran a menor elevación (600-700 mnsm) pero están restringidas a suelos muy ácidos y mineralizados derivados de la alteración de la roca por actividad hidrotérmica (Búrquez *et al.*, 1992). Situaciones similares ocurren a todo lo largo de la costa del Pacífico donde se presentan notables fajas ecotonales entre las selvas y los encinares (Trejo, 1998; L. Varela, com. pers.).

En las áreas más secas con exposición sur, son comunes las especies xerofíticas, como las cactáceas columnares y muchas especies de leguminosas y euforbiáceas

de los matorrales xerófitos del Desierto Sonorense, de los matorrales costeros del sur de Sonora y Sinaloa, y de las asociaciones de matorrales comunes en las zonas áridas de Jalisco, Michoacán, Guerrero y Oaxaca, que incluyen cazahuatales, cuajiotales y otras asociaciones que no se han agrupado como selvas secas por su estatura, cobertura o espectros de formas de vida. Estas comunidades de muy diversa índole se han agregado dentro de los matorrales xerófilos (Rzedowski,1978), y se ha hipotetizado que representan ecotonos entre las selvas secas y los matorrales desérticos.

La conservación y la delimitación de las selvas secas

La delimitación de la selva seca en sus límites superiores de elevación es relativamente sencilla pues se circunscribe a sitios por debajo de una isoterma de temperatura mínima cercana a los cero grados celsius durante el invierno, isoterma que impone una frontera física a la mayoría de las especies de origen tropical. Sin embargo, la separación de las selvas secas de los matorrales es muy subjetiva y está plagada de problemas de interpretación. Por ejemplo, en el sur de Sonora diversos autores han discutido la localización de las fronteras entre desierto, matorral y selva seca sin lograr un acuerdo satisfactorio (Búrquez *et al.*, 1999; Martínez-Yrízar *et al.*, 2000). Un caso similar se presenta en el Valle de Tehuacán (Osorio *et al.*, 1996) y en las comunidades relicto de selva y matorrales del Bajío.

Las dificultades para delimitar los matorrales han sido claramente enunciadas por Rzedowski (1978), quien recalca que los matorrales no pueden delimitarse con precisión porque se transforman de manera imperceptible en selvas secas, desiertos o pastizales. El problema en establecer a la selva seca como una categoría discreta de vegetación es complicado por la propia naturaleza continua de las comunidades vegetales y porque es extremadamente difícil invocar ecotonos de matorral entre desierto y selva que pueden extenderse por miles de hectáreas formando fajas cuya anchura se mide en decenas de kilómetros. La interpretación de imágenes de satélite o de fotografías aéreas excluyen importantes áreas de selva seca en un análisis muy estricto, mientras que en un análisis laxo incluyen porciones de aquellos matorrales que presentan mayor complejidad estructural.

Cualquier intento de estimación de superficies cubiertas por selva seca sufrirá

de subestimación o sobrestimación, dependiendo del criterio para segregar a los matorrales de las selvas propiamente dichas. El problema es aún mayor cuando se introducen comunidades sujetas a intenso uso, perturbación o transformación, ya que las selvas secas generalmente se degradan a matorrales. Asimismo, al momento de trasladar la interpretación de información de imágenes analógicas o digitales en mapas de vegetación de las regiones de selva cerca de su límite, tanto altitudinal como latitudinal, son por lo general excluidas de la clasificación y relegadas a categoría de matorral o encinar. Sin una verificación de campo, estas decisiones pueden excluir rodales únicos de selva seca de los propósitos de conservación y delimitación de áreas prioritarias para la conservación. Ante un escenario donde la interpretación y separación de otros tipos de vegetación es difícil y donde la comunidad que se pretende proteger está bajo severa presión, es recomendable incluir a los matorrales mejor estructurados.

Diversidad florística

Emily J. Lott y Thomas H. Atkinson

La riqueza florística de las selvas secas del occidente de México y su considerable endemismo han sido reconocidos desde hace ya bastante tiempo (Hemsley, 1879-1888; McVaugh, 1961, 1983; Noguera *et al.*, 2002; Rzedowski, 1978). Sin embargo, definir de manera precisa qué constituye una selva seca es complicado (Mooney *et al.*,1995; Pennington *et al.*, 2000, 2006; Trejo, este volumen). En este capítulo se ha adoptado una definición amplia, que incluye a las selvas que presentan una sequía anual de cinco a seis meses muy pronunciada en la cual hay una precipitación menor de 100 mm, y un promedio de precipitación total anual menor de 1 600 mm por año (Gentry, 1995). Incluyen desde formaciones dominadas por árboles, con un dosel cerrado, hasta formaciones arbustivas, menos densas y con cactáceas emergentes. Esta definición incluye las selvas que han sido llamadas como Selva Baja Caducifolia, Bosque Tropical Caducifolio, Selva Baja Espinosa Caducifolia, Selva Mediana Caducifolia, Subcaducifolia, y Subperennifolia y Bosque Espinoso, pero excluye a las sabanas (Pennington, 2000). Este concepto amplio equivale a lo que se llama en inglés Seasonally Dry Tropical Forest (Pennington *et al.*, 2000; 2006).

Aunque la selva tropical perennifolia es más conocida, la selva seca esta más extendida, y se estima que alrededor del 75 y 45% de las selvas tropicales mundiales y de Centroamérica y el Caribe, son selvas secas, respectivamente (Murphy y Lugo, 1995). La selva seca del Pacífico mexicano es la extensión más norteña de estas selvas, ya que ocurren hasta Sonora y el extremo sur de Baja California (Pennington *et al.*, 2000). Estas selvas se extienden hasta Las Antillas y norte de

Argentina (Prado y Gibbs, 1993).

Ceballos y García (1995) identificaron tres grandes regiones geográficas donde se localiza la selva seca en Mesoamérica:

1) Occidente de México: Estas selvas se distribuyen en el oeste de México desde el sur de Sonora hasta el Istmo de Tehuantepec en Oaxaca, penetrando al continente a lo largo de la Cuenca del Río Balsas.

2) Península de Yucatán: La selva seca es el principal tipo de vegetación en el norte y noroeste de la península. Esta selva presenta afinidades florísticas más estrechas, en especial de las especies arbóreas, con las selvas de Mesoamérica (Ibarra-Manríquez *et al.*, 2002). Tienen poca similitud con las selvas secas de las Antillas y de la costa del Pacífico. Por ejemplo, sólo alrededor del 20% de las especies arbóreas nativas a la Península de Yucatán son compartidas con la región de Chamela-Cuixmala en Jalisco (Ibarra-Manríquez *et al.*, 1995; Lott y Atkinson, 2002).

3) Centroamérica: Se les encuentra a lo largo de la costa del Pacífico desde el oeste de Guatemala hasta el noroeste de Costa Rica y Panamá (Gordon *et al.*, 2004). Se encuentran muy fragmentadas, ya que "…en muchas áreas, la selva seca fue destruida hace tanto tiempo que ya no hay una idea clara de su estructura y composición florística (Gordon *et al.*, 2006)".

Cabe mencionar que en la vertiente del Atlántico de México existen regiones adicionales de superficie más reducida con selva seca, que no fueron mencionadas por Ceballos y García (1995). En esa región esta selva se localiza en partes colindantes de los estados de Tamaulipas, San Luis Potosí, Querétaro y Veracruz (Rzedowski, 1978).

La selva seca del occidente de México se extendía en una franja casi continua en la vertiente pacífica desde el norte de Sonora y Chihuahua hasta Oaxaca, y tierra adentro en las cuencas del Río Lerma (o Santiago), el Valle de Tehuacán-Cuicatlán y la Depresión Central de Chiapas (Rzedowski, 1978). La región del Balsas es tan vasta que ha sido dividida en subcuencas para su estudio (e.g. Sousa, este volumen). Las selvas en esa cuenca se distinguen de las selvas de la franja costeña por factores diversos, como que algunas zonas se encuentran en climas más áridos, tienen un endemismo más alto y presentan una preponderancia de espe-

cies del género *Bursera* (Fernández *et al.*, 1998; Sousa, este volumen). En esta cuenca los cuajilotes o burseras son árboles frecuentemente dominantes, que forman asociaciones denominadas "cuajiotales". De manera similar en la costa del Pacífico es relativamente común encontrar selvas secas con dominancia de una sola especie como *Piranhea mexicana*, *Cordia elaeagnoides*, *Lysiloma microphyllum*, *Hauya elegans* o alguna especie de *Bursera* o *Lonchocarpus* (Lott *et al.*, 1987; Lott, obs. pers.).

Patrones de distribución de especies

Los orígenes de la flora de la selva seca son complejos. Estudios recientes basados en registros fósiles sugieren que alrededor del 75% de las selvas secas de México se derivaron de elementos de Sudamérica. Sin embargo, hay elementos que llegaron del norte y otros muy antiguos, originarios de África-Gondwana (Burnham y Graham, 1999; Wendt, 1993).

De acuerdo a su área geográfica son claros varios patrones de distribución entre las especies de flora de la selva seca (figura 1). Existe un grupo extenso de especies con una amplia distribución geográfica y de amplia tolerancia ecológica, que se encuentran en diferentes ecosistemas en regiones geográficas amplias. Un número considerable se distribuyen hasta América del Sur (cuadro 1). Por ejemplo, 54% de la flora de la Reserva de la Biósfera Chamela-Cuixmala, tiene una distribución que abarca desde Sonora y Baja California Sur hasta Sudamérica (Lott y Atkinson, 2006). Algunas de estas especies de distribución amplia son características de la vegetación secundaria y de sitios perturbados, como *Guazuma ulmifolia*. Otras, como *Tabebuia chrysantha*, *Cordia alliodora*, *Bursera simaruba* y *Crataeva tapia*, tienen amplia tolerancia ecológica por lo que su distribución no se encuentra limitada a la selva seca.

Otro grupo de especies como *Tabebuia impetiginosa* y *Phyllostylon brasiliense*, se caracterizan por una amplia distribución geográfica, pero restringida a este ecosistema. Estas especies presentan dos grandes patrones de distribución denominados Jalisco-centroamericano y Pacífico-mesoamericano (figura 1). En la flora de Chamela-Cuixmala alrededor del 11.5% de las especies presentan un patrón de distribución Jalisco-centroamericano y el 42% un patrón Pacífico-

Figura 1. Patrones de distribución de especies de flora de las selvas secas del occidente de México. Los patrones se explican en el cuadro 1.

Selva de arroyo, Chamela. Foto: E.J. Lott.

Selva seca, Chamela, Jalisco. Selva de lomerío en época de sequía. Foto: T. H. Atkinson.

Selva seca en la costa de Oaxaca. Lomerío y arroyo, Zimatán, Oaxaca. Foto: J. E. Gordon.

Interior de la selva de arroyo, Chamela. Foto: T. H. Atkinson

Selva seca en la playa, Bahías de Huatulco, Oaxaca. Foto: J. E. Gordon.

Cuadro 1. Definición de los patrones biogeográficos

Patrón principal	Patrón secundario	Definición	Ejemplos
Costa del Pacífico Las especies incluidas aquí no se encuentran fuera de la vertiente del Pacífico de México y Centroamérica.	Noroeste	Jalisco a Sonora y Baja California Sur. Incluye a las Islas Marías.	*Cephalocereus purpusii* Britt. & Rose *Dicliptera resupinata* (Vahl) Juss. (ilustrada)
	Jalisco	Exclusivamente Jalisco. En muchos casos son especies relativamente recién descritas, que sólo se conocen de la localidad típica.	*Bourreria rubra* Lott & J. S. Miller *Bursera palaciosii* Rzed. & Calderón *Lonchocarpus minor* Sousa
	Costa central	De Jalisco al Istmo de Tehuantepec, Oaxaca.	*Clowesia dodsoniana* Aguirre (ilustrada) *Erycina echinata* (H.B.K.) Lindl. (ilustrada) *Mexacanthus mcvaughii* T. F. Daniel (ilustrada) *Recchia mexicana* Moc. & Sessé *Tillandsia diguettii* Mez & Roland-Gosselin ex Mez (ilustrada)
	México	Noroeste y costa central.	*Pachycereus pecten-aboriginum* Britt. & Rose *Tetramerium glandulosum* Oerst. (ilustrada)
	Chiapas-Guatemala	Jalisco a Guatemala.	*Bursera heteresthes* Bullock
	Centroamérica	Jalisco a Panamá a lo largo de la costa del Pacífico.	*Cladocolea oligantha* (Standl. & Steyerm.) Kuijt *Sapranthus violaceus* (Dunal) Safford (ilustrada)
	Distribución amplia	Noroeste y costa central de México, y adicionalmente desde Chiapas hasta Panamá.	*Crateva palmeri* Rose, *Croton pseudoniveus* Lundell
	Cuenca del Balsas	Distribución en la costa. Ausentes en el Golfo de México, Caribe, y otras regiones del interior del país.	
	Interior mexicano	Distribución en la costa y en el interior del país.	

Cuadro 1 (continúa). Definición de los patrones biogeográficos

Patrón principal	Patrón secundario	Definición	Ejemplos
México: limitada a México en el sentido amplio, incluyendo a Guatemala, Belice y estados fronterizos de Estados Unidos, pero no en el Caribe ni en otras partes de Centroamérica.	Anficostera	Costa del Pacífico y del Atlántico.	*Sapranthus microcarpus* (J. D. Smith) R. E. Fries
	Interior	Costa del Pacífico y del Atlántico pero también encontrada en el interior del país.	*Bursera fagaroides* (H.B.K.) Engl. *Comocladia engleriana* Loes. *Ceiba aesculifolia* (H.B.K.) Britt. & Baker
Neotropical amplia. Presente en ambas costas, también puede ocurrir en el Caribe.	Hasta Centroamérica	Desde México hasta Centroamérica y/o el Caribe. Puede incluír la región que bordea el Golfo de México y la Costa del Atlántico de Estados Unidos.	*Erythroxylum havanense* Jacq., *Elaeodendron trichotomum* (Turcz.) Lundell *Cupania glabra* Sw.
	Hasta Sudamérica	Igual al anterior pero extendiéndose hasta Sudamérica	*Blechum pyramidatum* (Lam.) Urb. (ilustrada) *Celtis iguanaea* (Jacq.) Sarg. *Chloroleucon mangense* (Jacq.) Britt. & Rose *Cochlospermum vitifolium* (Willd.) Spreng. (ilustrada) *Cordia alliodora* (Ruíz & Pav.) Oken *Guazuma ulmifolia* Lam. *Tabebuia rosea* (Bertol.) DC. *Trema micrantha* (L.) Blume *Trichilia havanensis* Jacq.

Tillandsia diguettii (BRM)
Foto: S. H. Bullock

Tetramerium glandulosum (ACA)
Foto: T.F. Daniel

mesoamericano. Son predominantes las especies que se distribuyen de Jalisco a Oaxaca (25%), de Jalisco a Chiapas y Guatemala (28%), y de Sonora y Baja California Sur a Oaxaca (13%, Lott y Atkinson, 2006).

Finalmente, hay un grupo de especies endémicas de México con una distribución variable desde amplia hasta restringida (cuadro 1). Estas especies presentan cuatro patrones generales de distribución denominados Noroeste, Costa Central, Pacífico Mexicano y restringidas a una localidad (figura 1). En este último caso hay ejemplos como *Bourreria rubra* y *Matelea magallanesii* que sólo se conocen de la región de Chamela (Lott, 2002) o *Guinetia tehuantepecensis* que sólo se conoce de las dunas de arena cercanas a Salina Cruz, Oaxaca (Sousa, este volumen).

Clowesia dodsoniana (ORC)
Foto: S. H. Bullock.

Endemismo

El endemismo de la flora de la selva seca es alto a nivel de especie pero bajo en otras jerarquías taxonómicas. En la selva seca del oeste de México no existe ninguna familia endémica y hay pocos géneros restringidos (o casi restringidos) a México. Por ejemplo, de 368 géneros encontrados en un estudio de la estructura de la selva seca de México, solo 20 eran endémicos del país (Trejo, 1998).

Algunos géneros endémicos de la selva seca del Pacífico son *Apatzingania*, *Backebergia*, *Chalema*, *Conzattia*, *Dieterlea*, *Guinetia*, *Haplocalymma*, *Hesperothamnus*, *Heteroflorum*, *Mexacanthus* y *Pseudolopezia*. Tres géneros (*Carterella*, *Clevelandia* y *Faxonia*) se encuentran exclusivamente en la región del Cabo en Baja California Sur. Hay otros géneros que son restringidos o casi restringidos a México, como *Amphipterygium*, *Apoplanesia*, *Comocladia*, *Elaeodendron*, *Hintonia*, *Lagrezia*, *Pachycereus*, *Peniocereus*, *Recchia* y *Stenocereus* cuya distribución no llega a la Provincia de Guanacaste, Costa Rica (Gentry,

1995). El único género que estaba considerado como restringido a la selva seca de Centroamérica, *Myrospermum* (Gentry, 1995), ha sido reportado recientemente en la Cuenca del Río Balsas (Fernández *et al.*, 1998) y la costa de Oaxaca (Salas-Morales *et al.*, 2003).

El endemismo al nivel de especies es muy alto en la selva seca del Pacífico de México. En México cerca de 60% de las especies de esta selva son endémicas al país. El endemismo es especialmente notable en los géneros *Bernardia*, *Bourreria*, *Brongniartia*, *Bursera*, *Caesalpinia*, *Croton*, *Euphorbia*, *Ipomoea*, *Jatropha*, *Leucaena*, *Lonchocarpus* y *Solanum* (ver también Sousa, este volumen). El grado de endemismo florístico de esta selva está sólo superado por el de las zonas áridas (Rzedowski, 1991).

Erycina echinata (ORC)
Foto: S. H. Bullock.

Composición florística

La familia Leguminosae es la más diversa en la selva seca de México y la segunda más diversa en el país. Tiene 140 géneros y 1851 especies descritas (Sousa *et al.*, 2001), de las cuales el 52% son endémicas a México (Sousa, este volumen). Esta dominancia de las leguminosas es muy marcada en la Depresión Central de Chiapas, por ejemplo, en donde casi el 20% del total de especies de la selva seca son representantes de esta familia (Reyes-García y Sousa, 1997).

Entre los árboles y arbustos del occidente de México las otras familias numerosas son, generalmente, Euphorbiaceae, Cactaceae, Compositae, Burseraceae, Malpighiaceae, Rubiaceae, Rhamnaceae, Convolvulaceae, Bignoniaceae, Boraginaceae, Rutaceae y Verbenaceae. Otras familias menos diversas, pero representadas en la mayoría de estos sitios y que juegan un papel estructural muy relevante son Bombacaceae (*Ceiba* y *Pseudobombax*), Julianaceae (*Juliania* [*Amphipterygium*] *adstringens*,

"Cuachalalote", Trejo 1998), Capparaceae y Polygonaceae (Lott y Atkinson, 2002). Las familias dominantes de lianas son Bignoniaceae, Leguminosae, Asclepiadaceae, Sapindaceae y Malpighiaceae. En la región de Chamela-Cuixmala las familias Leguminosae, Convolvulaceae, Cucurbitaceae, y Dioscoreaceae son las plantas trepadoras herbáceas mejor representadas (Lott y Atkinson, 2002).

El grado de aridez influye notablemente en la composición al nivel de familia en algunas regiones. Las condiciones más secas en el extremo norte del Pacífico, en la zona de contacto con la flora del Desierto Sonorense, se reflejan en la abundancia de familias con afinidades xéricas. Por ejemplo, en la región del Río Cuchujaqui, Sonora, las familias arborescentes más diversas, después de Leguminosae y Moraceae, y que son notables por su adaptación a la aridez, son Burseraceae y Cactaceae (Van Devender *et al.*, 2000). En esa región no hay árboles de las familias Anacardiaceae, Annonaceae, Apocynaceae, Capparaceae, Combretaceae, Flacourtiaceae, Hippocrateaceae, Nyctaginaceae y Polygonaceae, que son abundantes en la selva seca de otras regiones del Pacífico. A la vez, la importancia de Burseraceae, Cactaceae, Convolvulaceae (*Ipomoea*) y Moraceae, y la presencia de árboles en las familias Fouquieriaceae y Zygophyllaceae en la flora de Río Cuchujaqui reflejan que el clima donde se desarrolla esta selva en Sonora es relativamente más seco que el de otras selvas más sureñas (Van Devender *et al.,* 2000).

La diversidad de familias representadas en la selva seca sonorense también es relativamente más baja (cuadro 2). De un promedio de 32 familias por sitio encontradas por Trejo (1998), Alamos, Sonora, tenía 22, comparado con los sitios con mayor diversidad como Copalita y Caleta, Oaxaca, donde se registraron 46 y 45 familias, respectivamente. Las cactáceas arborescentes son prominentes y son especialmente evidentes en la sequía. Estas plantas son más diversas en los sitios más áridos de la selva seca, especialmente en Sonora, en Baja California Sur, y en las áreas más secas de la Cuenca del Río Balsas.

Cuadro 2. Resumen de listados florísticos regionales en selvas secas del Pacifico de México.

Sitio	Área (km^2)	Número familias	Número géneros	Número especies	Elevación (msnm)	Tipos de vegetación incluídos	Fuente
Río Cuchujaqui, Son.	46	115	429	736	220-400	SS, Matorral espinoso, **Bosque de encino**, Riparia, Acuática	Van Devender *et al.,* 2000
Cabo Baja Calif Sur	8 500	130 (92)	522 (312)	943 (454)	0-2100	SS, **Bosque de encino**, **Bosque de encino-pino**	León de la Luz *et al.,* 1999
Mpio. Culiacán, Sin.	4 758.9	145	623	1 445	0-860	SS, **Bosque espinoso**, **Bosque de galería c/ Taxodium**. **Bosque de encino**,	Vega-Aviña *et al.,* 2000
Chamela-Cuixmala, Jal.	350	125	572	1,149 (739)	0-500	SS, Bosque espinoso, Riparia, Acuática y subacuática, Halofítica, Litoral	Lott, 2002
Sa. de Nanchititla, Mex.	13.2	87*	208	288	600-1400	SS, Bosque de galería, 80% secundaria	Zepeda y Velázquez, 1999
Venta Vieja, Cañón del Zopilote, Gro.	38	77*	222	307	700-1100	SS	Gual-Díaz, 1995
Costa Grande, Gro.	2,500	135	527	1,047	0-300	SS, **Matorral xerófilo**, **Bosque tropical perennifolia**, Halófila costera, Secundaria, Acuática y subacuática	Peralta-Gómez *et al.,* 2000
Cuenca del Río Balsas	112320	202	1,246	4,442	0-2,800	SS, Matorral xerófilo, **Bosque de encino**, **Bosque de pino**, Bosque mesófilo de montaña, Acuática y subacuática, Litoral	Fernández *et al.,* 1998
Zimatán, Oax.	713	144	668	1,384	0-2580	SS, Selva baja espinosa caducifolia, Selva subhúmeda y húmeda, Bosque mesófilo de montaña, Bosque de encino-pino, Encinar, Litoral, Sabana	Salas-Morales, Saynes-Vásquez y Schibli, 2003
Nizanda, Oax.	85	117*	458	746 (380)	90-500	SS, Selva de galería, Sabana, Acuática, Agrícola,	Peréz-García y Meave, 2001
Dist. Tehuantepec, Oax.	6,600	154	776	1,720	0-1800	SS, Bosque de galería, **Bosque espinoso**, **Bosque de coníferas**, **Bosque de encino**, Palmar, Pastizal, Acuática, Halófita, Litoral	Torres-Colín *et al.,* 1997
Dep. Central, Chis. Tierras bajas de la Prov. Guanacaste, Costa Rica	9,000 4500	103 121*	489 642	998 1,156 +ca.50* 1,206	200-1500 0-500	SS, Bosque espinoso SS, Riparia	Reyes-García y Sousa, 1997 Janzen y Liesner, 1980; *datos no publicados, Janzen, com. pers., 2006

Los sitios estan ordenados por latitud aprox. El número de familias refleja la consolidación de Leguminosae (*).
SS = selvas secas. Los números entre paréntesis indican familias, géneros o especies de la selvas secas únicamente (datos no dados en la mayoría de los casos). Tipos de vegetación en negritas no pertenecen a las selvas secas (Modificado de Lott y Atkinson, 2006.)

Diversidad

La selva seca alberga una alta diversidad de especies, muchas de las cuales son endémicas. A pesar de que el conocimiento sobre la diversidad florística de la selva seca del Pacífico se ha incrementado enormemente en las últimas décadas, existen grandes rezagos en el inventario de especies en comparación con otros grupos como los vertebrados (e.g., mamíferos –Ceballos y Martínez, este volumen; reptiles y anfibios García– este volumen). Aunque no se ha publicado un listado completo de la flora de la selva seca del occidente de México, ya existen varios trabajos que pueden dar una idea de la riqueza y la composición de la flora que habita este ecosistema, sobre todo cuando se emplean en conjunto. Estos trabajos se basan en registros de herbario, listados florísticos locales y estudios ecológicos (cuadro 2).

La selva seca de México es más diversa de lo esperado en comparación con otras selvas secas de Centro y Sudamérica, y su variación en riqueza de especies no se explica sólo por la precipitación anual total (Trejo y Dirzo, 2002). El

Sapranthus violaceus (ANN)
Foto: T. H. Atkinson

Mexacanthus mcvaughii T. F. Daniel (ACA)
Foto: T. F. Daniel

recambio de especies entre los sitios es muy alto. Por ejemplo, la mayoría de las 975 especies (72%) en el estudio de Trejo (1998) se encontraron en un sólo sitio y 85% de ellas en sólo dos de los 20 sitios. No se encontró ninguna especie que estuviera presente en los 20 sitios evaluados. En la Estación de Biología Chamela, 55% de todas las especies de árboles y arbustos de la región (Lott, 1985) se encontraron en los transectos (Lott *et al.,* 1987). De la misma manera, en transectos en Huatulco, Oaxaca, se encontraron menos de la mitad de las especies arborescentes reportadas en ese localidad (Gordon y Newton, 2006). Estos resultados merecen un estudio más profundo.

Consideraciones para las estrategias de conservación

Las selvas secas de México y Centroamérica se encuentran entre los ecosistemas de mayor prioridad para la conservación (Ceballos y García, 1995; Janzen, 1988). Las selvas secas de Jalisco y Balsas se han considerado como de más alta

Blechum pyramidatum (ACA)
Foto: T. F. Daniel

Cochlospermum vitifolium (COC)
Foto: T. H. Atkinson

prioridad para la conservación a una escala regional (Dinerstein *et al.,* 1995). Esto se debe a su alta diversidad y endemismo tanto de su flora como de su fauna (Ceballos y Martínez, este volumen; Ceballos *et al.*, 1998; García, 2006, este volumen; Lott y Atkinson, 2006; Vega *et al.*, este volumen). Otras regiones extremadamente importantes para la conservación de la diversidad florística son la Costa Central (o Pacífico Sur de otros autores, Michoacán-Guerrero-Oaxaca) y la Cuenca del Balsas (Lott y Atkinson, 2002, 2006; Sousa este volumen).

Nuestras recomendaciones para la conservación de las selvas secas del occidente de México son las de continuar con los inventarios florísticos y faunísticos, sobre todo de regiones poco estudiadas e/o identificadas como de alta diversidad, establecer una serie de reservas que se distribuyan a lo largo del área de distribución de la selva, desde Baja California Sur y Sonora hasta Chiapas, y que se promueva el desarrollo de actividades productivas que eviten la deforestación de los remanentes importantes de selva. Solo así se podrá evitar que desaparezca este importante ecosistema de México.

Dicliptera resupinata (ACA)
Foto: T. F. Daniel.

Agradecimientos
Queremos agradecer las enriquecedoras conversaciones que tuvimos con numerosos colegas que nos han ayudado a comprender la diversidad de las selvas secas. Steve Bullock, Tom Daniel y Jamie Gordon nos proporcionaron gentilmente el material fotográfico. Toby Pennington y Tom Wendt contribuyeron con valiosos comentarios al manuscrito. Agradecemos a Dan Janzen el haber compartido datos no publicados sobre el listado florístico de Guanacaste, y también por ser una inspiración con sus trabajos sobre la restauración de la selva seca. Las facilidades del Plant Resources Center, University of Texas, Austin, fueron indispensables para llevar a cabo este trabajo.

Centros de endemismo: las leguminosas

Mario Sousa S.

De acuerdo con los sistemas de clasificación de Miranda y Hernández X. (1963) y Rzedowski (1978), las selvas secas son un grupo de tipos de vegetación. Para los primeros, las secas incluyen selvas subperennifolias, subcaducifolias y caducifolias, y de altas y medianas a bajas; también comprenden a los matorrales espinosos con espinas laterales que se consideran fundamentalmente agrupaciones secundarias, derivadas de alteraciones de selvas. La clasificación de Rzedowski (1978) incluye a los bosques tropicales subcaducifolios a caducifolios y, en parte, a los bosques espinosos. Las selvas secas son comunidades arbóreas de climas cálido secos (Trejo, este volúmen) en las cuales no hay un dominio claro de un género o de sus especies, como sucede en bosques templados, con los pinares (dominio del género *Pinus*) o encinares (dominio del género *Quercus*). En las selvas alternan substituciones de dominancias poco claras que varían ampliamente debido a la diversidad de especies presentes en el dosel de la comunidad. Sin embargo, en cuanto a familias, en las selvas secas del occidente de México sí se presenta una clara representación y dominio de las de leguminosas y burseras (Leguminosae y Burseraceae, respectivamente), que alternan, en menor importancia, con otras familias como Euphorbiaceae, Bignoniaceae, Moraceae, Boraginaceae, Meliaceae, Anacardiaceae, Rutaceae y Sapindaceae.

Las leguminosas tienen mayor presencia e invariablemente es la familia más diversa de esta comunidad a nivel arbóreo y de otras formas de vida; en general, son una familia dominante en toda América tropical (Gentry, 1995). Las burseras son importantes regionalmente, desde el occidente de México hasta Gua-

temala. Otras familias dominantes en el continente son Myrtaceae, Rubiaceae, Flacourtiaceae y Capparidaceae (Gentry, 1995).

Este capítulo se centra en las leguminosas y su importancia fitogeo-gráfica en las selvas secas del occidente de México. Ésta es la segunda familia más numerosa de las angiospermas en el país, sólo superada por las compuestas. Existen alrededor de 1 850 especies de 140 géneros, de las cuales 611 son árboles o arbustos de más de 3 m de alto (Sousa y Delgado, 1993; Sousa *et al.*, 2001). Esta riqueza, que corresponde a 10% mundial de las especies de la familia, y el hecho de que alrededor de 54% de las especies son endémicas al país, indican que México es un centro secundario importante de diversificación de esta familia en el mundo (Sousa y Delgado, 1993).

De los géneros de leguminosas endémicas de México, 80% habita en las selvas secas. De los géneros no endémicos, pero con más de 75% de sus especies en nuestro país (cuadro 1, lista 1), hay géneros monotípicos y politípicos que cuentan con numerosas especies endémicas de las selvas caducifolias, forman un contingente característico de la flora de México y tienen un papel preponderante en la composición de las selvas secas (Sousa y Delgado, 1993). Por otro lado, el género arbóreo de leguminosas más diverso es *Lonchocarpus*, con 59 especies descritas (Sousa *et al.*, 2001), de las cuales 42 (71%) habitan en selvas caducifolias; existen además alrededor de 20 especies no descritas, de las cuales aquí se citan cinco.

Por otro lado, en relación con su distribución, algunas especies de leguminosas presentes en las selvas secas de México pueden tener ámbitos de distribución geográfica restringidos o muy amplios (cuadro 1, lista 2), con distribuciones que abarcan regiones tropicales desde México hasta Bolivia, Brasil y el norte de Argentina (M. Sousa, obs. pers; Pennington *et al.*, 2000).

La mayoría de las especies de distribución restringida son endémicas de México. Esta concentración de componentes endémicos, principalmente a nivel de especie es, sin duda alguna, una de las características más notables de las selvas secas. Desde un punto de vista florístico este fenómeno es de gran relevancia, tanto evolutivamente como para moldear criterios para la conservación. En cuanto a géneros, sólo cinco son endémicos de México, y de éstos, cuatro –*Conzattia* (figura 1) (*C. chiapensis* Miranda, *C. multiflora* (B.L. Rob.) Standl., *C. sericea*

Figura 1. Distribución de las especies del género *Conzattia*, endémico de México.

- *C. sericea* (cuadros),
- *C. chiapensis* (círculos)
- *C. multiflora* (estrellas).

Standl.), *Guinetia* (*G. tehuantepecensis* L. Rico et M. Sousa), *Hesperothamnus* (*H. ehrenbergii* (Harms) Rydb, *H. littoralis* Brandegee, *H. pentaphyllus* (Harms) Rydb, *H. sp. nov.*) y *Heteroflorum* M. Sousa (*H. sclerocarpum* M. Sousa)– están confinados a las selvas secas del Occidente.

En relación con las áreas de concentración de especies endémicas de distribuciones restringidas que habitan en las selvas secas del occidente de México, se hará referencia fundamentalmente a áreas razonablemente colectadas y estudiadas. Para llevar a cabo esta evaluación se uso como herramienta primaria la colección de Leguminosae del Herbario Nacional (MEXU) en el Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), que cuenta con alrededor de 135 000 ejemplares de esta familia del país y de América tropical. También se usó la literatura de listados, flórulas y floras, pero siempre con la opción de verificar la información en las revisiones y monografías, así como en el Herbario, con el objeto de actualizar los nombres, tanto en identificación como en nomenclatura, obtener nuevas distribuciones y verificar su hábitat. En varias áreas se actualizó la información, tanto de distribución como de taxa recientemente descritos para la ciencia o que se sabe que son novedades pero aún no se describen y formalizan.

Desafortunadamente son pocas las áreas conservadas de selvas secas y aún menos las estudiadas con detenimiento respecto de su flora. Las regiones mejor estudiadas son las de Chamela, Jalisco, y la comprendida desde la cuenca del río Copalita, en la costa de Oaxaca, hasta la adyacente vertiente pacífica del Istmo de Tehuantepec.

Otras regiones medianamente investigadas son el Cabo, en Baja California Sur, la cuenca del Balsas, y la Depresión Central de Chiapas, que cuentan con suficiente material botánico para tener información aproximada de la composición florística, a pesar de que aún hay limitaciones temporales y espaciales en las colectas. Por lo tanto, las cinco regiones con más información las se tratarán de Norte a Sur, empezando por la del Cabo en Baja California Sur y acabando con la Depresión Central de Chiapas.

Cuadro 1. Leguminosas de México de distribución amplia ó endémicas del país.

1. Géneros no endémicos de México con más de 75% de sus especies presentes en el país

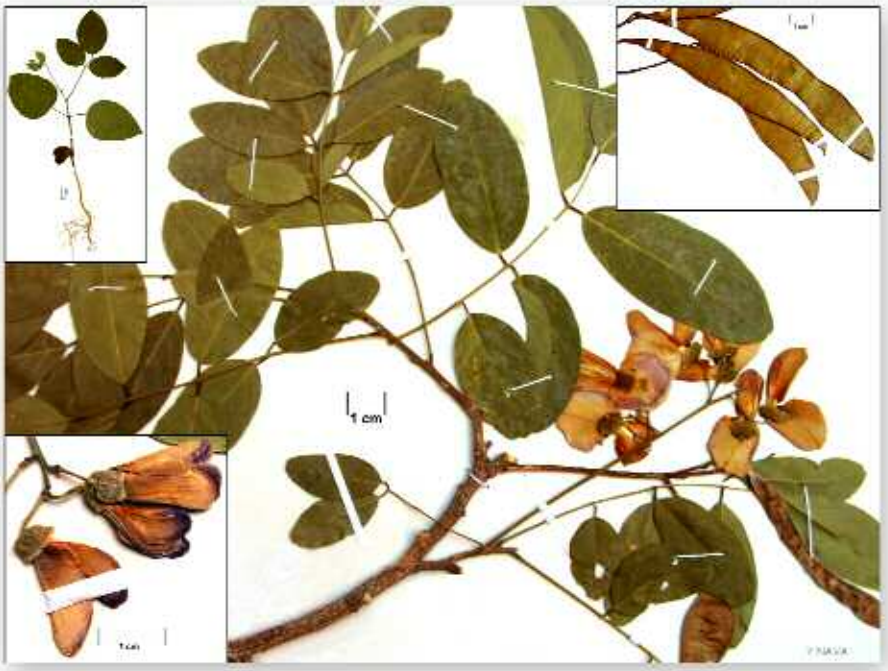
- *Acaciella*
- *Apoplanesia* (monotípico)
- *Brongniartia*
- *Coulteria*
- *Diphysa*
- *Gliricidia*
- *Lennea*
- *Leucaena*
- *Lysiloma*
- *Microlobius* (monotípico)
- *Nissolia*
- *Olneya* (monotípico)
- *Pachecoa* (monotípico)
- *Poeppigia* (monotípico)
- *Ramirezella*
- *Sphinctospermum* (monotípico)

2. Especies de leguminosas de las selvas secas con una amplia distribución en América tropical

- *Chloroleucon mangense* (Jacq.) J.F. Macbr.
- *Diphysa carthagenensis* Jacq.
- *Microlobius foetidus* (Jacq.) M. Sousa et G. Andrade
- *Mimosa arenosa* (Humb. et Bonpl. ex Willd.) Poir.
- *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir.
- *Myrospermum frutescens* Jacq.
- *Piptadenia obliqua* (Pers.) J.F. Macbr.
- *Piptadenia viridiflora* (Kunth) Benth.
- *Poeppigia procera* Presl.
- *Zapoteca formosa* (Kunth) H.M.Hern.

3. Especies y variedad endémicas de la región de Chamela-Cuixmala, Jalisco, y la zona adyacente en Colima

- *Acaciella chamelensis* L. Rico
- *Acaciella tequilana* var. *pubifoliolata* L. Rico
- *Andira jaliscensis* R.T. Pennington
- *Bauhinia gypsicola* McVaugh
- *Brongniartia pacifica* McVaugh
- *Brongniartia papyracea* O. Dorado et D.M. Arias
- *Lennea viridiflora* Seem.
  var. *novogaliciana* Lavin et M. Sousa•
- *Lonchocarpus magallanesii* M. Sousa
- *Lonchocarpus minor* M. Sousa
- *Mimosa costenya* McVaugh
- *Mimosa sicyocarpa* B.L. Rob.
- *Rhynchosia delicatula* Téllez et M. Sousa
- *Styphnolobium protantherum* M. Sousa et Rudd



Lonchocarpus magallanesii es una especie endémica de la región de Chamela-Cuixmala en Jalisco. Foto: Yolanda Nava

4. Especies endémicas del Balsas (en dos o tres de sus subcuencas)

- *Aeschynomene paucifoliolata* Micheli
- *Brongniartia podalyrioides* Kunth
- *Coursetia madrensis* Micheli
- *Diphysa punctata* Rydb.
- *Erythrina oliviae* Krukoff
- *Lonchocarpus caudatus* Pittier
- *Macroptilium pedatum* (Rose) Maréchal et Baudet
- *Nissolia ruddiae* R. Cruz et M. Sousa
- *Senna argentea* (Kunth) H.S.Irwin et Barneby

5. Especies y variedad endémicas del alto Balsas, estados de Oaxaca, noreste de Guerrero, Morelos y Puebla

- *Acacia bilimekii* J.F. Macbr.
- *Acaciella sousae* L. Rico
- *Ateleia mcvaughii* Rudd
- *Brongniartia balsensis* J. Jiménez et al. K. Vega
- *Brongniartia montalvoana* O. Dorado et D.M. Árias
- *Brongniartia vazquezii* O. Dorado
- *Caesalpinia oyamae* S. Sotuyo et G.P. Lewis
- *Coulteria* sp.nov (a)
- *Haematoxylum sousanum* Cruz Durán et J. Jiménez
- *Lonchocarpus andrieuxii* M. Sousa
- *Lonchocarpus argyrotrichus* Harms
- *Lonchocarpus* sp. nov. ined.
- *Senna pallida* (Vahl) H.S. Irwin et Barneby var. *delgadoana* H.S. Irwin et Barneby

6. Especies endémicas de la cuenca media del Balsas, estados de México y Guerrero, a la altura de Iguala

- *Aeschynomene lyonnetii* Rudd
- *Brongniartia guerrerensis* Jiménez-Ramírez et J.L. Contr.
- *Caesalpinia epifanioi* J.L. Contr.
- *Leucaena matudae* (S. Zárate) C.E. Hughes
- *Lonchocarpus chavelasii* sp. nov. ined.
- *Lonchocarpus epigaeus* M. Sousa
- *Lonchocarpus schubertiae* M. Sousa
- *Lonchocarpus spectabilis* Hermann
- *Mimosa xochipalensis* R. Grether
- *Nissolia montana* Rose

7. Especies y subespecie endémicas del bajo Balsas, estados de Michoacán y Guerrero

- *Aeschynomene hintonii* Sandw.
- *Lonchocarpus huetamoensis* M. Sousa et J.C. Soto subsp. *huetamoensis*
- *Ateleia truncata* Mohlenbr.
- *Brongniartia cuneata* Smith et Schubert
- *Brongniartia proteranthera* Smith et Schubert

Entre las especies endémicas de la cuenca media del Balsas se encuentra *Lonchocarpus schubertiae*.
Foto: Yolanda Nava

- *Lonchocarpus longipedunculatus* M. Sousa et J.C. Soto
- *Nissolia hintonii* Sandw.
- *Caesalpinia macvaughii* J.L. Contr.
- *Coulteria* sp. nov (b)
- *Lonchocarpus balsensis* M. Sousa et J.C. Soto

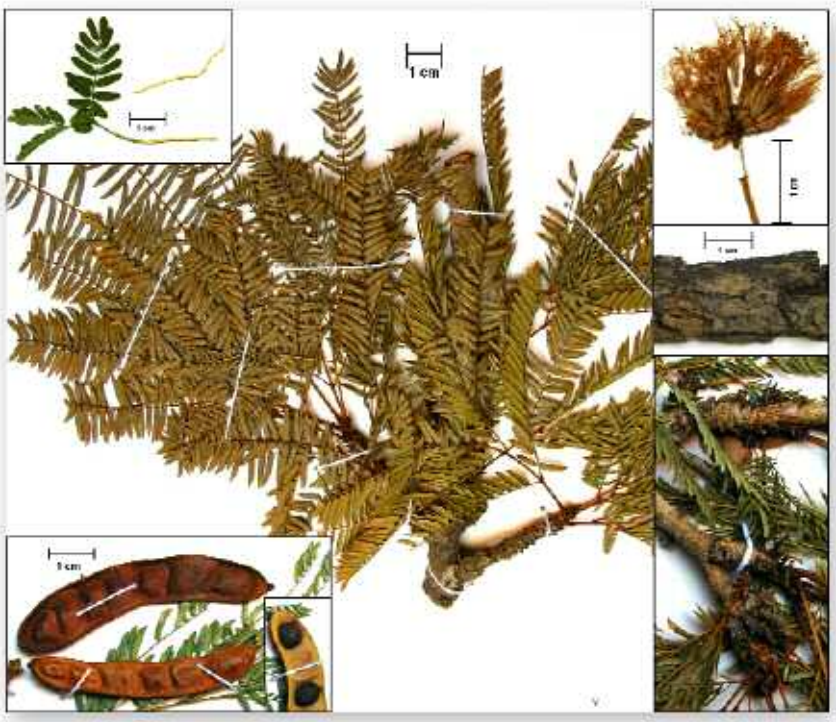
8. Especies, subespecie y variedades endémicas de la costa de Oaxaca, Puerto Ángel, incluyendo la cuenca del río Copalita hasta la del río Tenango

- *Adenopodia oaxacana* M. Sousa
- *Caesalpinia coccinea* G.P. Lewis et J.L. Contr.
- *Coursetia caribaea* (Jacq.) Lavin var. *pacifica* (M. Sousa et Lavin) Lavin
- *Hesperothamnus* sp. nov.
- *Mimosa albida* Humb. et Bonpl ex Wild var. pochutlensis R. Grether
- *Mimosa antioquiensis* Killip ex Rudd var. *isthmensis* R. Grether
- *Lonchocarpus* aff. *magallanesii* M. Sousa
- *Lonchocarpus emarginatus* Pittier
- *Lonchocarpus* sp. nov.
- *Coursetia paniculata* M. Sousa et Lavin
- *Leucaena lanceolata* S. Watson subsp. *sousae* Zárate

Caesalpinia coccinea es una de las especies endémicas de la costa de Oaxaca.
Foto: Yolanda Nava

9. Especies, subespecie y variedad endémicas de la vertiente del Pacífico del Istmo de Tehuantepec

- *Brongniartia guiengolensis* O. Dorado et Torres-Colín
- *Brongniartia sousae* O. Dorado
- *Caesalpinia gaumeri* Greenm. subsp. nov. ined.
- *Coursetia oaxacensis* M. Sousa et Rudd
- *Indigofera* aff. *sphinctosperma* Standl.
- *Zapoteca tehuana* H.M. Hern.
- *Lonchocarpus* sp. nov. (a)
- *Lonchocarpus angusticarpus* M. Sousa
- *Mimosa torresiae* R. Grether
- *Senna pallida* (Vahl) H.S. Irwin et Barneby var. *isthmica* H.S. Irwin et Barneby
- *Lonchocarpus torresiorum* M. Sousa sp. nov. ined.



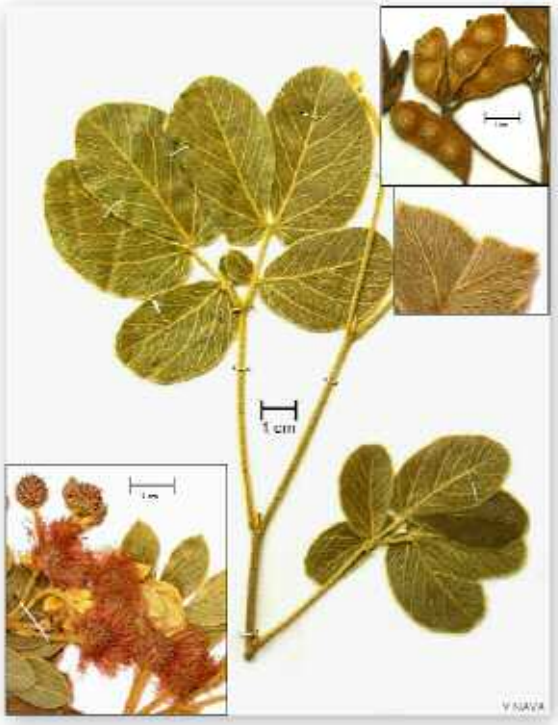
Guinetia tehuantepecensis es un género endémico de Salina Cruz, Oaxaca.
Foto: Yolanda Nava

10. Género, especies y variedad endémicas de Salina Cruz

- *Chamaecrista serpens* (L.) Greene var. *isthmogenes* H.S. Irwin et Barneby
- *Mimosa sousae* R. Grether
- *Guinetia tehuantepecensis* L. Rico et M. Sousa
- *Dalea sousae* Barneby
- *Guinetia*

11. Especies y subespecie endémicas de la Depresión Central de Chiapas:

- *Ateleia chicoasensis* J. Linares
- *Ateleia hexandra* J. Linares
- *Ateleia tenorioi* J. Linares
- *Conzattia chiapensis* Miranda
- *Coursetia chiapensis* Lavin et M. Sousa
- *Gliricidia robustum* (M. Sousa et Lavin) Lavin
- *Leucaena collinsii* Britton et Rose subsp. *collinsii*
- *Lonchocarpus martinezii* M. Sousa



Mimosa sousae es endémica de Salina Cruz, Oaxaca.
Foto: Yolanda Nava

La región del Cabo, Baja California Sur

Esta región ha sido incluida por Wiggins (1980) en su magna obra sobre la flora de la península de Baja California; sin embargo, precisamente El Cabo fue el área menos estudiada en su trabajo. Recientemente, León de la Luz *et al.* (1999) elaboraron un listado que completa la información florística. Para fines fitogeográficos las selvas secas de la región del Cabo se encuentran en una situación de isla y, sin duda, sus relaciones están estrechamente ligadas con las costa continental de la vertiente del Pacífico (y Golfo de California). En esta región hay cuatro especies endémicas (*Aeschynomene vigil* Brandegee, *Brongniartia trifoliata* Brandegee, *Hesperothamnus littoralis* Brandegee y *Nissolia setosa* Brandegee).

La región Chamela-Cuixmala, Jalisco

Se trata de las selvas secas mejor estudiadas, gracias a que el Instituto de Biología de la UNAM, estableció una reserva de campo: la Estación de Investigación, Experimentación y Difusión Chamela, Jalisco que, desde sus inicios en 1970, fomentó estudios biológicos. Destaca el conocimiento de su flora así como el estudio de sus leguminosas, que inició Solís (1980) y aún hoy en día, con base en sus colectas, se siguen encontrando novedades para la ciencia.

Lott (1985 y 1993) elaboró dos listados del área y hasta hace poco se ha continuado la colecta que ha redituado en nuevos hallazgos, por ejemplo, una especie nueva de *Rhynchosia* (Téllez y Sousa, 2000). McVaugh (1987) también ha contribuido grandemente al conocimiento de esta región en su volumen 5 sobre Leguminosae, de su obra *Flora Novo-Galiciana*. En esta región y la costa de Colima existen 13 taxa endémicos (cuadro 1, lista 3).

La cuenca del río Balsas

Con una longitud aproximada de 800 km, ésta es una de las cuencas hidrológicas más grandes con selvas secas en el occidente de México. El conocimiento de su flora es muy irregular tanto por falta de estudios florísticos detallados (Fernández *et al.*,1998) como por el extenso grado de alteración al que ha estado expuesta desde épocas precolombinas. La cuenca se puede dividir, arbitrariamen-

te, en alta, media y baja; cada una de estas subcuencas posee elementos propios y compartidos con una o dos de las otras subcuencas.

Hay especies endémicas de toda la cuenca como *Diphysa punctata*, al alto Balsas, en los estados de Oaxaca, Morelos y Puebla como *Acacia bilimekii*, y de la cuenca media en los estados de México y Guerrero, a la altura de Iguala como *Brongniartia guerrerensis*. Los elementos endémicos del bajo Balsas encuentran su mejor representación a la altura de la presa del Infiernillo, en los estados de Michoacán y Guerrero (Soto, 1987; Sousa y Soto, 1989), con especies como *Lonchocarpus longipedunculatus* (cuadro 1, lista 7).

La depresión del Balsas es tan importante que se le ha reconocido como provincia florística (Miranda, 1943, 1947; Rzedowski, 1978). Las leguminosas endémicas suman 42 taxa (cuadro 1, listas 4-7), indicando que esta región ha sido un foco de evolución que ha favorecido la variación y la especiación.

Costa de Oaxaca, Puerto Ángel e Istmo de Tehuantepec

Esta área costera, de aproximadamente 150 km de largo, incluye varios centros de diversificación de Leguminosae que, en conjunto, suman 26 taxa endémicos (cuadro 1, listas 8-10) llegando a 31 si se añade el área contigua de La Sepultura, Chiapas. Esta concentración de especies endémicas indica que la región mantiene, después del Balsas, las selvas secas con mayor diversidad y endemicidad. Parte de ello sin duda es un reflejo de que son de las áreas mejor exploradas y estudiadas. En la región del río Copalita, la Sociedad para el Estudio de los Recursos Bióticos de Oaxaca, A.C. (SERBO) ha hecho numerosas colectas disponibles para su identificación en el Herbario Nacional (MEXU). En el área del Istmo de Tehuantepec el Herbario Nacional (L. Torres-Colín, 1989; R. Torres-Colin *et al.*, 1997) y el Laboratorio de Ecología de la Facultad de Ciencias de la UNAM (Pérez-García *et al.*, 2001) han producido suficiente información. Esta región de gran diversidad se puede dividir, desde el punto de vista de endemismo mostrado por las leguminosas, al menos en tres subregiones, y que corresponden a la costa de Oaxaca de Puerto Ángel.

La primera subregión incluye la cuenca del río Copalita, hacia el este noreste de la cuenca del río Tenango, con especies como *Caesalpinia coccinea* (cuadro 1,

lista 8). La costa de Oaxaca definida de Puerto Ángel al río Tenango, comparte varios endémicos con el área del Istmo de Tehuantepec, vertiente pacífica, como *Adenopodia oaxacana* M. Sousa y *Lonchocarpus emarginatus* Pittier.

La siguiente subregión incluye la vertiente del Pacífico del Istmo de Tehuantepec, que presenta especies como *Brongniartia guiengolensis* (cuadro 1, lista 9).

El Istmo de Tehuantepec comparte, a la vez, endémicos con el área de La Sepultura, en Chiapas, como *Calliandra juzepczukii* Standl., *Canavalia palmeri* (Piper) Standl., *Coursetia caribaea* (Jacq.) Lavin var. *chiapensis* (Rydb.) Lavin, *Mimosa mellii* Britton et Rose y *Nissolia chiapensis* Rudd.

Calliandra juzepczukii es endémica del Itsmo de Tehuantepec y Chiapas. Foto: Yolanda Nava.

Finalmente, la última subregión comprende el área de Salina Cruz, que es sumamente reducida, costera de areniscas con vegetación muy baja, que está en eminente peligro de extinción. Lo notable de la zona es que alberga a un género endémico (*Guinetia*), además de tres especies y una variedad (cuadro 1, lista 10).

Depresión Central de Chiapas

Esta región se conecta en forma natural con el área de Nentón en Guatemala, donde su flora es muy poco conocida. En Chiapas su estudio aún dista de ser completo y muestra grandes áreas alteradas, como las que ocupa la presa de La Angostura. Sin embargo, ya hay información (Breedlove, 1986; Sousa, 1986; Reyes-García y Sousa, 1997), que permite identificar a las especies endémicas como *Ateleia chicoasensis* (cuadro 1, lista 11). La revisión del género *Ateleia* (Linares, 2001) demostró que la Depresión Central es un punto de diversificación de este género.

Conclusiones finales

La forma y el tamaño de las áreas con altas concentraciones de especies endémicas son definidas principalmente por la presencia de los endémicos de distribución restringida. Estas áreas coinciden en gran medida con regiones geomórficas naturales como la cuenca del Río Balsas, la cual se subdivide en tres subcuencas con endémicos propios y compartidos. La Costa Pacífica, de la cual sólo se cuenta con conocimiento fragmentario e incompleto, aparece una mayor subdivisión de áreas donde el endemismo total es mucho mayor. También existen áreas de concentraciones extraordinarias de endémicos muy restringidos, como en el occidente de Salina Cruz, que se limitan únicamente a una franja angosta de dunas costeras, con una gran vulnerabilidad a la destrucción humana.

La presencia de un alto número de áreas núcleo de especies endémicas y de especies de distribución más amplia produce una enorme diversidad, que hasta hace poco no se sospechaba para las selvas secas. Los endémicos restringidos en casi toda el área de distribución de estas selvas en México, hacen que sean estas selvas únicas e irreemplazables, por lo que su conservación depende de una estrategia de múltiples reservas, de tamaño moderado, más que en pocas reservas de

gran tamaño, como pudiera ser la estrategia de conservación para las selvas húmedas altas perennifolias.

Agradecimientos
Agradezco a Gloria Andrade de Sousa por todo su apoyo técnico para la realización de este trabajo. También estoy en deuda con Gabriela Sánchez Castro, por la elaboración del mapa y con Yolanda Nava por sus magníficas fotos y montaje. Asimismo agradezco a José Luis Contreras por proporcionar información inédita.

Diversidad, ecología y conservación de los vertebrados de Latinoamérica

Gerardo Ceballos y David Valenzuela

Las diferencias ecológicas más importantes entre las selvas tropicales siempre verdes o semideciduas y las selvas secas se relacionan a diferencias en la cantidad y estacionalidad de la precipitación anual y en la variación anual de la temperatura, lo que conlleva a profundas diferencias estructurales y funcionales que en gran medida determinan su distribución geográfica (Becerra, 2005; Frankie, Baker y Opler, 1974; Hartshorn, 1983; Medina, 1995; Murphy y Lugo, 1986; Rzedowski, 1978).

La vegetación de las selvas secas es de menor altura y con menor complejidad florística y estructural que la de las selvas húmedas, además también son menos productivas (Murphy y Lugo, 1986). Las selvas secas tienen una estacionalidad ambiental marcada y una precipitación pluvial anual más baja (Trejo, este volumen). Durante la estación seca, que dura de cuatro a ocho meses, casi todas las plantas pierden sus hojas y muchas dispersan sus semillas (e.g. Bullock y Solís-Magallanes, 1990; Bullock, Mooney y Medina, 1995). Los efectos de estos cambios fenológicos en las condiciones microclimáticas son profundos. La comparación entre selvas secas y selvas semideciduas adyacentes en Costa Rica, al final de la época seca, ha mostrado que las últimas tienen menores temperaturas en el suelo y aire (6.5 y 5.5 °C, respectivamente), 20% más de humedad relativa (Janzen, 1976) y una capa de hojarasca mucho más húmeda (Duellman, 1965a). Sin embargo, tales diferencias microclimáticas tienden a desaparecer durante la estación lluviosa. La estacionalidad fenológica también afecta notablemente la composición, estructura y la dinámica de regeneración de estas selvas (Quigley y

Platt, 2003). En el caso de las especies animales, éstas muestran diferentes respuestas ecológicas, de comportamiento y fisiológicas para enfrentar la estacionalidad climática.

La selva seca se encuentra distribuida en Latinoamérica desde México hasta el norte de Argentina. De acuerdo a su distribución se puede dividir en dos grandes grupos: mesoamericana (México y Centroamérica) y sudamericana (figura 1). La selva seca mesoamericana probablemente cubrió históricamente alrededor de 6 500 000 kilómetros cuadrados, desde el sur de la Península de Baja California y Sonora en México (25° de latitud norte) hasta la península de Nicoya, Costa

Figura 1. La distribucion de las selvas secas abarca una extension considerable desde Mexico hasta Argentina.

Rica y el noroeste de Panamá (10° de latitud norte) a lo largo de la costa del Pacífico (Janzen, 1988). A su vez estas selvas pueden agruparse, por su distribución, en cuatro grandes regiones: Oeste de México, Este de México, Península de Yucatán y Centroamérica (Ceballos y García, 1995). La composición florística y faunística de estas cuatro regiones es muy diferente (Ceballos y García, 1995; Lott y Atkinson, 2002, este volumen).

En México, la selva seca probablemente se originó entre 20 y 30 millones de años, estableciéndose primero en el oeste y de ahí se expandió hacia el sur y el centro del país (Becerra, 2005). En el occidente de México la selva seca cubre grandes extensiones, desde el sur de la Península de Baja California y Sonora hasta Chiapas, penetrando al interior del país por la Cuenca del Río Balsas y la Depresión Central de Chiapas. Una característica de esta selva es que se encuentra aislada geográfica y ecológicamente de otras selvas. Al norte del Istmo de Tehuantepec, la selva seca apenas se conecta con las selvas tropicales húmedas más sureñas que están usualmente en contacto con bosques de encino y en ocasiones de pino. Tal aislamiento ha limitado su riqueza de especies, pero también ha facilitado la especiación en muchos grupos de plantas y animales (e.g. Ceballos y García, 1995; Ceballos y Navarro, 1991; Duellman, 1965a; Flores-Villela, 1991). Remanentes relativamente grandes de selva seca bien conservada aún pueden encontrarse en Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Michoacán y Oaxaca (Trejo, este volumen).

En Centroamérica las selvas secas se encontraban en una franja estrecha a lo largo de la costa del Pacífico desde Guatemala hasta Costa Rica y Panamá (Janzen, 1988). Sin embargo estas selvas han sido severamente fragmentadas y destruidas y sólo el 2% se consideran aún relativamente prístinas (Janzen, 1988). Las selvas secas costarricenses y sudamericanas están entremezcladas o conectadas extensivamente con selvas húmedas, por lo que su diversidad es mayor pero su concentración de especies endémicas menor (Janzen y Wilson, 1983; Mares *et al.*, 1985).

En Sudamérica, las mayores áreas cubiertas por selva seca están o estuvieron en el norte de Colombia y Venezuela, en el noreste de Brasil ("Caatinga") y en Paraguay, Argentina, Bolivia y Brasil ("Chaco"). Las selvas secas en Colombia y

Venezuela están distribuidas en parches en un área de 700 m^2 (Eisenberg y Redford, 1979), pero en su mayoría han sido degradadas, transformadas o destruidas (A. Gentry, com. pers.). Estas selvas están en contacto con selvas lluviosas y húmedas y con sabanas ("Llanos").

Las selvas secas de la Caatinga, que cubren cerca de 6.5 millones de km^2 (Mares *et al.* 1981; Sampaio, 1995), están sujetas a sequías muy severas y prolongadas y enormes extensiones han sido perturbadas profundamente por actividades humanas (Sampaio, 1995). Existen enclaves de selvas secas más húmedas que son grandes áreas transicionales a vegetación más húmeda hacia el oeste y sur (Mares *et al.*, 1981, 1985; Willig, 1983). Finalmente El Chaco es un enorme mosaico de pastizales y bosques que se transforman en selvas más húmedas al norte y matorrales desérticos al sur (e.g. Mares, 1985; Mares *et al.*, 1985). Actualmente grandes porciones de selva han sido perturbadas severamente por las actividades silvícolas y pecuarias (Mares, 1985; Roig, 1991; Saravia-Toledo, 1985).

Diversidad de especies

En el neotrópico hay por lo menos 1 100 especies de mamíferos, 3 000 de aves y 1 700 de anfibios y reptiles (Ceballos y Sánchez, 1994; Mares y Schmidly, 1991; McNeely *et al.*, 1990). El desconocimiento de las especies de insectos es enorme pero el nivel de riqueza es impresionante; en tres sitios de selva seca en el Pacífico mexicano se han colectado, hasta ahora, 1 611 especies de insectos, entre ellas 153 de odonatos, 401 de escarabajos cerambícidos, 323 de dípteros y 505 de avispas y abejas (Zaragoza *et al.* 2000, este volumen). Cerca de 550 especies de mariposas han sido descritas sólo en Costa Rica y se sabe que un sólo kilómetro cuadrado de selva centroamericana puede contener miles de especies de insectos (Wilson, 1988).

Las selvas tropicales lluviosas y húmedas tienen mayor riqueza de especies y diversidad comunitaria que las selvas secas (cuadro 1; Arizmendi y Ornelas, 1990; Ceballos y García, 1995; Ceballos y Miranda, 1986, 2000; Duellman, 1960, 1965a, 1990; Glanz, 1990; Guyer, 1990; Janson y Emmons, 1990; Janzen, 1983; Karr *et al.*, 1990; Mares *et al.*, 1981, 1985; Medellín, 1992; Ramírez-Pulido *et al.*, 1977; Rand y Myers, 1990; Redford *et al.*, 1990; Rodríguez y

Cuadro 1. Variación latitudinal en la diversidad de especies de vertebrados (excluyendo peces) para sitios (ecoregiones) dominados por selvas secas (SS) y selvas húmedas (SH).

La clave entre paréntesis identifica a la ecorregión según el World Wildlife Fund (2006).

					Especies			
Ecoregión	**Latitud**	**Rango**	**Hemisferio**	**Selva**	**Mamíferos**	**Aves**	**Herpetofauna**	**Total**
Selvas Secas de Sinaloa (NT 0228)	24	27 - 21	N	SS	149	325	170	644
Selvas Secas de Jalisco (NT 0217)	19.5	20 - 19	N	SH	137	326	149	612
Sierra de los Tuxtlas (NT0161)	18	-	N	SH	117	436	124	677
Selvas Secas del Balsas (NT0205)	18	-	N	SS	162	264	186	612
Selvas Húmedas del Petén-Veracruz (NT0154)	17	18.5-15.5	N	SH	191	468	329	988
Selvas Secas del Pacifico Sur (NT0230)	17	18 - 16	N	SS	159	299	286	744
Selvas Húmedas del Istmo Atlántico (NT0129)	10	12 - 8	N	SH	217	518	286	1153
Selvas Secas Centroamericanas (NT0209)	10.5	11 - 10	N	SS	195	330	135	660
Selvas Húmedas del Chocó-Darien (NT 0115)	5	9 - 1	N	SH	215	600	338	906
Selvas Secas ecuatorianas (NT 0214)	1	0 - 2	S	SS	129	338	44	511
Selvas Húmedas de Tapajós-Xingu (NT0168)	5	1.6 - 9	S	SH	179	556	171	1102
Selvas Húmedas de Ucayali (NT0174)	7	4 - 11	S	SH	237	603	262	1097
Caatinga (NT1304)	8	4 - 12	S	SS	158	320	153	631
Yungas peruanas (NT0153)	10	5 - 15	S	SH	255	645	197	827
Bosques costeros de Bahía (NT0103)	16	12 - 20	S	SH	166	466	195	827
Selvas Secas de Chiquitano (NT0212)	16	15 - 17	S	SS	209	457	137	803
Selvas Secas del Chaco (NT0210)	24	17 - 31	S	SS	193	571	188	952

Cadle, 1990; Sick, 1965; Stiles, 1983;Vanzolini *et al.*, 1980; Wilson, 1990).

Superficialmente, la fauna y la flora puede caracterizarse como un subconjunto depauperado de la fauna de las selvas húmedas (Gentry, 1995). Sin embargo, las selvas secas son reservorios especiales de la diversidad de vertebrados y de plantas por sus especies endémicas (Ceballos y García, 1995; Ceballos y Rodríguez, 1993; Gentry, 1995; Mares, 1992; Trejo y Dirzo, 2002) y las poblaciones de muchas especies ampliamente distribuidas muestran, en las selvas secas, adaptaciones fisiológicas y ecológicas únicas para enfrentar la estacionalidad climática (e.g. Ceballos, 1995; Janzen y Wilson, 1983).

Las selvas secas de México no sólo presentan en general una alta diversidad alfa de especies de plantas, sino además presentan una gran beta diversidad, lo que indica claramente la presencia de muchas especies endémicas y procesos locales de diversificación, así cómo un efecto importante de la heterogeneidad ambiental (Balvanera *et al.*, 2002; Trejo y Dirzo, 2002; Sousa, este volumen; Lot y Atkinson, este volumen).

En México, las especies de vertebrados están representadas en las selvas secas en un 80% a nivel de órdenes, un 73% a nivel de familias y un 51% a nivel de géneros (Ceballos y García, 1995). La riqueza de aves en las selvas secas, a escala continental, es de gran importancia ya que de las 635 especies asociadas a estas selvas, 275 son endémicas y para 300 de ellas, es su hábitat primario (Stotz *et al.*, 1996; Vega, Arizmendi y Morales, este volumen). Asimismo, se han registrado 211 especies de aves que se reproducen en las selvas secas, de las cuales 35 se restringen a las selvas secas de México y de éstas, nueve se encuentran en alguna categoría de riesgo (Vega, Arizmendi y Morales, este volumen). En cuanto a las aves migratorias neárticas, se tiene registrado que de 332 especies de aves, 266 invernan parcialmente en las selvas secas mexicanas y 85 invernan exclusivamente en México (Hutto, este volumen). Para el caso de la herpetofauna, se tiene un registro de 1 165 especies de reptiles y anfibios, de los cuales aproximadamente 364 especies se encuentran reportadas para la región occidente de México (García, este volumen). En las selvas secas de México, los niveles más altos de endemismos están reportados para los anfibios, seguido de los mamíferos y aves y por último los reptiles (Ceballos y García, 1995).

Finalmente, las selvas secas de México presentan una gran riqueza de mamíferos encontrándose alrededor del 35% de las especies del país (Ceballos y García, 1995). Asimismo mantienen el mayor número de géneros y especies endémicas lo que representa el 23% de especies endémicas de México (Ceballos y Oliva, 2005).

Tendencias latitudinales en la diversidad de especies

El patrón geográfico más claro en la diversidad de especies en América es el decremento en la riqueza de especies con el aumento de latitud. El número de especies de vertebrados aumenta de los polos hacia los trópicos. Este patrón ha sido bien establecido para aves y mamíferos en Norte y Sudamérica (Ceballos y Navarro, 1991; Fleming, 1974; Mares y Ojeda, 1982; McArthur y Wilson, 1967; McCoy y Connor, 1980; Wilson, 1974; Willig y Sadlin, 1991; figura 2).

El aumento en las especies de mamíferos se atribuye sobre todo a un aumento en el número de especies de murciélagos (Fleming, 1974; Wilson, 1974; Willig y Sadlin, 1991; Willig y Selcer, 1989). Considerando sólo diferentes grupos de murciélagos, la riqueza de murciélagos filostómidos (con hoja nasal) aumenta más rápido al disminuir la latitud que la riqueza de especies de murciélagos no filostómidos (Willig y Sadlin, 1991; Willig y Selcer, 1989).

Algunos grupos de vertebrados con afinidades zoogeográficas neotropicales muestran una tendencia opuesta, su diversidad decrece a menor latitud; tal es el caso de las familias Geomyidae (tuzas), Heteromyidae (ratas canguro y ratones con abazones), Talpidae (topos), Soricidae (musarañas), Sciuridae (ardillas), Anatidae (patos), Alcidae (alcas), Procellaridae (petreles) y Phasianidae (codornices).

Las tendencias latitudinales en la diversidad de los vertebrados de las selvas secas muestran similitudes interesantes y contrastantes con los patrones generales. Aunque las especies de mamíferos en las selvas secas aumentan con el decremento en la latitud, en cualquier latitud la diversidad de especies es relativamente mayor en las selvas húmedas (figura 3). La menor riqueza de especies en las selvas secas está fuertemente relacionada con la ausencia de muchas especies especializadas de carnívoros, frugívoros o mamíferos semiacuáticos.

La riqueza de especies de aves en las selvas secas no aumenta dramáticamente con la latitud decreciente y el contraste con las selvas húmedas es mayor que el

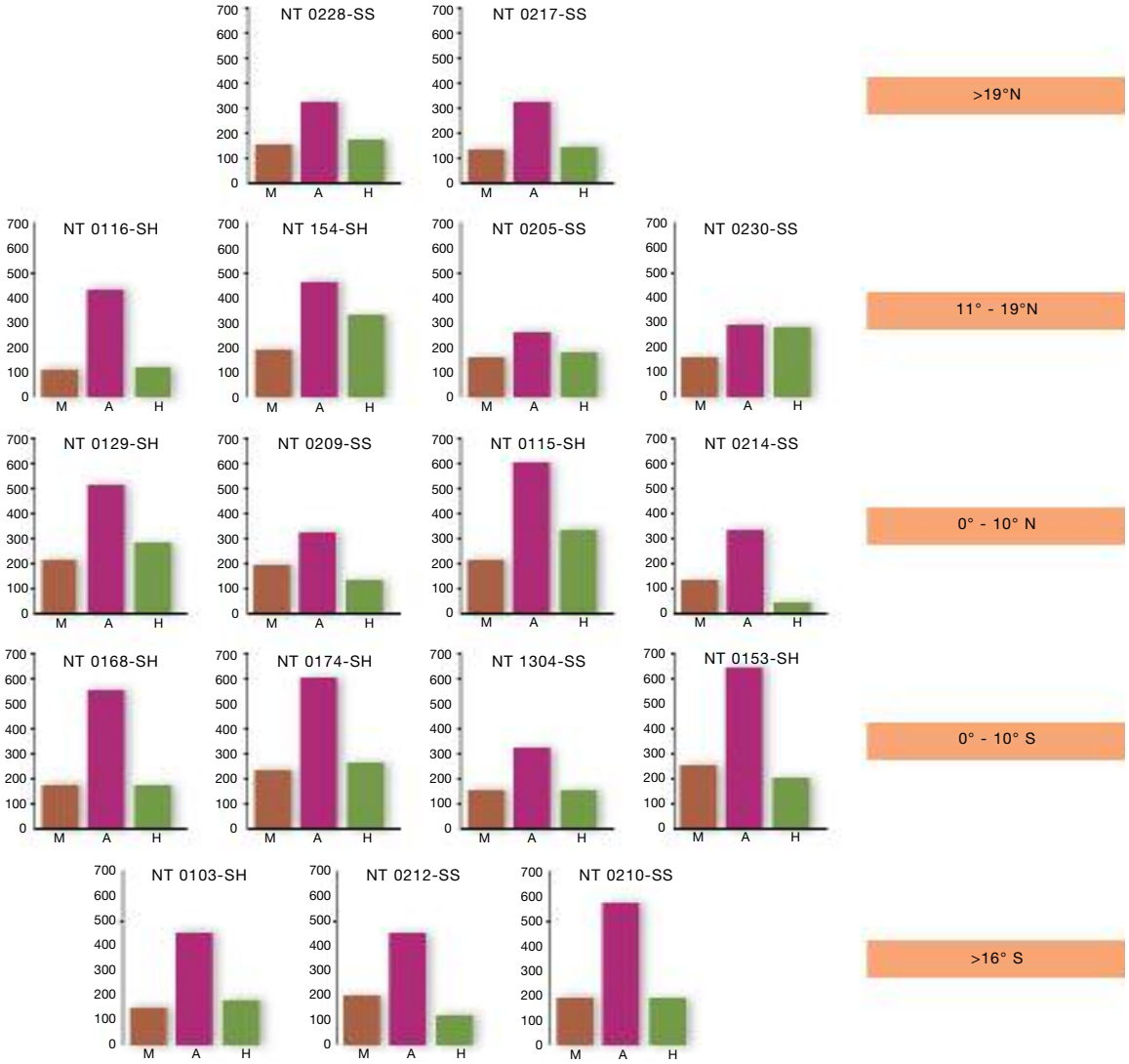


Figura 2. Comparación de la riqueza de especies de mamíferos (M), aves (A) y herpetofauna (H) en ecoregiones dominadas por selva seca (SS) o selvas húmedas (SH) a diferentes latitudes en América (para clave y nombre de las ecoregiones ver cuadro 1).

de los mamíferos (figura 3). La diversidad de especies de reptiles y anfibios disminuye hacia mayores latitudes; en ambos casos, el mayor número de especies se ubica en la costa sur de Oaxaca y norte de Chiapas registrándose el 41% y 58% del total de especies registradas de reptiles y anfibios en el occidente de México respectivamente (García, este volumen).

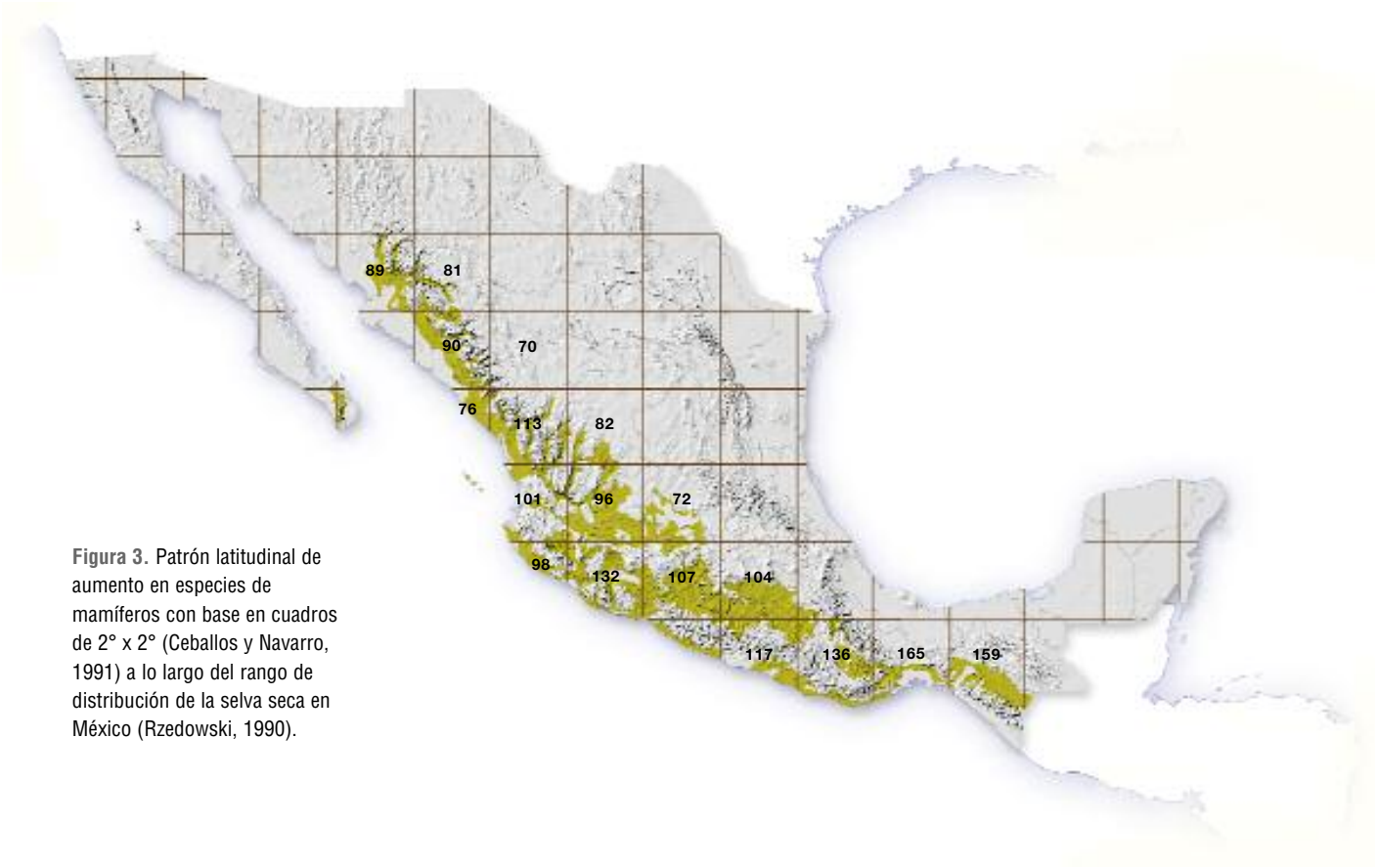


Figura 3. Patrón latitudinal de aumento en especies de mamíferos con base en cuadros de 2° x 2° (Ceballos y Navarro, 1991) a lo largo del rango de distribución de la selva seca en México (Rzedowski, 1990).

Endemismo

En la región mesoamericana, recién identificada cómo área crítica para la conservación, se estima que hay unas 2 859 especies de vertebrados de las que unas 1 159 (cerca del 40%) son endémicas (Myers *et al.*, 2000). La mayor parte de estos endémicos están en las selvas secas de esta región. Sin embargo no todas las selvas secas neotropicales presentan el mismo nivel de endemismo; las selvas secas del oeste de México y del Chaco son las que presentan la mayor riqueza de géneros y especies de vertebrados terrestres endémicos (figura 4, cuadro 2). Las selvas secas de México mantienen poblaciones de por lo menos el 34% de todos los vertebrados del país que incluyen a 246 especies de vertebrados endémicos (el 30.9% del total de vertebrados endémicos de México; Ceballos y Miranda, 2000). Esto a una escala continental coloca a las selvas secas mexicanas como las que mantienen los niveles más altos de endemismos de todas las selvas secas del Neotrópico (Ceballos y García, 1995).

En otras selvas secas hay menor endemismo lo que sugiere escenarios tanto de fragmentación extensa y/o poco aislamiento en tiempos geológicos, esto debido en gran parte a que estas selvas eran fácilmente accesibles para los animales de las comunidades adyacentes (e.g. Short, 1974). En general hay un número relativamente bajo de especies de herpetofauna en las selvas secas. El Chaco tiene pocas especies de reptiles endémicas (e.g. Scott y Lovett, 1975) y sólo una especie de lagartija es endémica a la Caatinga (Sampaio, 1995; Vanzolini *et al.*, 1980). Sin embargo, las selvas secas del oeste de México mantienen un gran número de especies endémicas de reptiles y anfibios (177 especies endémicas y 96 especies restringidas a las selvas secas) (García, este volumen). En las selvas secas de las tierras bajas de Jalisco, hay 85 especies de anfibios y reptiles, de las que 42 (49%) son endémicas (García y Ceballos, 1994). Un porcentaje similar de endemicidad se ha registrado en otras localidades del oeste mexicano (e.g. Duellman, 1958, 1960, 1965a; Flores Villela, 1991).

La endemicidad de aves es baja en todas las selvas secas, con excepción de las de México, que mantienen al menos 25 aves endémicas. En las selvas de la costa de Jalisco se tienen 24 especies de aves endémicas a México (Arizmendi *et al.*, 2002). En las selvas secas de la región de los Chimalapas, al este de Oaxaca, se

han registrado al menos 16 especies de aves endémicas a México (Peterson *et al.*, 2003). Las comunidades de aves en las selvas secas de Costa Rica son similares a las del norte de centro América y México (Slud, 1964; Stiles, 1983). En la Caatinga sólo hay dos especies de aves endémicas (Sampaio, 1995; Sick, 1965) y cerca de cuatro en El Chaco (Short, 1974).

Entre los mamíferos, números relativamente altos de especies endémicas se encuentran en el oeste mexicano (26 especies; Ceballos y Miranda, 1986; Ceballos y Rodríguez, 1993) y El Chaco (22 especies; Ceballos, 1995; Mares, Ojeda y Barquez, 1989; Redford y Eisenberg, 1989; Willig y Mares, 1989). La Caatinga mantiene la fauna de mamíferos más depauperada entre las selvas secas neotropicales (Mares *et al.*, 1981, 1985; Samapio, 1995; Streilein, 1982; Willig, 1983); sus dos mamíferos endémicos son un roedor caviomorfo habitante de zonas rocosas (*Kerodon rupestris*) y un armadillo (*Tolypeutes tricinctus*; Cardoso da Silva y Oren, 1993; Willig, 1983). Interesantemente, las comunidades de murciélagos en la Caatinga muestran un grado bajo de similaridad y son más diversas que las de los hábitats cercanos de cerrado más húmedos (Willig, 1983).

La mayoría de los mamíferos endémicos a las selvas secas, tales como musarañas, armadillos, ratones y especies fosoriales (e.g. tuco-tucos), tienen masas corporales pequeñas, movilidad relativamente reducida y tiempos generacionales

Figura 4. La rata (*Hodomys alleni*) y el armadillo del Chaco (*Cabassous chacoensis*) son ejemplos de las especies endémicas de las selvas secas del Pacífico de México y del Chaco, respectivamente.
Fotos: Gerardo Ceballos

Cuadro 2. Mamíferos endémicos a las selvas secas del oeste mexicano y del Chaco en Sudamérica. Algunas especies se asocian con hábitats particulares dentro de zonas dominadas por selvas secas (modificada de Ceballos, 1995).

	México	Chaco
Orden didelphimorphia		
Familia Didelphidae		
Tlacuatzin canescens	X	
Orden Insectivora		
Familia Soricidae		
Megasorex gigas	X	
Orden Chiroptera		
Familia Phyllostomidae		
Glossophaga morenoi	X	
Musonycteris harrisoni	X	
Familia Vespertilionidae		
Myotis carteri	X	
Myotis findleyi	X	
Myotis fortidens	X	
Rhoggessa genowaysi	X	
Rhogesessa mira	X	
Orden Lagomorpha		
Familia Leporidae		
Lepus flavigularis	X	
Orden Xenarthra		
Familia Dasypodidae		
Cabassous chacoensis		X
Chaetophractus villosus		X
Chlamyphorus retusus		X
Orden Rodentia		
Familia Sciuridae		
Spermophilus annulatus	X	
Spermophilus adocetus	X	
Sciurus colliae	X	
Familia Geomyidae		
Orthogeomys grandis	X	
Orthogeomys hispidus	X	
Familia Heteromyidae		
Liomys pictus	X	
Liomys spectabilis	X	
Familia Cricetidae		
Akodon dolores		X
Akodon toba		X
Andalgalomys pearsoni		X
Bibimys chacoensis		X
Graomys domorum		X
Graomys edithae		X
Hodomys alleni	X	
Neotoma phenax	X	
Oryzomys chacoensis		X
Osgoodomys banderanus	X	
Peromyscus perfulvus	X	
Pseudoryzomys wavrini		X
Sigmodon mascotensis	X	
Sigmodon alleni	X	
Tylomys bullaris	X	
Xenomys nelsoni	X	
Familia Caviidae		
Pediolagus salinicola		X
Familia Ctenomyidae		
Ctenomys conoveri		X
Ctenomys dorsalis		X
Ctenomys occultus		X
Ctenomys argentinus		X
Ctenomys bonettoi		X
Ctenomys d'orbigni		X
Ctenomys pundti		X
Ctenomys fochi		X
Ctenomys juri		X
Orden Carnivora		
Familia Mustelidae		
Spilogale pygmaea	X	
Orden Arctiodactyla		
Familia Tayassuidae		
Catagonus wagneri		X
Total	**26**	**22**

cortos. Estas características indican fuertemente que hubo eventos de especiación promovidos por la fragmentación del hábitat y el aislamiento de parches pequeños de hábitat durante el Plio-Pleistoceno (e.g. G. Ceballos y J. Arroyo, datos no publicados; Redford y Eisenberg, 1992). La ausencia de especies endémicas más grandes puede explicarse de dos maneras: porque se extinguieron como resultado de eventos estocásticos asociados con tamaños poblacionales reducidos o porque fueron incapaces de moverse entre parches de hábitats.

Aves migratorias

Muchas aves terrestres no paserinas (e.g. halcones *Buteo*) y paserinas (e.g. mosqueros, golondrinas, chipes, vireos) de centro y este de Norteamérica se dispersan anualmente y durante el invierno hacia las selvas tropicales de México, Centro América y el norte de Sudamérica (e.g. Hutto, 1986, este volumen; Stiles, 1983). Tanto las selvas secas cómo las húmedas / lluviosas se usan cómo hábitats por aves migratorias que pasan hasta siete meses en sus terrenos tropicales de invernación, antes de migrar hacia el norte para la teporada reproductiva de verano (e.g. Stiles, 1983). Por ejemplo, las selvas secas de Jamaica son vitales para la sobrevivencia del chipe coronicafé (*Lymnothlypis swainsonï*i) en donde esta especie puede mantener poblaciones grandes pues es un hábitat de gran calidad para su alimentación (Strong y Sherry, 2001).

Las aves paserinas terrestres del oeste de Norte América se comportan distinto porque sus territorios invernales se localizan exclusivamente en matorrales desérticos, selvas secas y bosques de pino encino en el oeste de México (Arizmendi *et al.*, 1991; Hutto, 1986). Al menos 109 especies de chipes, vireos, mascaritas, carboneros, mosqueritos, perlitas y otras aves pasan de 8 a 9 meses en sus áreas invernales mexicanas (Hutto, 1986). La mayoría de estas especies se restringen más o menos a un tipo de hábitat y en promedio 45% de las especies y 55% de sus individuos pasan el invierno en las selvas secas (Hutto, 1986). Así, las aves migratorias invernales en forrajeo y las aves residentes forman parvadas multiespecíficas; las parvadas de este tipo más grandes y diversas del mundo se han registrado en el oeste de México (Hutto, 1986).

Relación entre las faunas de selvas húmedas y secas

Las comunidades de vertebrados en las selvas secas, generalmente, están representadas por grupos de especies típicas de selvas secas y un subconjunto de especies de la fauna de selvas húmedas cercanas. A cualquier latitud dada, el número de vertebrados en una selva seca esta correlacionada aparentemente con su grado de aislamiento de otras selvas tropicales.

Los corredores de selvas semideciduas o vegetación riparia dentro de las selvas secas ayudan a incrementar su diversidad ya que muchas especies de amplia distribución en las selvas secas durante la temporada lluviosa, se refugian en estos hábitats durante la época seca (Ceballos 1989, 1990; García, 2003, este capitulo; Eisenberg, 1989; Janzen y Wilson, 1983; Stiles, 1983; Willig y Mares, 1989; Willig y Selcer, 1898). En selvas secas aisladas, estas especies tienden a no estar presentes a causa de la escasez estacional de agua y alimentos (Ceballos, 1989; Duellman, 1965a; Janzen, 1983).

El tamaño y cantidad de los parches de selvas semideciduas parecen estar correlacionados fuertemente con el número y tamaño de las especies de vertebrados terrestres presentes durante la época seca. En un estudio en selvas secas de Costa Rica y Nicaragua se encontró que la riqueza de especies de aves a nivel regional estaba relacionada positivamente con la cobertura forestal, la diversidad y la cantidad de especies vegetales productoras de fruta zoocórica, entre otros factores (Gillespie y Walter, 2001).

En Costa Rica, Venezuela y El Chaco, las selvas secas son atravesadas por grandes ríos asociados con porciones extensas de habitas más húmedos con lo cual mantienen poblaciones de especies de aves y mamíferos grandes o muy especializadas cómo la guacamaya roja (*Ara macao*), tucanes (*Rhamphastos*), tapires (*Tapirus*) y pecaríes (*Tayassu tajacu*). En contraste, estas especies están ausentes en las áreas pequeñas (< 200 ha) de selva semidecidua y vegetación riparia adyacente a las selvas secas del oeste de México, aún cuando la evidencia fósil de la región indica que algunas de estas especies estaban presentes en el pleistoceno tardío (e.g. G. Ceballos y J. Arroyo, datos no publicados; Shaw y McDonald, 1986). Pese a ello, las pequeñas áreas de hábitat más húmedo en las selvas secas del oeste de México son refugio permanente o estacional para ranas de tamaño medio

como *Tripion spatulatus*, lagartijas como *Basiliscus vitttatu*s y mamíferos como tuzas (*Pappogeomys bulleri*) y musarañas (*Megasorex gigas*) (Ceballos, 1989, 1990; Duellman, 1958, 1965a).

Entre las familias de aves y mamíferos que tienden a no estar presentes en las selvas secas aisladas están: Rhamphastidae (tucanes; la mayoría frugívoros), Galbulidae (jacamaras; insectívoros), Cotingidae (cotingas; la mayoría frugívoros), Tapiridae (tapires; herbívoros), Dasyproctidae (agutis; frugívoros), Cebidae (monos; frugívoros), Thyropteridae (murciélagos discóforos; insectívoros) y Myrmecophagidae (hormigueros; insectívoros).

Respuestas de los animales a la estacionalidad climática

La marcada estacionalidad fenológica de las selvas secas está relacionada con el periodo del año y la cantidad de lluvia. Los efectos de tales cambios fenológicos en las condiciones microclimáticas y en la disponibilidad de recursos son profundos. En la estación seca, el ambiente se deseca por efecto de los vientos y la insolación y por lo tanto el suelo se seca (Duellman, 1960; Janzen, 1976). La productividad vegetal se reduce enormemente; por ejemplo, una comparación de la producción de hojarasca entre las selvas secas y las selvas semideciduas adyacentes en las tierras bajas de Jalisco, México mostró que la producción de hojarasca es mayor (4 vs. 7 Mg ha^{-1} $año^{-1}$) y más estable todo el año en la selva semidecidua (Ceballos, 1989). Los sitios de selva de arroyo y los de selva seca no difieren durante el periodo lluvioso del año; sin embargo, durante el periodo seco las zonas de selva seca tienen menor cobertura de dosel, menor humedad en el suelo y menor disponibilidad de hojarasca y de artrópodos de la hojarasca, que las áreas de selva de arroyo (Janzen y Schoener, 1968; Martínez-Yrizar y Sarukhán, 1990; Pearson y Derr, 1986). Entre todos los sitios tropicales, la mayor fluctuación estacional en la cantidad y biomasa de artrópodos de la hojarasca (aumento de dos a tres veces) se ha registrado en la zona de Chamela-Cuixmala (Lister y García, 1992; Valenzuela y Macdonald, 2002). En esta región, los artrópodos son menos abundantes durante la época seca y mucho más abundantes en la parte inicial y media de la época de lluvias (Lister y García, 1992); además durante la época de lluvias los artrópodos de la hojarasca pueden presentarse de forma más homogénea

hasta en un 34% que en la época seca, y la disponibilidad de fruta carnosa puede ser hasta cinco veces mayor durante la época de secas que durante la época de lluvias (Valenzuela y Macdonald, 2002). En las selvas secas de la Sierra de Huautla se encontró que en los meses de la estación seca, en promedio, hay cerca de tres veces más biomasa de fruta carnosa disponible para los frugívoros que en los meses de la estación lluviosa (A. De León y D. Valenzuela, datos no publicados).

Las especies animales muestran diferentes formas de enfrentar la estacionalidad ambiental, incluyendo movimientos locales y regionales, cambios en los patrones de actividad y uso del espacio, cambios en la dieta, acumulación estacional de grasa o recursos alimenticios y adaptaciones fisiológicas para enfrentar la falta de agua (e.g. Beck y Lowe, 1991; Ceballos y Miranda, 1986; Des Granges, 1978; Fleming, 1977; Frankie, 1975; García, 2003; Janzen, 1986; Janzen y Wilson, 1983; Lister y García, 1992; Stiles, 1983; Wilson, 1971; Valenzuela y Ceballos, 2001; Valenzuela y Macdonald, 2002).

Muchas especies de vertebrados tienen la agilidad de moverse localmente, regionalmente o geográficamente durante la estación seca, buscando alimento y refugio (figura 5). Algunas especies cómo aves paserinas terrestres migratorias o los murciélagos nectarívoros (género *Leptonycteris*) se mueven cientos o miles de kilómetros (Ceballos *et al.*, 1997). Otras especies llevan a cabo movimientos regionalmente, tanto latitudinalmente cómo altitudinalmente, a otros hábitats. En el oeste de México, algunos colibríes se mueven de bosques riparios y bosques de pino-encino a las selvas secas durante la floración masiva de arbustos y árboles (Des Granges, 1978) y las grandes fluctuaciones en la abundancia de varias de las especies dominantes de murciélagos sin duda reflejan este tipo de movimientos (Ceballos *et al.* 1997; Chávez, 1996; Chávez y Ceballos, 2001). En Costa Rica también se ha registrado que los murciélagos se mueven hasta decenas de kilómetros a parches o poblaciones de árboles en floración o fructificación (Janzen y Wilson, 1983).

Los monos aulladores (género *Alouatta*) en Costa Rica (Janzen y Wilson, 1983) y muchas especies de pequeños mamíferos cómo *Peromyscus perfulvus* y *Oryzomys melanotis* en México (Ceballos, 1989, 1990), se dispersan en la selva seca durante la estación lluviosa y se concentran en las selvas de arroyo adyacen-

tes durante la estación seca. Los coatíes en las selvas de Chamela-Cuixmala, incluyen en sus áreas de actividad una proporción mayor y/o usan más de lo esperado en las selvas de arroyo presentes en la matriz de selva seca de esta región (Valenzuela y Ceballos, 2000). A pesar de la relativamente baja cobertura de la vegetación de arroyo en comparación con la selva seca adyacente, la selva de arroyo registra una mayor diversidad, riqueza y abundancia de herpetofauna y en especial de anfibios, los cuales pueden en ocasiones observarse en este hábitat aún durante la época de secas. Así la vegetación de arroyo, por su menor estacionalidad ambiental, es un sitio importante para el mantenimiento de la diversidad herpetofaunística en esta región (García, 2003; este volumen). La relevancia de este tipo de selvas húmedas para la sobrevivencia de los vertebrados en estas selvas se puede reflejar incluso a niveles genéticos (Vázquez-Domínguez, 1997).

En la Caatinga brasileña, el zorro de monte (*Cerdocyon thous*) y la chuña de patas rojas (*Cariama cristata*), distribuidos en un rango amplio de altitudes en este lugar en el periodo lluvioso del año, concentran su actividad durante el periodo seco del año, en los valles de menor elevación en donde existen las únicas fuentes de agua disponible durante este periodo del año (Wolf, 2001).

Los cambios en los patrones de actividad también son una respuesta común a la estacionalidad. Algunas especies de anfibios y reptiles permanecen inactivas durante la estación seca, enterrados en el suelo en un estado de dormancia, con tasas metabólicas bajas y bajo requerimiento de energía. Por ejemplo, el lagarto enchaquirado o escorpión (*Heloderma horridum*) en el oeste de México en promedio es activo sólo por tres meses al año (Beck y Lowe, 1991). Muchas especies de ranas, lagartijas, tortugas y serpientes son activas sobre todo durante la estación lluviosa (e.g. Duellman, 1965a; García, 2003, este volumen). La dormancia no es una alternativa para los mamíferos de las selvas secas debido a los altos costos de mantener la temperatura corporal constante en las temperaturas tropicales, a las presiones de depredación y a la carencia de fuentes de alimento adecuadas en la estación adecuada para acumular reservas de grasa (Janzen y Wilson, 1983).

Otras especies son activas todo el año, pero su actividad tiene cambios estacionales marcados (e.g. Beck y Lowe, 1991; Fleming y Hooker, 1975; Lister y García, 1992). Las lagartijas de selva seca del género *Anolis* se vuelven inactivas

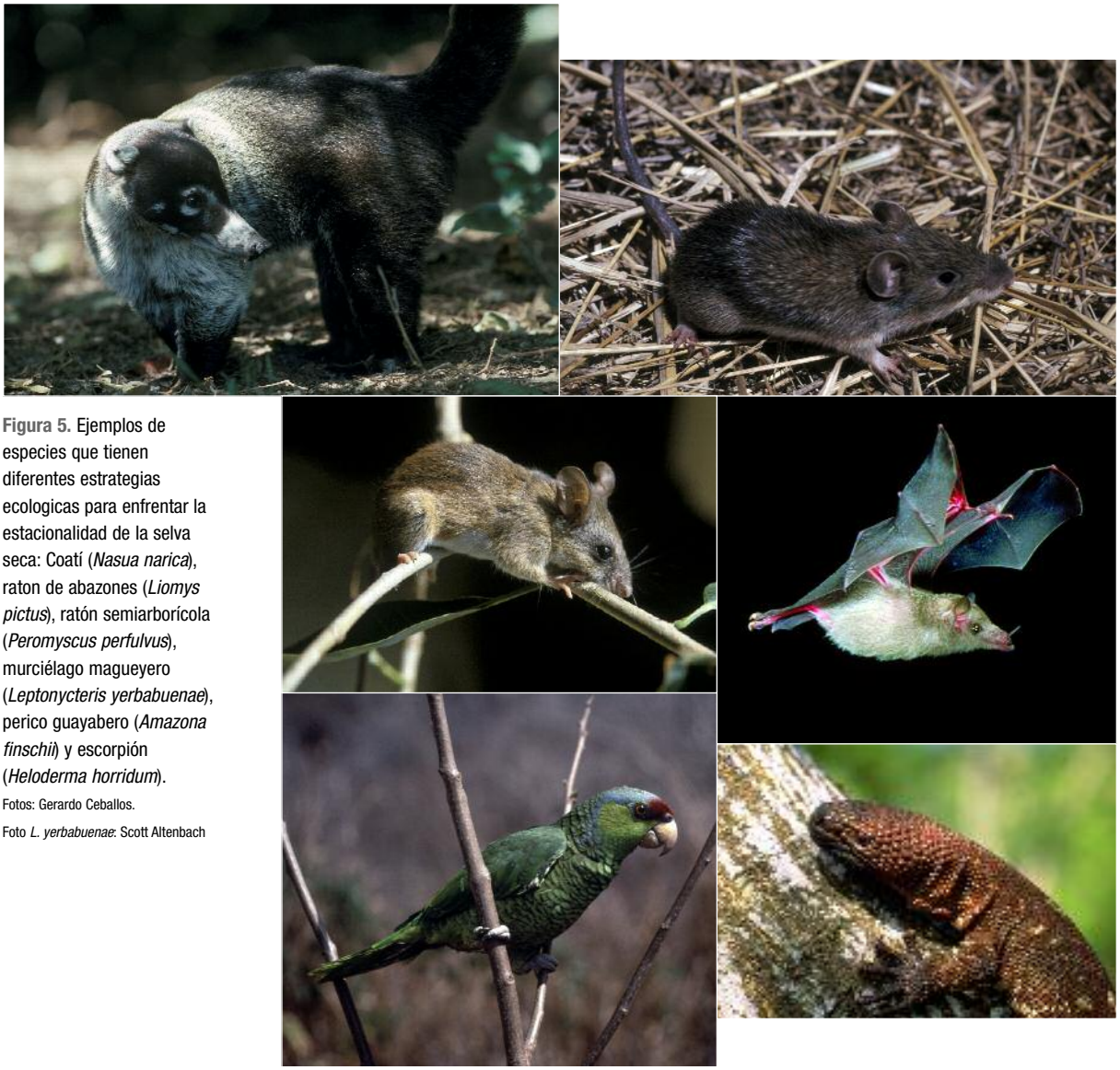


Figura 5. Ejemplos de especies que tienen diferentes estrategias ecologicas para enfrentar la estacionalidad de la selva seca: Coatí (*Nasua narica*), raton de abazones (*Liomys pictus*), ratón semiarborícola (*Peromyscus perfulvus*), murciélago magueyero (*Leptonycteris yerbabuenae*), perico guayabero (*Amazona finschii*) y escorpión (*Heloderma horridum*).

Fotos: Gerardo Ceballos.

Foto *L. yerbabuenae*: Scott Altenbach

durante periodos de mucho viento o altas temperaturas, son de 2 a 10 veces más activas durante la estación lluviosa cuando cambian del forrajeo en el suelo al forrajeo en árboles (Fleming y Hooker, 1975; Lister y García, 1992), y cambian la altura a la cual perchan estacionalmente, además de que los machos usan sitios de percha a mayor altura durante el periodo lluvioso del año (periodo en el cual se concentra la reproducción) que durante el periodo seco (Ramírez-Bautista y Benabib, 2001). Tanto el agouti (*Dasyprocta punctata*) como el paca (*Cuniculis paca*) forrajean por periodos de tiempo más grandes durante la estación seca (Smythe, 1983). En la selva seca de la región de Chamela-Cuixmala, al oeste de México, las bandas de hembras y juveniles de coatíes (*Nasua narica*) presentan mayor proporción de horas activas durante el día y se desplazan hasta un 30% más al día durante la estación seca del año que en lluvias (Valenzuela y Ceballos, 2000). También los coatíes en esta región utilizan áreas de actividad el doble de grandes durante la época seca que durante lluvias (Valenzuela, 1999; Valenzuela y Ceballos, 2000).

Se han documentado cambios estacionales en la dieta de varias especies de aves y mamíferos en las selvas secas. El colibrí de pico ancho (*Cynanthus latirostris*) y murciélagos nectarívoros del género *Glossophaga* ajustan su dieta para alimentarse casi exclusivamente de insectos durante periodos de escasez de flores (Des Granges, 1978; Heiathus, Fleming y Opler, 1974; Howell, 1983) y el murciélago de orejas peludas (*Micronycteris hirsuta*) cambia de insectos a frutas durante la estación seca (Wilson, 1971). El tamandúa (*Tamandua mexican*a) come hormigas en la estación lluviosa pero cambia a termitas, que tienen mayor contenido de humedad, durante la estación seca (Lubin y Montgomery, 1981). El loro corona lila (*Amazona finschi*) exhibe en la región de Chamela, una gran flexibilidad en su dieta consumiendo diferentes recursos y ampliando o contrayendo su nicho trófico conforme las variaciones estacionales en la disponibilidad de los recursos alimenticios (Renton, 2001).

En la selva seca de Chamela Cuixmala, el coatí muestra cambios significativos en su dieta, entre estaciones, aumentando su nicho trófico durante la estación seca, consumiendo una mayor proporción de fruta y vertebrados durante la época seca, y consumiendo una proporción mayor de artrópodos de la hojarasca

durante las lluvias (Valenzuela, 1998). Algunas especies tienen especializaciones fisiológicas y de comportamiento que les permiten sobrevivir la estación seca. El ratón espinoso (género *Liomys*) es capaz de mantener poblaciones en la selva seca a lo largo de todo el año por su dieta granívora, su comportamiento de almacenamiento de semillas y su habilidad fisiológica para sobrevivir por meses con una dieta de semillas secas sin tomar agua (Ceballos, 1990; Fleming, 1971b, 1974, 1977; Fleming y Wilson, 1983; Janzen, 1986). Durante la estación seca, el agouti depende de almacenes de semillas enterrados y el paca depende de la grasa acumulada (Smythe, 1983). Sin embargo, el comportamiento de almacenamiento de alimento es poco común en los roedores de selvas secas, particularmente cuando se comparan con las especies de zonas templadas (Janzen y Wilson, 1983).

Quizá la respuesta más notable de los vertebrados a la estacionalidad de las selvas secas sea la sincronización de la reproducción de muchas especies con los periodos de alta abundancia de alimento. Por esta razón, las densidades poblacionales de los vertebrados tienen incrementos paralelos a los periodos de gran disponibilidad de alimento (e.g. Cadena, 2003; Ceballos, 1989; Fleming, 1971a, 1974; Fleming y Hooker, 1975; Janzen y Wilson, 1983; Mendoza, 1997; Stiles, 1983; Streilein, 1982; Vázquez-Domínguez, 1997). En la selva seca del Parque Nacional Palo Verde, en Costa Rica, se encontró que hay una gran variación entre hábitats, estaciones y años en la abundancia y en los parámetros reproductivos de los murciélagos frugívoros y nectarívoros, con picos claros de abundancia en el periodo seco y en la parte media del periodo lluvioso del año, periodos en los que hay picos en la producción de flores y frutos en esa selva seca (Stoner, 2001). Y esto mismo ha sido documentado para las selvas secas de Chamela, Jalisco, México (Chávez, 1996; Chávez y Ceballos, 2001; Stoner, 2002).

En el oeste de México, la densidad poblacional del ratón espinoso (*Liomys pictus*) aumenta de 2 a 71 ha^{-1} durante los dos meses del inicio de lluvias (Ceballos, 1989, 1990). En la zona de la Sierra de Huautla, Morelos, las especies de ratones presentan el pico de reproducción en el periodo de lluvias, de forma tal que la densidad y biomasa de la comunidad de ratones es mayor durante el periodo inicial de la época seca que durante el resto del año; en este lugar la densidad poblacional de *Baiomys musculus*, *Lyomis irroratus* y dos especies de *Peromyscus* (*P. mela-*

nophrys y *P. levipes*) tomadas en conjunto sufren aumentos de 1.92, 0.96 y 0.96 ha^{-1}, respectivamente, durante el inicio de la época de lluvias hasta 40.37, 40.37 y 13.46 ha^{-1}, respectivamente, para la primera mitad de la época seca (Cadena, 2003). En la región de Chamela, se reporta una fuerte sincronización de la reproducción de varias especies de lagartijas con la temporada de lluvias, registrándose mayor número de crías cuando la disponibilidad de recursos alimentarios es mayor (Ramírez-Bautista y García, 2002). La tremenda explosión demográfica de los anuros de las selvas secas durante la estación de lluvias representa un ejemplo notable de este evento (Duellman, 1960, 1965a; García, 2003, este volumen).

Algunas especies, como depredadores mamíferos o reptiles, ratones muy oportunistas y marsupiales o anuros riparios, pueden reproducirse durante todo el año. Algunas especies de mamíferos pequeños de la Caatinga aparentemente pueden reproducirse en cualquier estación, pero experimentan altas tasas de mortalidad durante periodos prolongados de escasez de agua. Tal estrategia puede ser una respuesta a patrones muy poco predecibles de lluvia (Streilein, 1982). Por otra parte, algunas lagartijas tales como *Ameiva ameiva* pueden reproducirse todo el año en el mismo hábitat porque rastrean parches ricos en recursos (Vitt, 1982).

Especies amenazadas y conservación

Uno de los problemas ambientales globales más apremiantes es la elevada tasa de extinción de especies, que es particularmente aguda en los trópicos (e.g. Wilson, 1988). No hay datos precisos para evaluar la extinción contemporánea de vertebrados en los neotrópicos, pero se sabe que al menos 21 especies de mamíferos y 30 especies de aves han desaparecido de esta región en tiempos históricos (Ceballos y Sánchez, 1994). Hay una carencia casi total de inventarios de especies amenazadas o en peligro en las selvas secas. Sin embargo, un estudio detallado en la región de Chamela-Cuixmala, Jalisco, México, ha demostrado que al menos 40 especies de vertebrados (sin considerar peces), 15% de la riqueza regional de especies, esta en riesgo de extinción (Ceballos *et al.*, 1999).

El tráfico de fauna silvestre es una de las industrias principales en Sudamérica (Mares, 1986; Redford y Robinson, 1991). Millones de vertebrados se capturan cada año para su consumo, por su piel o para traficarlos vivos (Ceballos y

Figura 6. Guacamaya azul (*Anodorhynchus glaucus*), Ocelote (*Leopardus pardalis*), Zorra (*Cerdocyon thous*), Caimán (*Caiman crocodylus*).

Fotos: Guacamaya y caimán, Gerardo Ceballos; ocelote y zorra, Rurik List.

Sánchez, 1994; Mares, 1986; Redford y Robinson, 1991). Por ejemplo, al menos 5.4 millones de individuos de 25 especies diferentes de vertebrados terrestres se exportaban ilegalmente cada año de Argentina a fines de los años setentas del siglo pasado (Mares y Ojeda, 1982); adicionalmente seis millones de liebres se mataban cada año por su carne, en esa década y la siguiente, lo que tenía un valor promedio de $ 24 millones de dólares (Redford y Robinson, 1991). La cacería es una de las causas principales del declive de muchas especies de mamíferos amenazadas o en peligro de extinción tales como el pecarí del Chaco y el jaguar. Entre las especies de selva seca importantes para el tráfico de fauna silvestre están las tres especies de pecarí (género *Tayassu*), los gatos moteados (e.g. *Leopardus wiedii*, *L. pardalis*), zorras (géneros *Dusicyon* y *Cerdocyon*), pericos y guacamayas (*Amazona orathryx*, *A. finschii*, *Ara macao*, *A, militaris*, *A. ambigua* y *Anodorhynchus glaucus*), lagartijas (género *Tupinambis*), iguanas (géneros *Iguana* y *Ctenoasura*) y caimanes (*Caiman crocodylus*) (figura 6).

No hay duda que los mayores problemas de conservación de las selvas secas están relacionados con su destrucción. Los estimados de deforestación en los neotrópicos varían mucho, pero la mayoría tienden a indicar que las tasas son altas (Lugo, 1988). Hay una preocupación generalizada por los problemas de conservación de las selvas húmedas pero no por las condiciones presentes de otros ecosistemas tropicales, especialmente las selvas secas (Janzen, 1986; Redford *et al.*, 1990). De hecho, hasta ahora, pocos son los trabajos que señalan la urgente necesidad de enfocarse a la conservación de estas selvas (Ceballos y García, 1995; Miranda, 1996; Trejo y Dirzo, 2000, 2002). Las tasas de deforestación son más altas que en las selvas húmedas; las selvas secas están siendo destruidas sobre todo por el avance de las actividades agropecuarias. De hecho, las selvas secas de Centro América, Venezuela, Brasil y la región de los Andes han desaparecido casi por completo y las selvas mexicanas y del Chaco han sido reducidas (Gentry, 1995; Janzen, 1988; Redford *et al.*, 1990; Sampaio, 1995).

Para México se estimó que las selvas secas debieron haber cubierto cerca de 270 000 km^2 (ca. 14% de la superficie del país) y que apenas el 27% de la cobertura original de estas selvas se mantenía intacta para 1990 (Trejo y Dirzo, 2000). A mediados de la década de 1980 se estimó que se perdían alrededor de 302 000

ha de selva seca en México por año (Massera *et al.*, 1997). Sin embargo esto no ha sido homogéneo para todo el país. Para el Estado de Morelos, México, se estimó que cerca de 2 843 km^2 debieron estar cubiertos por selva seca (60% del Estado) pero que entre 1973 y 1989 la selva perdió cerca del 38% de esa superficie original, a una tasa cercana al 1.4% anual (Trejo y Dirzo, 2002). Para las selvas en la costa de Jalisco, se ha estimado que en las últimas tres décadas del siglo pasado se perdió cerca de una cuarta parte de su cobertura original al cambiar el uso de suelo para actividades agropecuarias y turísticas (Miranda, 1996).

La conservación de grandes remanentes de selva seca es esencial para la conservación de muchas especies, incluyendo muchas endémicas, todas las aves migratorias terrestres del oeste de Norte América y muchas poblaciones de otras especies tropicales de amplia distribución. Por ejemplo, en México 53 de los 226 sitios identificados cómo Áreas de Importancia para Conservación de las Aves en México (AICA), que equivalen al 23.45% de éstas, están en sitios con selva seca (Arizmendi y Márquez-Valdelamar, 2000; Arizmendi *et al.*, 2002).

Entre las especies endémicas en riesgo de extinción están el pecarí del Chaco, el armadillo duende o pichiciego (*Chlamyphorus retusus*), la rata de Chamela (*Xenomys nelsoni*) y el loro de cabeza amarilla (*Amazona orathryx*). Especies de distribución amplia que están localmente o globalmente en riesgo incluyen al jaguar (*Panthera onca*), el ocelote (*Leopardus pardalis*), el tapir (*Tapirus bairdii*) y la guacamaya verde (*Ara militaris*) (e.g. Ceballos y Navarro, 1991; Roig, 1991).

La perturbación y fragmentación de las selvas secas no sólo son relevantes por el efecto que tienen en la diversidad de vertebrados tan característica de este ambiente, sino también porque se altera la composición y función ecológica que estas especies juegan en el mantenimiento de la estructura y función de las mismas y en su capacidad de regeneración.

Por ejemplo, en las selvas secas de Chamela, Jalisco se ha encontrado que la fragmentación altera de forma muy importante la conducta de los murciélagos polinizadores y que ésto tiene consecuencias en el éxito reproductivo y en la estructura de la vegetación (Quesada *et al.*, 2003). En las selvas de la región de la Sierra de Huautla, la perturbación no parece alterar de forma muy intensa la riqueza de especies de roedores, pero sí la dominancia de las especies, pues por

ejemplo *Liomys irroratus*, el único roedor heterómido en esta zona, presenta menor densidad y menor contribución a la biomasa total de roedores en sitios perturbados que en sitios no perturbados; en los sitios no perturbados es con frecuencia la especie dominante con 36 - 49% del total de capturas, mientras que en los sitios perturbados es la segunda especie más abundante pero con 16 - 28% de las capturas. En tales sitios es menos frecuente capturarle con semillas de árboles en los abazones y consume diferentes especies que en los sitios no perturbados. Todo esto en conjunto sugiere que su papel en la estructuración de la vegetación cambia de forma importante (Cadena, 2003; Mason, 2005; D. Valenzuela, datos no publicados).

Finalmente, es importante enfatizar que es esencial que se preserve la diversidad genética única y los procesos ecológicos de las selvas secas tanto para el mantenimiento de la diversidad hemisférica como para el uso sustentable de especies y sistemas de los que dependen muchas poblaciones humanas. La creación de áreas protegidas que integren la conservación con el bienestar socioeconómico de los pobladores locales será un paso importante en esta dirección.

Remanentes grandes relativamente bien conservados de selva seca aún se pueden encontrar en el oeste de México y El Chaco. Actualmente, son pocas las reservas que protegen las selvas secas. En México apenas hay unas 19 reservas que protegen en conjunto el 10% de la superficie de selva seca en México (Trejo y Dirzo, 2002). Las Reservas de la Biosfera Chamela-Cuixmala en Jalisco, México y Sierra de Huautla, en Morelos, México y el Parque Nacional Santa Rosa, en Costa Rica son algunos ejemplos de reservas naturales que se conformaron para proteger este tipo de selvas (Ceballos *et al.*, 1994; Dorado *et al.* 2005; Janzen, 1988).

Sin embargo, se necesitan muchas más reservas para asegurar la preservación a largo plazo de estas selvas. Si fallamos en establecer patrones de uso sustentable, habrá un decremento continuo de los recursos naturales, empobrecimiento de la gente que dependen de estos sistemas y mayores costos para la sociedad.

Agradecimientos

Agradecemos al Instituto de Ecología de la Universidad Nacional Autónoma de México, a la Fundación Ecológica de Cuixmala y al Centro de Educación

Ambiental e Investigación Sierra de Huautla por el apoyo logístico y financiero ofrecido para realizar nuestro trabajo de investigación en las selvas secas de México y por el apoyo decidido para la conservación de estas selvas. Andrés García y Lourdes Martínez leyeron el manuscrito e hicieron comentarios útiles que lo mejoraron sustancialmente.

Mamíferos

Gerardo Ceballos y Lourdes Martínez

Las selvas secas del occidente de México y Centroamérica se consideraban hasta hace unas décadas como regiones tropicales relativamente pobres en diversidad biológica. Estudios más detallados han mostrado que estas selvas son biológicamente muy complejas y diversas (e.g. Ceballos y García, 1995; Janzen, 1988; Mares, 1992). Se ha documentado también que existen diferencias pronunciadas en la composición, diversidad y número de especies endémicas entre las selvas secas de México, Centroamérica y Sudamérica, que reflejan diferentes historias geológicas, biogeográficas y evolutivas, en donde las selvas secas del Pacífico de México y el Chaco en Sudamérica son las más ricas en especies endémicas (Baker, 1967; Ceballos, 1995; Ceballos y Valenzuela, este volumen; Lott y Atkinson, este volumen; Mares, 1992).

La biodiversidad de las selvas secas está, sin embargo, amenazada por las altas tasas de deforestación y transformación que enfrentan, por lo que se consideran entre los ecosistemas más amenazados en todo el Continente Americano. A la fecha ya han desaparecido de la mayor parte de su distribución original en la vertiente del Pacífico, incluyendo a Centroamérica, Perú y Ecuador, y en el noreste de Brasil en la vertiente del Atlántico (e. g. Ceballos y García, 1995; Janzen, 1988; Miles *et al.*, 2006; Trejo, este volumen). La conservación de la fauna y flora de las selvas secas depende, entre otros factores, del entendimiento de su estructura y función así como del entendimiento que se tenga sobre el impacto de las actividades antrópicas en el mismo.

Los mamíferos de las selvas secas del Pacífico de México y Centroamérica están bien caracterizados (Baker, 1967; Ceballos y Rodríguez, 1993). En México albergan a más del 30% de los mamíferos del país lo que hace que sea un importante centro de concentración de este y otros grupos de plantas y animales (ver Ceballos y García, 1995; Ceballos y Valenzuela, este volumen para revisiones del tema). En este capítulo se tratan los siguientes temas de la mastofauna de las selvas secas del Pacífico de México: 1) síntesis de los avances en el conocimiento de la composición por inventarios y registros sobre la distribución de especies en la ultima década; 2) definición de tipos de distribución de especies y 3) reevaluación de los patrones de distribución y sus implicaciones de conservación.

Inventarios y áreas de distribución

Los estudios sobre la composición y diversidad de mamíferos en las selvas secas del Pacífico en México se han incrementado en las ultima dos décadas, ya que se han llevado a cabo numerosos inventarios y registros de especies. Hay inventarios de todos los mamíferos, grupos en particular o alguna especie en regiones como por ejemplo, la costa de Nayarit (Arroyo *et al.*, 2008; Carleton *et al.*,1982), Chamela-Cuixmala en Jalisco (Ceballos y Miranda, 2000), Colima (Sánchez Hernández *et al.*, 1999; Téllez Girón *et al.*, 1997; Vázquez Ruiz, 2009), el Parque estatal Sierra de Nanchichitla y otras selvas secas en el Estado de México (Aguilera *et al.*, 1996; Álvarez, *et al.*, 1994; Arroyo Cabrales *et al.*, 2008; González Ruiz *et al.* 2000, 2002; León, *et al.*, 1990), Huautla y otras selvas en Morelos (Álvarez-Castañeda, 1996; Sánchez Hernández y Romero Almaraz, 1995), el Río Papagayo y Acapulco en Guerrero (Ceballos *et al.*, 2007; Chávez y Ceballos, 2006), La Tuza y el Parque Nacional Huatulco en Oaxaca (Lira, 2006; Lira, *et al.* 2005 a y b) y La Sepultura en Chiapas (Espinosa *et al.*, 2002; cuadro 1).

Estos estudios han documentado resultados relevantes en la distribución de una amplia variedad de especies que van desde escalas locales y regionales hasta escala nacional. Hay especies de las que se ha evaluado y refinado su distribución en toda la costa del Pacífico como, por ejemplo, el tlacuachín (*Tlacuatzin canescens*, Zarza *et al.*, 2003), el murciélago *Cynomops mexicanus* (Ceballos, *et al.*, 2005), los ratones *Peromyscus simulans* (Schmidly y Bradley, 1995) y *Xenomys nel-*

Cuadro 1. Inventarios de mamíferos de las selvas secas de la Vertiente del Pacifico y Cuenca del Balsas

Estado	Evaluación	Referencias
Sinaloa	Estatal	Navarro *et al.* (2005)
		González *et al.* (2002)
Nayarit	Estatal	Arroyo *et al.* (2008)
		Carleton *et al.* (1982)
Jalisco	Estatal	Guerrero y Cervantes (2003)
	Presa Cajón de Peñas	Ortega Reyes (2004)
	Reserva de la Biosfera	Chávez y Ceballos (2001)
	Chamela-Cuixmala	Ceballos y Miranda (1986, 2000)
Colima	Estatal	Vázquez Ruiz (2009)
		Sánchez *et al.* (2002)
		García (2000)
		Medina (1997)
		Polaco *et al.* (1992)
		Gardner (1962)
Michoacán	Costera	Téllez, *et al.* (1997)
		Polaco *et al.* (1992)
		Polaco y Muñiz-Martínez (1987)
		Garrido (1980)
México	Estatal	Chávez y Ceballos (1998)
	Selvas secas	Chávez y Ceballos (2002)
Guerrero	Costera	Almazán, *et al.* (2005)
Oaxaca	Estatal	Briones, *et al.* (2001)
	Reserva de la Biosfera	
	Tehuacán-Cuicatlán	Briones (2000)
	La Tuza	Lira, *et al.* (2005 b)
Chiapas	Estatal	Retana y Lorenzo (2002)

soni (Arias, 2009; Ceballos *et al.*, 2002), y el jaguar (*Panthera onca*, Chávez, *et al.* 2005); todas especies endémicas de México con excepción de esta última. De otras especies se tienen nuevos registros que amplían su límite de distribución en la vertiente del Pacífico de México y el continente, como el tapir (*Tapirus bairdii*) cuya distribución histórica llegaba hasta la región de Acapulco, en Guerrero (Nolasco, Lira y Ceballos, 2007) y su distribución actual o más reciente se extiende hasta La Tuza y el Río Verde en Oaxaca (Lira, *et al.*, 2005a; figura 1). El oso hormiguero (*Tamandua mexicana*) ha sido registrado en la costa de Michoacán y Colima en lo que aparentemente es el resultado de su dispersión hacia el norte en la ultima década (Burton y Ceballos, 2006; Sánchez, *et al.*, 1999; figura 1), El puercoespín (*Coendu mexicanus*) fue reportado en la costa de Michoacán, siguiendo, tal vez, un proceso de dispersión hacia las selvas más septentrionales. Los inventarios en la cuenca del Balsas han aportado información que demuestran que un número considerable de especies cuya distribución se consideraba exclusiva de la costa del Pacífico penetran al centro de México por esa cuenca hasta el Estado de México y Morelos, tales como el tlacuachín (*Tlacuatzin canes-*

Figura 1. Distribución del tapir (*Tapirus bairdii*; Nolasco *et al.*, 2007) y el oso hormiguero (*Tamandua mexicana*; Burton y Ceballos, 2006). En color claro se muestra la distribución conocida hasta 2005 y en color oscuro las extensiones documentadas recientemente. En ambos casos los registros recientes amplían el límite norte de la distribución de la especie en la vertiente del Pacífico de México y el continente.

Tapir *(Tapirus bairdii)*
Foto: Heliot Zarza

Oso hormiguero
(*Tamandua mexicana)* Foto: Gerardo Ceballos

cens), la musaraña (*Megasorex gigas*), los roedores (*Hodomys alleni*, *Peromyscus perfulvus*, *Osgoodomys banderanus*, y *Sigmodon mascotensis*), murciélagos (*Myotis carteri* y *Musonycteris harrisoni*), y carnívoros como el jaguar (*Panthera onca*), el tigrillo (*Leopardus wiedii*) y la nutria (*Lontra longicaudis*, Álvarez-Castañeda,1996; González Ruiz *et al.*, 2000, 2002; Chávez y Ceballos, 1998, 2002; Domínguez y Ceballos, 2005; Gallo y Casariego, 2005; León, *et al.* 1990; Sánchez *et al.*, 2002). Así mismo otros estudios también han ampliado su distribución en otros estados, como la musaraña (*Megasorex gigas*) en la costa de Jalisco y Colima (Téllez Girón *et al.*, 1997), el tigrillo (*Leopardus wiedii*) en la costa de Jalisco (Domínguez-Castellanos y Ceballos, 2005), y la nutria (*Lontra longicaudis*) en Oaxaca (Casariego *et al.*, 2008).

Sin embargo, el conocimiento de la distribución de otras especies sigue siendo limitado y se desconoce con precisión su distribución actual. Ejemplos de esto son el murciélago blanco (*Diclidurus albus*) que se conoce en Nayarit y Jalisco y después de forma discontinua hasta Chiapas (Ceballos y Medellín, 1988), y el cabeza de viejo (*Eira barbara*) que se conoce de Sinaloa y Oaxaca, sin registros en los estados intermedios (Leopold, 1965). Por otro lado, el mono araña (*Ateles geoffroyi*) sólo se conoce en las selvas secas de la región del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca (Ortiz-Martínez y Rico-Gray, 2007); sin embargo, es probable que su distribución histórica abarcara una región más amplia, por lo menos hasta Jalisco. Esto se sabe con base en crónicas del siglo XVIII en la costa de Nueva Galicia (Jalisco y Michoacán) que describen a esta y otras especies como el zorrillo (Ceballos y Miranda, 2000), y con base también en un registro en la región de Cihuatlán, Jalisco que aunque indica que eran animales probablemente escapados de un circo, lo más probable es que hayan sido nativos de esa región (Villa, 1958). Es evidente que aún hay mucho que aportar al estudio de los mamíferos de las selvas secas de Pacífico.

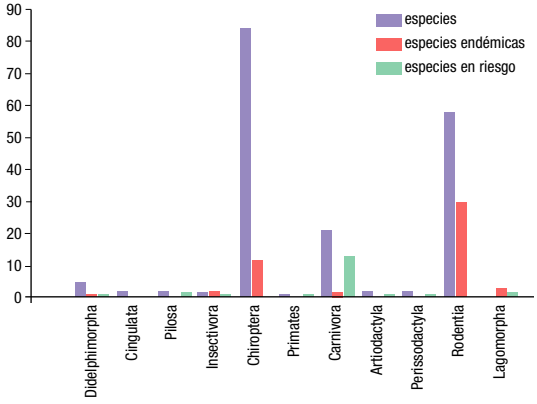


Figura 2. Diversidad de especies, especies endémicas y especies en riesgo de los mamíferos de las selvas secas de la Vertiente del Pacífico y Cuenca del Balsas de México.

Diversidad de especies y endemismo

En conjunto, las selvas secas del Pacífico de México son selvas con una alta diversidad de especies de mamíferos,

ya que se han registrado 183 especies –el 34% del total nacional–, agrupadas en 101 géneros, 29 familias y 11 órdenes (figura 2, anexo 1). Los murciélagos son el orden mejor representado, seguido de roedores y carnívoros (cuadro 2).

Las selvas secas del Pacífico han sido reconocidas desde 1990 como una de las regiones de mayor endemismo a una escala nacional y continental (Ceballos, 1995; Ceballos y García, 1995). La acumulación de datos en esta década ha demostrado que este patrón es correcto. Poco más del 30% de las especies endémicas de México se encuentran en las selvas secas (cuadro 2) y de éstas, 32 especies tienen una distribución restringida a este ecosistema. Es importante enfatizar que 5 géneros monotípicos (i.e. representados por una especie), que incluyen a *Tlacuatzin* (Orden Didelphimorphia), *Musonycteris* (Chiroptera) y *Xenomys*, *Hodomys* y *Osgoodomys* (Rodentia) son exclusivos de estas selvas (figura 3). Uno

Cuadro 2. Composición y diversidad de mamíferos en las selvas secas de la vertiente del Pacífico y Cuenca del Balsas de México.
El número arriba de la diagonal indica el total representado en las selvas secas y el de abajo el total nacional

Orden	Familias	Géneros	Especies	Especies endémicas	Especies en riesgo
Didelphimorphia	2/3	4/6	5/8	1/1	1/2
Cingulata	1/1	2/2	2/2	0/0	0/0
Pilosa	1/1	2/2	2/2	0/0	2/2
Insectivora	1/2	2/6	2/32	2/19	1/18
Chiroptera	8/9	42/63	84/137	12/15	10/38
Primates	1/1	1/2	1/3	0/0	1/3
Carnivora	5/8	18/27	21/40	2/3	13/25
Artiodactyla	2/4	2/7	2/10	0/0	1/5
Perissodactyla	1/1	1/1	1/1	0/0	1/1
Rodentia	6/8	25/46	58/235	30/115	15/86
Lagomorpha	1/1	2/3	5/15	3/7	2/9
Total	**29/47 (61.7%)**	**101/193 (52.3%)**	**183/525 (34.9%)**	**50/161 (31%)**	**48/230 (20.9%)**

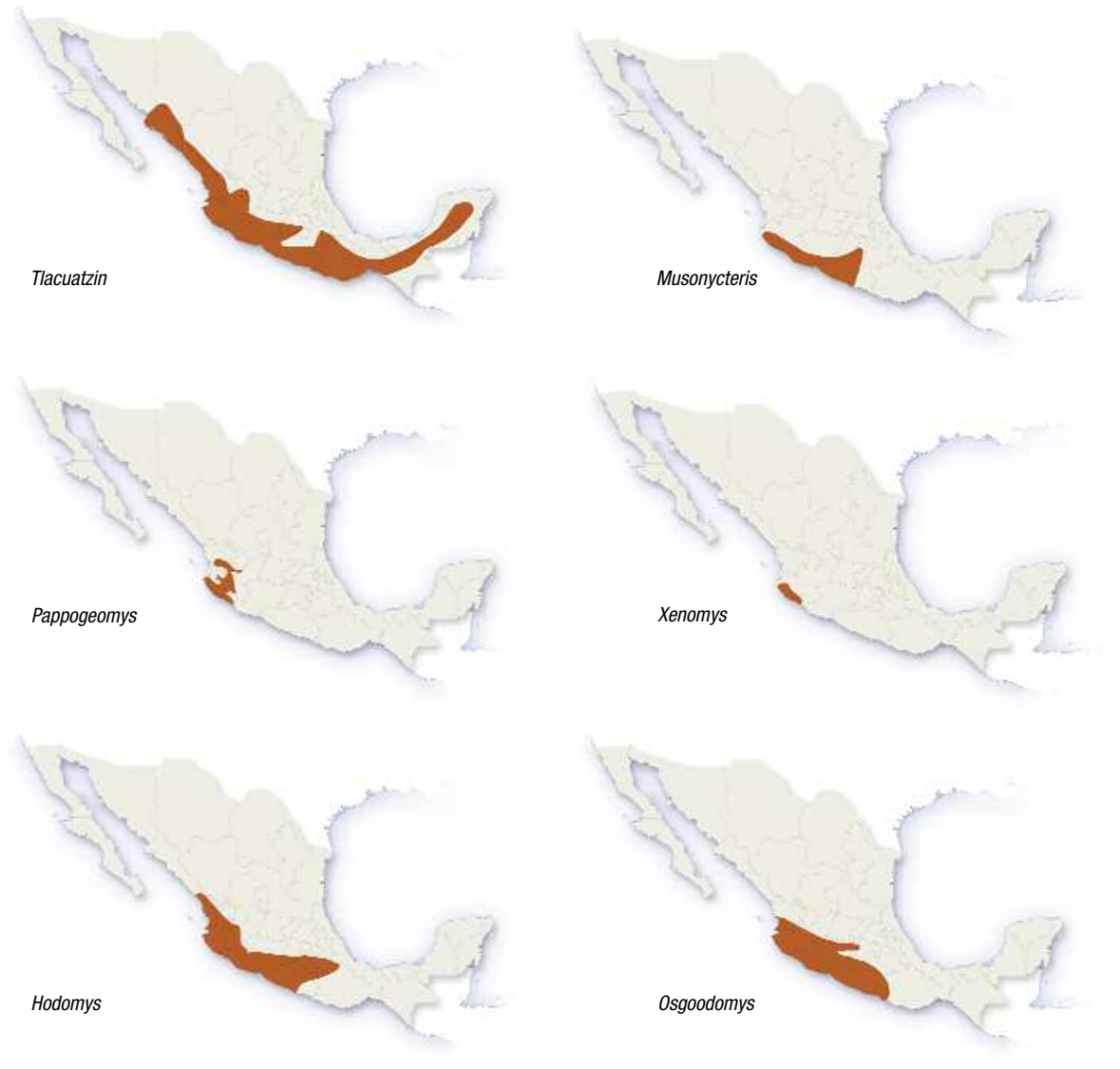


Figura 3. Distribución geográfica de los géneros monotípicos endémicos de las selvas secas del Pacífico de México.

adicional, *Pappogeomys* (Geomyidae), que es monotípico, se distribuye en la selva seca del Pacífico y en bosques templados del oeste del país. Otros géneros con distribuciones más amplias pero que sólo están representados por una especie en México, como *Enchistenes* y *Cynomops* (Chiroptera) tienen una distribución en México restringida a estas selvas. Una especie endémica que es importante mencionar es el zorrillo pigmeo (*Spilogale pygmaea*, figura 4) ya que es el único carnívoro endémico de México y de las selvas secas, y además es una especie que se encuentra amenazada (Medellín *et al.*, 1998).

Desgraciadamente, 47 especies (25.6%) de las selvas secas se encuentran enlistadas dentro de alguna categoría de riesgo debido principalmente a la fragmentación y pérdida del hábitat (CITES, 2008; IUCN, 2008; Semarnat, 2002) y de éstas, 36 se encuentran protegidas por la NOM-059. Entre estas especies destacan *Megasorex gigas* y *Musonycteris harrisoni* por ser exclusivas de las selvas secas de México y encontrarse amenazada y en peligro de extinción, respectivamente.

Áreas y tipos de distribución de especies

Las especies con distribuciones restringidas a las selvas secas del Pacífico presentan, de manera muy general, 6 tipos de distribución, que se han denominado de la siguiente manera: 1) Distribución en la Vertiente del Pacífico y Cuenca del

Spilogale pygmaea
Foto: Gerardo Ceballos

Figura 4. El zorrillo pigmeo (*Spilogale pygmaea*), con una distribución restringida a las selvas secas de la vertiente del Pacífico, es el único carnívoro endémico del territorio continental de México.

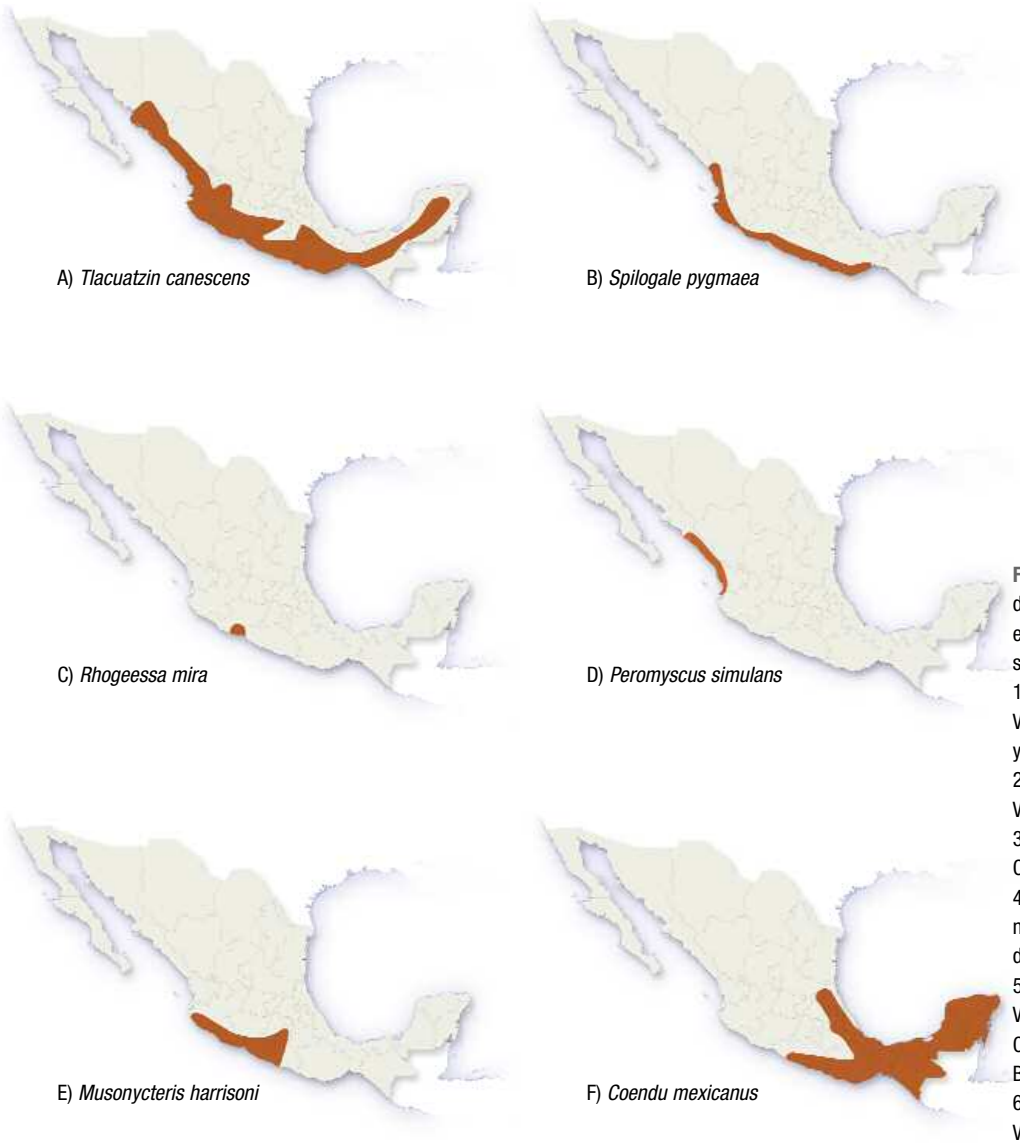


Figura 5. Tipos de distribución de las especies de las selvas secas del oeste de México: 1) Distribución en la Vertiente del Pacífico y Cuenca del Balsas (A). 2) Distribución en la Vertiente del Pacífico (B). 3) Distribución en la Cuenca del Balsas (C). 4) Distribución en el norte de la Vertiente del Pacífico (D). 5) Distribución en la Vertiente del Pacífico Centro y Cuenca del Balsas (E). 6) Distribución en la Vertiente del Pacífico Centro-Sur (F).

Balsas, representada por *Tlacuatzin canescens* (figura 5A), 2) Distribución en la Vertiente del Pacífico, representada por *Spilogale pygmaea* (figura 5B), 3) Distribución en la Cuenca del Balsas, representada por *Rhogeessa mira* (figura 5C), 4) Distribución en el norte de la Vertiente del Pacífico, representada por *Peromyscus simulans* (figura 5D), 5) Distribución en la Vertiente del Pacífico Centro y Cuenca del Balsas, representada por *Musonycteris harrisoni* (figura 5E) y 6) Distribución en la Vertiente del Pacífico Centro-Sur, representada por *Coendu mexicanus* (figura 5F). A pesar de que no existen estudios detallados sobre los factores causales precisos que son la base de estos tipos de distribución, es claro que son resultado de interacciones complejas del origen e historia evolutiva de las especies, su dispersión, barreras biogeográficas y ecología. Por ejemplo, los tipos de distribución denominados Vertiente del Pacifico Centro y Cuenca del Balsas y Cuenca del Balsas están representados por especies endémicas, que tienen en general distribuciones restringidas o muy restringidas, de las cuales se desconoce si son de origen reciente o relictos que tuvieron distribuciones más amplias. La distribución denominada Vertiente del Pacífico Centro-Sur está representada por especies de origen netamente tropical, con amplias distribuciones y que aparentemente están limitadas por barreras zoogeográficas como ríos como el Coahuayana en los límites de Colima y Michoacán o el Balsas.

Cuadro 3. Áreas de distribución de los mamíferos endémicos de las selvas secas del oeste de México

Orden	Km^2
Didelphimorphia	877 224
Chiroptera	165 170
Insectivora	116 565
Rodentia	108 871
Carnivora	91 118
Lagomorpha	12 897

Las áreas de distribución de las especies endémicas de las selvas secas (144 371 km^2 en promedio) son menores que el promedio de todos los mamíferos de México (428 407 km^2; Ceballos y Rodríguez, 1993). Las áreas de distribución más amplias las tiene el orden Didelphimorphia seguido de Chiroptera y después de los otros órdenes (cuadro 3).

El análisis de las áreas de distribución de las especies permite además entender las transiciones ecológicas y biogeográficas que han favorecido la coexistencia de especies que posiblemente en ninguna otra área del país o del continente confluyan (Iñiguez y

Santana, 1993). Esto es de gran utilidad para determinar áreas prioritarias para la conservación de la diversidad biológica debido, por ejemplo, a la alta concentración de endémicos presente.

Patrones de distribución

Ya existen estudios que describen los patrones de distribución de los mamíferos del Pacífico mexicano, con métodos como cuadrantes, bandas latitudinales, regiones y por comparación entre localidades (e. g. Arita y Ceballos, 1997; Ceballos y Navarro, 1991; Ceballos y Rodríguez, 1993; Ceballos *et al.*, 1998; Iñiguez y Santana, 1993; Ramamoorthy, *et al.*, 1993; Morrone y Escalante, 2002; Ortega-Huerta y Peterson, 2004; Valenzuela-Galván, *et al.*, 2007; Vázquez y Gaston, 2004).

La distribución geográfica de los mamíferos en la vertiente del Pacífico y Cuenca del Balsas muestra un gradiente latitudinal típico, con un incremento de especies de norte a sur (figura 6). Las áreas de mayor riqueza se concentran en el valle central de Chiapas, pero esto obedece a que allí se mezclan especies de mamíferos de selvas secas y otros tipos de selvas más húmedos (Ceballos y Navarro, 1991; Iñiguez y Santana, 1993). Los factores que pueden estar involucrados con este patrón de distribución están relacionados con el origen y dispersión de las especies, sus ecologías y la heterogeneidad ambiental, especialmente en lo relacionado con aspectos como disponibilidad de recursos, tipos de hábitats y clima. El patrón latitudinal se explica principalmente por un incremento en el número de especies de murciélagos hacia el sur, la disminución de especies de roedores y carnívoros, aumento de especies pequeñas, aumento en la proporción de especies arborícolas y aumento en la variedad de alimentos consumidos. De esta manera, las regiones con mayor riqueza se localizan en el este y sureste del país abarcando estados como Oaxaca y Chiapas pero esto es debido en gran medida a la presencia de murciélagos (Arita y León Paniagua, 1993).

Los patrones de distribución de las especies endémicas son diferentes de los de riqueza, ya que se concentran en áreas del centro-oeste del país, en la región donde se juntan las selvas secas del Pacífico y Cuenca del Balsas con el Eje Neovolcánico (Ceballos y Rodríguez, 1993; Iñiguez y Santana, 1993). El hecho de que la mayoría de las especies endémicas de las selvas secas se caractericen por

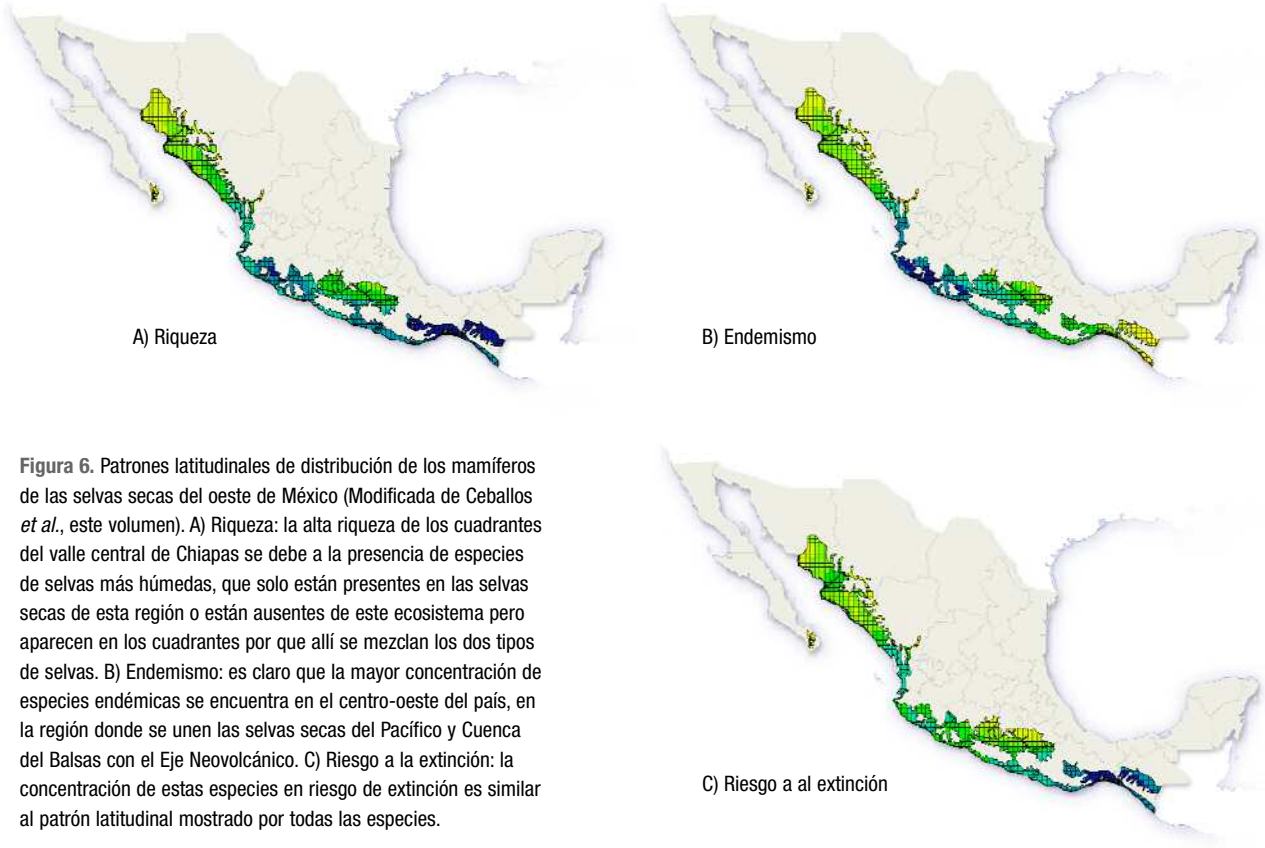


Figura 6. Patrones latitudinales de distribución de los mamíferos de las selvas secas del oeste de México (Modificada de Ceballos *et al.*, este volumen). A) Riqueza: la alta riqueza de los cuadrantes del valle central de Chiapas se debe a la presencia de especies de selvas más húmedas, que solo están presentes en las selvas secas de esta región o están ausentes de este ecosistema pero aparecen en los cuadrantes por que allí se mezclan los dos tipos de selvas. B) Endemismo: es claro que la mayor concentración de especies endémicas se encuentra en el centro-oeste del país, en la región donde se unen las selvas secas del Pacífico y Cuenca del Balsas con el Eje Neovolcánico. C) Riesgo a la extinción: la concentración de estas especies en riesgo de extinción es similar al patrón latitudinal mostrado por todas las especies.

tener tamaño corporal pequeño, rangos de distribución limitados, alimentación herbívora y periodos generacionales cortos, sugiere que la especiación es relativamente reciente originada por las contracciones, expansiones y fragmentación del hábitat. Así, los roedores y murciélagos son los grupos mejor representados en cuanto a endemismos en las selvas secas.

Recientemente, se ha evaluado que la alta concentración de especies endémicas en esta región está relacionada a una alta diversidad beta –recambio de especies entre zonas adyacentes– debido principalmente a que las especies de mamí-

feros de las selvas secas tienen áreas de distribución más restringidas y requerimientos de hábitats más particulares; de hecho la megadiversidad de México es el resultado de esto más que de la riqueza de especies en localidades particulares (Arita, 1993). Desde el punto de vista de la bioconservación, la diversidad beta debe considerarse, además de la complementariedad de especies entre sitios, para el establecimiento de estrategias eficientes que incluyan tanto la protección del ecosistema como de especies en particular.

Regiones zoogeográficas

La diversidad de especies de México es el resultado de la interacción de diversos factores como área, topografía, tipos de vegetación, latitud, patrones climáticos, entre otros (Ceballos y Oliva, 2005). El caso de México es diferente al resto del mundo ya que además de los factores antes mencionados, es el único país continental en donde se encuentra el límite practicante completo de dos de las grandes regiones biogeográficas: la Neártica (60% del territorio) y la Neotropical (40% del territorio) lo que favorece aún más la diversidad de especies. En el cuadro 4, se muestra el origen de las especies de acuerdo a su distribución actual, si se trata de especies insulares, continentales o insulares y continentales, siguiendo

Cuadro 4. Afinidad zoogeográfica de los mamíferos presentes en las selvas secas de la Vertiente del Pacífico y Cuenca del Balsas de acuerdo a su distribución actual

Origen	Total especies	Insulares/ continentales	Insulares	Continentales	En alguna categoría de amenaza (NOM-059)
Compartidas con Sudamérica	61	12	0	49	11
Endémicas de Mesoamérica	29	2	0	27	6
Endémicas de México	50	2	1	47	15
Compartidas con Norteamérica	32	11	0	21	11
Compartidas con Norte y Sudamérica	30	9	0	21	5
Total	**192**	**36**	**1**	**145**	**48**

el esquema de clasificación de Álvarez y Lachica (1974). Las especies por categoría fueron las siguientes: Compartidas con Sudamérica (61), Endémicas de Mesoamérica (29), Endémicas de México (50), Compartidas con Norteamérica (32) y Compartidas con Norte y Sudamérica (30). El mayor número lo representan aquellas especies neotropicales, aunque este no debe ser un indicativo, dado que precisamente las zonas tropicales del sur, son más ricas en diversidad en comparación de las zonas templadas y semiáridas del norte.

Cada región biogeográfica tiene una fauna característica, la distribución de las especies está en función de su capacidad de dispersión y adaptación, y la mezcla de la fauna de ambas regiones conforma comunidades únicas en algunas áreas del país principalmente en las zonas de transición. En el caso particular de las selvas secas del Pacífico, la diversidad de mamíferos en las diferentes localidades a lo largo de la costa está fuertemente influenciada por este factor. En general, la riqueza de especies y de gremios tróficos aumenta hacia el sur; para algunos órdenes como el de los carnívoros, el número de especies disminuye aunque surgen tres gremios nuevos: arborícolas frugívoros, arborícolas carnívoros y semiacuáticos omnívoros. En cambio en los órdenes Chiroptera, Didelphimorphia y Cingulata tanto el número de especies como la variedad de gremios tróficos aumentan (Iñiguez y Santana, 1993).

Patrones estacionales y de abundancia

La marcada estacionalidad que presentan las selvas secas del Pacífico de México es la causa de que la fauna que en ellas habita se adapte a la época de secas. Una respuesta adaptativa a esta condición climática es la migración estacional que realizan algunas especies hacia otros lugares donde haya mayor disponibilidad de recursos y alimento (Ceballos, 1995; Galindo, *et al.*, 2004).

Este patrón ha sido estudiado en murciélagos como *Leptonycteris yerbabuenae* y *Tadarida brasiliensis*. *L. yerbabuenae* se alimenta del néctar y polen de las flores de cactus columnares como *Neobuxbaumia tetetzo*, *N. macrocephala*, *N. mezcalensis*, *Pachycerus weberi* y *Pilosocereus chrysacanthus*, agaves como *Agave macroacanta*, *A. marmorata* y *A. potatorum*, y algunos árboles como *Ceiba aesculifolia* y *C. parvifolia* de modo que su distribución y migración están en función de la dis-

ponibilidad de estos recursos (Ceballos *et al.*, 1997). Durante la primavera y el verano, esta especie se encuentra en toda el área de distribución conocida en Norteamérica la cual está relacionada con el área geográfica de florecimiento de cactus columnares y varias especies de *Agave*; durante el otoño y el invierno, las selvas secas de la costa del Pacífico mexicano le ofrecen mayor disponibilidad de recursos y es por esto que su distribución se restringe a esta área incluyendo la cuenca del Balsas y el valle de Tehuacán (Arita y Martínez del Río, 1990). Su migración la realizan desde Arizona y Nuevo México en Estados Unidos hacia las selvas secas de la costa de Sinaloa, en Baja California Sur y en el centro de México (Ceballos *et al.*, 1997; Fleming, *et al.*, 1993; figura 7). Por otro lado, *T. brasiliensis* realiza su migración estacional desde el sureste de Estados Unidos al noreste y occidente de México a través del Altiplano mexicano (Ceballos y Oliva, 2005).

Figura 7. Distribución estacional del murciélago magueyero (*Leptonycteris yerbabuenae*), indicando su ruta migratoria anual, que esta aparentemente relacionada con la disponibilidad de recursos y la reproducción (Modificada de Ceballos *et. al.*, 1997).

Abundancia y densidad poblacional

La estacionalidad climática de las selvas secas, con el fuerte contraste entre la época de lluvias y la de secas, es sin duda uno de los factores ambientales más relevantes para los mamíferos, ya que el tipo de vegetación influye en su diversidad y abundancia (Ceballos, 1995; Janzen, 1983). En este tipo de selvas es notable la disminución en número de especies frugívoras, de carnívoros y herbívoros especializados. Esto se puede atribuir a diferencias en el clima, la estratificación vertical y la fenología de la vegetación, con una limitada disponibilidad de recursos alimenticios como frutos en la época de secas (Ceballos y Miranda, 2000).

La amplia distribución de las selvas secas en el Pacífico, desde el sur de Sonora hasta Chiapas, es otro factor determinante en la distribución de los mamíferos. La influencia de las zonas neártica y neotropical delimitan, y en otros casos favorece la presencia o ausencia para determinados grupos; por ejemplo, las selvas secas en

Chiapas pueden albergar durante la estación de lluvias (más abundante y amplia que en el norte) a especies como el tapir (*Tapirus bairdii*), hormiguero (*Tamandua mexicana*), mono araña (*Ateles geoffroyi*), tepescuintle (*Agouti paca*) y puercoespín (*Coendou mexicanus*); que se pueden considerar como oportunistas en la época de lluvias (Cruz *et al.*, en prensa). Estas especies no se encuentran hacia el norte de México, donde hay un mayor número de especies insectívoras y granívoras que coadyuvan al mantenimiento del ecosistema.

Muchas especies de mamíferos utilizan las selvas secas durante las lluvias por la presencia de follaje, flores, frutos y semillas, lo que permite que las poblaciones de mamíferos puedan mantenerse, y en reciprocidad, propiciar la polinización y dispersión de las especies vegetales (Janzen, 1982a, b). Los patrones de distribución, abundancia, demografía y coexistencia de las especies en comunidades vegetales de las selvas son generados y modificados en gran parte por las interacciones con los mamíferos (Dirzo y Miranda, 1990 y 1991).

Un ejemplo de lo anterior son los murciélagos, pues son los principales mamíferos polinizadores, aunque otros grupos como roedores y monos pueden polinizar algunas plantas (Jason *et al.*, 1981). Una de las ventajas de la polinización por murciélagos es la gran movilidad de estos, por lo que existe la posibilidad de que el polen sea transportado a distancias considerables. Las plantas con polinización quiropterófila presentan características comunes como la alta producción de néctar y polen, las flores están expuestas fuera del follaje, se abren por las noches y en muchos casos presentan olores peculiares que probablemente atraen a los murciélagos como son las familias Moraceae, Agavaceae y Cactaceae, con amplia presencia en las selvas secas (Van der Pjil, 1969).

La dispersión de las semillas de plantas es llevada a cabo por una mayor diversidad de mamíferos. La ventaja de la dispersión por mamíferos es, al igual que en la dispersión por aves, el transporte efectivo de semillas y su diseminación en áreas extensas. La dinámica de las comunidades vegetales depende en gran parte de los patrones de dispersión de las semillas (Hubbell, 1979). La presencia continua de muchas especies en los bancos de semillas del suelo se puede atribuir a su dispersión eficaz y continua por mamíferos y aves. De hecho, las semillas de algunas especies no germinan si no han pasado por el tracto digestivo de aves y

mamíferos (Van der Pijl, 1969). Varias especies de roedores como el ratón de abazones (*Liomys pictus*) y la ardilla gris (*Sciurus colliaei*), los coaties (*Nasua narica*), los pecaries (*Tayassu tajacu*) y los venados (*Odocoileus virginianus*) son importantes dispersores y depredadores de semillas (Ceballos y Miranda, 2000).

Entre los vertebrados el uso del espacio es un fenómeno interesante. Aunque se tiene poca información detallada, es un hecho que la abundancia y distribución de los mamíferos en la selva seca cambia, algunas veces abruptamente, en áreas aparentemente homogéneas. Esto se debe a cambios microambientales como temperatura, interacciones bióticas como depredación y competencia, así como a preferencias de hábitat determinadas por otros factores como el alimento.

La mayoría de las especies realizan sus actividades durante la noche, crepúsculo o al amanecer. Pocas especies como el coatí (*Nasua narica*), las ardillas (*Sciurus colliaei* y *Spermophilus annulatus*) y el mono araña (*Ateles geoffroyi*) son activas durante el día. Sin embargo, los patrones de actividad diaria y estacional son poco conocidos. Los patrones de actividad varían estacionalmente, como respuesta a los cambios climáticos y a la disponibilidad de recursos alimenticios y agua. En la mayoría de las especies terrestres, esto se refleja en cambios en el tamaño y calidad de sus áreas de actividad y territorio (Ceballos, 1995). Las áreas de actividad de mamíferos mayores pueden experimentar incrementos o reducciones del orden de decenas o centenas de kilómetros cuadrados. En general el área de actividad varía ampliamente en la época de lluvias, ya que en la sequía los recursos alimenticios y la disponibilidad de agua están más dispersos (Valenzuela, 1998). La reproducción de la mayoría de los mamíferos está limitada por la disponibilidad de recursos alimenticios. La estacionalidad tan marcada entre la época de secas y la de lluvias limita la reproducción, la cual se lleva a cabo durante la mayor abundancia de recursos.

Conservación

La conservación de los mamíferos de las selvas secas requiere de una estrategia que implique el establecimiento de una red de reservas a lo largo de toda el área de distribución de las selvas secas, conectadas por otras selvas bajo esquemas de usos que sean compatibles para la conservación.

En las últimas décadas la conservación de los mamíferos de las selvas secas en áreas naturales protegidas ha tenido un fuerte fortalecimiento (Ceballos, 2007; Conanp, 2008). Existen una serie de reservas federales, estatales y municipales (ver Ceballos *et al.*, este volumen para una lista de las reservas) como las de la biosfera Chamela-Cuixmala, Manantlán y La Sepultura, y parques nacionales como El Veladero, Chacahua y Huatulco, que protegen a por lo menos una población de la mayoría de las especies. Son pocas las especies, como *Spermophilus annulatus*, que aún no tienen poblaciones representadas en reservas (Ceballos, 2007). Sin embargo, un número considerable de especies, estimado en alrededor del 20%, sólo están representadas en una reserva, lo que las hace vulnerables a las perturbaciones antropogénicas.

Es claro, por lo tanto, que dada la vulnerabilidad actual de este grupo así como del hábitat, es necesaria la identificación y establecimiento de áreas naturales protegidas adicionales, y la conservación de otras selvas aledañas, para evitar que las reservas queden como parches aislados, mediante el uso de instrumentos como las las unidades de manejo de fauna silvestres (UMA) y el pago por servicios ambientales.

Anexo 1. Especies de mamíferos presentes en las selvas secas

	Endémica de México	Endémica de las selvas secas	Categoría de riesgo NOM59 / CITES / IUCN
Orden Didelphimorphia			
Familia marmosidae			
Marmosa mexicana			
Tlacuatzin canescens	X	X	
Familia Didelphidae			
Chironectes minimus			P
Didelphis marsupialis			
Didelphis virginiana			
Orden Cingulata			
Familia Dasypodidae			
Cabassous centralis			Iii
Dasypus novemcinctus			
Orden Pilosa			
Familia Myrmecophagidae			
Cyclopes didactylus			P
Tamandua mexicana			A / iii
Orden Insectivora			
Familia Soricidae			
Megasorex gigas	X	X	A
Cryptotis goldmani	X	X	
Orden Chiroptera			
Familia Emballonuridae			
Balantiopteryx plicata			
Diclidurus albus			
Saccopteryx bilineata			
Saccopteryx leptura			Pr
Familia Noctilionidae			
Noctilio leporinus			

Anexo 1 (continúa). Especies de mamíferos presentes en las selvas secas

	Endémica de México	Endémica de las selvas secas	Categoría de riesgo NOM59 / CITES / IUCN
Familia Mormoopidae			
Mormoops megalophylla			
Pteronotus davyi			
Pteronotus parnelli			
Pteronotus personatus			
Familia Phyllostomidae			
Macrotus waterhousii			
Glyphonycteris sylvestris			
Micronycteris microtis			
Desmodus rotundus			
Trachops cirrhosus			A
Vampyrum spectrum			P
Phyllostomus discolor			
Anoura geoffroyi			
Choeroniscus godmani			
Choeronycteris mexicana			A
Glossophaga commissarisi			
Glossophaga leachii			
Glossophaga morenoi	X		
Glossophaga soricina			
Hylonycteris underwoodi minor			
Leptonycteris curasoae			A / vulnerable
Musonycteris harrisoni	X	X	P / vulnerable
Artibeus hirsutus	X	X	
Artibeus intermedius			
Artibeus jamaicensis			
Artibeus lituratus			
Carollia perspicillata			
Carollia sowelli			

Anexo 1 (continúa). Especies de mamíferos presentes en las selvas secas

	Endémica de México	Endémica de las selvas secas	Categoría de riesgo NOM59 / CITES / IUCN
Carollia subrufa			
Centurio senex			
Chioderma salvini			
Dermanura phaeotis			
Dermanura tolteca			
Enchisthenes hartii			Pr
Platyrrhinus helleri			
Sturnira lilium			
Sturnira ludovici			
Uroderma magnirostrum			
Familia Natalidae			
Natalus stramineus			
Familia vespertilionidae			
Corynorhinus towsendii			
Eptesicus furinalis			
Eptesicus fuscus			
Lasiurus blossevillii			
Lasiurus cinereus			
Lasiurus ega			
Lasiurus intermedius			
Lasiurus xanthinus			
Myotis carteri	X	X	
Myotis findleyi	X		En peligro
Myotis fortidens			
Myotis keaysi			
Myotis nigricans			
Myotis peninsularis	X		
Myotis thysanodes			
Myotis velifer			

Anexo 1 (continúa). Especies de mamíferos presentes en las selvas secas

	Endémica de México	Endémica de las selvas secas	Categoría de riesgo NOM59 / CITES / IUCN
Myotis volans			
Myotis yumanensis			
Pipistrellus subflavus			
Rhogeessa aeneus			
Rhogeessa alleni	X		
Rhogeessa genowaysi	X	X	Pr / en peligro
Rhogeessa gracilis	X	X	
Rhogeessa mira	X	X	Pr
Rhogeessa parvula	X	X	
Rhogeessa tumida			
Familia Antrozoidae			
Bauereus dubiaquercus			
Familia Molossidae			
Cynomops mexicanus	X		
Eumops bonariensis			
Eumops glaucinus			
Eumops underwoodi			
Molossus coibensis			
Molossus rufus			
Molossus sinaloae			
Molossus molossus			
Nyctinomops aurispinosus			
Nyctinomops femorosaccus			
Nyctinomops laticaudatus			
Nyctinomops macrotis			
Promops centralis			
Tadarida brasiliensis			

Anexo 1 (continúa). Especies de mamíferos presentes en las selvas secas

	Endémica de México	Endémica de las selvas secas	Categoría de riesgo NOM59 / CITES / IUCN
Orden Primates			
Familia Atelidae			
Ateles geoffroyi			P
Orden Carnivora			
Familia Canidae			
Canis latrans			
Urocyon cinereoargenteus			
Familia Felidae			
Herpailurus yagouaroundi			A / i
Leopardus pardalis			P / i
Leopardus wiedii			P / i
Lynx rufus			Ii
Puma concolor			I
Panthera onca			P / i
Familia Mustelidae			
Lontra longicaudis			A / i
Eira barbara			P / iii
Galictis vittata			A / iii
Mustela frenata			
Familia Mephitidae			
Conepatus leuconotus			
Mephitis macroura			
Spilogale gracilis			
Spilogale pygmaea	X	X	A / vulnerable
Familia Procyonidae			
Potos flavus			Pr / iii
Bassariscus astutus			
Nasua narica			Iii

Anexo 1 (continúa). Especies de mamíferos presentes en las selvas secas

	Endémica de México	Endémica de las selvas secas	Categoría de riesgo NOM59 / CITES / IUCN
Procyon insularis	X		P
Procyon lotor			
Orden Artiodactyla			
Familia Cervidae			
Odocoileus virginianus			
Familia Tayassuidae			
Tayassu tajacu			Ii
Orden Perissodactyla			
Familia Tapiridae			
Tapirus bairdii			P / i / en peligro
Orden Rodentia			
Familia Sciuridae			
Sciurus aureogaster			
Sciurus colliaei	X	X	
Sciurus variegatoides			Pr
Spermophilus adocetus	X	X	
Spermophilus annulatus	X	X	
Spermophilus variegatus			
Familia Geomyidae			
Cratogeomys fumosus	X		A
Orthogeomys cuniculus	X		A
Orthogeomys grandis			
Pappogeomys bulleri	X	X	
Familia heteromyidae			
Heteromys desmarestianus goldmani		X	
Liomys pictus			
Liomys salvini			
Liomys spectabilis	X	X	Pr / en peligro

Anexo 1 (continúa). Especies de mamíferos presentes en las selvas secas

	Endémica de México	Endémica de las selvas secas	Categoría de riesgo NOM59 / CITES / IUCN
Chaetodipus artus	X	X	
Chaetodipus goldmani	X	X	
Chaetodipus pernix	X	X	
Chaetodipus spinatus			
Familia Muridae			
Baiomys musculus			
Hodomys alleni	X	X	
Neotoma lepida			
Neotoma mexicana			
Neotoma phenax	X	X	Pr
Nyctomys sumichrasti			
Oligoryzomys fulvescens			
Oryzomys couesi			
Oryzomys melanotis	X	X	
Oryzomys rostratus			
Osgoodomys banderanus	X	X	
Ototylomys phyllotis			
Peromyscus aztecus			
Peromyscus gymnotis			
Peromyscus leucopus			
Peromyscus levipes	X		
Peromyscus madrensis	X		En peligro
Peromyscus maniculatus			
Peromyscus megalops	X	X	
Peromyscus melanophrys	X		
Peromyscus melanurus	X		En peligro
Peromyscus mexicanus			
Peromyscus perfulvus	X	X	

Anexo 1 (continúa). Especies de mamíferos presentes en las selvas secas

	Endémica de México	Endémica de las selvas secas	Categoría de riesgo NOM59 / CITES / IUCN
Peromyscus spicilegus	X		
Peromyscus simulus	X	X	Pr
Reithrodontomys burti	X		
Reithrodontomys fulvescens			
Reithrodontomys gracilis			
Reithrodontomys hirsutus	X		Vulnerable
Reithrodontomys mexicanus			
Rheomys mexicanus	X	X	En peligro
Sigmodon alleni	X	X	Vulnerable
Sigmodon arizonae			
Sigmodon mascotensis	X	X	
Tylomys bullaris	X		A / en peligro crítico
Tylomys nudicaudus			
Xenomys nelsoni	X	X	A / en peligro
Familia Erethizontidae			
Coendu mexicanus			A / iii
Familia Dasyproctidae			
Dasyprocta mexicana	X		
Dasyprocta punctata			Iii
Orden Lagomorpha			
Familia Leporidae			
Lepus flavigularis	X	X	P
Sylvilagus brasiliensis			
Sylvilagus cunicularius	X		
Sylvilagus floridanus			
Sylvilagus graysoni	X		A / en peligro

Aves

JORGE H. VEGA RIVERA, MA. DEL CORO ARIZMENDI
Y LORENA MORALES PÉREZ

Las selvas secas de México son comunidades muy importantes por el área extensa que cubren, por la diversidad biológica que contienen –incluyendo un gran número de endemismos– así como por la gama de adaptaciones fisiológicas y ecológicas que permiten a la flora y fauna persistir en un ambiente con una estacionalidad extrema.

En la costa del Pacífico de México, esta selva ocupa una banda casi continua desde el sur de Sonora hasta Chiapas (Trejo, 1998; Trejo, este volumen). Como en otros sitios, la selva seca del occidente de México es florísticamente muy variada tanto en su composición como en su estructura; además, a lo largo de su distribución entra en contacto y se mezcla con otros ecosistemas como el bosque tropical subcaducifolio, el bosque de pino-encino, el matorral árido, manglar y esteros, así como con cuerpos de agua continentales y marinos. Esta situación define, regional y localmente, la composición y abundancia de las especies de vertebrados asociados con la selva seca (Ceballos, 1995).

En relación con las aves, a pesar de que recientemente la diversidad y peculiaridades de estos bosques han llamado el interés de ornitólogos y conservacionistas, la información sobre la avifauna es aún muy limitada. En esta revisión se presenta una recopilación sobre los aspectos más relevantes de la avifauna que habita las selvas secas de la costa del Pacífico mexicano y su situación en el contexto continental.

La diversidad biológica

Comparadas con las selvas tropicales perennifolias, las selvas secas contienen un menor número de especies. Sin embargo, a escala continental su riqueza es importante: 635 especies usan estas selvas y para 300 es su hábitat primario (Parker *et al.*, 1996; Stotz *et al.*, 1996); además, de las 170 especies que se localizan en la región árida de la costa del Pacífico desde el suroeste de Estados Unidos hasta el noroeste de Costa Rica, 71 usan las selvas secas como hábitat primario y 40 están restringidas a éste tipo de hábitat (cuadro 1).

Cuadro 1. Especies restringidas a las selvas secas en México y Centroamérica (Parker *et al.*, 1996; Stotz *et al.*, 1996). Se indica su estado de conservación de acuerdo a BirdLife International (2000) y la norma mexicana de especies en peligro (Semarnat, 2002). Las categorías usadas son de mayor a menor jerarquía de riesgo: En peligro, Amenazada, Protección especial, (Semarnat, 2002); y Extinta, Crítica, En peligro y Casi amenazada (BirdLife International, 2000).

Especies	BirdLife International	Semarnat
Aimophila sumichrasti	Casi amenazada	En peligro
Amazilia viridifrons		
Amazona auropalliata		En peligro
Aratinga brevipes	En peligro	Amenazada
Aratinga strenua		Amenazada
Cacicus melanicterus		
Calocitta colliei		
Calocitta formosa		
Campylorhynchus chiapensis		Protección especial
Cyanocorax beecheii		
Cyanocorax sanblasianus		
Coccyzus ferrugineus (*)		
Corvus sinaloae		
Chiroxiphia linearis		Protección especial
Chlorostilbon auriceps		

Cuadro 1 (continúa). Especies restringidas a las selvas secas en México y Centroamérica (Parker *et al.*, 1996; Stotz *et al.*, 1996). Se indica su estado de conservación de acuerdo a BirdLife International (2000) y la norma mexicana de especies en peligro (Semarnat, 2002). Las categorías usadas son de mayor a menor jerarquía de riesgo: En peligro, Amenazada, Protección especial, (Semarnat, 2002); y Extinta, Crítica, En peligro y Casi amenazada (BirdLife International, 2000).

Especies	BirdLife International	Semarnat
Deltarhynchus flammulatus		Protección especial
Forpus cyanopygius		Protección especial
Glaucidium palmarum		Protección especial
Granatellus venustus		Protección especial
Mimodes graysoni	Crítica	Peligro
Momotus mexicanus		
Morococcyx erythropygus		
Nesotriccus ridgwayi (*)		
Ortalis leucogastra		Protección especial
Ortalis poliocephala		
Ortalis wagleri		
Otus cooperi		Protección especial
Otus seductus	Casi amenazada	Protección especial
Passerina leclancherii		
Passerina rositae	Casi amenazada	Amenazada
Pinaroloxias inornata (*)		
Puffinus auricularis	Crítica	Peligro
Puffinus pacificus		
Quiscalus nicaraguensis (*)		
Sporophila torqueola		
Thryomanes sissonii	Casi amenazada	Peligro
Troglodytes tanneri	Amenazada	Peligro
Trogon citreolus		
Turdus graysoni		Protección especial
Zenaida graysoni	Extinta en la naturaleza	Extinta

(*) No ocurren en México.

En el ámbito nacional, considerando sólo las especies que se reproducen en México, se han registrado 211 especies en las selvas secas, 225 en la húmedas y 240 en las subcaducifolias (Escalante *et al.*, 1998). Stotz *et al.* (1996) y Parker *et al.* (1996) incluyen 35 especies como restringidas a la selva seca en México, de las cuales 9 se encuentran incluidas en los listados de especies en peligro (BirdLife International, 2000). Debe considerarse que estos valores aumentan si se toma en cuenta a las especies que invernan en la selva seca o la visitan en su paso hacia sitios más al sur.

Es difícil estimar el número de especies que habitan en las selvas secas de la franja costera del Pacífico mexicano, ya que esta selva entra en contacto y se mezcla con otras comunidades. Binford (1989) menciona a 30 especies como el núcleo de la avifauna del Pacífico seco; de ellas, 18 se encuentran al este y oeste del Istmo de Tehuantepec: *Ortalis poliocephala*, *Aratinga canicularis*, *Morococcyx erythropygus*, *Caprimulgus ridgwayi*, *Amazilia viridifrons*, *Heliomaster constantii*, *Trogon citreolus*, *Momotus mexicanus*, *Myiarchus nuttingi*, *Deltarhynchus flammulatus*, *Calocitta formosa*, *Thryothorus pleurostictus*, *Granatellus venustus*, *Passerina leclancherii*, *Aimophila ruficauda*, *Icterus pustulatus*, *I. pectoralis*, y *Cacicus melanicterus*; cinco están asociadas principalmente con el Istmo y áreas hacia el Este: *Otus cooperi*, *Chiroxiphia linearis*, *Thryothorus modestus*, *Passerina rositae* y *Aimophila sumichrasti*; y siete especies se restringen al oeste del Istmo: *Melanerpes chrysogenys*, *Tyrannus crassirostris*, *Thryothorus sinaloa*, *T. felix*, *Turdus rufopalliatus*, *Vireo hypochryseus* y *Aimophila humeralis*.

Dos elementos que influyen de manera notable en la distribución de la avifauna asociada con la selva seca del Pacífico mexicano son la presencia del Istmo de Tehuantepec y la cuenca del Río Balsas. Las extensas zonas cubiertas de matorrales áridos y sabanas del Istmo de Tehuantepec parecen constituir, para algunas especies, una barrera de dispersión a lo largo del eje este-oeste a través de la región del Pacífico (Binford, 1989). Muchas alcanzan su límite sureño o norteño de distribución precisamente en el Istmo. Asimismo, las tierras bajas de Chiapas, cubiertas por una vegetación más húmeda y montañosa, al parecer también representan una barrera para muchas especies del Pacífico que alcanzan su límite de distribución en el suroeste de ese estado (e.g., *Trogon citreolus*, *Deltarhynchus flammulatus*, *Granatellus venustus*, *Passerina rositae* y *Aimophila sumichrasti*). Merecen especial

atención *P. rositae* y *A. sumichrasti* que son las especies endémicas continentales con el área de distribución más reducida y que, presumiblemente, se originaron en la zona sureste de Oaxaca y suroeste de Chiapas (Binford, 1989).

La cuenca baja del Río Balsas, que desemboca al océano Pacífico en los límites entre Guerrero y Michoacán, es un elemento que extiende los límites de distribución de varias especies asociadas principalmente con las selvas secas de las tierras bajas del Pacífico (Feria, 2001). Este elemento permite que numerosas especies del Pacífico alcancen zonas interiores de bosques caducifolios en estados de la Planicie Central mexicana como Morelos, Puebla y el extremo oeste de Veracruz. Algunos ejemplos de estas especies son *Momotus mexicanus*, *Thryothorus felix*, *T. pleurostictus*, *Calocitta formosa* y *Passerina leclancherii*. La vegetación en la región del Balsas es predominantemente dominada por selva seca, especialmente en las partes bajas. Estas selvas han sido reconocidas internacionalmente por sus altos niveles de endemismo regional y local (e.g. *Philortyx fasciatus*, *Cynanthus sordidus*, *Xenotriccus mexicanus*, *Aimophila humeralis*) (Stattersfield *et al.*, 1998).

A nivel regional uno de los sitios que han sido más estudiados con respecto a la avifauna y muchos otros aspectos, es la Reserva de la Biosfera de Chamela-Cuixmala, localizada en la costa de Jalisco (en adelante referida como Chamela). Ahí existen 270 especies de aves, que incluyen las terrestres y acuáticas así como residentes y migratorias (Arizmendi *et al.*, 1990). Chamela tiene una mayor riqueza de especies que las selvas secas en el interior del país, como la sierra de Huautla (139 especies, Argote-Cortes *et al.*, 2000), el cañón de Lobos en Morelos (61, Wilson *et al.*, 2000) o el cañón del Zopilote en Guerrero (61, Navarro y Feria-Arroyo, 2000), principalmente por su cercanía con sistemas acuáticos y subacuáticos. En cambio, comparando Chamela con La Encrucijada en Chiapas –región con condiciones similares, donde la selva secas está adyacente a manglares y esteros– la riqueza de especies es muy parecida (273, Jiménez-González *et al.*, 2000).

Además el patrón de diversidad de las selvas secas del Pacífico es diferente al de la selva tropical perennifolia, donde la riqueza de especies aumenta progresivamente hacia el sur. La avifaunística de la selva seca sigue un patrón opuesto: la riqueza de especies disminuye progresivamente hacia el sur (Binford, 1989).

Las especies migratorias latitudinales y altitudinales

El occidente de México es una región importante para especies migratorias de larga distancia. Aproximadamente 42% de la avifauna en esta región es residente invernante (Hutto, 1992). Además, un número elevado de estas especies tienen áreas de reproducción localizadas exclusivamente en el oeste de Estados Unidos y Canadá, y una distribución invernal centrada en el occidente de México (Hutto, 1995). En Oaxaca 17 residentes invernales alcanzan su límite sureño de distribución en el estado, de las cuales 12 provienen del oeste de Estados Unidos y Canadá (Binford, 1989).

Como en otros sitios en el Neotrópico, en el occidente de México los bosques de pino-encino y los manglares son los hábitats más visitados por las especies migratorias (Hutto, 1992). Sin embargo, como en el caso de las especies residentes, la importancia de la selva seca es apreciable. Hutto (1992), quien realizó uno de los censos invernales más amplios en el occidente del país, reportó un promedio de 40 especies migratorias en los bosques caducifolios, y citó como especialistas de este hábitat a *Empidonax minimus*, *Vireo atricapillus*, *Seiurus aurocapillus*, *Piranga rubra* y *Passerina ciris*.

En Michoacán, de 52% de las especies migratorias que se restringen a un hábitat, 9% se restringen a la selva secas, aunque esta categoría incluye también a la selva subcaducifolia (Chávez-León, 1995). En la región de Chamela existen 44 especies estrechamente asociadas con la selva seca (Arizmendi *et al.*, 1990). En un muestreo anual reciente se encontraron 24 especies, de las cuales las más abundantes fueron *Catharus ustulatus* y *Empidonax difficilis*, siguiendo *Mniotilta varia*, *Seiurus aurocapillus*, *Vermivora ruficapilla* y *Wilsonia pusilla* (Valdivia Hoeflich, 2001). Además, 20 especies migratorias se encuentran en selvas perturbadas de la Reserva de la biosfera Chamela-Cuixmala y alrededores (Morales Pérez, 2002).

La selva seca es un hábitat importante para las aves migratorias si se considera que llegan al final de la temporada de lluvias y permanecen durante las secas, cuando la pérdida de hojas ocasiona, probablemente, una disminución en la abundancia de insectos (Janzen y Schoener, 1968). Para sobrevivir durante este

periodo, las especies migratorias recurren a fuentes alternas de alimento y desarrollan estrategias de forrajeo que les permiten explotar estos recursos. Por ejemplo, en la selva seca de la región de Chamela, cuando las hojas de árboles y arbustos ya están secas, permanecen pegadas a las ramas por varias semanas. Algunas especies, como *Vermivora ruficapilla*, comúnmente buscan insectos en las hojas muertas (J.H. Vega, obs. pers.). En las hojas muertas la abundancia de artrópodos puede ser hasta 10 veces más que en las hojas verdes (Greenberg, 1987). Es también durante los meses más secos cuando en la selva seca florecen y fructifican muchas especies de árboles (Bullock y Solis-Magallanes, 1990; Janzen, 1967). El néctar y los frutos son recursos que consumen varias especies migratorias que en sus áreas de reproducción son primariamente insectívoras (e.g. *Vermivora ruficapilla* -néctar y *Myiarchus cinerascens* -frutos).

Tres estudios realizados en la selva seca de Chamela (Hutto, 1989; Morales Pérez, 2002; Villaseñor y Hutto, 1995) concluyen que la alteración de la selva seca parece favorecer a la mayoría de las aves migratorias y que éstas se restringen principalmente a los sitios perturbados, en comparación con las residentes. Sin embargo, hay especies migratorias que sólo se les puede encontrar dentro de la selva seca bien conservada (e.g. *Catharus ustulatus*, *Empidonax minimus*, *Dendroica nigrescens*, *Seiurus aurocapillus*, *Piranga rubra*, *Vireo atricapillus* y *Vireo solitarius*) y otras especies que aunque no están restringidas al hábitat son más abundantes en éste (e.g. *Vermivora ruficapilla*, *Mniotilta varia*, *Wilsonia pusilla*, *Piranga ludoviciana*, *Empidonax difficilis* y *Vireo gilvus*). Algunas de esas especies podrían ser particularmente sensibles a la deforestación de la selva seca en el oeste de México (Hutto, 1989; este volúmen).

Además de las migratorias latitudinales existe otro grupo importante de especies denominadas migratorias altitudinales, las cuales realizan movimientos anuales entre las tierras altas y bajas adyacentes. Con excepción de las estaciones de biología Las Joyas, en la sierra de Manantlán, y Chamela, es poco lo que se conoce sobre estos movimientos (Ornelas y Arizmendi, 1995). Un ejemplo bien estudiado en el gradiente altitudinal Chamela-Manantlán es el grupo de los colibríes (Arizmendi, 2001; Arizmendi y Ornelas, 1990). Una especie que es residente y característica de la selva seca de Chamela, *Amazilia rutila*, presenta fluctuaciones

poblacionales acentuadas con un fuerte aumento en los meses de octubre-noviembre y otro en marzo, y números relativamente constantes el resto del año (Arizmendi y Ornelas, 1990; Ornelas, *et al.*, 1993). En la Estación de Biología Las Joyas, situada a 50 km en línea recta de Chamela y con una diferencia altitudinal de cerca de 2000 m, esta especie es considerada como un visitante común de verano, registrándose únicamente durante junio y julio. Aparentemente, al menos parte de las poblaciones de *Amazilia rutila* que habitan la región de Chamela se mueven altitudinalmente buscando presumiblemente recursos de alta calidad, cuando en las selvas secas acaba de terminar la floración correspondiente a la época de secas. El mismo patrón ocurre en *Cynanthus latirostris* que es también un migrante altitudinal de verano en Manantlán pero presenta un periodo de residencia un poco más fluctuante en la región de Chamela (Arizmendi, 2001; Arizmendi y Ornelas, 1990).

Por último, una especie de colibrí ermitaño, *Phaethornis superciliosus*, considerado como visitante ocasional en Chamela (registrado en junio) concurre también a los bosques de Manantlán, concentrándose en la polinización de una especie de corola extremadamente larga que florece de abril a julio, *Fuchsia fulgens* (Arizmendi, 2001). Otras especies de nectarívoros, frugívoros y granívoros realizan movimientos locales entre hábitat. Los retos que imponen estos movimientos para la conservación tanto de las especies que los realizan y como de los ecosistemas de los que forman parte son enormes.

Los endemismos

La riqueza relativamente alta de especies de la selva seca es, en parte, el resultado del gran número de especies endémicas asociadas primariamente con esta comunidad. Esta característica no sólo contribuye a la riqueza de especies de la zona del Pacífico, sino que también la coloca en una situación fundamental desde el punto de vista de la conservación (cuadro 2, figura 1).

A escala continental, Stotz *et al.* (1996) mencionan que de las 635 especies de aves asociadas con las selvas secas, 275 son endémicas (e.g., aquellas que se encuentran en sólo una de las 22 regiones zoogeográficas definidas por los autores en el continente americano) y señalan a la costa árida de Sinaloa a Oaxaca y

Cuadro 2. Especies de aves endémicas de las selvas secas del Pacífico mexicano

Especie	Nombre común	Situación						
		1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*
Ortalis wagleri	Chachalaca vientre castaño							G
Ortalis poliocephala	Chachalaca pálida							R
Callipepla douglasii	Codorniz cresta dorada							G
Philortyx fasciatus	Codorniz rayada							G
Forpus cyanopygius	Perico catarina	Pr		II				G
Amazona finschi	Loro corona lila	A		II	CA		F	G
Otus seductus	Tecolote del Balsas	Pr	LR			NT	F	G
Glaucidium palmarum	Tecolote colimense							G
Streptoprocne semicollaris	Vencejo nuca blanca	Pr						
Chlorostilbon auriceps	Esmeralda mexicana							G
Cynanthus sordidus	Colibrí oscuro			II				
Thalurania ridgwayi	Ninfa mexicana	Pr	VU	II	V	V	A	
Amazilia violiceps	Colibrí corona violeta			II				G
Amazilia viridifrons	Colibrí frente verde	A		II			A	
Trogon citreolus	Trogón citrino							R
Melanerpes chrysogenys	Carpintero enmascarado							G
Xenotriccus mexicanus	Mosquero del Balsas	Pr	LR		CA	NT	A	
Deltarhynchus flammulatus	Papamoscas jaspeado	Pr						R
Vireo nelsoni	Vireo enano	Pr			CA		A	
Vireo hypochryseus	Vireo dorado							R
Calocitta colliei	Urraca-hermosa cara negra							G
Cyanocorax sanblasianus	Chara de San Blas							R
Cyanocorax beecheii	Chara de Beechy	A					A	R
Campylorhynchus chiapensis	Matraca chiapaneca	Pr					A	
Thryothorus sinaloa	Chivirín sinaloense							G
Thryothorus felix	Chivirín feliz							G
Polioptila nigriceps	Perlita sinaloense							R
Turdus rufopalliatus	Mirlo dorso rufo							R

Cuadro 2 (continúa). Especies de aves endémicas de las selvas secas del Pacífico mexicano

Especie	Nombre común	Situación						
		1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*
Granatellus venustus	Granatelo mexicano							R
Melozone kieneri	Rascador nuca rufa							
Aimophila humeralis	Zacatonero pecho negro							
Aimophila sumichrasti	Zacatonero istmeño	P	LR		CA	NT	F	R
Passerina rositae	Colorín azulrosa	A	LR		CA	NT	A	R
Passerina leclancherii	Colorín pecho naranja							R
Cacicus melanicterus	Cacique mexicano							R

Referencias
1. NOM-059-ECOL-2002. P: en peligro de extinción, A: amenazada, Pr: sujeta a protección especial
2. IUCN. VU: vulnerable; LR: lower risk
3. CITES. II: Incluida en el Apéndice II de cites
4. Collar *et al.*, 1994. CA: casi amenazada, V: vulnerable
5. BirdLife 2000. NT:casi amenazada, V: vulnerable
6. Ceballos y Márquez-Valdelamar, 2000. A: amenazada, F: frágil
7. Gordon y Ornelas 2000. R: restringida al bosque tropical caducifolio; G: generalista de hábitat

las tierras bajas del Pacífico, de Chiapas hasta Guanacaste, Costa Rica, entre las zonas principales de endemismo de especies neotropicales.

En México, Escalante *et al.* (1998) concluyen que los bosques tropicales caducifolios (41 especies endémicas), junto con matorrales desérticos (45), bosques de pino-encino (43) y los bosque mesófilos (30) son los ambientes más ricos en especies endémicas. En relación a las selvas secas del Pacífico mexicano, las diferentes regiones presentan un elevado endemismo, con un número de 23 especies endémicas en la costa oeste media (cuadro 3, Escalante *et al.,* 1998).

A escala regional y local el grado de endemismo puede ser alto. Por ejemplo, de las 265 especies registradas en Chamela, 23 son endémicas a México, de las cuales 20 corresponden al occidente, dos al oriente y occidente y una a la mayor parte del país (Arizmendi *et al.*, 1990).

Cuadro 3. Diversidad de aves y endemismos en nueve regiones bióticas del oeste de México*

Provincia	Número de especies[1]	Endémicas verdaderas[2]	Total de endémicas[3]	Endémicas restringidas[4]
Costa oeste norte	125	4	7	0
Costa oeste media	185	23	26	1
Costa oeste sur	117	20	23	0
Cuenca del Balsas	113	15	21	0
Tierras bajas del Istmo	190	11	12	1
Tierras bajas de Chiapas centro	110	7	8	0
Tierras bajas de Chiapas sur	117	6	9	1
Islas Revillagigedo	19	4	4	4
Islas Marías	47	9	9	0

* Tomado de Escalante *et al.*, 1998, tabla 8.2, p. 287.
1. Especies que se reproducen en México.
2. Especies endémicas de México.
3. Incluye especies cuasiendémicas (especies cuyos rangos de distribución se traslapan un poco con países vecinos).
4. Especies endémicas de determinadas partes del país.

Para interpretar los patrones de endemismo de aves en la selva seca hay que considerar sus niveles de restricción al hábitat. En el continente, de las 635 especies asociadas con la selva seca, 64 se restringen a ésta, de las cuales 58 (90%) son endémicas y casi 80% se consideran en riesgo (Stotz *et al.*, 1996); estos autores señalan que "es peligroso ser un especialista de la selva seca en los neotrópicos". En Mesoamérica de un total de 137 especies asociadas con la selva seca desde el sur de Sonora, en México, hasta Costa Rica; 42 son endémicas de esa selva, 33 tienen una distribución disyunta, tres son estacionalmente endémicas a la selva seca durante el invierno y 59 la utilizan como hábitat primario, aunque también se encuentran en selvas húmedas aledañas (Gordon y Ornelas, 2000). En el análisis del uso de hábitat, los mismos autores reportan 50 especies que se restringen a la selva seca; de éstas 17 son endémicas, 18 endémicas-disyuntas y 15 la utilizan como hábitat primario; las restantes 82 especies las consideraron como generalistas de hábitat y cinco no se pudieron determinar.

Amazona finschii
Foto: Gerardo Ceballos

Passerina leclancheri
Foto: Gerardo Ceballos

Melanerpes chrysogenis
Foto: Jorge Vega

Ortalis wagleri
Foto: Gerardo Ceballos

Figura 1. Especies de aves endémicas de las selvas secas de México.

Granatellus venustus
Foto: Fernando Alvarado

Polioptila nigriceps
Foto: Fernando Alvarado

Trogon citroleus
Foto: Jorge Vega

Xenotrichus mexicanus
Foto: Gerardo Ceballos

La región de la selva seca del oeste de México es considerada dentro de dos áreas de endemismo de aves (EBAs según Stattersfield *et al.,* 1998). La primera, cubierta enteramente por este tipo de vegetación, es la EBA 005 Noroeste de la vertiente del Pacífico Mexicano, se extiende desde Sinaloa hasta Colima, y está catalogada como de prioridad alta con un área de 93 000 km^2 y con un total de siete especies restringidas (seis exclusivas y una compartida con EBA 008), de las cuales una está amenazada globalmente (*Ortalis wagleri*, *Forpus cyanopygius*, *Thalurania ridgwayi*, *Turdus graysoni*, *Cyanocorax sanblasianus* [también en EBA 008], *Cyanocorax beecheii* y *Corvus sinaloae*).

La segunda EBA, que cae parcialmente en esta zona, es la EBA 008, región del Balsas e interior de Oaxaca, que abarca un total del 110 000 km^2 y que incluye entre su hábitat predominante a la selva seca tanto costera como del interior así como a matorrales áridos y bosques de cactáceas del centro de México. En esta EBA se encuentran 10 especies restringidas (nueve exclusivas y una compartida con la EBA 005): *Philortyx fasciatus*, *Cynanthus sordidus*, *Calothorax pulcher*, *Melanerpes hypopolius*, *Xenotriccus mexicanus*, *Aimophila mystacalis*, *Aimophila humeralis*, *Aimophila notosticta*, *Pipilo albicollis*, *Cyanocorax sanblasianus*), dos de las cuales están consideradas como casi amenazadas (*X. mexicanus* y *A. notosticta*).

Las especies amenazadas

De las especies de la selva seca de la vertiente oeste de México, cinco están listadas en la nueva versión del libro rojo de las aves del mundo (BirdLife Internacional, 2000). *Amazona oratrix* esta considerada como en peligro de extinción. Tiene una población total estimada en menos de 7 000 individuos, presenta una distribución restringida y fuertes presiones de comercio en las tres subespecies reconocidas en México (*magna* en el este, *oratrix* en el oeste y *tresmariae* en las islas). *Ara militaris*, *Thalurania ridgwayi* y *Vireo atricapillus* se consideran vulnerables; la primera especie, residente en la zona, está amenazada por destrucción de hábitat y comercio desmedido (población total estimada en menos de 10 000 individuos y declinando). *Thalurania ridgwayi* es una especie considerada vulnerable porque presenta una población total estimada en menos de 10 000 individuos y declinando, tiene una distribución muy restringida y sus poblacio-

nes son localmente escasas, se le encuentra en la selva seca y en zonas un poco más húmedas y elevadas. *Vireo atricapillus* es una especie migratoria en la selva seca del oeste de México que se considera vulnerable por la pérdida de hábitat, su población total estimada en sus sitios de reproducción es de entre 6 000 y 10 000 individuos, declinando, y con pocos registros en su área de invernación. Por último *Otus seductus*, *Xenotriccus mexicanus* y *Aimophila notosticta* se consideran como casi amenazadas por ser especies de distribución restringida.

De las 35 especies restringidas a la selva seca en el Pacífico mexicano (Parker *et al.*, 1996; Stotz *et al.*, 1996) mencionan a nueve como amenazadas, que incluyen algunas restringidas a islas dominadas por este tipo de vegetación.

Las respuestas funcionales

La marcada estacionalidad que se presenta en los bosques caducifolios origina condiciones altamente contrastantes. Una vez que terminan las lluvias, los árboles y arbustos de la selva seca pierden sus hojas y, en forma paulatina, el bosque se vuelve prácticamente un gran "claro". El sotobosque y suelo son expuestos a los efectos disecantes del sol y el viento. Estos cambios tienen efectos profundos en la disponibilidad de alimento para las aves. Entre los hábitat tropicales, la fluctuación más grande de artrópodos se ha registrado en los bosques caducifolios (Lister y García-Aguayo, 1992). Los artrópodos alcanzan su punto más bajo en abundancia en la estación seca y el más alto en la lluviosa (Janzen y Schoener, 1968). Con respecto a la disponibilidad de frutos, aparentemente el periodo más crítico para sus consumidores se presenta al final de la época seca, cuando la producción de frutos y semillas es mínima (Bullock y Solis-Magallanes, 1990).

Para enfrentar la marcada estacionalidad en la disponibilidad de recursos alimenticios, las aves han desarrollado adaptaciones fisiológicas y ecológicas únicas. Por un lado, y diferente a los hábitat más húmedos, en la mayoría de las especies procesos tan importantes como la reproducción se realizan en un periodo relativamente corto. Algunas especies de colibríes como *Heliomaster constantii*, pericos como *Amazona finschii* y ciertas rapaces como *Asturina nitida* se reproducen en la segunda mitad de la época seca, aparentemente en respuesta a la presencia de recursos alimenticios apropiados (Arizmendi *et al.*, 1990). Sin embargo, la mayor

parte de las especies inicia la reproducción al final de la época seca, de tal forma que los pollos nacen durante las primeras lluvias cuando las larvas de insectos son más abundantes. El proceso de muda en la mayoría de las especies se realiza después de la reproducción, en la primera mitad del periodo de secas, cuando la vegetación aún conserva sus hojas.

Por otra parte, las especies de aves de estos ambientes parecen haber desarrollado la capacidad de alimentarse de recursos muy variados (Poulin *et al.*, 1994). Estos autores reportan que los bosques caducifolios del norte de Venezuela, inclusive especies identificadas especialistas en un tipo de recurso, cambian drásticamente sus dietas. Los colibríes, además de polen consumen frutos secos y carnosos y una gran cantidad de artrópodos. Otros grupos, como dendrocoláptidos y tiránidos, identificados como insectívoros comen frutos predominantemente durante el periodo de secas cuando la abundancia de artrópodos es más baja. Resultados similares se han reportado en los bosques caducifolios de Yucatán (López Ornat y Lynch, 1990). En Chamela, durante la época de lluvias –que coincide con el periodo reproductivo de la mayoría de las aves terrestres– muchas especies frugívoras (p.e. *Trogon citreolus*, Renton y Vega Rivera, 2001) y granívoras (p.e. *Cyanocompsa parellina*, Lobato García, 2000) incluyen cantidades importantes de artrópodos en sus dietas.

Otra adaptación relevante a este hábitat fuertemente estacional es la capacidad de varias especies para seguir parches de recursos. La presencia de corredores de bosques de galería y parches de vegetación semicaducifolia en lechos de arroyos y cañadas se han considerando elementos esenciales que propician una mayor diversidad de vertebrados en general (Ceballos, 1995). De hecho, muchas especies que se distribuyen ampliamente en la selva seca durante el periodo de lluvias, se retraen a esos hábitat durante el de secas (Janzen, 1988). Algunas especies en la selva seca de Costa Rica se mueven hacia las zonas riparias durante la época de secas y reocupan el bosque seco con las lluvias (Stiles, 1983). En las zonas semiáridas del norte de Colombia, algunas especies que están presentes hasta el final de la temporada de lluvias (noviembre-diciembre) desaparecen cuando los árboles empiezan a perder sus hojas (Russell, 1980).

En el oeste de México, algunos colibríes se mueven de bosques riparios y pino-encino hacia el caducifolio para aprovechar la floración masiva de árboles y arbustos (Des Granges, 1978). En la selva seca de Chamela un ejemplo bien documentado de estos movimientos es el de *Amazona finschii* que al final de la época seca se concentra en los parches de vegetación subcaducifolia a lo largo de arroyos (Renton, 2001). Las aves frugívoras, se refugian, por lo general, en los sitios más húmedos que son las zonas de arroyo (Berlanga, 1991). Ornelas *et al.* (1993) estudiaron los patrones temporales y estacionales de la diversidad y abundancia de la avifauna de Chamela en el bosque caducifolio, las zonas de arroyo y un hábitat perturbado. Estos autores concluyen que las variaciones en la composición de la avifauna pueden explicarse por variaciones estacionales en la composición de especies; existen evidencias de que en época de secas, el transecto dominado por selva seca es más diverso que los otros. Análisis más recientes sobre especies residentes (Ayala 2001; Lobato García, 2000) y migratorias (Valdivia Hoelflich, 2001) parecen indicar que el uso preferencial de la vegetación subcaducifolia de arroyos y cuencas durante la época seca parece variar de acuerdo con la especie.

El estado de conservación de la selva seca e implicaciones para las aves

Indudablemente el factor más importante de deterioro de las poblaciones de aves en las selvas secas y comunidades asociadas del occidente de México ha sido la erradicación y alteración de este hábitat. Se ha propuesto que, originalmente, 14% (ca. 270 000 km^2) del territorio nacional estaba cubierto por este tipo de bosques (Rzedowsky, 1990); la superficie que aún persiste en condiciones prístinas no ha sido estimada con detalle debido, entre otros factores, a la confusión en su clasificación e inconsistencias en su terminología (Trejo, 1996). Trejo y Dirzo (2000) concluyeron que, en 1990, cerca de 27% de la selva seca persistía intacta, otra porción similar estaba fragmentada, 23% altamente fragmentada y degradada y otra proporción igual había sido transformada en otro tipo de usos. Con respecto al occidente de México, no hay cifras publicadas, pero si bien la selva seca del Pacífico representa una de las áreas más extensas y mejor conserva-

das en el país, y quizás en todo Mesoamérica, regional y localmente ha experimentado grandes alteraciones.

Hasta ahora una de las estrategias más importantes para la protección de la riqueza avifaunística ha sido la identificación, creación y manejo de áreas silvestres protegidas. Al respecto, la situación de la selva seca no es nada alentadora. En el país sólo se protege aproximadamente 10% del total de área con este tipo de vegetación (Trejo y Dirzo, 2000). En cuanto a las zonas ya consideradas como áreas naturales protegidas en las que predomina la selva seca, solamente Chamela-Cuixmala, en Jalisco y La Sepultura en Chiapas, sin embargo, otras 53 áreas han sido propuestas como áreas de importancia para la conservación de las aves en México, lo que representa 25% del total de áreas propuestas (Arizmendi y Márquez-Valdelamar, 2000). Si se lograran decretar como zonas a proteger al menos una parte de ellas, se conservaría gran parte de la riqueza de aves de México.

La Reserva de la biosfera de Chamela-Cuixmala es reconocida como la primera y única área en el Pacífico cuyo objetivo es la protección del bosque tropical caducifolio. Su importancia es incuestionable, sin embargo, su tamaño no garantiza la viabilidad, a largo plazo, de especies con ámbitos hogareños extensos o cuyos requerimientos de recursos las obligan a salir de la Reserva (Vega Rivera *et al.*, 2001). Tal es el caso bien documentado de *Amazona finschii* cuyos individuos que se reproducen en Chamela se mueven hacia las partes altas al final de la época seca, después de la reproducción (Renton, 2001). Esta misma conducta de desplazamientos fuera de la Reserva es realizada por *Trogon citreolus* (Renton y Vega Rivera, 2001) y, muy probablemente, por otras especies como los colibríes (Arizmendi, 2001). Por lo anterior, es primordial la puesta en marcha de una red de reservas en el Pacífico o regiones y sitios con un régimen de uso más acorde con la conservación de la flora y fauna silvestre.

La caza de aves deportiva y para el consumo doméstico parece ser un problema menor, hecho contrario a la captura para el comercio de mascotas sobre todo para algunas especies como pericos (K. Renton, com. pers.) y aves canoras, que son atrapadas para satisfacer un mercado nacional e internacional escasamente controlado.

Stotz *et al.* (1996) recomiendan como una estrategia de conservación de la avifauna de la selva seca, emprender mayores esfuerzos hacia el estudio, monitoreo y conservación de las especies endémicas porque forman parte de comunidades diversas y constituyen una porción importante de la avifauna, por lo tanto proteger estas especies significa proteger a muchas otras; y tienden a estar restringidas a un hábitat, por lo tanto son menos capaces de sobrevivir al deterioro ambiental en comparación con las especies más generalistas. Estos autores identifican a ocho especies endémicas restringidas a la selva seca como indicadoras del grado de conservación de este hábitat en el Pacífico mexicano: *Caprimulgus baduis*, *Aratinga breviceps*, *Turdus graysoni*, *Deltarhynchus flammulatus*, *Passerina rositae*, *Granatellus venustus*, *Cyanocorax beecheii* y *C. sanblasianus*. A escala local, un estudio reciente en la selva seca de Chamela (Morales Pérez, 2002) identificó siete especies endémicas restringidas a la selva seca y subcaducifolia *(Ortalis poliocephala*, *Trogon citreolus*, *D. flammulatus*, *G. venustus*, *Polioptila nigriceps*, *Amazona finschi* e *Icterus graduacuauda*).

Finalmente, es importante resaltar la necesidad de realizar más estudios sobre la avifauana de la selva seca. Como se mencionó al inicio de este capítulo, su conocimiento en el Pacífico mexicano es mínimo. En muchas regiones y sitios incluso se carece de listas completas de la comunidad de aves. El análisis de las variaciones anuales en el tamaño y estructura de las poblaciones apenas inicia en lugares privilegiados como Chamela. Se conoce muy poco sobre la biología de la mayoría de las especies y, a la fecha, sólo se han realizado cinco trabajos detallados de especies residentes asociadas con la selva seca. Asimismo, Chamela es el único sitio, en el Pacífico, donde se han realizado estudios comparativos sobre la composición y abundancia del gremio de aves terrestres (residentes y migratorias) en sitios de la selva seca con diferentes grados de alteración (Hutto, 1989; Morales Pérez, 2002; Villaseñor y Hutto, 1995). Estos trabajos destacan que la perturbación y modificación de la selva seca a tierras de cultivo y pastizal afecta negativamente la riqueza y diversidad de la mayoría de las especies residentes y positivamente la de algunas migratorias asociadas con la selva seca.

Definitivamente, ante las alarmantes tasas de deforestación y modificación de la selva seca, surge la apremiante necesidad de generar estudios que permitan

entender mejor la dinámica y función de este ecosistema y su avifauna asociada, así como fomentar el desarrollo de estrategias de conservación hacia los grupos de especies más vulnerables a la deforestación. Los autores de este capítulo esperan que este libro promueva el interés tanto de biólogos y ecólogos para el estudio, conservación y monitoreo de la avifauna de la selva seca, como de organizaciones e instituciones, nacionales e internacionales, sobre la necesidad de financiar estas investigaciones.

Reptiles y anfibios

Andres García

Las selvas secas del occidente de México son consideradas como uno de los ecosistemas donde la pérdida de especies está ocurriendo a tasas realmente preocupantes, con efectos negativos e irreversibles en la biodiversidad de México (Ceballos y García, 1996; Maass, 1995; Massera *et al.*, 1997; Trejo y Dirzo, 2000). Debido a su alto número de especies y formas endémicas de plantas vasculares y vertebrados, así como por sus altas tasas de deforestación, este ecosistema es considerado entre los de mayor prioridad de conservación en México y el mundo (Ceballos, 1995; Ceballos y García, 1995; Noguera *et al.*, 2002; Steininger *et al.*, 2001; Trejo y Dirzo, 2000). El número de especies y de endemismos de vertebrados terrestres que habitan la región del occidente de México ha sido estimado en alrededor de 824 y 246, lo cual constituye un 33% y 31% del total registrado en México respectivamente (Ceballos y Garcia, 1995).

La considerable riqueza biológica de las selvas secas y su problemática de conservación han sido reconocidas sólo recientemente por lo que la cantidad de estudios sobre su biología, ecología y biodiversidad han ido en aumento desde entonces (Bullock *et al.*, 1995; Noguera *et al.*, 2002; Robichaux y Yetman, 2000). Sin embargo existe una necesidad de realizar estudios ecológicos a diversas escalas espaciales y temporales para entender la estructura y dinamismo de este ecosistema con lo cual podrían establecerse estrategias para su conservación (García, 2003).

En este capítulo se sintetizan patrones generales de la diversidad y estructura de comunidades de reptiles y anfibios en el occidente de México. En la primera parte se describen la diversidad, endemismo y los patrones latitudinales de su dis-

tribución. En la segunda se describe la estructura de la comunidad y algunas de las repuestas ecológicas a la estacionalidad ambiental.

De aquí en adelante, al mencionarse a la región del occidente de México, se estará haciendo referencia a las siete ecorregiones de selva seca determinadas por el Fondo Mundial para la Vida Silvestre (Dinerstein *et al.*, 1995; Olson *et al.*, 2001; World Wildlife Fund, www.worldwildlife.org/science/ecoregions.cfm) y avaladas por la Conabio. Estas ecorregiones comprenden las tierras bajas de la Vertiente del Pacífico en el occidente de México, desde Sonora a Chiapas incluyendo la Cuenca del Balsas y la Depresión Central de Chiapas, con un área total aproximada de 25 0000 km^2. Las ecorregiones incluidas son: 1) Balsas, 2) Centro América, 3) Depresión de Chiapas, 4) Jalisco, 5) Sinaloa, 6) zona de transición subtropical Sonora-Sinaloa y, 7) Pacífico Sur.

Diversidad y patrones de distribución

México es considerado como un país megadiverso ya que por su número de especies, la biodiversidad del país es una de las más importantes del mundo. Ocupa el segundo lugar mundial en número de especies de reptiles, el tercero en mamíferos, y el cuarto en especies de anfibios y plantas vasculares (Mittermeier, 1998). De la misma manera, su grado de endemismo es también considerable (e.g. 45% de las especies de vertebrados terrestres) dando mayor relevancia a la conservación de la biodiversidad de México en el contexto mundial (Ramamoorthy *et al.*, 1993).

La distribución de la diversidad en México no es homogénea, ya que se concentra en las regiones del centro y occidente del país como en el caso de los vertebrados terrestres y plantas vasculares (Ramamoorthy *et al.*, 1993). De hecho, en la vertiente del Pacífico, donde las selva seca es la vegetación dominante, se registra la mayor concentración de especies de vertebrados terrestres en México (Ceballos y García, 1995). La selva seca tiene una amplia distribución latitudinal a lo largo de la vertiente del Pacífico Mexicano dominando dicha región desde el sur de Sonora hasta Chiapas, registrándose también en la Cuenca del Balsas y en la Depresión Central de Chiapas (Rzedowski, 1978; Trejo-Vázquez, 1998). Si bien no se ha publicado un listado propio de las especies de reptiles y anfibios de estas selvas en el occidente de México, existen algunos trabajos que pueden dar una idea

de la riqueza y composición de las especies que habitan dicho ecosistema (Campbell, 1999; Casas-Andreu, 1982; Flores-Villela, 1993a).

La riqueza herpetofaunística de la región occidente contiene una proporción considerable del total de especies registradas en México. La recopilación más reciente de la herpetofauna mexicana, menciona que alrededor de 1 165 especies de reptiles y anfibios han sido registradas hasta la fecha en el país (Flores-Villela y Canseco-Márquez, 2004). Un análisis reciente ha determinado que en la región occidente de México ya se han registrado aproximadamente 364 especies en las siete ecorregiones mencionadas anteriormente (García, 2006), lo que representa un tercio (31%) del total de las especies de la herpetofauna del país. Esta estimación difiere de la de Flores-Villela (1993a) principalmente por que ésta incluye un área mayor (la zona de transición subtropical Sonora-Sinaloa), algunos nuevos registros y nuevas especies.

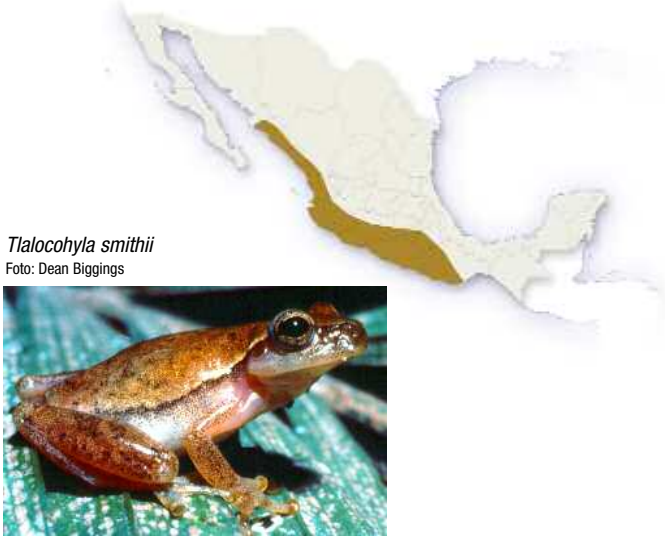
En el occidente de México habitan alrededor de 89 especies de anfibios, pertenecientes a 12 familias y 3 ordenes, y 275 especies de reptiles representando a 27 familias y 4 órdenes. Entre los anfibios, el orden Anura es el taxón dominante con un 92% de las especies, contrastando con el apenas 6% del orden Caudata, el siguiente orden en dominancia. Entre los reptiles el taxón dominante es el suborden Serpentes (50%) seguido del suborden Sauria (44%). El 22.5% de las especies de anfibios y el 27.3% de las especies de reptiles registradas en esta región son exclusivas de ésta (cuadro 1). En esta selva se registran nueve especies de géneros endémicos de México (tres lagartijas y seis serpientes) de las cuales cinco son monoespecíficos, donde resaltan las culebras *Geagras redimitus* y *Pseudoleptodeira latifasciata* por ser exclusivas de esta región (figura 1). Alberga además otros 10 géneros monoespecíficos que incluyen dos especies de anfibios, una lagartija y seis serpientes (Flores-Villela, 1993a).

El grado de endemismo en la herpetofauna del occidente es uno de los más altos entre las regiones naturales del país, superado solamente por las tierras altas tropicales del centro de México (Flores-Villela, 1991, 1993b). Más de la mitad del total de especies de reptiles y anfibios de esta región son endémicos de México (48 y 52% respectivamente) y de éstas, un 45% y 28% sólo se distribuyen en esta región respectivamente (cuadro 1). Lo anterior indica que la considerable diversidad herpetofaunís-

Incilius marmoreus
Foto: Andrés García

Incilius mazatlanensis
Foto: Andrés García

Pachymedusa dacnicolor
Foto: Andrés García



Tlalocohyla smithii
Foto: Dean Biggings

Figura 1. Especies de anfibios y reptiles endémicos de las selvas secas del Pacífico de México

Anolis nebulosus
Foto: Gerardo Ceballos

Sceloporus pyrocephalus
Foto: Andrés García

Salvadora mexicana
Foto: Andrés García

Rinochlemmys rubida
Foto: Andrés García

Cuadro 1. Riqueza y endemismo de la herpetofauna del occidente de México incluyendo las especies restringidas geográficamente a la región

			Especies				
Clase	**Orden**	**Familias**	**Total**	**Endémicas**	**% Endémicas**	**Restringidas**	**% Restringidas**
Amphibia	Anura	9	82	42	51.2	19	23.2
	Caudata	2	5	3	60	0	0
	Gymnophiona	1	2	1	50	1	50
	Total	**12**	**89**	**46**	**51.7**	**20**	**22.5**
Reptilia	Amphisbaenia	1	2	2	100	2	100
	Sauria	13	121	65	53.7	38	31.4
	Serpentes	8	138	59	42.7	31	22.5
	Testudines	5	14	5	35.7	5	35.7
	Total	**27**	**275**	**131**	**47.8**	**76**	**27.3**
Herpetofauna		**39**	**364**	**177**	**48.6**	**96**	**26.4**

Kinosternon chimalhuacana
Foto: Peter Paul Van Di

Tripion spatultus
Foto: Gerardo Ceballos

Heloderma horridum
Foto: Gerardo Ceballos

tica de las selva seca de occidente de México está dada por un alto endemismo a nivel de especies, del cual más de un tercio parece haberse originado en esta región.

Los orígenes de la herpetofauna del occidente de México y las causas de su alta diversidad y endemismo parecen encontrarse en los procesos de dispersión, vicariancia y cambios climáticos a los que se vio sometida la biota mexicana durante el Cenozoico (Flores-Villela, 1993b). La herpetofauna mexicana se originó a partir de la dispersión y procesos de vicariancia ocurridos en cuatro elementos básicos, Norteamericano antiguo, Sudamericano, Tropical reciente y Mesoamericano, dividiéndose este último, por los procesos orográficos ocurridos durante el Oligoceno, en varias unidades entre las que se incluyen las tierras bajas del occidente de México, mismas que han permanecido aisladas desde entonces (Savage, 1982). Posiblemente, este aislamiento geológico, junto con cambios posteriores en la vegetación y clima trajo consigo el aislamiento ecológico de esta fauna produciendo con el paso del tiempo, la evolución de la considerable diversidad y endemicidad de la herpetofauna del occidente de México (Flores-Villela, 1991; 1993b).

Patrón general y latitudinal de la diversidad

El patrón general de la diversidad de la herpetofauna ha sido determinado con base al modelaje de distribución de las especies utilizando el programa GARP empleando 19 variables climáticas y 3 topográficas junto con una base de datos de la herpetofauna del occidente de México con casi 3 000 registros únicos (García, 2006). De esta manera y de acuerdo a los modelos binarios de la distribución se encontró que la riqueza de especies se encuentra concentrada en varias áreas, especialmente en Chiapas y Oaxaca. Otras áreas de gran concentración de especies están localizadas en Michoacán, Guerrero (a lo largo de la costa y la Cuenca del Balsas), Colima, Jalisco y Sinaloa (figuras 2 y 3).

La disminución de la diversidad de especies desde el ecuador hacia los polos es un patrón biogeográfico bien reconocido (Brown y Limolino, 1998; Rosenzweig, 1995). Si bien con algunas excepciones, en algas marinas y algunas especies de parásitos (Gaines y Lubchenco, 1982; Rohde, 1992), esta tendencia ha sido registrada en una amplia variedad de grupos (Brown y Limolino, 1998; Davidowitz y Rosenzweig, 1998; Fischer, 1960; Kaufman y Willing, 1998; Lyons

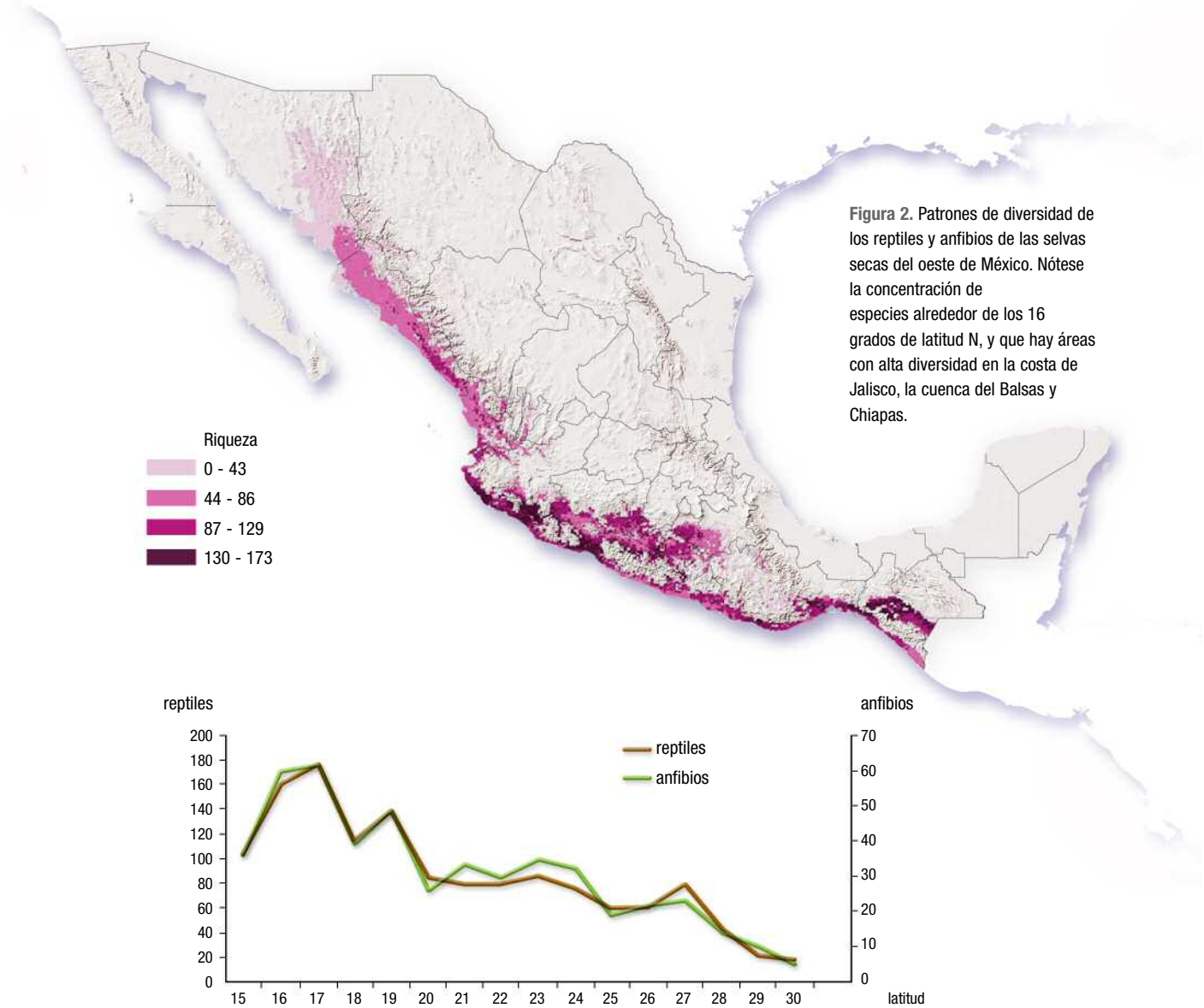


Figura 2. Patrones de diversidad de los reptiles y anfibios de las selvas secas del oeste de México. Nótese la concentración de especies alrededor de los 16 grados de latitud N, y que hay áreas con alta diversidad en la costa de Jalisco, la cuenca del Balsas y Chiapas.

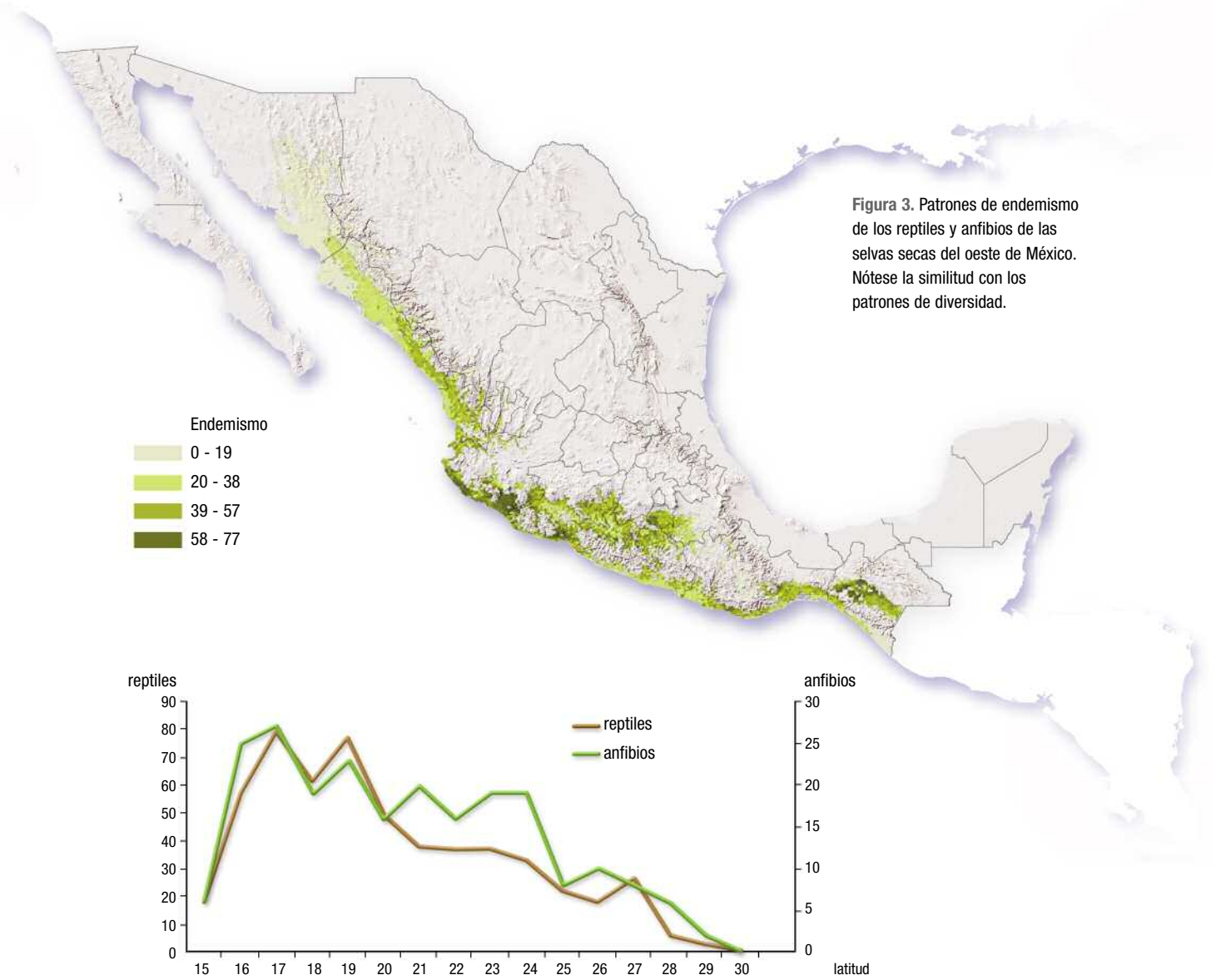


Figura 3. Patrones de endemismo de los reptiles y anfibios de las selvas secas del oeste de México. Nótese la similitud con los patrones de diversidad.

y Willing, 1999; Macpherson y Duarte, 1994; Rosenzweig, 1995; Simpson 1964; Schall y Pianka 1978). En el caso particular de los vertebrados del occidente de México, se ha demostrado que la distribución de las especies de mamíferos sigue este patrón (Ceballos, 1995; Vázquez y Gaston, 2004).

En una análisis preliminar basado en la lista de especies registradas para las tierras bajas del occidente de México (Flores-Villela, 1993a) y utilizando bandas de medio grado de latitud, se encontró que la distribución de los reptiles y anfibios también presenta dicha tendencia (García, 2003). La diversidad de especies de reptiles y anfibios disminuye hacia mayores latitudes (figura 2). En ambos casos, el mayor número de especies se ubica en la banda de los 16° de latitud (costa sur de Oaxaca y norte de Chiapas) registrándose el 41% y 58% del total de especies registradas de reptiles y anfibios en el occidente de México respectivamente. La distribución latitudinal de los endemismos de la herpetofauna también registró un patrón similar (figura 3). Sin embargo, alrededor de los 15° el número de especies endémicas es muy bajo lo cual puede deberse a su cercanía de la frontera con Guatemala por un lado, y por el otro a la poca extensión de la banda latitudinal en esa zona debido a la forma del país. Lo que resalta de este patrón es que existe un gran concentración de especies de reptiles endémicas alrededor de las costas de Michoacán, Colima y Jalisco (18 y 20° de latitud), mientras que el mayor número de endemismos de anfibios es mayor en las costas de Oaxaca y Chiapas (16 a 17°). La disminución latitudinal de endemismos es más marcada en anfibios que en los reptiles.

La herpetofauna y la estacionalidad ambiental de las selvas secas

La selva seca caducifolia se caracteriza por una marcada estacionalidad en la precipitación pluvial, con periodos de sequía de hasta de 9 meses (Bullock, 1986; Murphy y Lugo, 1995). Lo anterior provoca profundos cambios estacionales en la estructura y dinámica de estos ecosistemas afectando la biología y ecología de sus especies (Bullock y Solis-Magallanes, 1990; Ceballos, 1995; Flemming y Hooker, 1975; Janzen, 1976). Así, la marcada estacionalidad de las lluvias produce cambios estacionales en la fisonomía del bosque ya que durante la prolon-

gada época de secas la mayoría de los árboles pierden sus hojas y deben sincronizar su reproducción con la próxima temporada de lluvias (Bullock y Solis-Magallanes, 1990). Con la llegada de la época de secas, la productividad y la disponibilidad de recursos disminuyen notablemente y la estructura de la vegetación pierde complejidad modificando el microhábitat y las condiciones climáticas de éste debido a una mayor insolación (Cuevas, 1995; Janzen, 1976; Lister y García, 1992). Para enfrentar la estacionalidad ambiental característica de la selva seca, las especies de vertebrados terrestres de este ecosistema, han desarrollado varias adaptaciones, entre las cuales se incluyen movimientos locales y regionales, cambios en los patrones de actividad, cambios en la dieta alimenticia, acumulación de grasa y adaptaciones fisiológicas (Ceballos, 1995).

Una de las estrategias más notables es la marcada disminución de la actividad general de la herpetofauna y muy especialmente en las especies de anfibios. Durante los meses secos, cuando el agua superficial y la cobertura vegetal escasea por completo, las especies de anfibios buscan aquellos microhábitats donde puedan reducir la pérdida de la humedad. Estos sitios incluyen las cortezas de los árboles, las bromelias y las palmas, como ha sido reportado para varias especies de la familias Hylidae (e.g. *Exerodonta smaragdina*, *Ologylon staufferi*, *Trachycephalus venulosus* y *Smilisca baudinii*) y Microhylidae (*Hypopachus variolosus* y *Gastrophryne usta*) (Campbell, 1998; Casas-Andreu, 1982; Duellman, 1965a; Duellman, 2001; Duellman y Trueb, 1994; Lee, 1996; Smith, 1941; Stuart, 1958). Asimismo, otras especies buscan sitios cercanos a la vegetación de arroyo, como el caso de la ranita *Leptodactylus melanonotus* que se resguarda bajo las rocas en dicha vegetación (Casas-Andreu, 1982). La humedad que mantiene el suelo durante la sequía, juega un papel importante para evitar la deshidratación de algunas especies como la ranita *Physalaemus pustulosus* la cual se entierra en el suelo hasta a 25 cm de profundidad (Duellman, 1965b). Esta estrategia ha sido posible debido en parte a la gran habilidad de los anfibios en general para absorber agua vía cutánea (Bentley, 1966) y que alcanza uno de sus máximos niveles en las especies del género *Scaphiopus* (Pouch, *et al.*, 1998).

Si bien entre los reptiles de las selvas secas existen especies que se resguardan casi por completo durante la temporada de sequía, este patrón es mucho menos

generalizado que en anfibios registrándose por el contrario cierta actividad todo el año pero con fluctuaciones estacionales en los niveles de actividad diaria, alcanzando valores mínimos en la época de secas. Ejemplos de ello son las lagartijas *Anolis nebulosus*, *Sceloporus melanorhinus*, *S. utiformis*, *Urosaurus bicarinatus*, *Aspidoscelis communis* y *A. lineatissima* (Casas-Andreu y Gurrola-Hidalgo, 1993; García , 1996, 2002a, b; Lister y García 1992; Valtierra-Azotla, 1996). Entre algunos ejemplos de especies que se resguardan parcialmente durante la sequía se encuentra el bejuquillo (*Oxybelis aeneus*) que se retrae en los hoyos de los árboles (Scott y Limerick, 1983). Los adultos de la lagartija venenosa conocida como "escorpión" (*Helorderma horridum*), sólo están activos por un par de meses, pero no durante la época de lluvias sino al final de las secas. Lo anterior se debe entre otros factores a que sólo consumen crías y huevos de vertebrados terrestres los cuales están disponibles en ese tiempo (Beck y Lowe, 1991; García y Ceballos, 1994; Ramírez-Bautista, 1994) (figura 4).

Otra estrategia ante la estacionalidad ambiental es la sincronización de la reproducción con la temporada de lluvias, lo cual es un patrón ampliamente registrado en los anfibios y reptiles de las selvas secas y otros ambientes estacionales (Casas-Andreu, 1982; Duellman, 1965a; Duellman, 1995; Duellman, 2001;

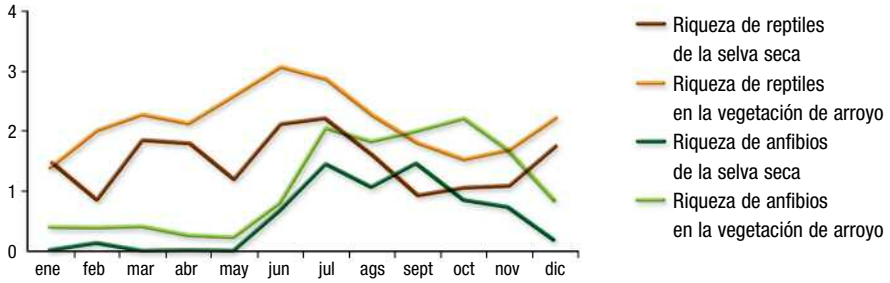


Figura 4. Tendencias espacio-temporales en la riqueza de reptiles y anfibios de la selva seca y en la vegetación de arroyo de la reserva de la biosfera Chamela-Cuixmala en la costa de Jalisco: los valores de la riqueza son el promedio obtenido en 10 sistemas de trampeo (unidades de muestreo) entre junio de 1995 y octubre de 2000.

Duellman yThomas, 1996; Duellman y Trueb, 1994; García y Ceballos, 1994; Ramírez-Bautista, 1994; Ramírez-Bautista, 1995; Ramírez-Bautista y García, 2002; Schwalbe y Lowe, 2000). Por ejemplo, la rana "pico de pato" (*Triprion spatulatus*) y el "sapito" *Hypopachus variolosus* sólo salen a reproducirse cuando ocurren lluvias torrenciales retrayéndose nuevamente, a veces hasta la nueva época de lluvias (Campbell, 1998; Duellman, 2001). Muchos de los anfibios de las selvas secas presentan un estado larvario en su desarrollo (Casas-Andreu, 1982; García y Ceballos, 1994; Ramírez-Bautista, 1994; Ramírez-Bautista y García, 2002), lo cual es una desventaja en ambientes estacionales como la selva seca ya que por lo general las charcas existentes son solamente temporales. Una respuesta a ello, puede ser el rápido desarrollo de los renacuajos en varias especies (Duellman, 2001) lo que puede evitar que mueran al secarse la charca. Entre las lagartijas de la selva seca se ha documentado mayor actividad reproductiva durante la época de lluvias en los casos concretos de *Aspidocelis lineatissima*, *Urosaurus bicarinatus* y *Anolis nebulosus* (Ramírez-Bautista, 1995; Ramírez-Bautista y Vitt, 1997, 1998; Ramírez-Bautista, *et al.*, 2000). La reproducción de la lagartija o "cuije de cola negra" (*Ameiva undalta*) está sumamente afectada por la variación estacional de la precipitación, siendo que los adultos solo están activos durante las lluvias, mientras que el resto del año predominan los juveniles (Scott y Limerick, 1983).

Los cambios en el uso del hábitat es otra adaptación importante para enfrentar la estacionalidad ambiental de la selva seca y en ello, la hojarasca y la vegetación de arroyo, juegan un papel importante. Durante la época de secas, la mayoría de los árboles pierden sus hojas constituyendo el 94% del total de la hojarasca producida anualmente en estas selvas (Martínez-Yrízar, 1995). La hojarasca es un microhábitat sumamente importante como fuente de alimento para varias especies de reptiles insectívoras durante la época seca cuando los abundancia de insectos en otros estratos de selva es muy reducida (Lister y García, 1992). Lagartijas arborícolas como *Anolis nebulosus*, *Sceloporus melanorhinus* y *Urosaurus bicarinatus* visitan con mayor frecuencia la hojarasca en busca de alimento durante la temporada de sequía arriesgándose a ser depredadas (García, 1996; 2002b; Lister y García, 1992; Valtierra, 1996). Otras especies como la tortuga o "casco rojo" (*Rhinoclemmys pulcherrima*) y el paño de árbol (*Anolis nebulosus*) utilizan

con mayor frecuencia sitios húmedos adyacentes a la selva seca como la vegetación de arroyo durante la sequía (Casas-Andreu, 1982; Lister y García, 1992).

Cambios estacionales en la estructura de la comunidad

La topografía de la costa del Pacífico se caracteriza por lomas donde domina la selva seca y pequeños valles donde se desarrolla vegetación de arroyo, formando una matriz de suma importancia para la diversidad existente en la región (Ceballos, 1990; 1995; Lott, 1993). A pesar de que la vegetación de arroyo y la selva seca se encuentran en condiciones climáticas similares, contrastan notablemente en sus características. La complejidad en la estructura de la vegetación, la productividad y estabilidad microclimática es mayor y con menores fluctuaciones estacionales en el arroyo que en la selva seca (Bullock *et al.*, 1995; Ceballos, 1990; Lott *et al.*, 1987). Durante la época de secas, la vegetación de arroyo se mantiene verde y húmeda mientras que la selva seca se torna seca y sin hojas por lo que varias especies de animales utilizan la vegetación de arroyo como refugio durante esa temporada (Ceballos 1990, 1995; Ornelas *et al.*, 1993; Valenzuela y Ceballos, 2000).

Al nivel de comunidad y en el caso de los reptiles y anfibios, la vegetación de arroyo ha demostrado ser importante para el mantenimiento de la diversidad de especies, como lo indican los resultados de 5 años de muestreo de la herpetofauna en 10 sitios de selva seca y vegetación de arroyo en la reserva de la biósfera Chamela-Cuixmala en la costa de Jalisco (García, 2003). En dicho estudio, se ha encontrado que la vegetación de arroyo, a pesar de su relativa poca extensión en el área protegida, registró una mayor abundancia, riqueza y diversidad de especies de la herpetofauna comparada con la selva seca. La vegetación de arroyo permite el mantenimiento de cierta diversidad durante las secas como lo demuestra la menor variación estacional de la estructura de la comunidad en este tipo de vegetación para reptiles y anfibios y la mayor diversidad registrada para ambos grupos en la vegetación de arroyo sobre todo durante los meses de máxima sequía que son abril y mayo (figura 4).

Lepidópteros diurnos

Roberto de la Maza

Dentro del contexto de esta obra, realizada con la necesidad de evaluar, entender y conservar las selvas secas, se esboza un panorama de la importancia que estos ecosistemas representan en relación a las mariposas diurnas (rhopalocerofauna) de México.

Las selvas secas cubren, aproximadamente, 30% de nuestro país. Tienen una distribución más extensa y continua desde el sur de Sonora hasta Chiapas, en la vertiente del Pacífico, incluyendo los valles intermontanos de los ríos Lerma-Santiago, Balsas y Grijalva. Se encuentran también, formando islas, en el extremo austral de la península de Baja California, las islas Revillagigedo, las Islas Marías, la Huasteca, en el centro de Veracruz y al noroeste de la península de Yucatán (Rzedowski, 1978; Trejo, este volúmen).

Son selvas de tipo monzónico que deben su característica caída del follaje a un largo periodo de sequía –que puede durar hasta nueve meses– y su existencia está condicionada por características propias del clima regional, o bien, por la presencia de sombras orográficas que impiden el acceso de la humedad a sus hábitat (Rzedowski, 1978).

En este capítulo se describen rasgos generales de la diversidad y endemismo de la lepidopterofauna diurna de la selva seca, así como algunas características particulares de su distribución. También se enfocan algunas de las respuestas ecológicas a la estacionalidad ambiental que han desarrollado estos taxa en ese ecosistema y aspectos de la estructura de la comunidad. La última sección refiere a los

problemas de conservación de los lepidópteros diurnos de la selva seca y propone algunas medidas para su conservación.

Diversidad y endemismo

En México se estima un total de 2000 especies de mariposas diurnas. Un listado actualizado (De la Maza E.R., en prensa) indica que hay 1 872 especies y 2 294 taxa, si se toman en cuenta las subespecies.

En el caso de las selvas secas, excluyendo las de Yucatán, se tienen registradas 763 especies (40.75% del total), cifra que se eleva a 949, tomado en cuenta los taxa que presentan más de una subespecie representada en el área. Se espera que, en el territorio involucrado, se pueda encontrar cerca de 50% del total de la fauna mexicana, como taxa desconocidas para la ciencia o como nuevos reportes para el país.

Estas selvas generalmente se encuentran habitadas por especies estenotópicas al clima subhúmedo monzónico (2Aw), por muchas al clima semihúmedo monzónico (2Am) y por elementos de amplia distribución (secundarios) de climas cálidos, sin importar su humedad (1A). Sin embargo, una característica que vale la pena resaltar es que la biodiversidad de las selvas secas está enriquecida por oleadas de invasiones, aislamientos y refugio de fauna que proviene de ecosistemas vecinos o lejanos, a lo largo de los cambios climáticos geohistóricos (De la Maza *et al.*, 1995a). Aún en la actualidad, este tipo de selvas se encuentra interdigitada con otros tipos de vegetación, en dominancia o relictualidad, que permiten la existencia de especies que corresponden a otras fórmulas climáticas (2Ab, 2A/Cb, 2Af/m, 2A/Cm, 2A/Cf, 1C).

En la sierra de los Aguajes, Sonora, existen relictos de selvas secas, rodeados por matorral desértico, que conservan especies como *Hamadryas glauconome grisea* o *Chlosynne eumeda dryope*. En las cercanías de Acahuizotla, Guerrero, esta selva interdigita con selva subcaducifolia, bosques de pino-encino y mesófilo y, por lo mismo, su fauna es extremadamente compleja (De la Maza, E.R., 1981). En Tilzapotla, Morelos, la existencia de una profunda cañada, sombría y orientada al norte, permite la sobrevivencia de 31 especies de selvas subperennifolias, incluyendo dos delicadísimas especies de *Ithomiinae* que, habitualmente, sólo pueden sobrevivir en selvas húmedas o bosques mesófilos. Lo admirable es que

allí sobreviven con menos de 1 000 mm de precipitación y siete meses de sequía (De la Maza *et al.*, 1995b).

En lo relativo al endemismo, las selvas secas del Pacífico de México presentan una subfamilia endémica, Baroniinae (Papilionidae), que se considera relicto del Cretácico (De la Maza y De la Maza, 1993). Presenta, además, 11 géneros endémicos, que son: *Pindis*, *Anemeca* y *Bolboneura* (Nymphalidae) *Lamphiotes* (Riodinidae), *Hypostrymon*, *Minystrymon* (Lycaenidae), *Baronia* (Papilionidae), *Prestonia* (Pieridae), *Windia* (Hesperiidae), *Stallingsia* y *Turnerina* (Megathymidae). Cabría remarcar que un género de Licénidos, el de Piéridos, el de Papiliónidos y el de Hespéridos tienen en común alimentarse de leguminosas, plantas muy abundantes en las selvas secas. Otra situación curiosa es la del género *Hypostrymon*, que es estenotópico a matorrales salinos de *Atriplex* y presenta especies aisladas en Baja California, Sonora, Sinaloa, Tehuantepec y Tehuacán.

Miller (1978) explica que la evolución de géneros como *Pindis*, *Prestonia*, *Baronia* y otros de más altitud, a los que denomina fauna mexicana antigua (*old Mexican fauna*), se desarrollaron por aislamientos insulares ocurridos durante fines del Cretácico y el Terciario temprano. La persistencia de estos géneros en las selvas secas del Pacífico nos permite aventurar la antigüedad de este ecosistema, así como la estabilidad que ha tenido a lo largo de la geohistoria.

El endemismo se complementa por la presencia de 159 especies (50% del total nacional) y de 184 subespecies, lo que permite evaluar la importancia que el área cubierta por selvas secas presenta para salvaguardar la biodiversidad del país (figura 1). Es importante tomar en cuenta que el endemismo de estas selvas podría ser mayor pero debido a que las provincias fisiográficas que las limitan –tanto al norte como al sur– penetran a otros países, se comparten endemismos con Guatemala, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica y Estados Unidos (DeVries, 1985; Godman y Salvin, 1889 y 1901; Howe, 1975).

El origen de la rhopalocerofauna de las selvas secas del Pacífico mexicano es muy antiguo y complejo. En su base se encuentran numerosos elementos del trópico Laurásico que, como *Brephidium exilis*, han dejado rastros de su evolución, por medio de especies multicariantes, en Florida, en las Antillas y en la cordillera africana del Atlas, siguiendo la ruta de apertura del océano Atlántico (Higgins

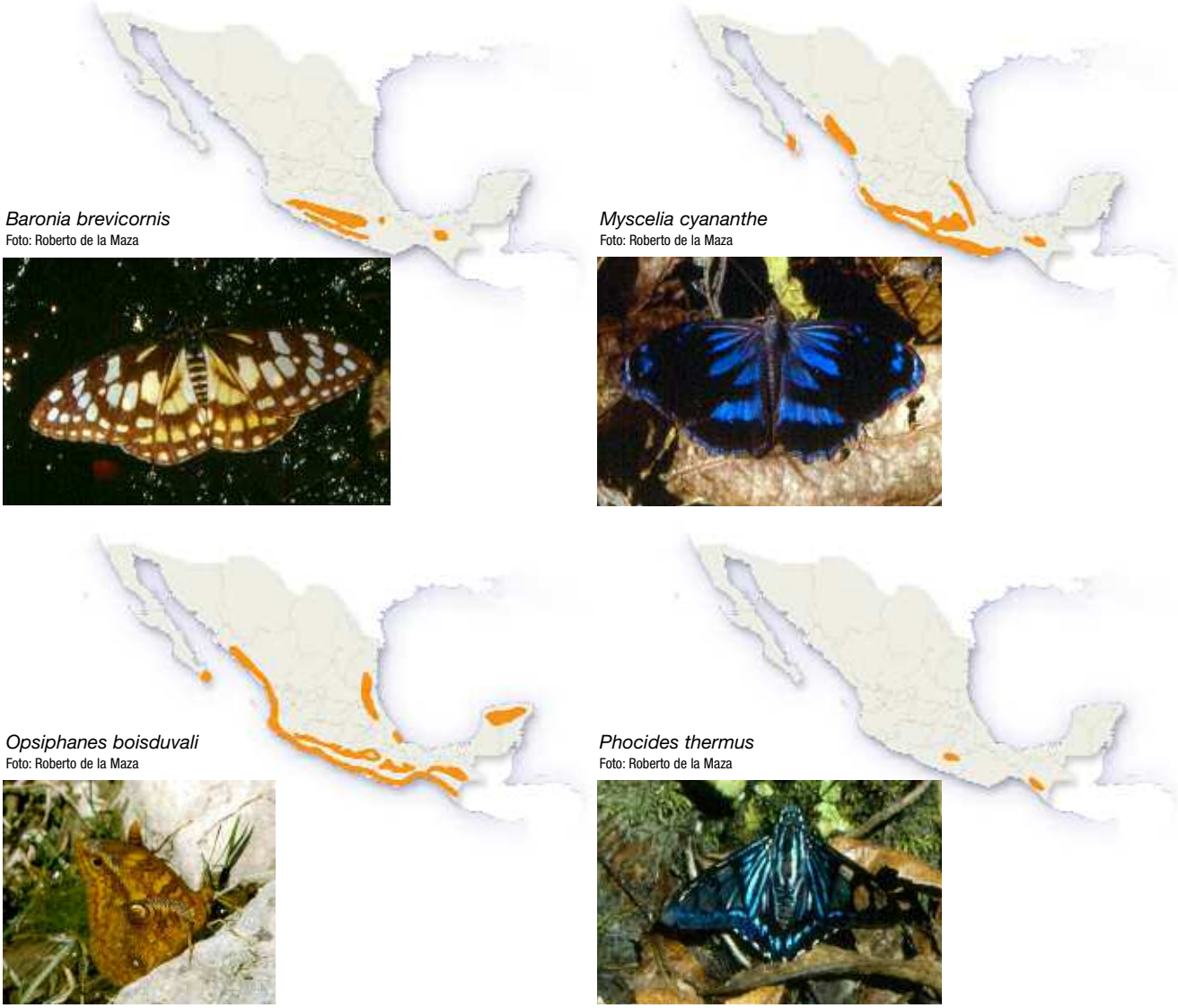


Figura 1. Especies de mariposas diurnas de México.

y Riley, 1973; Howe, 1975; Riley, 1975). En similar posición se encuentra el género *Apodemia*, que cuenta con un vicariante monotípico en Europa: *Hemearis lucina* (Higgins y Riley, 1973).

Esta base laurásica tiene su mayor representación en los Melitaeinae, de los cuales México ha servido como centro de refugio de géneros como *Anemeca* y *Texola* y de diversificación y radiación de los géneros *Chlosynne* y *Anthanassa* (Higgins, 1981). Otro de los géneros que seguramente se desarrollaron en las selvas secas fue *Calephelis*, que cuenta con la mayoría de sus 50 especies entre El Salvador y el sur de Estados Unidos.

Durante el Terciario –hasta antes del Mioceno– los principales centros de diferenciación de esta fauna de clima tropical subhúmedo (2 Aw) parecen haberse localizado en La Paz, Baja California Sur, en la sierra Sonorense, en la del Río Santiago-Lerma, en la del Río Balsas, en la cuenca alta del Pánuco y del Papaloapan, en la del alto Grijalva y, por último, en la del alto Motagua, en Guatemala. Esta situación se puede corroborar por la distribución multicariante de las especies y subespecies estenotópicas a lo largo de este territorio. Es interesante anotar que las sierras de Chihuahua y Sonora deben ser muy inestables en cuanto al mantenimiento de las selvas secas y generan múltiples subespecies, clinadas, en refugios cercanos, como en el caso del género *Texola* (Higgins,1981; Mullins, 1987).

Cuadro 1. Comparación de la diversidad de mariposas diurnas y endemismo en diferentes regiones

Región	Diversidad Número de especies	Endemismo Número de especies
México De la Maza R. (obs. pers.)	1 872	318
Antillas Riley (1975)	2 93	155
Selvas del Pacífico De la Maza R. (obs. pers.)	7 63	159
Brasil Brown (s/f)	3 130	951
Mata Atlántica Brown (s/f)	2 124	652

El aporte neotropical a las selvas secas del Pacífico es muy reciente, no existe ningún género de esta filiación que se pueda considerar endémico y el número de especies endémicas es relativamente reducido e incluye a: *Pteronymia rufocincta, Taygetis weymeri*, *Cissia cleophes*, *Cissia rufostriata*, *Cissia pellonia*, *Vareuptychia themis*, *Vareuptychia undina*, *Myscelia cyanathe*, *Catonephele cortesi*, *Diaethria mixteca*, *Diaethria asteria*, *Cyclogramma bacchis*, *Hamadryas atlantis*, *Cymatogramma perenna*, *Fountainea tehuana*, *Fountainea rayoensis*, *Euselasia mazai* y otras seis más que están en estudio. Es muy posible que las formas neotropicales hayan llegado antes de que ocurrieran las etapas glaciales del Pleistoceno y que las mismas especies hayan sido aisladas y diferenciadas en repetidas ocasiones sucesivas, como ocurrió en las selvas tropicales lluviosas de Suramérica (Brown, 1978).

Un posible ejemplo sería la línea evolutiva hipotética del Euritelino: *Cyclogramma bacchis*. Esta especie –bien distribuida desde Nayarit a Oaxaca– es endémica del área y muestra, en sus patrones alares y genitales, caracteres que son reminiscentes con otra especie endémica y simpátrica: *Diaethria asteria*, restringida a la Nueva Galicia (De la Maza J., 1977). Esta última parece ser una culminación de un proceso de diferenciación específica de *Diaethria astala astala*, que ahora está distribuida en el Golfo-Caribe y que, en el Pacífico, sólo se encuentra en las cercanías de Pluma Hidalgo-Loxicha. Como refuerzo a esta teoría, en la sierra de Guerrero (Atoyac-Acahuizotla) existe una subespecie aislada –*Diaethria astala asteroide*– que presenta características intermedias entre *D. astala astala* y *D. asteria* (De la Maza y Turrent, 1985). Esto significaría que su pool genético ha penetrado cuatro veces al Pacífico y se ha diferenciado en tres de ellas.

En general, se puede decir que el endemismo de filiación neotropical se encuentra al nivel de especies y, sobre todo, de subespecies y debe ser el resultado de los últimos dos o tres episodios glaciales (De la Maza, 1980, en prensa; De la Maza, *et al.*,1995b).

Variaciones en la composición faunística

Las selvas secas varían en la composición de su rhopalocerofauna por diferentes razones, muchas de las cuales no son sencillas de comprender. La diversidad de las

diferentes áreas varía con respecto a su topografía y al grado de humedad que aporte el comportamiento climático local (De la Maza, 1995b). Las regiones más diversas, como la zona de Loxicha, Atoyac de Álvarez y la Bahía de Banderas son las que tienen mayores diferencias altitudinales en las sierras que las limitan y presentan accidentes más abruptos que precipitan la condensación de humedad. Estas áreas presentan refugios interdigitados de ecosistemas más húmedos, o templados, que enriquecen su diversidad (De la Maza y White, 1990; De la Maza, *et al.*,1995a).

En estos ecosistemas, especialmente en las cañadas y galerías riparias de los valles, se establecen selvas más complejas y umbrófilas que pueden mantener, refugiar, aislar y permitir la evolución divergente de los organismos más delicados y especializados que puedan acceder en su dispersión o por los cambios climáticos geohistóricos. Por ello, uno de los fenómenos más interesantes que presentan estas selvas son las distribuciones disyuntas de especies, que ocurren en áreas visualmente homogéneas, pero que no deben, o debieron serlo, como se mencionó en lo relativo al género endémico *Hypostrymon*.

Una de las disyunciones más conocidas con respecto a este tipo de selvas es la del riodínido *Adelotypa eudocia*. Esta especie se encuentra en el Pacífico de Costa Rica, desaparece hasta la región de Arteaga, Michoacán, en donde se le registró recientemente (Luis González Cota, com. pers.). Hay poblaciones en Manzanillo, Colima (localidad-tipo) y en la región de Trinidad, Sonora (Douglas Mullins Leg.). Otra disyunción conocida es la del Piérido *Prestonia clarki*, que fue descrita en Sinaloa y que presenta una subespecie, disyunta, en las cercanías de la presa Benito Juárez, en Oaxaca.

Otras especies que se han localizado en distribuciones disyuntas son *Eunica alcmena* (Mapastepec, Presa Benito Juárez, Chacalapilla, Punta Mita), *Eunica olympias* (Mapastepec, Atoyac de Álvarez, Casimiro Castillo, Punta Mita), *Fountainea tehuana* (Guien Gola, Manzanillo, Chamela, Punta Mita, Campeche, X´can Quintana Roo.), *Exoplisia cadmeis* (Panamá, Zihuatanejo, Jalisco), *Lamphiotes velazquezi* (Candelaria Loxicha, Acahuizotla) y *Phocides thermus* (Retaluleu Guatemala, Tilzapotla en Morelos).

Dentro del ámbito de las curiosas disyunciones de rhopalocerofauna se destaca la región de Nueva Galicia, pues en ella (quizás por una mayor humedad en

las selvas) suelen encontrarse especies restringidas a las selvas húmedas del Golfo-Caribe, como el Brasolino *Dynastor darius*, conocido de Colima, Los Chimalapas y la Selva Lacandona; *Pandemos godmanii*, *Juditha molpe* y *Calociasma lilina*, riodínidos que se distribuyen en Nueva Galicia y por todo el Golfo, hasta Córdoba, Veracruz (Hoffmann, 1940-1941).

Asimismo, la composición de especies en las selvas secas puede estar influida por eventos geológicos abruptos, actuales o antiguos. El área de Lagartero, Trinitaria, Chiapas, presenta una serie de elementos únicos de filiación centro-sudamericana, como *Actinote laphita*, *Euselasia mazai* y *Priamides rhodostictus*, especies raras cuya distribución es disyunta. Además, muestra anomalías en la presencia de especies que, habitualmente, son ajenas a este ecosistema como *Tithorea harmonia salvadoris*, *Hypotyris lycaste* ssp., *Ithomia patilla psyche*, *Battus lycidas*, *Parides anchises* ssp., *Parides iphidamas* ssp., y otras más.

Estas especies se refugian en la galería riparia de los lagos y esteros del río San Gregorio, subsistiendo en una precipitación cercana a los 1 000 mm y con cinco meses secos. Fuera de las galerías riparias, se pueden encontrar taxa usuales de las selvas secas, como *Baronia brevicornis*, *Texola elada*, *Chlosyne rosita*, *Lasaia maria*, *Caria rabatta*, *Priamides pharnaces*, *Myscelia cyananthe* y *Bolboneura sylphis*. Muchas de estas especies, fuera de contexto climático, son indicadoras de selvas tropicales lluviosas y representan fauna del refugio pleistocénico Guatemala-Pacífico. La explicación de su presencia consiste en que los ríos San Gregorio y Cuilco drenaban hacia el Soconusco, fenómeno interrumpido con el volcán Tacaná, mismo que ha formado una sombra orográfica que desecó y extinguió una selva tropical húmeda, que florecía en ese lugar (De la Maza, en prensa).

En lo que se refiere a la diversidad latitudinal, se puede observar que existe un obvio gradiente de disminución de sur a norte. Sin embargo, el centro de máxima concentración de especies estenotópicas a la selva seca se ubica entre Guerrero y Nayarit. Hacia el sureste de este centro, a pesar de que están registradas más especies, el número de formas típicas de las selvas secas se reduce y es reemplazado por especies de selvas lluviosas estacionales y sabanas centro y sudamericanas. Hacia el noroeste de Nayarit, a través de Sinaloa, Chihuahua, Sonora y, especialmente, en Baja California existe una importante depauperación en cuanto a

género y especie, y se manifiestan en forma muy notoria organismos de los ecosistemas definitivamente xerófilos.

Respuestas ecológicas a la estacionalidad

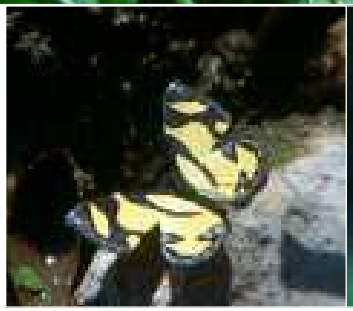
Poco se ha documentado con respecto a las estrategias que los rhopaloceros utilizan para sobrevivir los periodos de sequía, de hasta 9 meses, que ocurren en las selvas secas. Aparentemente, las mariposas diurnas han desarrollado una serie de mecanismos adaptativos que se presentan en las diferentes etapas de su metamorfosis (De la Maza, *et al.*, 1995a, b).

A nivel de huevecillo se ha podido observar que el Pyrgino *Systacea pulverulenta* oviposita, a finales de la estación lluviosa, sobre la corteza de las ramas de su planta de alimentación larval, lo que asegura que la progenie no sea tirada del árbol cuando pierde el follaje. También se podría inducir que las larvas no deben eclosionar hasta que las lluvias del siguiente ciclo no promuevan la salida de nuevas hojas en el árbol, teniendo una diapausa a nivel de huevecillo (De la Maza y De la Maza, 1993).

Las larvas de algunos Riodínidos, como *Synargis mycone*, sobreviven a la sequía en hojas viejas o en irregularidades de la corteza de su árbol hospedero (*Licania arborea*) sin alimentarse de él. El alimento es proporcionado por hormigas que, a cambio, reciben miel que la larva secreta por unas glándulas especializadas.

La mayoría de las especies que habitan en selvas secas no aparecen como adultos durante la época seca y presentan su diapausa durante la pupación. Las pupas tienen mecanismos sensibles a la humedad relativa y suelen eclosionar cuando ésta es la adecuada para su supervivencia. Cabe aclarar que muchas especies parecen ser capaces de no eclosionar en años adversos y esperar a que sus condiciones vitales sean las óptimas.

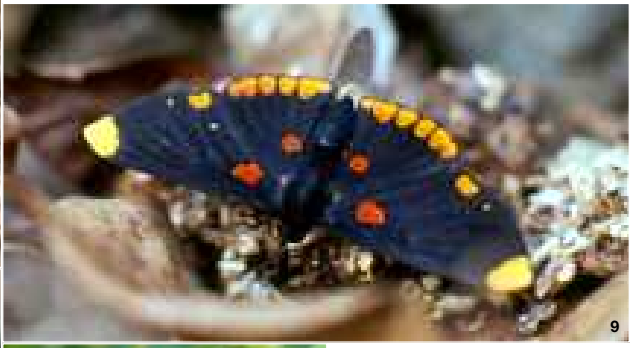
En el caso de las especies adultas que requieren sobrevivir a la sequía, el mecanismo que utilizan es la estivación. Durante esta época una gran cantidad de especies, entre otras, *Eurema daira*, *Vareuptychia* spp., *Hermeuptychia hermes*, *Taygetis weymeri*, *Manataria maculata*, *Myscelia* spp., *Smyrna karwinskii*, *Hamadryas* spp., *Phocides thermus*, *Polythrix* spp., *Urbanus* spp., *Celaenorrhinus* spp., *Amblyscirtes* spp. y *Synapte syraces* realizan pequeños movimientos migrato-



Especies de mariposas diurnas representativas de las selvas secas del oeste de México.

1. *Pessonia polyphemus*,
2. *Cyclogramma acchis*,
3. *Melanis cephise*,
4. *Eunica monima*,
5. *Elbella scylla*,
6. *Baeotis hisbon*,
7. *Heraclides cresphontes*

Fotos: Roberto de la Maza



8. *Emesis vulpina*,
9. *Melanis pixe*,
10. *Parides photinus*,
11. *Chlosyne hippodrome*,
12. *Mysoria wilsoni*,
13. *Smyrna karwinskii*

Fotos: Roberto de la Maza

rios desde los valles y laderas expuestas hacia cañadas profundas y sombreadas, y mejor aún, si éstas cuentan con arroyos o veneros permanentes.

Una vez en estas cañadas, las especies seleccionan el grado de humedad y luminosidad que requieren para tener su diapausa. *Eurema daira* se ubica en el sotobosque de las laderas medias, con relativa insolación y forma grupos que pueden llegar a tener varios miles de individuos. Igualmente, se ubican las *Hamadryas* sólo que éstas requieren de la corteza de árboles corpulentos para posarse, y forman grupos menos numerosos, especialmente en ejemplares de *Ficus*.

El resto de especies buscan las áreas más frescas y húmedas del fondo de la cañada y se introducen en grietas de los cantiles, huecos de las peñas, entre grandes raíces de árboles rupícolas e incluso en cuevas, covachas y madrigueras. Este tipo de agrupaciones mixtas puede llegar a tener centenas de miles de individuos a lo largo de una cañada, mismos que permanecen durante las horas de mayor calor y luminosidad posados e inmóviles. Mientras el sol está en lo alto, la única actividad que los individuos estivantes suelen realizar es visitar aleatoriamente los bebederos en los arroyos o veneros o responder, volando, ante perturbaciones para después regresar a sus lugares de reposo.

La estivación implica un interesante cambio en la etología de las especies implicadas ya que, durante ella, tienen una inusual actividad crepuscular. Al caer el sol, abandonan las cañadas y salen, cauce abajo y hacia las laderas, en busca de alimento. El reingreso hacia los refugios ocurre, al día siguiente, entre las 7 y las 8:30 de la mañana.

Durante la estivación cada especie o género parece tener sus propias estrategias de alimentación. Los charaxinos y los géneros *Myscelia*, *Asterocampa* y *Taygetis* suelen visitar excrementos de mamíferos; los hespéridos y satyridos pueden observarse succionando excrementos frescos de aves. *Myscelia cyananthe* ha sido observada succionando azúcar de áfidos en las ramas jóvenes de un árbol defoliado. Igualmente, *Anaea aidea* y *Megisto rubricata pseudocleophes* se han registrado succionando infrutescencias decadentes de una especie de *Opuntia*. *Vareuptychia* spp. y *Hermeuptychia hermes* han sido observadas alimentándose de inflorescencias de una especie de pasto entre las 19:00 y 19:30 horas.

Cambios estacionales en la estructura de la comunidad

Dadas las características topográficas, climáticas y microclimáticas que dominan la selva seca, así como el fenómeno de estivación en las cañadas descritas previamente, se resume el área donde se desarrollan las comunidades de mariposas en cuatro topoformas principales: cimas, laderas, cañadas y valles riparios, cuyas funciones se tratarán de explicar.

Las cimas son relevantes para grupos de mariposas que realizan sus apareamientos en ellas durante la época lluviosa, fenómeno conocido como hilltoping. Entre las especies que las utilizan en las selvas secas se cuentan: *Dione moneta*, *Zaretis callidryas*, *Theope* spp., *Atlides* spp., *Strymon* spp., *Melete isandra*, *Hesperocharis pasion*, *Battus* spp., *Papilio polyxenes asterius* y *Mysoria* spp.

Las laderas son el vehículo de transporte, patrullaje, alimentación y dispersión de la mayoría de las especies durante la época de lluvias. Suelen estar habitadas por especies resistentes, muchas de ellas relacionadas con leguminosas o euforbiáceas: *Anaea*, *Cymmatogramma*, *Fountainea*, *Phoebis*, *Anteos*, *Eurema*, *Emesis*, *Apodemia*, *Baronia*, *Proteides*, *Epargyreus*, *Bolla*, *Staphylus*, *Erynnis*, *Pyrgus*, etc. Sin embargo, permanecen casi desiertas en la sequía, debido a su alta insolación y falta de humedad. Estas dos topoformas son habitadas prácticamente por especies que viven en el follaje y el dosel de las florestas.

Las cañadas son el ámbito de refugio y desarrollo de las actividades de las especies más delicadas ante la insolación: helicóninos, itóminos, satirinos, en general, así como géneros higrófilos o umbrófilos: *Nica*, *Diaethria*, *Cyclogramma*, *Colobura*, *Historis*, *Archaeoprepona*, *Memphis*, *Euselasia*, *Eurybia*, *Diophtalma*, *Calospila*, *Adelotypa*, *Lamphiotes*, *Synargis*, *Theope*, *Dismorphia*, *Parides*, *Myscelus*, *Phanus*, *Polythrix*, *Astraptes*, *Urdanomia*, *Windia*, *Quadrus*, *Gindanes*, *Dalla*, *Vettius*, *Saliana*, *Zenis*, etc. En las cañadas es donde suele presentarse una ocupación vertical completa, existiendo, además de la ocupación del dosel y el follaje, especies asociadas con el substrato y el sotobosque. Esta situación es común en las selvas húmedas. Además, casi todas las especies buscan ovipositar en estas topoformas, debido a su protección ante diversos fenómenos, así como por su mayor estabilidad climática.

Hacia octubre y noviembre, casi toda la comunidad de rhopaloceros de la selva seca se va concentrando en las cañadas, en la medida que la humedad decrece, ya sea para alargar su vida o estivar. El papel de las cañadas en la conservación de las mariposas diurnas es vital y crítico (Brower y Calvert, 1981 y 1981a).

Los valles fluviales presentan especies particulares asociadas debido a que sus plantas larvales requieren suelos profundos u otras características que son difíciles de encontrar en otras topoformas. Algunas especies asociadas a los valles suelen ser *Opsiphanes tamarindii*, *Opsiphanes cassina*, *Heliconius erato*, *Dryadula phaetusa*, *Hypna clytemnestra*, *Doxocopa callianira*, *Melanis* spp., *Caria* spp., *Thisbe* spp., *Eumaeus toxea*, *Hypostrymon* spp., *Battus eracon*, *Menelaides torquatus*, *Mimoides belesis*, *Prestonia clarki*, etc. Además, sirven como vehículos de dispersión y como áreas de alimentación para una gran cantidad de especies que se desarrollan en otras topoformas, pues suelen tener recursos alimenticios (flores, frutos) durante todo el año en la zona permanentemente húmeda del cauce (De la Maza *et al.*, 1995b.).

Debido a la necesidad de estivación que presentan las mariposas de las selvas secas, su dinámica estacional tiene como eje las cañadas, mientras más profundas, sombrías y húmedas, más aptas serán para el desarrollo de toda la comunidad de rhopaloceros.

Conservación

Las selvas secas del Pacífico de México son fundamentales para la conservación de la biodiversidad nacional, debido a que contienen 50% de las especies endémicas de mariposas diurnas, y es muy posible que en ellas se pueda encontrar un 5% más de nuevos reportes y taxa desconocidos para la ciencia.

El conocimiento de estas selvas es aún exiguo, el área más documentada es la del estado de Morelos, pero en lo relativo al resto del territorio cubierto por este ecosistema la información es escasa e incompleta.

De gran importancia han resultado los trabajos realizados por Brown, Real y Faulkner, en Baja California; por el museo de zoología de la Facultad de Ciencias de la UNAM, en Nayarit, Guerrero y Jalisco; por Douglas Mullins y el equipo de Alberto Burquez en Sonora; por Luis González Cota, en Michoacán; por la

Sociedad Mexicana de Lepidopterología en Tehuacán-Cuicatlán, en Huatulco, Loxichas y el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, así como en puntos de la depresión del Grijalva, en Chiapas (Lagartero, Chorreadero, La Chacona, Las Rosas, Ocozocuautla, Cintalapa, etc.); por Roberto de la Maza Ramírez y Alberto Díaz Francés (QPD), en Guerrero (La Sabana, El Conchero, Papanoa, Zihuatanejo, Petatlán, Acahuizotla); y por Carlos Beutelspacher en El Chorreadero y Chamela, pero aún se puede considerar que se ignora gran parte de lo que las selvas secas significan para la rhopalocerofauna nacional.

Cabe resaltar que el futuro de la conservación de estos ecosistemas no es muy halagador: en una gran parte del estado de Morelos, las selvas secas están siendo extirpadas debido al acelerado proceso de conurbación que está ocurriendo entre Cuautla, Yautepec, Cuernavaca, Xochitepec, Alpuyeca, Zacatepec, Jojutla y poblaciones intermedias. Hacia la cuenca del río Atoyac, en Puebla, si bien no existe este desaforado proceso de urbanización, las selvas secas están siendo sujetas a un feroz pastoreo de caprinos que, además de extirpar el sotobosque, pueden exterminar el ecosistema al evitar el reclutamiento de los árboles.

Las selvas de Jalisco, desde Guadalajara hasta la frontera con Nayarit, han sido sustituidas por cultivos de *Agave* para la producción de tequila, fenómeno que ha repercutido en enormes extensiones de este ecosistema en las cuencas de los ríos Tehuantepec y Verde, en Oaxaca. En Guerrero y Chiapas, la delicada situación social, así como el avance de las actividades agropecuarias y forestales están reduciendo los –hasta hace poco amplios– espacios de selvas conservadas.

Para lograr la conservación de estas selvas es preciso un intenso estudio de las áreas susceptibles a resguardar la mayor cantidad de biota: sierras con respaldos altitudinales amplios, presencia de cañadas profundas, de relictos higrófilos, corredores de dispersión, a fin de establecer mecanismos de conservación.

Cabe recordar que ya existen áreas naturales protegidas que involucran este ecosistema, como la Reserva de la Biosfera Sierra de la Laguna e Islas del Golfo, en Baja California Sur, las Reservas de la Biosfera Archipiélago de Revillagigedo e Islas Marías, en territorio federal; el Área de Protección de Flora y Fauna Mesa de Cacaxtla, en Sinaloa; las Reservas de la Biosfera Chamela-Cuixmala y Manantlán, en Jalisco; los Parques Nacionales Chacahua, Yagul y Huatulco, en

Oaxaca; la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, en Puebla y Oaxaca, la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla y el Área de Protección de Flora y Fauna Corredor Chichináutzin, en Morelos; y el Parque Nacional Cañón del Sumidero, en Chiapas. También existen, aunque no en el Pacífico, la Reserva de la Biosfera Abra-Tanchipa, el Área de Protección de Flora y Fauna Sierra de Álvarez y el Parque Nacional El Potosí, en San Luis Potosí; y la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda, en Querétaro. Si bien es un gran avance, aún quedan enormes, numerosas e importantísimas áreas a proteger, como la Sierra de Vallejo-Cabo Corrientes, la Sierra de Campo Morado, el Infiernillo, Lagartero y la región de Pluma Hidalgo-Loxicha, por mencionar algunas.

Un grave problema para sostener las Áreas Naturales Protegidas existentes y establecer nuevas consiste en la falta de financiamiento suficiente y en dar a los habitantes locales actividades productivas de bajo impacto que resulten, a su vez, remunerativas.

Los mecanismos de conservación no implican necesariamente el establecimiento de áreas naturales protegidas; existen otros como el pago de servicios ambientales, las áreas forestales permanentes, los ordenamientos ecológicos territoriales, los procesos de certificación, que pueden ser utilizados en forma exitosa para garantizar la conservación, sin necesidad de decretar todo el territorio mexicano. El reto es que la comunidad científica se abra a nuevas opciones y que colabore en ponerlas en práctica, sobre todo en lo respectivo a buscar opciones de vida decorosa para los habitantes de las áreas que se desean proteger.

Insectos

Santiago Zaragoza Caballero, Felipe A. Noguera,
Enrique González Soriano, Enrique Ramírez García
y Alicia Rodríguez-Palafox†

Entre los principales retos que enfrentan los países considerados megadiversos (sensu Mittermeier, 1988) están, en primera instancia, reconocer hasta donde sea posible el mayor número de especies existentes dentro de sus límites y, en segundo lugar, conservar dicha megadiversidad. Aunque este concepto se sustenta principalmente en el conocimiento de plantas y vertebrados, en varios de estos países se hacen grandes esfuerzos para conocer la diversidad de otros grupos también importantes, como los insectos (Anderson y Ashe, 2000; Broadhead y Wolda, 1985; Gordon y Cobblah, 2000; Janzen, 1983; Janzen y Schoener, 1968; Kitching *et al.*, 2001; Wolda, 1978; Zilihona y Nummelin, 2001).

La importancia de la selva seca ha sido señalada por varios autores, quienes la consideran como una de las comunidades vegetales más ricas y que presenta los grados más altos de endemismo en comparación con otras similares (Arias *et al.*, 2001; Bullock *et al.*, 1995; Ceballos y García, 1995; Flores y Geréz, 1994; Rzedowski, 1991; Toledo y Ordóñez, 1993). Éste es uno de los ecosistemas más vulnerables en el mundo (Janzen, 1988). Actualmente sólo queda 2% de la selva seca original y de éste, menos de 0.01% está ubicado en áreas protegidas (Janzen, 1988). Según Trejo (en este volúmen) la selva seca de la vertiente del Pacífico mexicano ocupa 266 000 km^2. La conversión de este tipo de bosque en áreas agrícolas y pastizales para la producción de ganado ha sido uno de los factores responsables de la pérdida de esta cubierta forestal en Mesoamérica (Challenger, 1998; Maass, 1995; Toledo, 1982). De acuerdo con el Inventario Nacional Forestal 2000, han desaparecido casi 46% de la selva seca y 62% de los bosques

subcaducifolios del Pacífico mexicano (Trejo, este volúmen). Las áreas protegidas con selva seca más grandes en Mesoamérica son el Área de Conservación Guanacaste, Costa Rica y las reservas de la biosfera Chamela-Cuixmala (Jalisco), Manantlán (Jalisco y Colima) y Huautla (Morelos) en México.

Aunque anteriormente la selva seca se consideraba menos diversa que otros ecosistemas tropicales, datos recientes parecen mostrar que no es así. Por ejemplo, se han registrado 60 familias de coleópteros para Chamela (Pérez, 1996) y 68 para la región de Huautla (Zaragoza *et al.*, 2000). En contraste, se han registrado 56 familias para la zona del Canal de Panamá (Erwin y Scott, 1980), 57 para Manaos, Brasil (Erwin, 1983) y 31 para Nueva Caledonia (Guilbert *et al.*, 1995).

Considerando la relevancia de la selva seca para la biodiversidad del país, el gran deterioro de este ecosistema y la importancia que tiene el conocimiento de las especies para la conservación de cualquier otra comunidad, el objetivo de esta contribución es presentar una síntesis del conocimiento de la diversidad y patrones de variación espacial y temporal de los insectos de la selva seca del Pacífico mexicano.

La información sobre la diversidad de insectos existentes en la selva seca del oeste mexicano es reducida y básicamente se restringe a estudios regionales de ciertos grupos. El sitio con selva seca mejor conocido de la vertiente del Pacífico en México es Chamela (Pescador-Rubio *et al.*, 2002; Rodríguez-Palafox y Corona, 2002). Otras regiones donde se han realizado estudios faunísticos de ciertos grupos de insectos son Acahuizotla, Guerrero (Delgado, 1989); Jojutla, Morelos (Deloya y Morón, 1994); El Aguacero, Chiapas (Toledo *et al.*, 2002); la sierra de Huautla, Morelos (Noguera *et al.*, 2002; Zaragoza *et al.*, 2003); San Buenaventura, Jalisco y Dominguillo, Oaxaca (Zaragoza *et al.*, 2000). Los últimos tres sitios fueron estudiados como parte de un proyecto para conocer la diversidad y patrones de distribución de varios grupos de insectos en la selva seca en México y esta contribución se basará principalmente en la información publicada de Chamela y los resultados preliminares de dicho proyecto. En este sentido, los grupos estudiados son Odonata, Cantharidae, Lampyridae, Lycidae, Phengodidae, Cerambycidae (Coleoptera), Syrphidae (Diptera), Apidae (*sensu* Gaston *et al.,* 1996) y Vespidae (Hymenoptera).

Riqueza de especies

Los insectos constituyen el grupo de organismos más numeroso y ampliamente distribuido sobre la superficie terrestre. Actualmente se conocen más de 800 000 especies (Gaston, 1991) y se ha estimado que su número podría alcanzar valores entre 3 y 30 millones de especies (Erwin, 1982; May, 1988; Stork, 1988; Thomas, 1990; Wolf, 1987), aunque se ha mostrado que este último valor no está adecuadamente estimado (Gaston, 1991; Thomas, 1990). De los 28 órdenes de insectos reconocidos, los que contribuyen más a esta diversidad a escala mundial son Coleoptera, cuya diversidad se ha estimado entre 290 000-370 000 especies, Diptera (hasta 120 000 especies), Lepidoptera (165 000) e Hymenoptera (130 000 especies) (Gaston, 1991). En todos los casos, dichas estimaciones parecen bajas, si se considera lo estimado para todos los insectos.

En México el conocimiento de este grupo aún es pobre, aunque trabajos recientes han compilado información sobre varios órdenes de insectos para el país (Llorente y Morrone, 2002; Llorente *et al.*, 1996, 2000). En estas síntesis se reportan 32 231 especies, de las cuales 12 635 pertenecen al orden Coleoptera, seguida de Lepidoptera (6 373), Hymenoptera (5 145) y Diptera (1458), lo que representa alrededor del 3.4, 3.9, 3.9 y 7.2% del valor máximo estimado en el mundo para dichos órdenes, respectivamente. No obstante, estos valores son una subestimación del número de especies de cada grupo en el país, dado que en ninguno se conoce la riqueza total; además, estos datos provienen solamente de una parte de las familias que conforman dichos órdenes. Por ejemplo, los de los coleópteros pertenecen solamente a 20 de las 153 familias existentes en dicho orden (Lawrence, 1982). Dado este panorama, por el momento es difícil estimar el porcentaje de especies que estos grupos aportarían a la diversidad mundial.

De acuerdo con una revisión de estas compilaciones y considerando solamente los estados de la vertiente del Pacífico mexicano (Sonora, Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Morelos, Guerrero, Oaxaca y Chiapas) a lo largo de los cuales se distribuye la selva seca se reportan 16 649 especies de insectos, que equivalen a 52% de las registradas para México (Llorente y Morrone, 2002; Llorente *et al.*, 1996, 2000). De éstos, los órdenes con mayor riqueza son Coleoptera e Hymenoptera y los estados con el mayor número de especies son

Chiapas y Oaxaca (cuadro 1). Indudablemente y como ha sido señalado por los autores de estas compilaciones (Noguera y Chemsak, 1996), este conocimiento aún es incompleto y las posibles interpretaciones son preliminares. Además, estos datos no son exclusivos de áreas con selva seca y, por lo tanto, estarían fuera del contexto de esta obra. No obstante, y con el propósito de ilustrar un posible patrón geográfico de esta diversidad, se presenta el número de especies por estado siguiendo el gradiente latitudinal norte-sur y se observa que aparentemente la riqueza de especies se incrementa conforme la latitud disminuye. La excepción más notable a dicho patrón parece ser el estado de Jalisco, que puede ser resultado del intensivo estudio realizado en la región de Chamela (Rodríguez-Palafox y Corona López, 2002) y que ha provocado el registro de un mayor número de especies con respecto a otros estados.

Cuadro 1. Número de especies de insectos registradas para estados de la vertiente del Pacífico Mexicano

	Son	Sin	Nay	Jal	Col	Mich	Mor	Gro	Oax	Chis
Thysanura	2	2		1	5		6	17		5
Ephemeroptera	24	11	2	9		2		16	14	24
Odonata	37	66	96	83	52	38	91	87	126	158
Isóptera	6	6	5	9	26			4	5	
Plecoptera	4	1		1		2	3	2	3	8
Psocoptera	6	41	9	141	9	60	58	87	113	183
Rhaphidioptera				2		2	2	2	3	2
Hemiptera	97	86	118	186	69	126	151	216	305	199
Coleoptera	357	311	302	694	236	498	692	532	1 135	743
Diptera	105	85	77	98	71	122	129	158	211	415
Lepidoptera	170	118	143	315	174	220	291	304	280	714
Siphonaptera	6	5		17	2	27	29	36	22	22
Hymenoptera	446	236	260	395	85	261	363	309	366	345
Total	**1 260**	**968**	**1 012**	**1 951**	**729**	**1 358**	**1 815**	**1 770**	**2 580**	**2 818**

Datos obtenidos de Llorente y Morrone (2002); Llorente *et al.* (1996, 2000).

Chamela es el sitio con selva seca mejor conocido de la vertiente del Pacífico en México, se han registrado hasta la fecha 1 862 especies de hexápodos (Rodríguez-Palafox y Corona, 2002). De las otras regiones se han registrado 602 especies para Huautla, 450 para San Buenaventura, Jalisco y 420 para Dominguillo, Oaxaca (cuadro 2). Para el caso de Chamela y considerando sólo esos grupos el número de especies es 832 (Zaragoza *et al.*, 2003). En las cuatro regiones los grupos con mayor número de especies son Cerambycidae, Apidae y Syrphidae y los menos diversos, Lycidae y Phengodidae. En Chamela sobresalen los casos de Apidae y Cerambycidae, donde la riqueza es del doble o más de lo registrado en las otras regiones aunque, aparentemente, debido a los diferentes esfuerzos de recolecta y no a una verdadera mayor riqueza de la región (al menos no de forma tan notable). En este sentido, en las tres primeras regiones sólo se

Cuadro 2. Número de especies de 9 grupos de insectos registrados para 4 regiones con selva seca en México

Taxón	Número de especies			
	Huautla	*S. Buenaventura*	*Dominguillo*	*Chamela*
Odonata	56	66	51	73
Cantharidae	21	5	9	12
Lampyridae	19	11	8	17
Lycidae	17	6	7	15
Phengodidae	4	1	3	4
Cerambycidae	153	107	95	306
Syrphidae	137	99	87	86
Apidae	110	105	108	228
Vespidae	85	50	52	91
Total	**602**	**450**	**420**	**832**

La información de Chamela está tomada de Ayala (1988), Chemsak y Noguera (1996), González *et al.*, (2004), Ramírez-García y Sarmiento-Cordero (2004), Rodríguez-Palafox (datos no publicados) y Zaragoza (2004a, b, c, d).

recolectó mensualmente durante un año (ver Noguera *et al.*, 2002 para una descripción detallada del método de muestreo) mientras en Chamela el muestreo duró, en ambos casos, más de 10 años (Ayala, 1988; Chemsak y Noguera, 1996), lo que parece explicar tales diferencias (ver Noguera *et al.*, 2002 para información más detallada).

A diferencia de lo que podría esperarse si se considera el gradiente latitudinal norte-sur que existe entre Chamela, Huautla y Dominguillo —ya que San Buenaventura está prácticamente a la misma latitud que Chamela— para los casos de Odonata, Cerambycidae, Apidae y Vespidae, la mayor riqueza se presenta en Chamela y la menor en Dominguillo, patrón inverso de riqueza registrado para insectos en general. Aunque éste puede deberse a esfuerzos de recolecta diferentes en cada una de estas regiones (Noguera *et al.*, 2002), no se cree que aún cuando se conociera la fauna total de cada uno de estos grupos para dichas regiones, el patrón cambiaría. El resto de los grupos no exhiben ningún patrón claro en este sentido.

Por otra parte se esperaría también que la riqueza de especies fuera menor conforme se incrementa la altitud (Lawton *et al.*, 1987), pero ésto solamente es claro para los casos de Cerambycidae y Apidae, cuando se compara Chamela con cualquiera de las otras regiones estudiadas (todas ellas a una mayor altitud). No obstante, esta mayor riqueza en Chamela podría deberse a la presencia de la selva mediana subcaducifolia y no a una mayor riqueza de la selva seca en esa región. En ese sentido, en una comparación de la riqueza de coleópteros entre Chamela y San Buenaventura, se encontró que había diferencias sólo cuando se incluían muestras de ambas selvas, pero que eran similares cuando se comparaban sólo muestras de la selva seca (Corona-López, 1999). Este mismo efecto podría también influir en el patrón latitudinal que se discutió antes.

Finalmente, no existen datos concluyentes sobre qué proporción de la riqueza registrada para estos grupos en el país está presente en la selva seca del occidente de México. Sin embargo, datos parciales parecen indicar que este aporte es alto. Para el caso de Cerambycidae la fauna en Chamela representaba, hasta 1996, 22% de las especies registradas en México (Chemsak y Noguera, 1996) y para otros grupos este porcentaje varía de 5 a 32% con una media de 15% (Pescador-

Rubio *et al.*, 2002). Para la misma familia y considerando datos de Chamela, El Aguacero y las tres localidades estudiadas en el proyecto mencionado, el porcentaje de especies registradas aumenta hasta 29% (F. A. Noguera, datos no publicados). Para el caso de las cuatro familias de cantaroideos registradas en Huautla, la fauna de ahí representa 16% de las especies conocidas del país (Zaragoza *et al.*, 2003).

Abundancia

La abundancia de los grupos estudiados varió entre localidades (cuadro 3). En todos los casos, a excepción de Lampyridae y Cantharidae, el valor más bajo se registró en Dominguillo, Oaxaca y el más alto en la Sierra de Huautla, Morelos. No obstante, dado que los muestreos se realizaron en años subsecuentes en dichas localidades, estas diferencias pueden deberse sólo al efecto del tiempo.

Cuadro 3. Número de individuos registrados para 9 taxones de insectos en tres regiones con selva seca en México

Taxón	Número de individuos		
	Huautla	*San Buenaventura*	*Dominguillo*
Odonata	2 203	1 522	1 445
Lycidae	321	348	58
Phengodidae	166	24	14
Lampyridae	1 009	632	1 529
Cantharidae	661	345	1 227
Cerambycidae	3 013	1 419	1 369
Syrphidae	2 997	2 274	1 421
Apidae	10 930	8 570	6 310
Vespidae	5 186	3 656	3 176
Total	**27 257**	**18 790**	**16 540**

A diferencia de la riqueza, los grupos más abundantes fueron Apidae y Vespidae y los menos abundantes, Phengodidae y Lycidae, en todos los casos. Por otra parte, la distribución de individuos por especies fue muy heterogénea para la totalidad de los grupos. En todas las localidades se registraron pocas especies muy abundantes y muchas con uno o pocos individuos. Por ejemplo, en la figura 1 se muestra el patrón registrado para la familia Cerambycidae en cuatro localidades y el registrado para Lycidae, Phengodidae, Lampyridae y Cantharidae en la Sierra de Huautla (Noguera *et al.*, 2002; Zaragoza *et al.*, 2003).

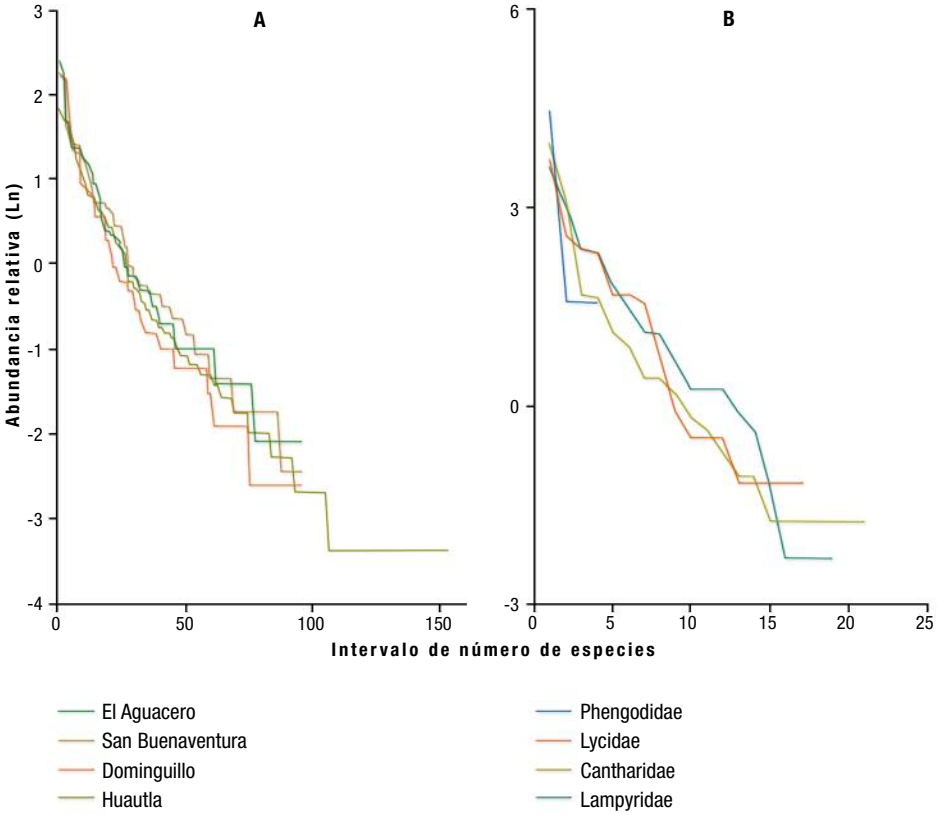


Figura 1. Patrón de abundancia relativa registrado para las especies de Cerambycidae registradas en cuatro localidades con selva baja (A) y para especies de Lycidae, Phengodidae, Lampyridae y Cantharidae en la Sierra de Huautla, Morelos (B).

Endemismo y composición

Los valores de endemismo de la fauna mexicana de insectos varían de acuerdo con el grupo (Llorente *et al.*, 1996). Existen algunos con valores muy altos, tal es el caso de Mecoptera, con 88% de especies endémicas, Psocoptera con 74%, Thysanoptera con 65% y Rhaphidioptera con 61%; en cambio, otros presentan valores más bajos como Vespidae con 2.5% y Odonata con 11.4%. En este sentido, los valores más altos de endemismo aparentemente se registran en grupos poco diversos y los más bajos en grupos con mayor diversidad.

Para la selva seca del oeste de México no existen datos concluyentes para ningún grupo de insectos, aunque hay información de algunas regiones o grupos. En Chamela el porcentaje de especies endémicas varía de valores altos —como en Cerambycidae, con 51%, o Scarabaeidae, Melolonthidae y Trogidae, con 47%— a muy bajos como en avispas sociales con sólo el 7% (Pescador-Rubio *et al.*, 2002). En el caso de la sierra de Huautla la proporción de especies endémicas para Lampyridae es de 74% (Zaragoza *et al.*, 2003) y de 65% para Cerambycidae (Noguera *et al.*, 2002).

Para la familia Cerambycidae existen datos de cinco localidades (Chemsak y Noguera, 1996; Noguera *et al.*, 2002; Toledo *et al.*, 2002; F. A. Noguera, datos no publicados), que muestran porcentajes de endemismo altos para cada una. El valor más bajo es 39% para San Buenaventura, Jalisco y el más alto se registra en Huautla, Morelos con 65% (cuadro 4).

En Odonata aparentemente no existe ningún elemento endémico para la selva seca, aunque aún falta conocer con precisión la distribución de *Leptobasis melinogaster*, especie descrita de Chamela (González, 2002).

Adicionalmente, de las especies de cerambícidos endémicas registradas para la sierra de Huautla (Noguera *et al.*, 2002), se conoce que 54 se distribuyen a lo largo de la vertiente de la costa del Pacífico y la depresión del Balsas; 14 sólo en la depresión del Balsas y 13 en las costas del Golfo y del Pacífico. De esta forma, los primeros dos patrones coinciden con lo registrado para plantas (Lott y Atkinson, 2002), con un área de endemismo que se extiende a lo largo de la vertiente del Pacífico desde Sinaloa hasta Chiapas y otra que comprende la depresión del Balsas.

Coleoptera
Familia Cerambycidae,
Eburia hatusues
Chemsak y Giesbert
Foto: Felipe Noguera

Cuadro 4. Números de especies de Cerambycidae, de especies endémicas y las registradas exclusivamente en cada localidad estudiada (incluye el porcentaje correspondiente de los dos últimos casos)

	Huautla	San Buenaventura	Dominguillo	El Aguacero	Chamela
Especies*	125	89	61	143	265
Endémicas	70 (65%)	35 (39%)	34 (56%)	41 (29%)	130 (49%)
Exclusivas	22 (18%)	5 (6%)	12 (20%)	62 (43%)	105 (40%)

* Este valor sólo incluye el número de especies determinadas.
Datos de Chemsak y Noguera (1996), Noguera et al. (2002), Toledo *et al.* (2002) y F. A. Noguera datos no publicados.

Coleoptera
Familia Cerambycidae
Taricanus zaragozai
Noguera y Chemsak
Foto: Enrique Ramírez

Respecto a diferencias en la composición de la entomofauna de la selva seca de la vertiente del Pacífico, sólo hay datos del estudio mencionado anteriormente. En este sentido, un análisis preliminar de la información registrada para la familia Cerambycidae, muestra que la similitud en la composición de la fauna entre localidades es muy variable y que va desde 12 hasta 90% (cuadro 5).

Cuadro 5. Número de especies de cerambícidos que se comparten entre 5 localidades estudiadas*

	Huautla (125)	S. Buenaventura (89)	Dominguillo (61)	El Aguacero (143)
S. Buenaventura	52%-**46**-37%			
Dominguillo	51%-**31**-25%	41%-**25**-28%		
El Aguacero	28%-**40**-32%	27%-**38**-43%	12%-**17**-28%	
Chamela (265)	36%-**95**-76%	34%-**80**-90%	15%-**39**-64%	29%-**78**-55%

* El número entre paréntesis indica el de especies determinadas específicamente por cada localidad, el número en negritas son las especies compartidas, y los porcentajes corresponden a la proporción que ese valor representa para cada localidad (la similitud entre localidades). Datos de Chemsak y Noguera (1996), Noguera *et al.* (2002), Toledo *et al.* (2002) y F. A. Noguera datos no publicados.

Variación temporal y estacionalidad

La abundancia y la riqueza de insectos en la selva seca varía en el tiempo, lo que aparentemente se relaciona con sus hábitos alimenticios y la disponibilidad de recursos que explotan (Pescador-Rubio *et al.*, 2002).

Por ejemplo, un muestreo con trampas de luz y Malaise en la sierra de Huautla (figura 2) indicó que los Homoptera son más abundantes durante los meses de julio-diciembre, Diptera presenta su mayor abundancia en octubre-agosto, Trichoptera en junio, Thysanoptera en febrero-marzo, Ephemeroptera en abril, Coleoptera en mayo-agosto y Lepidoptera en julio-agosto.

Al analizar estos patrones desde el punto de vista estacional se encuentra que 88% de homópteros, 77% de coleópteros y 68% de lepidópteros –grupos total o mayormente herbívoros– presentaron su mayor abundancia durante la época de lluvias (figura 3) cuando en la selva seca se produce la mayor parte de la foliación de las plantas (Bullock, 2002; Bullock y Solís-Magallanes, 1990).

En cambio, 96.4% de los tisanópteros y 72% de los psocópteros –grupos asociados principalmente con la hojarasca– fueron más abundantes durante la temporada seca, cuya mayor producción se registra en esta época (Martínez-Yrizar, 1995).

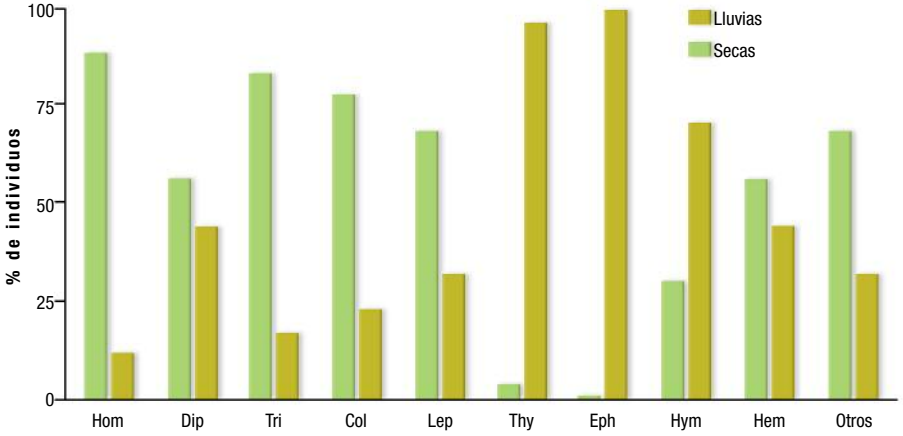


Figura 2. Porcentaje de individuos recolectados por Orden, con trampa de luz y trampa Malaise en la época de lluvias y de secas en la Sierra de Huautla, Morelos.
Hom = Homoptera
Dip = Diptera
Tri = Tricoptera
Col = Coleoptera
Lep = Lepidoptera
Thy = Thysanoptera
Eph = Ephemeroptera
Hym = Hymenoptera
Hem = Hemiptera
Otros = Otros órdenes de insectos.
Datos de S. Zaragoza y colaboradores no publicados.

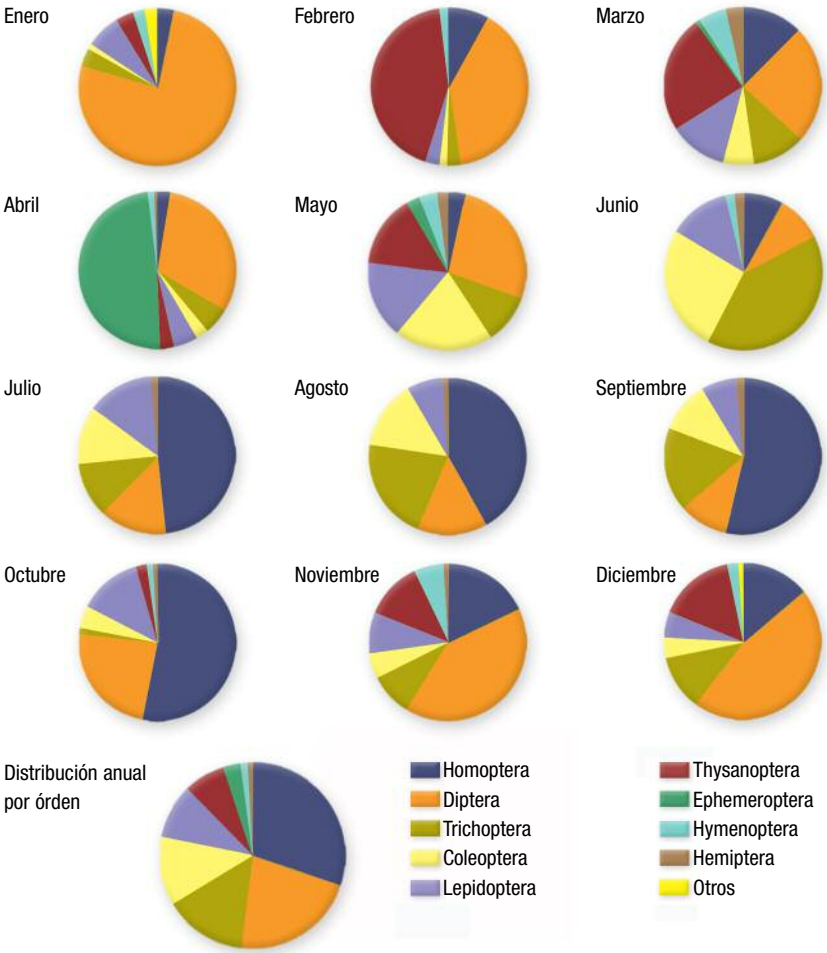


Figura 3. Distribución porcentual mensual de insectos atraídos a la trampa de luz, asociados al bosque tropical caducifolio en la Sierra de Huautla, Morelos, México.

Otros grupos importantes durante la sequía fueron los efemerópteros (99.4%) y los himenópteros (70%), aunque en estos casos no es claro cuál es el recurso que explotan. Los dípteros y hemípteros presentaron un porcentaje muy similar en ambas estaciones, lo que aparentemente se relaciona con la diversidad de hábitos alimenticios que presentan, permitiéndoles explotar diversos recursos en ambas épocas.

De acuerdo con la época del año en la que concentran la mayor parte de su actividad, los insectos pueden agruparse en tres conjuntos: grupos activos durante la época de lluvias, activos en el periodo de secas y aquellos que no muestran patrón estacional en este sentido (Pescador-Rubio *et al.*, 2002).

Los grupos estudiados en la sierra de Huautla, y que han sido mencionados, muestran dos de estos patrones de actividad (Morales-Barrera, 2000; Noguera *et al.*, 2002; E. Ramírez-García, datos no publicados; Zaragoza *et al.*, 2003). Por ejemplo, Cantharidae y Cerambycidae tuvieron su mayor actividad en la época de lluvias (figura 4) y Odonata y Syrphidae no fueron estacionales. La presencia de estos tres patrones se observó también en la selva seca de la región de Chamela (Pescador *et al.*, 2002) y en Barro Colorado, en Panamá (Levings y Windsor, 1984, 1985).

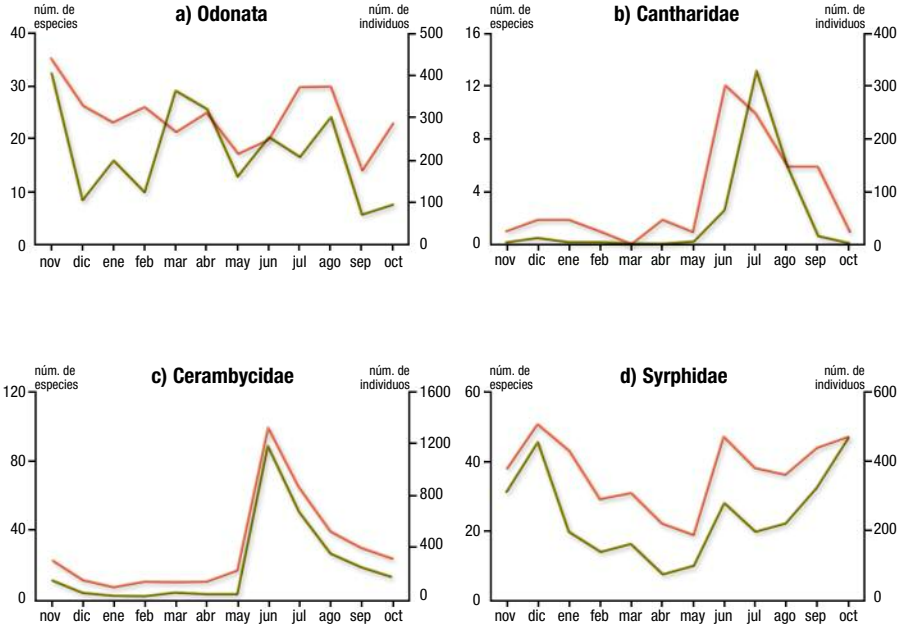


Figura 4. Patrón de riqueza de especies y abundancia de cuatro grupos de insectos registrado en la Sierra de Huautla, Morelos.
Datos de Morales-Barrera (2000), Noguera *et al.* (2002), Zaragoza *et al.* (2003) y E. Ramírez-García, datos no publicados.

Historia natural y diversidad de grupos específicos

A continuación se presenta información de algunos de los grupos estudiados en el proyecto mencionado anteriormente y que se considera importante para un mejor entendimiento de cada uno de ellos.

Odonata

Todas las especies de Odonata son de hábitos depredadores, tanto náyade como adulto, y por ende no dependen de las plantas desde el punto de vista trófico; sin embargo, pueden establecer otro tipo de relación con éstas ya que pueden usarse como sitios de "percha", sustrato de oviposición, protección, como lugares de resguardo nocturno o para la selección de hábitat por parte de los adultos (Corbet, 1999).

La riqueza de odonatos asociada con la selva seca —aunque elevada, con 73 especies en Chamela por ejemplo (González *et al.*, 2004) y 86 en Guanacaste (Brooks, 1989)— es menor que la encontrada en bosques tropicales más húme-

Odonata
Micrathyria aequalis Hegen
Foto: Enrique González

dos como en Los Tuxtlas, con 133 especies (González, 1997). Aparentemente, ésto se debe a que algunas familias como Polythoridae, Perilestidae y Megapodagrionidae no se encuentran en la selva seca. Otras como Pseudostigmatidae y Protoneuridae están representadas por pocas especies en esta comunidad. Los miembros de la familia Pseudostigmatidae son un ejemplo claro: en las selvas húmedas de Los Tuxtlas, Veracruz, dicha familia está representada por los géneros *Mecistogaster*, *Megaloprepus* y *Pseudostigma* con cinco especies en total (González, 1997). En contraste, en la región de Chamela sólo se han registrado un género y una especie (*Mecistogaster modesta*, González *et al.*, 2004); esta familia comprende a un grupo de libélulas "gigantes", cuyas larvas viven exclusivamente en fitotelmata, que son una serie de plantas capaces de contener agua en su interior, como huecos de árboles, bambúes y bromeliáceas. La menor presencia de estas libélulas en Chamela parece deberse, entre otros factores, a la escasez de sitios apropiados para el hábitat de las náyades. En el área de Los Tuxtlas la constitución de los árboles del dosel, con troncos de gran grosor, retorcidos y con

Cuadro 6. Familias, números de géneros (G) y de especies (E) de Odonata en tres áreas con selva seca en México

Odonata	Huautla		San Buenaventura		Dominguillo	
	G	*E*	*G*	*E*	*G*	*E*
Calopterygidae	1	1	1	2	1	3
Lestidae	1	1	1	1	1	1
Platystictidae	1	1	1	1	1	1
Protoneuridae	1	1	2	2	0	0
Coenagrionidae	5	16	6	19	7	19
Aeshnidae	5	7	4	6	1	1
Gomphidae	3	3	5	7	3	4
Libellulidae	16	26	15	28	13	22
Total	**33**	**56**	**35**	**66**	**27**	**51**

contrafuertes grandes, permite la formación de diminutos reservorios de agua que pueden ser colonizados por estas libélulas.

De los tres sitios estudiados en selva seca, el mayor número de especies se registró en San Buenaventura y el menor en Dominguillo. En este último sitio, se observaron solamente ocho de las nueve familias registradas en los otros dos, y en los tres sitios el mayor número de especies pertenecen a la familia Libellulidae (cuadro 6).

Coleoptera: Lycidae, Phengodidae, Lampyridae y Cantharidae

Estas cuatro familias junto con Telegeusidae antiguamente integraban la superfamilia Cantharoidea (Crowson, 1973), aunque también en algún tiempo se les llamó Malacodermata (Latreille, 1829) por tener el cuerpo blando. Actualmente se ubican en la superfamilia Elateroidea (Lawrence *et al.*, 1999). Son coleópteros eminentemente tropicales que se distribuyen desde 70° latitud norte hasta 50° latitud sur, siendo más diversos entre los trópicos de Cáncer y de Capricornio. En los estados de la vertiente del Pacífico los cantaroideos estaban representados por 204 especies (Zaragoza y Mendoza, 1996), sin embargo, recientemente se han descrito 54 nuevas especies de esa región, lo que ha aumentado considerablemente su riqueza (Zaragoza 1995, 1996, 1998, 1999, 2000a, 2000b, 2001, 2002, 2003).

Los cantaroideos son un grupo muy diverso en cuanto a sus hábitos alimenticios y son diferentes en estado larval y adulto. Como larvas, todos son depredadores a excepción de algunas especies de cantáridos que son herbívoros; como adultos pueden ser depredadores (cantáridos, lampíridos, lícidos y fengódidos), herbívoros (lícidos y cantáridos) y fungívoros (lícidos, cantáridos). Algunas especies de lampíridos presentan canibalismo como adultos y la mayoría de sus especies tienen la capacidad de emitir luz que utilizan como mecanismo de comunicación (este rasgo también se presenta en larvas de fengódidos). Las especies caníbales imitan el patrón de emisión de luz de otras especies, para atraerlas y alimentarse de ellas. En cantáridos, lampíridos y lícidos se producen sustancias eméticas que los hacen desagradables a los depredadores, razón por la cual son el modelo mimético de otros insectos. En la selva seca de Huautla, San Buenaventura, Chamela, y Dominguillo se han encontrado 34 (52 %) de los 66 géneros de can-

taroideos registrados para el país. En cuanto al número de especies, lo recolectado en esas cuatro áreas representa 41% del total de las registradas en el país (cuadro 7).

Algunos géneros son compartidos en las cuatro localidades, es el caso de los cantáridos *Discodon*, *Silis* y *Chauliognathus*; los lampíridos *Aspisoma*, *Photinus*, *Pyropyga*, *Bicellonycha* y *Photuris*; los lícidos *Calopteron* y *Plateros* y los fengódidos *Phengodes* y *Cenophengus*. Hasta ahora se pueden mencionar 30 especies de cantaroideos aparentemente endémicas y procedentes de la selva seca de los siguientes estados del país: Baja California Sur: *Tyttonyx rufiventris*, *Lygistopterus bajacalifornicus*; Guerrero: *Lygistopterus guerrerensis*; Jalisco: *Telegeusis chamelensis*, *Pleotomus emmiltos*, *Plateros chemsaki*, *P. moroni*, *P. rocioae*, *P. aliciae*, *Lygistopterus chamelensis*, *L. jalisiensis*; Morelos: *Tyttonyx perezi*, *Cratomorphus huautlaensis*, *Photinus pararruficollis*, *P. amoenoides*, *P. toledoi*, *P. moralesae*, *P. saniphallos*, *P. morelosensis*, *P. furcatus*, *Pyropigoides huautlae*, *Pleotomus cerinus*, *Plateros huautlaensis*, *P. doradoi*, *P. rodriguezae*, *Lygistopterus huautlaensis*, *Phengodes succinacius*; Nayarit: *Plateros ariasi*; Sinaloa: *Plateros oscari*, *P. veirsi*.

De las regiones hasta ahora estudiadas, 19 especies de cantáridos, 8 de lampíridos, 8 de lícidos y 2 de fengódidos pueden ser nuevas para la ciencia.

Cuadro 7. Familias, números de géneros (G) y de especies (E) de Cantaroideos en cuatro áreas con selva seca en México

Taxón	Huautla		S. Buenaventura		Dominguillo		Chamela	
	G	*E*	*G*	*G*	*E*	*E*	*G*	*E*
Cantharidae	5	21	5	6	12	5	5	9
Lampyridae	9	19	7	8	17	11	5	8
Lycidae	7	17	4	8	15	6	3	7
Phengodidae	3	4	1	3	4	1	3	3
Telegeusidae	0	0	0	1	1	0	0	0
Total	**24**	**61**	**17**	**26**	**49**	**23**	**16**	**27**

Diptera: Syrphidae

La familia Syrphidae es un grupo de moscas en las que es común encontrar a los adultos visitando flores que utilizan como sitios de alimentación y para el cortejo (Thompson, 1981). La gran mayoría de las especies que visitan flores se alimentan de polen y néctar y se ha considerado tienen importancia como polinizadores. En la clasificación de la familia Syrphidae se reconocen 180 géneros y alrededor de 6 000 especies descritas (Vockeroth y Thompson, 1987). En el catálogo de sírfidos neotropicales se registran para México 58 géneros y 331 especies (Thompson *et al.*, 1976).

La riqueza de sírfidos asociada a la selva seca parece ser elevada (cuadro 2), si se considera lo registrado para una región con bosque tropical húmedo como Los Tuxtlas, Ver. (90 especies) (Ramírez-García, 1997).

Aún cuando este grupo no presenta un patrón estacional en riqueza y abundancia tanto en Chamela como en Huautla el mayor número de especies se registró a finales de la época de lluvias y el menor a mediados de la época de secas, con otro pico importante a principios de la época de lluvias (Ramírez-García y Sarmiento-Cordero, 2004; E. Ramírez, datos no publicados). En este sentido y dado que la mayoría de sus especies se alimentan de polen y néctar, aparentemen-

Izquierda: Coleoptera
Familia Cantharidae
Chauliognathus nigrocinctus
Gorham
Foto: Enrique Ramírez

Derecha: Coleoptera
Familia Lampyridae
Pleotomus emmiltos
Zaragoza
Foto: Enrique Ramírez

te esos picos de riqueza y abundancia están relacionados a dos picos de floración presentes en la selva seca, uno a principios de las lluvias y otro al final.

Perspectivas de estudio de los insectos en la selva seca en México

A lo largo de este artículo se ha hecho evidente que el conocimiento sobre la riqueza de este grupo de organismos es muy reducido y que para la selva seca del país, éste se restringe principalmente al generado en la región de Chamela, Jalisco y al obtenido para nueve grupos de insectos de otras tres regiones del país. Desde luego, esto muestra la gran necesidad de continuar realizando estudios que permitan conocer la riqueza de este grupo en el país.

No obstante, esta falta de conocimiento adecuado también hizo evidente que la riqueza y endemicidad de este grupo de organismos es alta en la selva seca, lo que reafirma la necesidad de continuar o ejecutar acciones que permitan preservar este ecosistema en el país. Otro aspecto importante es la escasez de estudios sobre la historia natural o la ecología de los insectos en la selva seca.

Agradecimientos

Expresamos nuestro agradecimiento a Beatriz Rodríguez, María Eugenia Guardado, Claudia Uribe, Ángeles Morales, Alejandro Pérez, Alejandro Soria, Víctor Hugo Toledo por su ayuda en el trabajo de campo. Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) por el apoyo financiero otorgado bajo el convenio 5147N. También, dedicamos esta contribución a la memoria de Alicia Rodríguez Palafox, quien recientemente falleció; ella fue una parte importante de este grupo de trabajo y su amistad, dedicación, ayuda y muchas cosas más, será algo que todos extrañaremos.

Aspectos ecológicos únicos asociados con las aves migratorias de larga distancia del occidente de México

Richard L. Hutto

México es central para cualquier esfuerzo de conservación dirigido a las aves migratorias neárticas, o sea las que se reproducen al norte de México e invernan al sur de sus áreas reproductivas. Más migratorias neárticas invernan en México que en cualquier otra región del Neotrópico (Rappole *et al.,* 1983). Específicamente, Rappole *et al.* (1983) reportaron que el 80% (266 de 332 especies migratorias neárticas) invernan por lo menos parcialmente en México, y que más del 25% de las especies (85 de 332) invernan exclusivamente en México. Ninguna otra unidad política alberga a tantas migratorias neárticas en el invierno, y mientras se avanza más al sur son cada vez menos las especies neárticas invernantes. Hay atributos asociados con la distribución, el uso de hábitat y el comportamiento social de las migratorias neárticas que son exclusivos al occidente de México. Abajo se describen estos atributos, para lo cual el enfoque es en los chipes (Parulidae), igual que se ha hecho en el pasado (Hutto, 1995; Kelly y Hutto, 2005). Los patrones que se describen no son exclusivos de los chipes, probablemente también se encuentran en la mayoría de los grupos de especies migratorias no acuáticas.

Los patrones de distribución revelan un sistema migratorio exclusivamente occidental

Los chipes migratorios de Norteamérica se dividen en dos grupos basados en el centro de su distribución reproductiva. Los chipes occidentales y orientales se

reproducen, respectivamente, al oeste y al este de las Montañas Rocallosas y al norte de la frontera con México. Los dos grupos de chipes son geográficamente distintos no sólo durante la época reproductiva sino también durante el invierno, como lo evidencía un mapa de los centros geográficos de sus distribuciones reproductiva y no reproductiva (figura 1). Los chipes occidentales invernan casi enteramente en una franja relativamente angosta desde el sur de Sonora hasta Guatemala, mientras que los chipes orientales generalmente invernan en las Bahamas, el Caribe, el sureste de México, Centroamérica y el norte de Sudamérica (figura 2) (A.O.U., 1998; Cooke, 1904; Lowery y Monroe, 1968). El área de invernación colectiva de los chipes occidentales es mucho menor que su área colectiva de reproducción; mientras que las áreas de distribución colectiva reproductiva y no reproductiva de los chipes orientales miden casi lo mismo (figura 2).

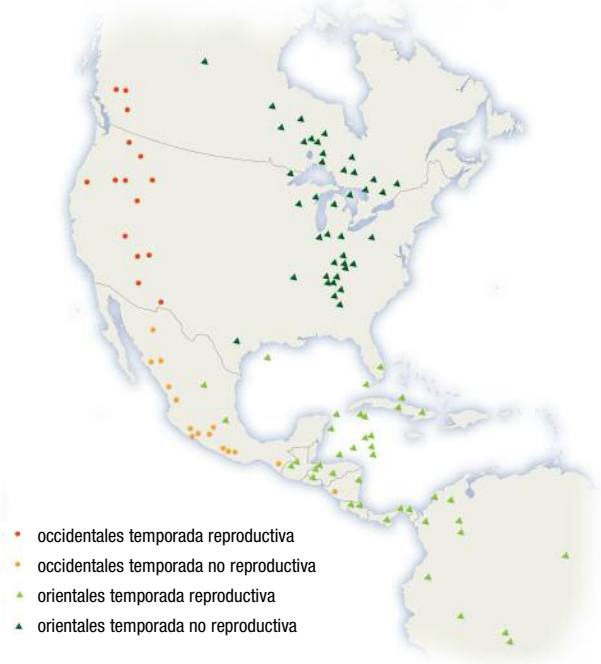


Figura 1. Centros geográficos de distribución para los chipes migratorios. Sólo se ilustran aquellas especies cuya distribución reproductiva se centra al norte de la frontera con México. Las especies y subespecies occidentales incluyen, de norte a sur, *Dendroica townsendi, Seiurus noveboracensis, Wilsonia pusilla*, *Oporornis tolmiei*, *Vermivora celata*, *Geothlypis trichas*, *D. petechia*, *V. ruficapilla*, *D. occidentalis*, *D. coronata*, *D. nigrescens*, *V. virginiae*, *Icteria virens*, *V. luciae*, *D. graciae*. Las especies y subespecies orientales incluyen, de norte a sur, *V. celata*, *D. striata*, *D. coronata*, *V. peregrina*, *W. pusilla*, *O. agilis*, *D. palmarum*, *S. noveboracensis*, *D. magnolia*, *D. castanea*, *D. tigrina*, *W. canadensis*, *O. philadelphia*, *D. virens*, *D. caerulescens*, *D. petechia*, *V. ruficapilla*, *D. fusca*, *D. pennsylvanica*, *S. aurocapillus*, *D. kirtlandii*, *Setophaga ruticilla*, *Parula americana*, *V. chrysoptera*, *G. trichas*, *Mniotilta varia*, *V. pinus*, *D. pinus*, *D. cerulea*, *D. discolor*, *S. motacilla*, *Helmitheros vermivorus*, *D. dominica*, *I. virens*, *Protonotaria citrea*, *O. formosa*, *W. citrina*, *V. bachmanii*, *Limnothlypis swainsonii*, y *D. chrysoparia*. La figura fue publicada originalmente en Hutto (1985).

Una separación similar de grupos occidental y oriental se ha documentado en tiránidos (Fitzpatrick, 1980) y vireos (Barlow, 1980), y probablemente se encuentra en la mayoría de los grupos de migratorias no acuáticas del Nuevo Mundo. Para ilustrar mejor la separación de migratorias occidentales y orientales, hay 109 aves terrestres migratorias (excluyendo rapaces, aves nocturnas, vencejos y golondrinas) que se reproducen al norte de la frontera con México e invernan parcial o totalmente en el occidente de México. Esto implica que los sistemas migratorios occidental y oriental son totalmente distintos (Kelly y Hutto, 2005; Skagen *et al.,* 2005). Por lo tanto, es posible que las generalizaciones ecológicas basadas en un sistema no se apliquen al otro, y la conservación de aves migratorias en cada parte de México merece atención especial e independiente.

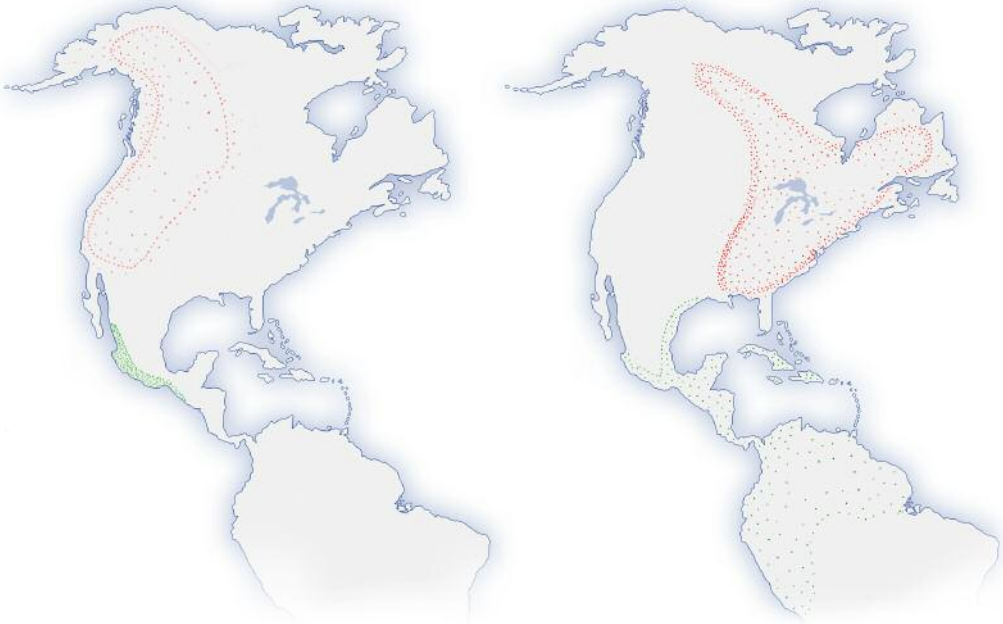


Figura 2. Diagrama de las distribuciones reproductiva (rojo) y no reproductiva (verde) de las migratorias occidentales (izquierda) y orientales (derecha). La figura fue publicada originalmente en Hutto (1986).

Patrones de distribución geográfica en el occidente de México

Para ilustrar algunos patrones generales de la distribución de migratorias occidentales en el verano y el invierno, se consideraron los chipes (Parulidae). Hay seis especies cuyas distribuciones reproductivas ocurren exclusivamente al oeste de las Montañas Rocallosas y al norte de la frontera con México [Chipe de Virginia (*Vermivora virginiae*), Chipe rabadilla rufa (*Vermivora luciae*), Chipe negrogris (*Dendroica nigrescens*), Chipe negroamarillo (*Dendroica townsendi*), Chipe cabeza amarilla (*Dendroica occidentalis*), Chipe de Tolmie (*Oporornis tolmiei*)], y hay ocho especies que tienen subespecies occidentales que anidan al oeste de las Montañas Rocallosas y al norte de México [Chipe corona naranja (*Vermivora celata*), Chipe de coronilla (*Vermivora ruficapilla*), Chipe amarillo (*Dendroica petechia*), Chipe coronado (*Dendroica coronata*), Chipe flameante (*Setophaga ruticilla*), Chipe charquero (*Seiurus noveboracensis*), Mascarita común (*Geothlypis trichas*), y Chipe corona negra (*Wilsonia pusilla*)]. No se están considerando tres especies [Chipe ceja amarilla (*Dendroica graciae*), Chipe cara roja (*Cardellina rubrifrons*), Chipe ala blanca (*Myioborus pictus*)] que se reproducen en el Suroeste extremo de los Estados Unidos, porque sus poblaciones son esencialmente no migratorias y se restringen a los bosques montanos de coníferas del occidente de México y el norte de Centroamérica, ni a otra especie [Buscabreña (*Icteria virens*)] debido a su morfología distintiva y diferente a la de los chipes típicos. Sin embargo, el incluir estas especies sólo reforzaría los patrones que se están describiendo. Se obtuvieron las distribuciones reproductivas y no reproductivas de las especies y subespecies de American Ornithologists' Union (1957), Friedmann *et al.* (1957) y Lowery y Monroe (1968).

Se mapearon las distribuciones de verano y de invierno de las 14 especies y subespecies de chipes occidentales y para cada especie se determinó el número de especies, de las 13 restantes, que tienen más del 50% [empleando la convención de MacArthur (1958) de sobrelapamiento significativo] de su distribución sobrelapándola. También se contaron cuántas de las 13 especies restantes sobrelapan en más del 50% la distribución de cada especie. Por ejemplo, el Chipe de coronilla sobrelapa en más de la mitad a una sola especie en el verano pero a 13 en el

invierno, y el 50% o más de su distribución es sobrelapada por 7 especies en el verano y 9 en el invierno (figura 3). Nueve de las 14 especies sobrelapan un número mayor de chipes en el invierno que en el verano, y 13 de las 14 especies son sobrelapadas por más especies en el invierno que en el verano (figura 3).

Se encuentra el mismo patrón con varios subconjuntos de chipes occidentales. Por ejemplo, los chipes del género *Vermivora* (cuyas especies mayormente buscan su alimento en y alrededor de flores y yemas florales) generalmente son alopátricos durante el verano pero son ampliamente simpátricos en el invierno (también véase Lowery y Monroe, 1968). Al usar todos los valores de sobrelapamiento pareado, el sobrelapamiento promedio en el verano fue de 15.3 ± 28.3% y en el invierno de 64.0 + 35.4%. De modo similar, las especies de *Dendroica* (del dosel de los bosques) manifestaron el 51.0 ± 45.3% de sobrelapamiento en el verano, en promedio, y el 73.3 + 28.3% en el invierno.

Por el contrario, MacArthur (1958) analizó la distribución de 23 chipes orientales y, aunque no lo expresó de esta forma, encontró que el 48% de todos los pares de especies se sobrelapaban sustancialmente (más del 50%) en el invierno, mientras que el 60% de los pares manifestaban sobrelapamiento sustancial en el verano. Cuando MacArthur fue a Costa Rica para estudios invernales, encontró sólo 1 de las 5 especies que había estudiado en una misma localidad en el vera-

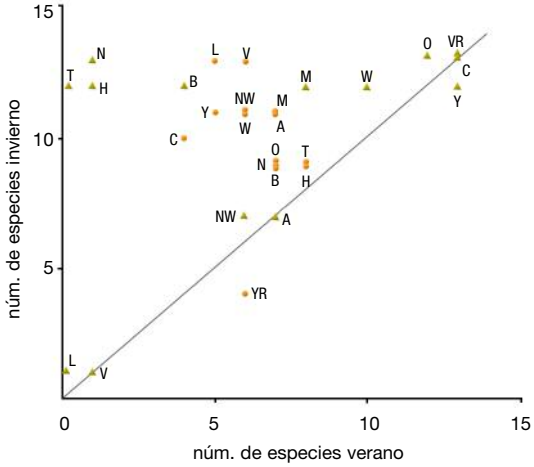


Figura 3. Número de especies de chipes occidentales que sobrelapan el área geográfica de una determinada especie (círculos) o que una determinada especie sobrelapa (triángulos) en más del 50% durante el verano y el invierno.
O: corona naranja (*Vermivora celata*), N: de coronilla (*V. ruficapilla*), V: de Virginia (*V. virginiae*), L: rabadilla rufa (*V. luciae*), Y: amarillo (*Dendroica petechia*), YR: coronado (*D. coronata*), T: negroamarillo (*D. townsendi*), H: cabeza amarilla (*D. occidentalis*), B: negrogris (*D. nigrescens*), NW: charquero (*Seiurus noveboracensis*), M: de Tolmie (*Oporornis tolmiei*), C: Mascarita común (*Geothlypis trichas*), W: corona negra (*W. pusilla*), y A: flameante (*Setophaga ruticilla*). La línea diagonal conecta puntos donde el número de especies es igual en verano e invierno.

no. Chipley (1980), quien reanalizó los datos de MacArthur y Keast (1980) también confirmó que para los chipes orientales, la alopatría aumenta en el invierno con respecto al verano. Al comparar el aislamiento ecológico de varios grupos de Passeriformes europeos, Lack (1944, 1971) también concluyó que la mayoría de los grupos aumentan su aislamiento geográfico en el invierno comparado al de verano. Lack (1944) y Salomonsen (1955) hasta llegaron a sugerir que el mayor aislamiento geográfico durante el invierno pudiera facilitar la coexistencia de especies migratorias simpátricas durante el verano. Claramente, la situación es diferente para las especies de chipes occidentales aquí descritas, y posiblemente son únicas en este aspecto. La tendencia es inequívocamente hacia un aumento en el sobrelapamiento geográfico durante el invierno.

Abundancias y distribución de hábitats de las aves

Se realizaron muestreos por puntos de conteo en 85 localidades durante los inviernos de 1975, 1976, 1984, 1985, 1990, 1991, y 1992 (véanse descripciones y ubicaciones precisas de los sitios en la figura 4 y en Hutto, 1980, Hutto, 1992; Villaseñor y Hutto, 1995). Para minimizar los problemas de pseudorreplicación inherentes cuando se colectan datos de varios puntos de conteo en cada sitio, se establecieron puntos de conteo en al menos seis localidades geográficamente dispersas para cada tipo de vegetación de las descritas abajo. Cada punto se ubicó por lo menos a 200 m de los demás, y las posiciones de los puntos fueron determinadas por la ubicación de veredas permanentes (cuando el paso por el hábitat hubiera sido imposible a no ser por la vereda) o transectos lineales rectos dirigidos al azar (en los sitios más abiertos). Para minimizar problemas que pudieran estar asociados a diferencias en detectabilidad entre tipos de vegetación, se usó un radio fijo pequeño (dentro de 25 m del observador) para registrar el número de individuos detectados de cada especie (excluyendo sobrevuelos, especies nocturnas, y especies que forrajean volando). Todos los conteos fueron realizados entre 7 y 11 de la mañana, y cada uno duró 10 min. Hutto *et al.* (1986) presentan una descripción más detallada de la metodología de los puntos de conteo.

Parece haber densidades invernales inusualmente elevadas (Hutto, 1980; 1985) y porcentajes de migratorias inusualmente elevados en la mayoría de los

tipos de vegetación del occidente de México. Las migratorias en promedio representan alrededor del 45% de las especies de aves y alrededor del 55% de los individuos en un hábitat determinado durante el invierno (Hutto, 1980). Estos porcentajes son mayores que los reportados para hábitats en Indomalasia (Karr, 1976), África (Britton, 1974; Elgood, *et al.*, 1966; Ulfstrand, 1973; Ulfstrand y Alerstam, 1977), y otras partes del Neotrópico (Karr, 1976; Lack y Lack, 1972; Miller, 1963). Probablemente existen pocos lugares en el mundo donde las migratorias de larga distancia representan una proporción tan elevada de la comunidad de aves durante la época no reproductiva.

Figura 4. Ubicación de 85 sitios de estudio visitados al menos una vez durante los inviernos de 1975, 1976, 1984, 1985, 1990, 1991, y 1992. Las observaciones hechas en estos sitios fueron la base de la información sobre uso de hábitat y comportamiento de forrajeo de las migratorias en invierno.

Gama y similitud de los hábitats usados por migratorias neárticas en el invierno

Aquí se usa "gama de hábitats" para hacer referencia al número de tipos de hábitat ocupados por una especie durante una temporada. Para comparar la gama de hábitats ocupados entre temporadas, las diferencias estructurales entre hábitats debe ser similar, pero al carecer de información detallada sobre la estructura de la vegetación asociada con cada tipo de hábitat en las áreas de distribución reproductiva y no reproductiva de los chipes, se asignaron nueve grupos de hábitat cualitativamente, tratando de que las diferencias entre un tipo de hábitat y otro fueran de la misma magnitud. Los hábitats de la época reproductiva se subdividieron en: pantano, matorral desértico, artemisa, chaparral, asociación piñón-junípero-encino, ripario, bosque costero, bosque montano, y oyamel subalpino.

Dendroica nigrescens
Foto: Richard L. Hutto

Éstas son básicamente las mismas categorías que usó Miller (1951) en su análisis cualitativo de la distribución de chipes en California, y son representativas de todos los hábitats disponibles para los chipes en el occidente de Norteamérica. De manera similar, se definieron nueve tipos de hábitat mexicanos disponibles para los chipes migratorios en el invierno. Los tipos de hábitat mexicanos a grandes rasgos corresponden a las descripciones de hábitat de Leopold (1950, 1959) y Pesman (1962) y cubren una gama similar de tipos estructurales: pantano, matorral desértico, matorral espinoso, bosque tropical decíduo, encinar, ripario, bosque tropical perennifolio, pino-encino, y pino-oyamel.

La ocupación de los tipos de hábitat durante la época reproductiva (cuadro 1) fue determinada por información sobre el hábitat de los chipes reportada en Miller (1951) y Behle y Perry (1975), y por censos realizados en los Estados

Cuadro 1. Hábitats utilizados por 14 chipes occidentales en el invierno y el verano.
Los hábitats marcados son los que se considera que son usados de manera regular (año tras año).

Especie	Uso de Hábitat –Verano (s) / Invierno (W)*								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Vermivora celata		w	w	s/w	s	s/w	s/w	w	w
Vermivora ruficapilla			w	s/w	s	w	w	s/w	w
Vermivora virginiae			w	w	w			s	
Vermivora luciae		s/w	w						
Dendroica petechia				w		s/w	w		
Dendroica coronata		w	w	w	w	w	s/w	s/w	s/w
Dendroica nigrescens				s/w	s/w	w	s/w	w	
Dendroica townsendi								s/w	s/w
Dendroica occidentalis							s	s/w	s/w
Setophaga ruticilla						s/w			
Seiurus noveboracensis						s/w			
Oporornis tolmiei			w	s/w	w	s/w	s/w	s/w	
Geothlypis trichas	s/w					s/w	w		
Wilsonia pusilla				s/w		s/w	s/w	s/w	s/w

*Los tipos de hábitat que corresponden a cada número en verano (S) e invierno (W) son: 1- pantano, 2-matorral desértico, 3-artemisa (S)/matorral espinoso (W), 4-chaparral (S)/bosque tropical decíduo (W), 5-piñón-junípero-encino (S)/encinar (W), 6-ripario, 7-bosque costero (S)/bosque tropical perennifolio (W), 8-bosque montano (S)/pino-encino (W), 9-oyamel subalpino (S)/pino-oyamel (W).

Unidos y Canadá que aparecieron en Audubon Field Notes (1963-1970) y American Birds (1971-1980). Datos adicionales se obtuvieron de los propios apuntes de campo. La ocupación de hábitats en el invierno (cuadro 1) se basó completamente en el trabajo de campo mencionado más arriba, realizado durante los inviernos de 1975-1992. Dado que se sabe que el número de hábitats ocupados en un año determinado varía en función de la densidad poblacional de la especie (O'Connor, 1981), es un tanto subjetivo el proceso de determinar la gama de hábitats ocupados por una especie. Sin embargo, los datos usados aquí se basan en muchos años de observación y por tanto no debe haber sesgo debido a la variación entre años. También se definió la gama de hábitats como el número de tipos de hábitat en los que se consideró que una especie estaba presente todos los años.

El número de hábitats ocupados por una determinada especie en el verano está positivamente correlacionado ($r = 0.77$, $P < .01$) con el número de hábitats que ocupa en el invierno (figura 5). Por lo tanto, una especie generalista de hábitat en época reproductiva suele ser también una generalista de hábitat en época no reproductiva. Además, el número de hábitats ocupados durante el invierno es igual o mayor que el número ocupado en el verano para 13 de las 14 especies ana-

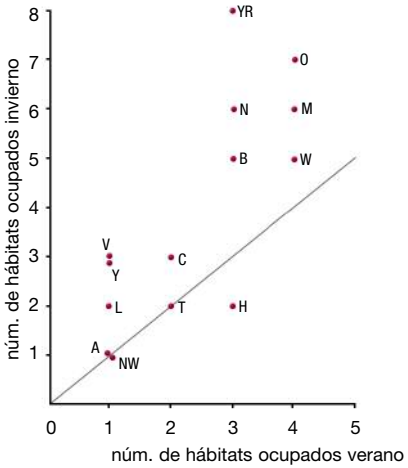


Figura 5. Relación entre el número de tipos de hábitat ocupados durante el verano e invierno por cada uno de las 14 especies de chipes occidentales. La línea diagonal conecta puntos donde la gama de hábitats es igual en verano e invierno. O: corona naranja (*Vermivora celata*), N: de coronilla (*V. ruficapilla*), V: de Virginia (*V. virginiae*), L: rabadilla rufa (*V. luciae*), Y: amarillo (*Dendroica petechia*), YR: coronado (*D. coronata*), T: negroamarillo (*D. townsendi*), H: cabeza amarilla (*D. occidentalis*), B: negrogris (*D. nigrescens*), NW: charquero (*Seiurus noveboracensis*), M: de Tolmie (*Oporornis tolmiei*), C: Mascarita común (*Geothlypis trichas*), W: corona negra (*W. pusilla*), y A: flameante (*Setophaga ruticilla*).

lizadas (figura 5). Esto resulta a pesar de que la gama de complejidad estructural de los hábitats de invernación es igual o mayor que la gama de complejidad de los hábitats de veraneo.

En realidad, muchas de las especies de chipes que son relativamente especializados en cuanto a su uso de hábitat reproductivo (por ejemplo, chipe corona naranja, chipe de coronilla, chipe coronado, chipe negrogris, chipe de Tolmie y chipe corona negra), pueden encontrarse en una amplia variedad de hábitats durante el invierno en México, desde el nivel del mar hasta más de 3 500 m (cuadro 1). Este aumento en la gama de hábitats ocupados en el invierno es totalmente distinto a lo que pasa entre las migratorias paleárticas, las cuales al parecer en el invierno evitan los desiertos a menor altura sobre el nivel del mar y las montañas elevadas (Britton, 1974; Elgood, *et al.*, 1966; Moreau, 1952, 1972; Ulfstrand, 1973), y también difiere de la situación de las migratorias orientales de Norteamérica, las cuales también en el invierno tienden a ocupar una gama estrecha de tipos de hábitat (Terborgh, 1980).

El aumento en el número de hábitats ocupados durante el invierno ocasiona un aumento en el sobrelapamiento de hábitat por parte de las especies. El sobre-

Izquierda: *Setophaga ruticilla*
Foto: Ryan Alter
Derecha: *Dendroica petechia*
Foto: Richard L. Hutto

lapamiento promedio en el uso de hábitat parece aumentar en el invierno con respecto a su valor de verano para 11 de las 14 especies (cuadro 2). En general, las especies de chipes occidentales están menos separadas por su uso de hábitat en el invierno que en el verano. Por lo tanto, el mayor sobrelapamiento geográfico en el invierno no es compensado por un aumento en la segregación por hábitats. Lo que este resultado implica es que las especies de chipes occidentales tienen mayores oportunidades de interactuar en el invierno que en el verano.

¿Por qué los patrones de distribución geográficos y por hábitat son diferentes para los chipes norteamericanos occidentales que para las aves terrestres migratorias de otras regiones? Hay por lo menos dos explicaciones posibles. La primera

Geothlypis trichas
Foto: Ryan Alter

Cuadro 2. Proporción promedio de tipos de hábitat compartidos entre cada especie y las 13 especies restantes de chipes occidentales durante el verano y el invierno.

	Temporada	
Especie	**verano**	**invierno**
Vermivora celata	.29	.43
Vermivora ruficapilla	.19	.47
Vermivora virginiae	.13	.21
Vermivora luciae	.00	.19
Dendroica petechia	.25	.36
Dendroica coronata	.26	.43
Dendroica nigrescens	.19	.41
Dendroica townsendi	.19	.20
Dendroica occidentalis	.26	.20
Setophaga ruticilla	.25	.21
Seiurus noveboracensis	.25	.21
Oporornis tolmiei	.32	.44
Geothlypis trichas	.17	.22
Wilsonia pusilla	.30	.44

tiene que ver con los costos y beneficios intrínsecos del occidente de México como área de invernación. Muchos de los hábitats del occidente de México (matorral desértico, matorral, ripario, encinar, pino-encino, pino y pino-oyamel) son prácticamente idénticos en su estructura vegetal y son continuos con los hábitats del occidente de los Estados Unidos y Canadá (Mengel, 1964; Szafer, 1975). Por lo tanto, si las migratorias occidentales invernaran en lugares y hábitats más alejados de sus áreas actuales de invernación en el occidente de México, tendrían los costos adicionales de tener que adaptarse a tipos de hábitat aún más disímiles a sus hábitats reproductivos y de encontrarse con más especies ecológicamente similares más al este. Esos costos adicionales pueden ser librados por las ventajas de usar tipos de hábitat relativamente similares todo el año, a pesar de las altas densidades de migratorias que se acumulan en la mayoría de los hábitats del occidente de México en el invierno (Hutto, 1980, 1985). Esta similitud y continuidad entre los hábitats relativamente xéricos del occidente de Norteamérica (especialmente los hábitats a mayores alturas) pueden haber permitido que muchas de las especies migratorias del occidente de Norteamérica

Izquierda: *Dendroica coronata*
Derecha: *Myioborus pictus*
Fotos: Richard L. Hutto

(por ejemplo, Chipe de Virginia, Chipe negroamarillo, Chipe cabeza amarilla, Chipe ceja amarilla, Chipe cara roja y Chipe ala blanca) se especialicen en el uso de los mismos hábitats durante todo el año. Este es el mismo argumento que usó Fitzpatrick (1980) para explicar el límite sur de las especies de tiránidos occidentales—la mayoría no atraviesan el "embudo" centroamericano, que es donde la mayoría de los hábitats xéricos alcanzan su límite sur.

Una segunda explicación posible de los patrones únicos de distribución y uso de hábitat por parte de las migratorias occidentales puede ser independiente de los hábitats mismos. Podría haber restricciones extrínsecas que impiden que estas especies ocupen áreas de invernación diferentes (Hutto, 1985). Por ejemplo, pueden verse "forzadas" al relativamente angosto occidente de México porque las

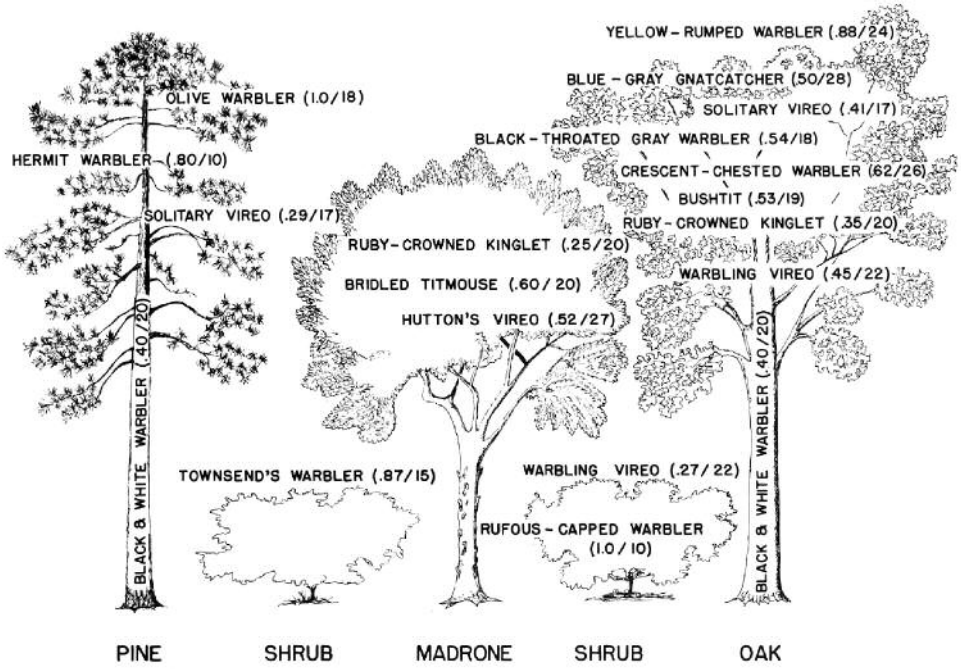


Figura 6. Diagrama de las ubicaciones de las especies participantes en parvadas de forrajeo en las tierras altas cerca de Morelia, Michoacán. El nombre en inglés de cada especie de ave aparece sobre el tipo de planta en la que se realizó la mayoría de sus observaciones. Un mismo nombre aparece en tantas plantas adicionales como sea necesario hasta representar el 50% de las observaciones de cada especie de ave. La altura relativa de los nombres de ave sobre la planta reflejan la posición promedio de la especie con base a la subdivisión de la planta en tercios (partes baja, mediana y alta). El número total de observaciones y la proporción registrada en cada planta aparecen respectivamente a la derecha e izquierda de la diagonal. La figura fue publicada originalmente en Hutto (1988).

condiciones del tiempo les impiden volar al este de las Montañas Rocallosas o del Altiplano Mexicano. La comprensión de este patrón biológico único indudablemente involucrará un fuerte componente histórico y debe esperar a que se tenga una reconstrucción más completa de las historias evolutivas de las especies.

La organización social de las migratorias neárticas occidentales en el invierno

Los siguientes comentarios sobre la organización social de los chipes son una síntesis de la literatura publicada sobre parvadas en el occidente de México y los apuntes de campo de cada uno de los 85 sitios que se visitaron de 1984-1992 (figura 4). Muchas especies de migratorias no acuáticas forrajean en parvadas mixtas en casi todos los tipos de hábitat desde el nivel del mar hasta los bosques de máxima elevación. La composición de las parvadas varía, pero se puede predecir en base al tipo de hábitat (Hutto, 1987). Las parvadas mixtas también son ubicuas durante la época no reproductiva en la mayoría de las demás áreas geográficas (Moynihan, 1979; Powell, 1980; 1985), pero existen atributos únicos asociados a las parvadas del occidente de México. Específicamente, las parvadas que se registraron en los bosques montanos de pino-encino son de las que tienen mayor riqueza de especies del mundo. Participaban en las parvadas de tierras altas un promedio de casi 20 especies (Hutto, 1987), y se observaron hasta 32 especies en una sola parvada. Una parvada típica de bosque de pino-encino incluye pájaros carpinteros, trepatroncos, tiránidos, carboneros, sastrecillos, sitas, trepadores, chivirines, reyezuelos, perlitas, vireos, chipes y tángaras– todas participando simultáneamente y dividiendo los microhábitats de forrajeo de manera predecible (figura 6). Por lo tanto, la diversidad de especies de las parvadas de tierras altas del occidente de México es notable en vista de que el número promedio de especies que forrajean simultáneamente en parvadas mixtas en cualquier parte del mundo es generalmente menor de 10 (Moynihan, 1962; 1979; Powell, 1985).

El grado de participación en parvadas mixtas por las especies locales también es notablemente alto a nivel mundial. A manera de ejemplo, en un sólo sitio de bosque de pino-encino de Durango, en dos semanas se encontraron 549 aves que forrajeaban. El 85% de esos individuos se encontraban en parvadas mixtas

(Hutto, 1987). Aunque pudiera ser que existió un sesgo hacia los individuos más fáciles de detectar precisamente por encontrarse en parvadas, este grado de participación en parvadas mixtas es inusualmente elevado comparado con otros reportes publicados que emplearon el mismo método para detectar aves, en el que la mayoría de las especies no nucleares participan menos del 50% del tiempo (Bell, 1980; Herrera, 1979; Moynihan, 1962).

Finalmente, la proporción de especies migratorias que participan en estos grupos sociales de forrajeo es alrededor del 50% en todos los hábitats (Hutto, 1980; 1987). Esta cifra también es mucho mayor que el promedio mundial de cerca del 10% (Bell, 1980; Croxall, 1976; Davis, 1946; Greig-Smith, 1978; Herrera, 1979; Moynihan, 1962). Por lo tanto, la diversidad de especies, el grado de participación por la avifauna local, y la proporción de especies migratorias que participan son, claramente, características únicas de las parvadas del occidente de México. El conocimiento pleno de la organización social de las migratorias en el invierno necesariamente incluirá el estudio adicional de este fenómeno exclusivo del occidente mexicano.

Izquierda: *Dendroica townsendi*
Derecha: *Oporornis tolmiei*
Fotos: Richard L. Hutto

Conclusiones

El patrón de distribución geográfica, la amplia gama de hábitats ocupados por la mayoría de las migratorias, la alta densidad y proporción de migratorias en la mayoría de los hábitats, la gran diversidad de migratorias y residentes que coocurren en parvadas, el alto grado de participación en las parvadas por la avifauna local, y la alta proporción de especies migratorias que participan en las parvadas mixtas son rasgos ornitológicos únicos del occidente de México. Cada uno de estos atributos se refiere al conjunto de las especies. De hecho, la mayoría de lo que es único del occidente de México depende de la distribución de los conjuntos de especies y de cómo interactúan. Por tanto, los esfuerzos de conservación dirigidos hacia la preservación de estos atributos únicos requerirán una perspectiva diferente de la perspectiva usual de la conservación orientada en determinadas especies. Mucho de los aspectos únicos asociados con las aves migratorias en el occidente de México pueden ser observados, descritos, estudiados, y comprendidos sólo en el contexto de una porción grande del país. Si se ha de comprender la evolución de la migración, los patrones de distribución geográfica y de

Izquierda: *Wilsonia pusilla*
Derecha: *Vermivora celata*
Fotos: Richard L. Hutto

hábitats de las especies, o la evolución de la organización social de las migratorias en el invierno, se necesitará la integridad de los sistemas biológicos a una gran escala geográfica. No será suficiente el manejo buscando "mínimas poblaciones viables." No será suficiente el conservar "recursos genéticos" en zoológicos. Y no será suficiente el establecer reservas naturales para especies particulares. Se necesitará mantener la integridad de algo más amplio.

El mayor cambio de uso del suelo en las últimas décadas ha estado relacionado, principalmente, con la conversión de los hábitats a varios tipos de agricultura y áreas de pastoreo al mismo tiempo que hay una disminución del área boscosa, particularmente del bosque seco en las costas del occidente de México (Collier, *et al.*, 1994; Hutto, 1995; Lerdau, *et al.*, 1991; Ruiz-Luna y Berlanga-Robles, 2003; Sader *et al.*, 1991; Trejo y Dirzo, 2000). Por lo tanto, la preservación de los sistemas biológicos únicos de México sólo puede ser asegurada mediante el esfuerzo para evitar que se vuelvan muy difundidas las formas más extremas de conversión agrícola y ganadera.

Agradecimientos

El apoyo financiero del trabajo de campo en México fue proporcionado generosamente por el World Wildlife Fund-U.S., la Smithsonian Institution, la National Fish and Wildlife Foundation, y la Universidad de Montana. Apoyo logístico fue proporcionado amablemente por la Universidad Nacional Autónoma de México durante las estancias en la Estación de Biología Chamela, y por la Universidad de Guadalajara durante las estancias en Las Joyas en la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán. Quisiera agradecer a Sandra Pletschet, Philip Hooge, Paul Hendricks, Susan Reel, Margeret Hillhouse, Robert Bennetts, Fernando Villaseñor, Jennifer Holmes, Steven Kramer, Christine Paige, Neyra Sosa G., Graciela Mandujano Chavez y Pablo Aguilar, cada uno de los cuales ayudó a colectar datos de puntos de conteo. También le estoy agradecido a Steve Bullock y Gerardo Ceballos por sus comentarios que ayudaron a mejorar el manuscrito y a Héctor Gómez de Silva por su traducción al español.

Usos y amenazas

La selva seca y las perturbaciones antrópicas en un contexto funcional

Víctor J. Jaramillo, Felipe García-Oliva
y Angelina Martínez-Yrízar

Por su importancia geográfica, biológica y cultural las selvas secas han recibido cada vez más atención desde una perspectiva ecológica. Sin embargo, los estudios que incorporan aspectos funcionales relacionados con la dinámica de la materia y la energía en el ecosistema son particularmente escasos (Bullock, *et al.*, 1995). Para realizar un estudio funcional completo se requiere un enfoque ecosistémico y un seguimiento a largo plazo de los procesos que controlan la dinámica del sistema. El estudio de los procesos funcionales que regulan la productividad del ecosistema provee un marco teórico complementario a otros enfoques como el de la ecología de poblaciones, de comunidades o de paisaje y permite entender las consecuencias del disturbio del ecosistema con una perspectiva que integra los procesos biológicos con los físico-químicos. Sin embargo, el uso de este enfoque en el estudio del disturbio antrópico y sus implicaciones para la conservación y la restauración en las selvas secas del Pacífico mexicano es aún limitado. En este capítulo se utiliza la información existente sobre diferentes aspectos funcionales de la selva seca, principalmente de la región de Chamela, Jalisco, para dar un panorama general sobre los procesos claves que regulan su funcionamiento, de los factores que los regulan, y por último, de las consecuencias del disturbio antrópico desde una perspectiva funcional ecosistémica.

Clima

La mayor parte del Pacífico mexicano, con excepción de Chiapas, se encuentra bajo la influencia del anticiclón del Pacífico Nororiental, que se caracteriza por

tener vientos secos durante el invierno y parte de la primavera (Mosiño, 1958). Esto ocasiona que las principales lluvias se presentan durante los meses de verano. Como menciona Trejo en este volumen, los tipos principales de clima donde se distribuye la selva seca en el Pacífico mexicano son: el clima cálido subhúmedo (Aw) dominante en casi toda la costa del Pacífico y el clima semiárido cálido (BS1), principalmente en Baja California y en las costas de Sonora y Sinaloa (Trejo, 1999; figura 1).

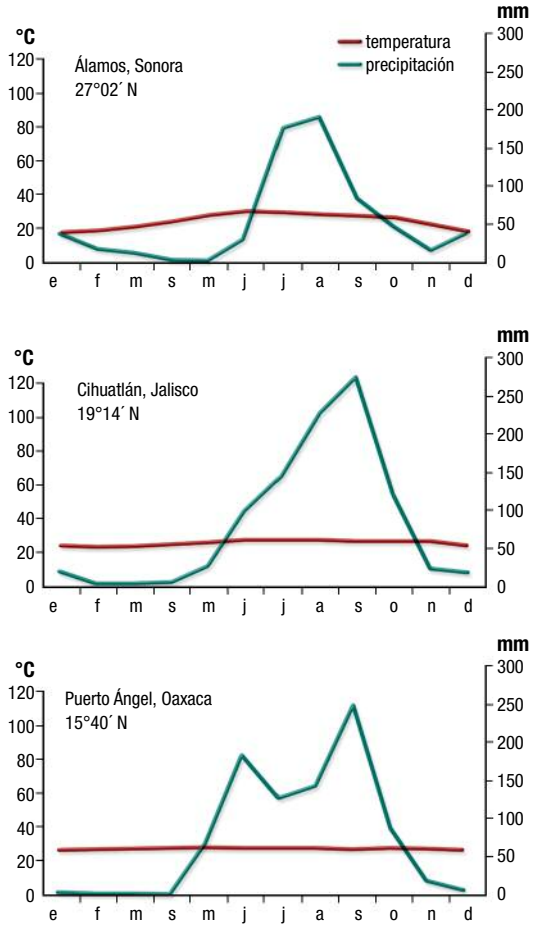


Figura 1. Diagramas ombrotérmicos de tres sitios con selva seca a diferentes latitudes en el Pacífico mexicano.
Fuente: García, 1988.

Las temperaturas medias anuales son superiores a 22°C, con excepción de Baja California que presenta temperaturas medias anuales entre 18° y 22°C (temperaturas semicálidas). La mayor parte de la costa del Pacífico presenta poca oscilación anual de temperatura (menor a 5°), mientras que esta oscilación se incrementa a 12° en el norte del país (Sonora, Sinaloa y Baja California) por lo que se clasifican como climas extremosos (Trejo, 1999). En general, la precipitación media anual se incrementa hacia el sur, ya que en la costa de Oaxaca se encuentran sitios con más de 1000 mm anuales (i.e., 1116 mm en Unión Hidalgo) hasta sitios con menos de 500 mm anuales en Baja California (Trejo, 1999). La característica principal del patrón de lluvias es que la mayor cantidad de la precipitación anual se concentra en el verano, recibiendo más del 80% del total anual. Sin embargo, el número de meses con más de 100 mm mensuales varía entre regiones con sólo 1.8 meses en los sitios más secos (Baja California) y hasta 4.4 meses en lo sitios más húmedos (Oaxaca y Guerrero).

El mayor aporte de la precipitación anual se debe a la presencia de los ciclones tropicales que

se forman en la región Pacífico Nororiental Tropical (Jáuregui, 1987). La época de ciclones comienza en el mes de junio y puede terminar hasta el mes de noviembre, pero su mayor presencia es en agosto y septiembre. El efecto de los ciclones en la cantidad de lluvia depende de la intensidad de los mismos, así como de su trayectoria. Por ejemplo, la interacción entre la corriente fría de California y los ciclones tropicales en el paralelo 20° N favorece la incidencia de los ciclones en la costa (p. ej. en Puerto Vallarta) y por lo tanto, la cantidad de lluvia anual es mayor (1468 mm) en relación a otros sitios donde los ciclones tienen una incidencia menor (p.ej. Cihuatlán con 827 mm; García-Oliva *et al.*, 1991). Otra característica importante del clima es que un alto porcentaje de la lluvia anual se presenta en pocos días. Por ejemplo, el número de días con precipitación apreciable en el año es de 20 en Baja California hasta 58 en las costas de Guerrero y Oaxaca (Trejo, 1999). Ya que la lluvia se concentra en pocos eventos durante la temporada húmeda, la disponibilidad de agua durante el año también depende de otros factores físicos como los edáficos, los cuales favorecen el establecimiento de la selva en sitios con precipitaciones menores como en Baja California Sur y Sonora.

Hidrología

La disponibilidad del agua para la vegetación depende en gran medida de cómo se distribuye dentro del ecosistema, por lo cual es necesario estudiar sus principales rutas. Desafortunadamente, existe muy poca información sobre el ciclo hidrológico en las selvas secas, a excepción de los estudios realizados en la reserva de Chamela, Jalisco (Maass *et al.*, 2002).

Las características climáticas de Chamela corresponden a las más comunes donde se distribuyen las selvas en el Pacífico mexicano. La temperatura media anual es de 24.6 °C, una precipitación media anual de 788 mm concentrada en los meses de verano y un cociente precipitación anual - temperatura media anual de 32 (García-Oliva *et al.*, 2002).

Aunque la entrada principal de agua al ecosistema es por precipitación, no toda la lluvia llega al suelo. Se calcula que el 21% del total anual es interceptado por el dosel de la selva y el 6.5% por el mantillo, por lo que una cuarta parte no

llega a estar disponible para las plantas y sale del ecosistema por evaporación (Burgos, 1999). A pesar de que el agua interceptada no está disponible para las plantas, juega un papel muy importante en otros procesos funcionales del ecosistema, tales como la descomposición del mantillo en la superficie del suelo.

El agua que llega al suelo puede penetrar al mismo por infiltración o salir de la cuenca por escorrentía superficial. La tasa de infiltración depende de las características propias del suelo (tales como la textura, los contenidos de materia orgánica, la profundidad, etc.) y de la intensidad de la lluvia. Generalmente, suelos con poco contenido de arcillas favorecen la infiltración, así como aquellos que tienen un alto contenido de materia orgánica. Los suelos dominantes en los sitios donde crece la selva en Chamela son Regosoles (Cotler *et al.*, 2002) y se caracterizan por tener una buena capacidad de infiltración (valores promedio de 54.8 mm h^{-1}; Cervantes *et al.*, 1988), permitiendo que la mayor cantidad de agua que no es interceptada por la vegetación entre al suelo. Este tipo de suelo es muy común a todo lo largo del área de distribución de la selva seca en el Pacífico mexicano (Trejo, este volumen).

La cantidad de agua que se acumula en el suelo depende no sólo de su capacidad para retenerla, sino también de la velocidad de salida, que puede ocurrir por evapotranspiración. La capacidad de retención de agua varía según las características físicas del suelo. Por ejemplo, los suelos en Chamela tienen baja capacidad de retención de agua (entre 10 y 20%; Galicia *et al.*, 1995) debido a que son suelos someros y con textura gruesa (migajón-arenosos). Sin embargo, el tiempo de residencia del agua en el suelo no depende sólo de la capacidad de retención, sino de otros factores como la gran concentración de raíces finas en las primeras capas del suelo (Castellanos *et al.*, 1991; Castellanos *et al.*, 2001), y de la formación de agregados del suelo (García-Oliva *et al.*, 2003) que pueden reducir la percolación del agua a mayor profundidad. Suelos con características físicas y topográficas similares dentro de una misma cuenca hidrográfica pueden tener contenidos de agua distintos: suelos similares en laderas con orientación norte presentaron valores dos veces mayores que en laderas con orientación sur, debido a que estos últimos presentan una mayor demanda evaporativa por tener mayor incidencia de radiación solar (3651 y 4475 MJ m^{-2} a^{-1} para laderas orientadas al

norte y sur, respectivamente; Galicia *et al.*, 1999). Estos resultados sugieren que la disponibilidad de agua para la vegetación depende de la compleja interacción de varios factores, razón por la cual se puede encontrar selva seca en sitios con climas áridos y semiáridos.

Como se ha visto, las principales salidas de agua del ecosistema terrestre son: la evapotranspiración, la escorrentía superficial y la infiltración profunda. La primera es la suma de la evaporación (que depende de fenómenos físicos) y la transpiración (que depende de fenómenos biológicos, principalmente de la actividad de las plantas). En las selvas secas, casi el 100% de la precipitación anual sale por evapotranspiración en años muy secos, mientras que en los años húmedos representa cerca del 90%, ya que una parte se pierde por escorrentía (aproximadamente el 7% de la lluvia anual) y las salidas por infiltración profunda son mínimas (Maass *et al.*, 2002). Lo anterior resalta la importancia que tiene la vegetación en la dinámica hidrológica de estos ecosistemas.

Ciclos de los elementos

A pesar de la importancia de la disponibilidad de agua como control fundamental del funcionamiento de las selvas secas, la fijación de carbono (C) por la fotosíntesis y la disponibilidad de elementos como el nitrógeno (N) y el fósforo (P) determinan propiedades ecosistémicas claves de la selva como la productividad primaria y la fertilidad del suelo. El C que entra al ecosistema por la fotosíntesis se fija en los compuestos orgánicos simples (azúcares) o complejos (celulosa y lignina) y una porción se pierde en el proceso de la respiración. La energía química restante se denomina productividad primaria neta (PPN) y constituye la energía disponible para los herbívoros y los saprobios del ecosistema (Whittaker, 1975). Comúnmente, la PPN se cuantifica como materia orgánica en unidades de peso seco, por unidad de área y de tiempo. Esta medida es una tasa y difiere de la fitomasa (o biomasa) del ecosistema en que ésta última representa la cantidad de materia orgánica total presente en un momento dado (Cox y Atkins, 1979). La cuantificación de los elementos en la biomasa permite calcular los almacenes de C, N o P en el ecosistema. La PPN de los ecosistemas terrestres depende principalmente de la radiación solar, la temperatura, la precipitación y

la disponibilidad de nutrientes esenciales, y generalmente disminuye a lo largo de gradientes de humedad y temperatura.

Los estudios de productividad primaria en las selvas secas son aún muy escasos y Chamela es uno de los pocos sitios en los que se ha medido con detalle (Martínez-Yrízar *et al.*, 1996). La PPN es de 12.1 Mg ha^{-1} $año^{-1}$ (Mg = 10^3 kg), de la cual los principales componentes son la producción de raíces finas (4.2 Mg ha^{-1} $año^{-1}$), la de hojarasca (3.6 Mg ha^{-1} $año^{-1}$) y la de madera (2.4 Mg ha^{-1} $año^{-1}$).

Aunque la producción de hojarasca es un proceso marcadamente estacional, la cantidad total, el tiempo de máxima caída y su duración varían de un sitio a otro y dependen fuertemente de la interacción entre su posición topográfica, la cantidad de lluvia anual y el tiempo en que se presentan los eventos de mayor precipitación. Al interior de una pequeña cuenca hidrográfica en Chamela (A. Martínez, datos no publicados) la producción de hojarasca es mayor en la porción baja de la cuenca (figura 2). Los datos de tres años consecutivos muestran que en el año con mayor precipitación (1998 con 1261 mm), el período de desprendimiento foliar al final de las lluvias es más prolongado en los tres sitios. Así mismo, en años con precipitación por arriba del promedio el pico de abscisión foliar se desplaza hasta muy entrada la sequía. Un aumento en la producción anual sólo se registra en la selva de Chamela cuando se presentan lluvias copiosas durante la época seca, a las que numerosas especies arbóreas responden con otro período de foliación (Bullock, 2002).

La producción de hojarasca y la de raíces finas están fuertemente acopladas a la estacionalidad de las lluvias pero de forma contrastante. Como se mencionó, el pico de producción de hojarasca en la selva de Chamela ocurre al inicio de la época seca, cuando del 58 al 79% del valor total anual se produce de noviembre a febrero (Martínez-Yrízar y Sarukhán, 1990). En cambio, la producción de raíces finas en los prime-

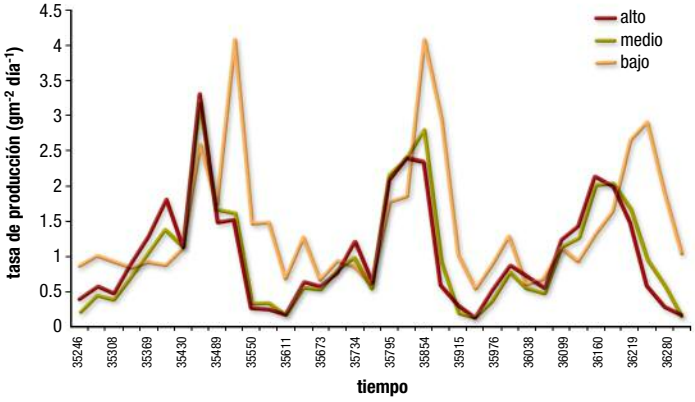


Figura 2. Variación estacional y anual de la producción de hojarasca en tres sitios dentro de una pequeña cuenca hidrográfica en la selva seca de Chamela. Los sitios se localizan a diferentes altitudes dentro de la cuenca. Fuente: A. Martínez-Yrízar (comunicación personal).

ros 5 cm de suelo responde marcadamente al aumento en disponibilidad de agua con la entrada de las lluvias, alcanzando su pico en los meses de julio y agosto (Castellanos *et al.*, 2001). Es durante estos mismos meses que más del 50% de la hojarasca producida en la época seca se descompone, liberando nutrientes al suelo. Aunque los valores de producción de raíces finas y de hojarasca son similares, la tasa de recambio es cuatro veces mayor en las raíces finas (Castellanos *et al.*, 2001), lo que sugiere que la importancia relativa de éstas como fuente de C y nutrientes al suelo podría ser mayor que la hojarasca.

La fitomasa de la selva constituye un almacén de materia orgánica que nos da una idea de la capacidad de acumulación de C y nutrientes del ecosistema. Aunque es una medición estática, permite establecer comparaciones entre diferentes ecosistemas en condiciones naturales o manejadas. Sin embargo, se han hecho pocas cuantificaciones de esta característica funcional. Las estimaciones realizadas en la selva de Chamela muestran una variación de la fitomasa aérea que va de 31 a 82 Mg ha^{-1} (Jaramillo *et al.*, 2003; Martínez-Yrízar *et al.*, 1992; Martínez-Yrízar *et al.*, 1996). A partir del modelo de regresión desarrollado en Chamela se ha podido estimar la fitomasa de otras selvas a lo largo de la vertiente del Pacífico mexicano (Martínez-Yrízar *et al.*, 2000), mostrando valores que van de 45-118 Mg ha^{-1} en la región de Alamos, Sonora y de 50 a 82 Mg ha^{-1} en San Javier, Sonora, el límite Norte de la distribución de la selva seca en México. Es ilustrativo que existe gran variación en los valores dentro de cada sitio, lo que probablemente refleja la heterogeneidad ambiental que prevalece en el área de distribución de la selva seca en esta región de México, así como la heterogeneidad en la distribución de las especies (Balvanera *et al.*, 2002). Tal variación se refleja también en los valores de biomasa de raíces, aún más escasos que los de la fitomasa aérea, que en Chamela varían entre 17 y 31 Mg ha-1, con un 90% de ésta en los primeros 40 cm de profundidad del suelo (Castellanos *et al.*, 1991, Jaramillo *et al.*, 2003). Característicamente, y en contraste con las selvas húmedas, las selvas secas tienen una mayor proporción de su fitomasa total en las raíces (Jackson *et al.*, 1996). El cociente raíz:tallo de la selva de Chamela varía entre 0.19 y 0.42 (Castellanos *et al.*, 1991; Jaramillo *et al.*, 2003), que es considerablemente mayor que el de las selvas húmedas (0.10).

Una característica funcional importante de las selvas secas es la cantidad de fitomasa muerta leñosa (necromasa) en pie. Esta materia constituye un almacén de energía y nutrientes que se libera muy lentamente a la comunidad heterotrófica. Este proceso se acelera cuando los árboles muertos en pie o sus segmentos caen y entran en contacto con la comunidad degradadora del suelo. Las diferentes estimaciones realizadas en Chamela indican que el material leñoso muerto en pie representa entre el 14% y el 20% de la masa viva de los árboles (Jaramillo *et al.*, 2003; Maass *et al.*, 2002). Aproximadamente, el 71% del total del material leñoso grueso que se produce anualmente en la selva de Chamela no ingresa al suelo y permanece en pie hasta que ocurre su fragmentación y desprendimiento propiciado por el viento y la lluvia (Maass *et al.*, 2002).

La fitomasa constituye uno de los dos almacenes de C y nutrientes más importantes del ecosistema. La concentración de C en la fitomasa aérea de la selva de Chamela varía entre 40% (mantillo) y 52% (material leñoso muerto), mientras que en las raíces fluctúa entre 37% (raíces < 4 mm) y 40% (raíces > 20 mm; Jaramillo *et al.*, 2003) . La concentración de N varía más entre los diferentes tejidos vegetales, con 0.64% en el tronco de árboles, 1.5% en el mantillo y 3.7% en las hojas vivas (Jaramillo *et al.*, 2003; Rentería *et al.*, 2005). Con estos valores se estiman los almacenes de C y N en la fitomasa de la selva en 65 Mg ha^{-1} y 1Mg ha^{-1}, respectivamente (Jaramillo *et al.*, 2003). Sin embargo, los almacenes más grandes de C y N del ecosistema de selva seca y de los ecosistemas terrestres en general, se encuentran en el suelo (Schlesinger, 1997). En el ecosistema de Chamela, el almacén de C es de 76 Mg ha^{-1}, ligeramente superior al de la fitomasa. En cambio, el de N es de 6.7 Mg ha^{-1}, muy superior al de la fitomasa de la selva.

La entrada de nutrientes a los ecosistemas estacionalmente secos depende de la presencia de la lluvia en diferentes contextos. La lluvia, por ejemplo, juega un papel fundamental en el proceso de intemperismo de la roca madre. Experimentos de intemperismo en condiciones de laboratorio han mostrado que tanto el suelo superficial (0-5 cm) como el más profundo (20-30 cm) presentan un potencial elevado de liberación de cationes como el Ca, Mg, Na y K por disolución mineral debido al efecto de la lluvia (Campo *et al.*, 2001). La entrada de

N por vía de la fijación biológica también está fuertemente regulada por el efecto de la lluvia en la humedad del suelo. Las leguminosas, abundantes en general en las selvas del Pacífico (Lott, 1993; Trejo, 1998), comprenden especies fijadoras de N. Dichas especies de géneros como *Lonchocarpus*, *Piptadenia* y *Albizia* presentan nódulos de *Rhizobium* en sus raíces y manifiestan su actividad únicamente durante la temporada de lluvias, cuando la humedad gravimétrica del suelo llega hasta un 25% (González-Ruiz, 2001).

La caída de hojarasca durante la época seca conlleva una entrada de nutrientes al suelo promoviendo la circulación de los mismos en el ecosistema. El flujo de N y P de la vegetación al suelo por vía de la hojarasca llega a un máximo entre los meses de noviembre y febrero, acoplado a los patrones fenológicos de caída de las hojas de las especies caducifolias (Díaz, 1997; Esteban, 1986). La hojarasca total en Chamela tiene, en promedio, 2.13% de N y 0.12% de P (Díaz, 1997). Los nutrientes de la hojarasca se acumulan sobre el suelo durante la época seca debido a que la casi nula disponibilidad de agua limita el proceso de descomposición de la materia orgánica (Martínez-Yrízar, 1980). Con la llegada de las lluvias se acelera la descomposición de la materia orgánica y dichos nutrientes entran al banco disponible en el suelo, que utilizan los microorganismos y las plantas para su crecimiento.

Antes de la abscisión foliar, una porción variable de los nutrientes son retenidos por los árboles por el proceso de reabsorción foliar. Los estudios realizados en Chamela indican que el 45% del N y el 48% del P son retenidos por reabsorción en los árboles, aunque existe variabilidad importante entre las especies y en función de la disponibilidad de agua en el ecosistema (Rentería *et al.*, 2005). Mientras que algunas especies como *Lonchocarpus eriocarinalis* Micheli pueden reabsorber casi el 60% del P foliar en un año seco, otras como *Guapira* cf. *macrocarpa* Miranda prácticamente no presenta reabsorción de N y P foliar independientemente de la disponibilidad de agua o nutrientes.

Los nutrientes se acumulan no sólo en la hojarasca sino también en el suelo mineral durante la época seca. Los estudios en Chamela han mostrado que existen mayores concentraciones de amonio (NH_4) y de nitrato (NO_3) (Davidson *et al.*, 1993; García-Méndez *et al.*, 1991), y de fósforo soluble y microbiano

(Campo *et al.*, 1998) en el suelo durante la época seca que en la época de lluvias. Aparentemente, la disminución de la demanda vegetal y la inmovilización microbiana de nutrientes en formas biológicas resistentes a la desecación tienen como consecuencia una acumulación de nutrientes en el suelo a lo largo de la época seca. El experimento realizado por Campo *et al.* (1998) mostró que el P mineralizado en el suelo (0.36 g P/m^2) con la entrada de la lluvia representó el 83% del flujo proveniente de la porción aérea del ecosistema (hojarasca + lluvia indirecta = 0.43 g P/m^2). La cantidad de P disponible en las fracciones soluble y microbiana sería suficiente para cubrir los requerimientos de la vegetación, si ésta tiene mecanismos eficientes de captura. Dada la rápida proliferación de raíces finas después de las primeras lluvias en la capa superficial del suelo (Castellanos *et al.*, 2001; Kummerow *et al.*, 1990), las plantas tendrían oportunidad de incorporar parte de esos nutrientes a la biomasa vegetal.

En el suelo se forman agregados por la unión de arcillas, limos y materia orgánica, los cuales juegan un papel importante en la dinámica y protección de los nutrientes, ya que favorecen la actividad microbiana del suelo. Alrededor del 90% de la masa del suelo de la selva seca de Chamela está en forma de macroagregados (>250 µm) y cerca del 80% del C, N y P se encuentran asociados a ellos (García-Oliva *et al.*, 1999a; García-Oliva *et al.*, 2003). La materia orgánica asociada a los macroagregados está menos humificada y representa la fuente más importante de energía para las comunidades microbianas del suelo, principalmente al inicio de la temporada húmeda. Por su parte, los microagregados (<250 µm) protegen y evitan que las formas disponibles de C y N se pierdan por lixiviación durante la estación húmeda del año (García-Oliva *et al.*, 2003).

Consecuencias funcionales del disturbio antrópico

En la mayoría de las regiones del Pacífico, la selva seca se transforma para uso agropecuario (Challenger, 1998). Esta actividad no únicamente impacta la biodiversidad sino que también afecta diferentes propiedades funcionales del ecosistema. La transformación inicia con la roza, tumba y quema, seguida por el pastoreo intensivo después de la primera estación de crecimiento (De Ita-Martínez, 1983; Gutiérrez, 1993). Mientras la roza, tumba y quema tiene efectos inmedia-

tos sobre diversos procesos y propiedades funcionales, el cambio de uso del suelo tiene consecuencias de más largo plazo (cuadro 1).

Cuadro 1. Consecuencias funcionales del disturbio antrópico de la selva seca en la región del Pacífico mexicano. Se distinguen los efectos inmediatos y mediatos de la transformación por medio de la roza, tumba y quema. El símbolo -- indica una disminución de la variable o del proceso; el símbolo + indica un aumento.

	Inmediatos	*Mediatos*
Variables hidrológicas		
Demanda evaporativa	+	+
Infiltración de agua	--	--
Escorrentía	+	+
Almacén de agua en suelo	--	--
Bancos de nutrientes		
Almacenes en biomasa aérea y en raíces	--	--
Almacenes totales en suelo	--	+/-
Materia orgánica del suelo	--	--
Macroagregados del suelo	--	--
Biomasa y nutrientes microbianos	--	--
Formas lábiles de C	--	--
Formas disponibles de N y P	+	--
Formas orgánicas de N y P	--	--
Procesos biogeoquímicos		
Mineralización de N	+	--
Mineralización de C orgánico	+	--
Potencial de nitrificación	+	--

La roza-tumba se realiza manualmente, por lo general al inicio de la temporada seca (noviembre), para quemar el material hacia el final de la misma (mayo, De Ita-Martínez, 1983). Las fechas de tumba y quema definen el tiempo de secado del material, el cual afecta directamente la intensidad del fuego: mientras más largo es el tiempo de secado, más intenso es el fuego (González, 1992; Kauffman *et al.*, 2003). La fecha de la quema la establecen los campesinos cuando existen temperaturas altas del aire, cielos despejados y vientos con intensidad y dirección constantes (González, 1992). La quema consume completamente el material foliar seco y los combustibles pequeños y una proporción variable de los combustibles leñosos gruesos. En un experimento de roza, tumba y quema con diferentes intensidades de fuego realizado en Chamela se estimó una pérdida de 75 a 108 Mg ha^{-1} de la fitomasa aérea, lo que representó entre el 62 y 80% de la cantidad original (Kauffman *et al.*, 2003). Aunado a la pérdida de masa está la pér-

La tala y quema de la selva baja tiene severos impactos en el mantenimiento de la biodiversidad, reduce el almacenaje de nutrientes y causa erosion.
Foto: Victor Jaramillo.

dida por volatilización de los almacenes de nutrientes asociados a ella y otra proporción queda en las cenizas. Sin embargo, un porcentaje alto de las cenizas (ca. 70%) puede perderse por erosión eólica en unas cuantas semanas después de la quema (González, 1992).

El fuego no sólo reduce los almacenes de nutrientes en la fitomasa sino también las formas orgánicas que se encuentran en las primeras capas del suelo y que se pierden por volatilización (cuadro 1; García-Oliva, Sanford y Kelly, 1999a). Los cambios térmicos debidos a las altas temperaturas tienen también consecuencias notables. Por ejemplo, se reduce la masa de raíces finas en los primeros 2 cm del suelo (Castellanos *et al.*, 2001), se pierden formas lábiles de C asociado a los macroagregados, reduciendo la estabilidad de los mismos (García-Oliva, Sanford y Kelly, 1999a), y disminuyen las colonias de grupos funcionales microbianos (García-Oliva, Sanford y Kelly, 1999b). Así mismo, las altas temperaturas en las capas superficiales del suelo provocan que formas de N y P no disponibles se conviertan en formas disponibles (Giardina *et al.*, 2000) y que haya un aumento en las tasas de mineralización de N por un corto tiempo (Ellingson *et al.*, 2000; cuadro 1). Los cambios químicos debidos al fuego están asociados a la incorporación de cenizas que afecta principalmente al pH, que se hace más alcalino (Ellingson *et al.*, 2000; García-Oliva, Sanford y Kelly, 1999a) y disminuye su capacidad de amortiguamiento a los cambios (Nava-Mendoza *et al.*, 2000).

Al término de la quema se siembran cultivos (maíz, calabaza, frijol y otros dependiendo de la región) o gramíneas de origen africano para el pastoreo de ganado vacuno. En esta etapa el suelo se encuentra desnudo y es muy susceptible a la erosión hídrica con la llegada de las primeras lluvias, sobretodo en las regiones donde la selva ocurre en lomeríos con pendientes pronunciadas. En diversas áreas de distribución de la selva en el Pacífico, las principales tormentas de origen ciclónico se caracterizan por ser sumamente erosivas. Por ejemplo, el promedio de la erosividad anual en la selva de Chamela es de 6,525 MJ mm ha^{-1} h^{-1}, que corresponde a los valores promedio de las zonas tropicales (García-Oliva, Maass y Galicia, 1995). Maass, Jordan y Sarukhán (1988) reportan que la mayor pérdida de suelo se da en los primeros eventos de lluvia, alcanzando hasta 59 Mg ha^{-1} de suelo que se pierden en un solo evento de lluvia en parcelas sembradas

con maíz. Sin embargo, no todos los eventos son de gran intensidad y tienen un patrón muy aleatorio durante el año, por lo que las primeras lluvias no son muy erosivas todos los años. Esto es, la tasa de erosión en esta etapa depende de los cambios que experimenta el suelo, que varían con las temperaturas del fuego, el tipo de uso del suelo y de la intensidad de las primeras tormentas, que son difíciles de predecir.

Después de la primera estación de crecimiento, en que se cosechan los cultivos o se introduce el ganado para el pastoreo, se manifiestan una variedad de cambios derivados del manejo. Desde la perspectiva hidrológica existe una mayor demanda evaporativa porque aumenta la temperatura superficial del suelo al disminuir la cobertura vegetal (Burgos, 2004). La estructura del suelo se ve afectada por una reducción en los macroagregados y por tanto en la protección de nutrientes, que conlleva una pérdida del 50% del C y N asociados a ellos (García-Oliva, Sanford y Kelly, 1999a). El efecto negativo sobre los mecanismos de protección de nutrientes puede explicar que a pesar de que haya un aumento en la cantidad de nutrientes en el suelo en el primer año de manejo (García-Oliva y Maass, 1998), éstos disminuyen con el tiempo de uso. Otro aspecto que puede afectar la dinámica de nutrientes en el suelo como resultado de la transformación de la selva es la disminución hasta de un 50% en la productividad de raíces finas (<1 mm de diámetro) en los primeros 5 cm de profundidad (Castellanos *et al.*, 2001).

Además de que las praderas se queman cada dos o tres años mientras están en uso (Kauffman *et al.*, 2003), la introducción del ganado vacuno trae consigo otras consecuencias para el ecosistema. La actividad del ganado causa la compactación del suelo, lo cual reduce la infiltración y la capacidad de almacenamiento de agua (Burgos, 2004) y aumenta por lo tanto la escorrentía superficial. Los estudios realizados en praderas con diferentes años de uso han mostrado también consecuencias en variables biogeoquímicas del ecosistema. Por ejemplo, existe una reducción en la tasa de mineralización del carbono orgánico del suelo, y una pérdida neta de las formas disponibles de C y de nutrientes (García-Oliva y Maass, 1998; Islas, 2003), hay una disminución del C y N microbianos (Jaramillo *et al.*, datos no publicados) y una reducción de las tasas de mineralización de N y de las concentraciones de N en las capas superficiales del suelo

(Ellingson *et al.*, 2000). El uso de las praderas altera también los almacenes de C y nutrientes del ecosistema. García-Oliva *et al.* (1994) documentan un aumento en la materia orgánica del suelo (MOS) en los primeros 6 cm de profundidad en una pradera con 3 años de uso y la atribuyen a la humificación de la biomasa radical remanente de la selva. Sin embargo, muestran una disminución posterior en la pradera de 11 años, a niveles similares a los de la selva. En contraste, después de 11 años de uso continuo se pueden perder hasta 700 kg N ha^{-1}, 2,500 kg Ca ha^{-1} y 500 kg P ha^{-1} de esa capa superficial del suelo (García-Oliva y Maass, 1998). A mayores profundidades (60 cm), praderas con 4 y 13 años de uso pueden tener hasta 20% más C orgánico y niveles similares de N en el suelo, que la selva (Jaramillo *et al.*, 2003). Sin embargo, los almacenes de C y N en la biomasa de las praderas, aérea y de raíces, sólo representan el 18% y 16%, respectivamente, de los almacenes de la selva.

La transformación de la selva para uso agropecuario por medio de la roza, tumba y quema tiene diferentes consecuencias en los procesos ecosistémicos. Por un lado, las alteraciones al ciclo del agua traen como consecuencia un mayor estrés hídrico en el ecosistema. Las alteraciones de corto y mediano plazo de los procesos y de los microorganismos que regulan la disponibilidad de nutrientes en el suelo disminuyen de manera general la fertilidad del ecosistema. Finalmente, estas alteraciones junto con las reducciones en los almacenes de C y nutrientes, generados principalmente por la pérdida de biomasa y el uso recurrente del fuego, provocan una disminución en la capacidad del ecosistema para almacenar carbono.

Perspectivas para la conservación

La diversidad de alteraciones funcionales como consecuencia de la transformación de la selva seca con propósitos de uso agropecuario pone de manifiesto las complicaciones para formular estrategias de restauración. A pesar del conocimiento que se tiene sobre el funcionamiento del ecosistema de las selvas secas es aún muy difícil evaluar si las propiedades y procesos se alteran de manera definitiva o qué perspectivas de recuperación existen. La escasa evidencia sobre la regeneración natural de las selvas del Pacífico mexicano, una vez que las praderas han sido abandonadas, no aporta elementos que permitan una visión optimista sobre

la recuperación del ecosistema original. Más bien sugiere que existe una expansión acelerada y persistencia de vegetación secundaria con características florístico-estructurales (Ortiz, 2001) y posiblemente funcionales (Romero, datos no publicados), distintas a las de la selva en su estado natural. Esta situación no hace sino enfatizar la urgente necesidad de conservar la mayor extensión posible de selva en su estado natural, de analizar las trayectorias de cambio del ecosistema transformado posterior al cese de las actividades agropecuarias y de buscar alternativas de manejo que minimicen los cambios funcionales en el ecosistema.

Agradecimientos
Agradecemos el apoyo del biólogo Raúl Ahedo en la elaboración de las figuras.

Los servicios ecosistémicos que proveen las selvas secas

Patricia Balvanera y Manuel Maass

El bienestar de las poblaciones humanas depende fuertemente de la naturaleza, aunque rara vez se le reconozca. La posibilidad de tener acceso a alimentos, materiales de construcción, combustibles y otros productos depende de la capacidad que tienen los sistemas naturales para proveernos de ellos. De la misma manera, el tener un clima con condiciones favorables para una vida cotidiana agradable, para poder llevar a cabo actividades productivas como la agricultura o la ganadería, el estar protegidos contra huracanes, sequías, o heladas y el poder contar de forma segura con la provisión de los insumos básicos, depende del buen funcionamiento de los sistemas naturales.

El conjunto de beneficios que las poblaciones humanas obtienen de los sistemas naturales se conoce como servicios ecosistémicos. Ecosistema se refiere al conjunto de organismos (plantas, animales y microorganismos) y de componentes físicos y químicos (elementos sin vida) presentes en un sitio dado, los cuales interactúan entre ellos conformando sistemas integrados mediante procesos ecológicos en los que el agua, la energía y los elementos minerales fluyen, se almacenan o se reciclan. Los seres humanos son una parte integral de los mismos.

Los servicios ecosistémicos, producto de los elementos vivos o abióticos de los ecosistemas y de las complejas interacciones entre ellos, pueden clasificarse en cuatro tipos (MA, 2003). Los servicios de provisión son los que se conocen como recursos naturales o bienes. Se trata de productos de los cuales el ser humano se puede apropiar, que se consumen y contabilizan, y pueden ser o no renovables; entre ellos está la comida, los materiales de construcción, los combustibles y la

cantidad de agua. Los servicios de regulación afectan al ambiente en el cual los seres humanos habitan y realizan sus actividades productivas. Son resultado de interacciones complejas entre distintos elementos del ecosistema; entre ellos está la regulación climática, la regulación de la calidad del agua y la regulación de inundaciones. Los servicios culturales son intangibles, producto de percepciones individuales o colectivas y por lo tanto fuertemente dependientes del contexto social-cultural particular; entre ellos está el bienestar, la conexión espiritual y la capacidad recreativa. Finalmente, los servicios de soporte son procesos básicos del ecosistema que permiten que se provean los otros tres tipos de servicios, y por lo tanto están indirectamente relacionados con el bienestar humano; entre ellos está la productividad primaria, el ciclo hidrológico, los ciclos de nutrientes y el mantenimiento de la biodiversidad.

La capacidad de los ecosistemas para brindar servicios depende de las características particulares de cada ecosistema. El estado en el que se encuentran los distintos componentes bióticos y abióticos del ecosistema, así como el tipo y grado de interacción que se da entre ellos, determinan el tipo y grado de servicios ecosistémicos que dicho sistema puede proveer. Además, esta capacidad depende de una interacción dinámica con los seres humanos quienes modifican a los ecosistemas para maximizar la obtención de ciertos servicios ecosistémicos, aunque en muchos casos a costa de otros. Así por ejemplo, en la búsqueda por satisfacer las demandas de comida se han transformado, a una escala global, al menos una cuarta parte de los ecosistemas naturales en campos de cultivo, se ha promovido la introducción de múltiples especies como la tilapia o el lirio acuático que transforman completamente a los ecosistemas acuáticos, y se ha contribuido a que la cantidad de nitrógeno disponible en suelos y agua se multiplique por nueve (MA, 2005). A su vez, las transformaciones que los seres humanos han ocasionado a los ecosistemas dependen de factores demográficos (e.g. crecimiento poblacional y demanda de comida), económicos (e.g. demanda en el mercado de comida o subsidios a la agricultura en ciertos países), sociales (e.g. organización local en ejidos) y políticas (e.g. estímulos financieros para promover ciertas actividades). Paradójicamente, si bien la raíz de las transformaciones a los ecosistemas y sus factores socio-económicos asociados es la búsqueda del bienestar humano, sus consecuen-

cias pueden ser negativas sobre la capacidad de los ecosistemas para seguir proveyendo servicios y, por lo tanto, bienestar (MA, 2005).

Al igual que otros ecosistemas, las selvas secas del Pacífico mexicano brindan una serie de servicios que benefician tanto a las poblaciones que en ellas habitan, como a los pobladores de otras regiones del país o del planeta (Maass *et al.*, 2005). Su capacidad de brindar dichos servicios depende de sus características biológicas, de las características socio-económicas de los grupos que interactúan con ellas, y de su estado de conservación, el cual se ve modificado por las actividades humanas (ver Maass *et al.,* en esta obra). En este capítulo se hace una revisión breve de las características ecológicas de las selvas secas, así como las características socioeconómicas de la costa del Pacífico mexicano, a fin de enmarcar el contexto socio-ambiental en el que se da esta relación hombre-naturaleza a través de los servicios ecosistémicos. Posteriormente se describe algunos de los servicios más importantes que brindan las selvas secas y se muestra cómo estos operan a distintas escalas espaciales y temporales, existiendo disyuntivas entre servicios y entre actores. Finalmente, y en el marco de la conservación de las selvas secas del Pacífico mexicano, se discute cuáles son las medidas de conservación necesarias para asegurar el mantenimiento de dicho ecosistema, así como la provisión de los servicios que brinda. No se abordan los servicios de soporte, pues se trata de procesos ecológicos básicos descritos ampliamente en otros capítulos de este libro (ver Jaramillo *et al.* en esta obra).

Factores ecológicos y sociales determinantes en la provisión de servicios ecosistémicos

Factores ecológicos

Las selvas secas, por definición, se distribuyen en sitios donde se presentan de cuatro a seis meses de sequía severa a muy severa (Mooney *et al.,* 1995). En particular para el caso de las selvas del Pacífico mexicano, éstas se encuentran en sitios cuya precipitación media anual oscila entre 400 y 1200 mm, y donde se presentan entre seis y nueve meses con una precipitación menor a 60 mm (Trejo, 1998; Trejo y Dirzo, 2002). En todos los casos la evapotranspiración potencial, que oscila entre 1000 y 1700 mm (Trejo, 1998, este volumen), rebasa la precipi-

tación real. Esto significa que la disponibilidad de agua es el factor limitante más importante para el desarrollo de los distintos organismos de estas selvas, así como para el funcionamiento del ecosistema y, por lo tanto, para su capacidad de brindar los servicios que ofrece a las poblaciones humanas.

En las selvas secas no sólo hay un problema de poca disponibilidad de agua, sino además de una gran incertidumbre en la cantidad y el patrón temporal con el que va a estar disponible. Existe una gran variabilidad en la cantidad de precipitación total anual así como su distribución a lo largo del año. En el caso de la región central de la costa del Pacífico mexicano, la precipitación total anual oscila entre 400 y 1400 mm, la probabilidad de tener al menos 100 mm de precipitación mensual durante alguno de los meses de la temporada de lluvias (junio a octubre) oscila entre un 100 y 35% (dependiendo del mes en cuestión), y la cantidad de lluvia invernal oscila entre 20 y 650 mm, variando también el mes durante la cual ésta se presenta (enero a mayo, García-Oliva *et al.,* 2002). Todo esto dificulta la realización de actividades productivas fuertemente dependientes de la cantidad y la seguridad en la precipitación como es el caso de la agricultura de temporal (De Ita-Martínez y Barradas, 1986).

Una gran proporción de las selvas secas de México se distribuyen en sitios donde el suelo es somero y susceptible a la erosión, sin capas diferenciadas, con frecuentes afloramientos rocosos y, en muchos casos, con baja disponibilidad de nutrientes (Trejo, 1998). Esto reduce nuevamente el abanico de alternativas productivas que pueden desarrollarse en estas selvas y, por lo tanto, de servicios ecosistémicos que pueden obtenerse al transformarlas.

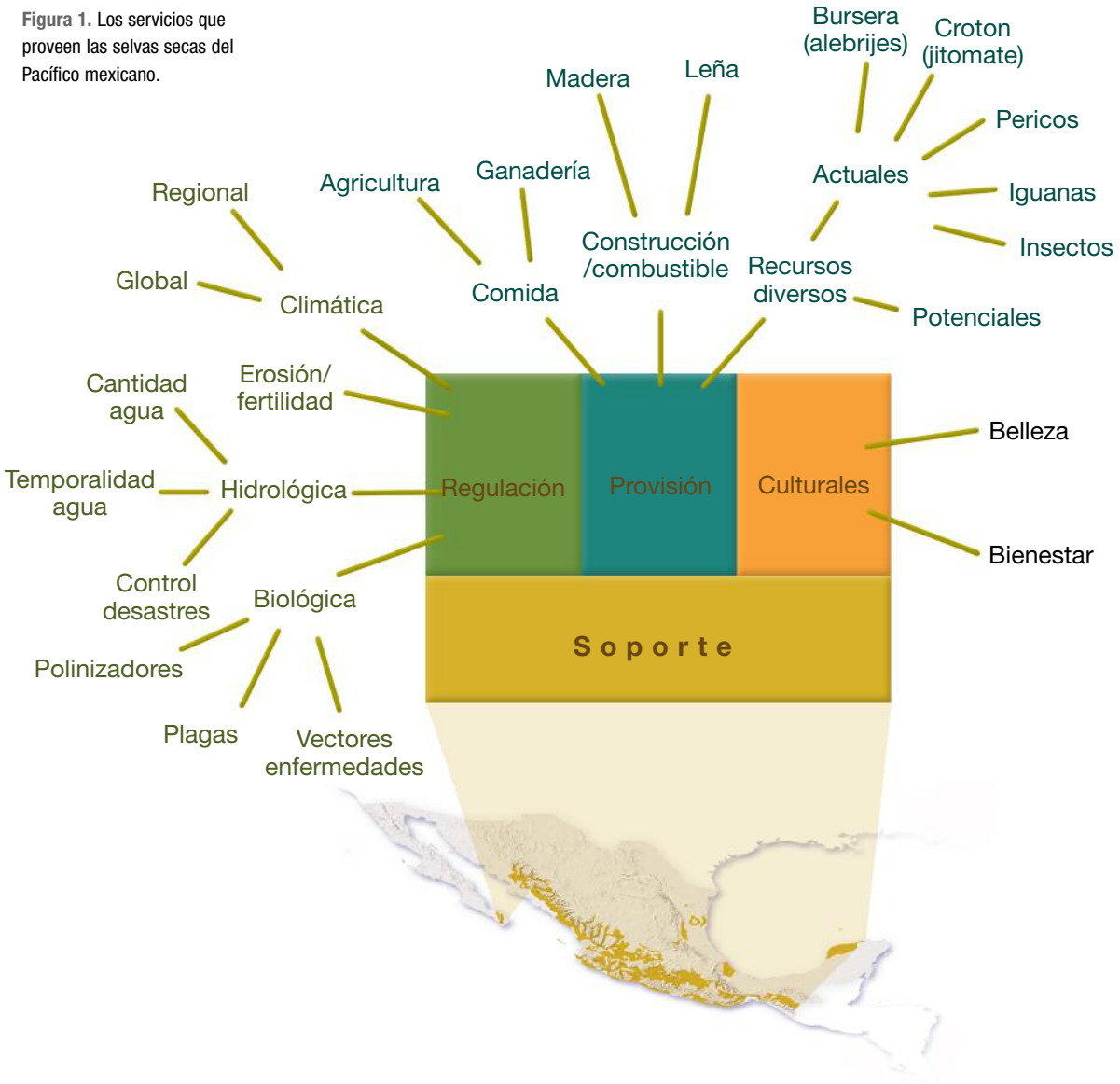
Factores socioeconómicos

La interacción de los seres humanos con las selvas secas podría remontarse a 8 000 años de acuerdo con los restos encontrados en el Valle de Tehuacán (Byers, 1967), el valle central de Oaxaca (Flannery, 1985) o incluso 10 000 años de acuerdo con registros en la cuenca del Balsas (MacNeish y Eubanks, 2000); sin embargo, debido a que el clima era distinto en ese entonces, es incierto si estas poblaciones interactuaron con selvas secas o más bien lo hicieron con bosques más templados. La domesticación del maíz, calabaza y frijol se atribuye a regio-

nes actualmente ocupadas, al menos parcialmente, con selvas secas (Challenger, 1998). Durante los periodos clásico (250-1000) y post-clásico (800-1520) varios grupos prehispánicos se establecieron en las selvas secas del Pacífico (Challenger, 1998). Al momento de la conquista, algunas secciones de las selvas secas de los estados de Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero y sobre todo Oaxaca presentaban modificaciones ligeras debido a la agricultura, extracción forestal y algunos asentamientos humanos de más de 50 000 habitantes (Challenger, 1998). Durante la colonia, el Pacífico mexicano fue ocupado para actividades como la introducción y plantación de especies exóticas (e.g. el coco; Zizumbo-Villareal, 1996), la producción de sal (Quiroz, 1998; Williams, 2002), la introducción de ganado (Challenger, 1998), la explotación minera (Challenger, 1998), o la presencia de puertos como el de Acapulco y la Bahía de Chamela para intercambios comerciales con oriente (Challenger, 1998), estableciéndose en la región numerosas haciendas (Lara, 1996). Para el momento de la Independencia, secciones de las selvas secas del Pacífico en las costas de Sonora, Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Colima, Guerrero, y Oaxaca (incluyendo sus valles centrales) presentaban modificaciones moderadas (y en algunos casos severas), y presencia de selvas secundarias, debido fundamentalmente a actividades agrícolas itinerantes (roza, tumba y quema), agricultura de temporal y ganadería extensiva (Challenger, 1998). Este impacto se amplió a secciones de los estados de Michoacán, Guerrero y Oaxaca a principios del siglo XX. Sin embargo, en algunas áreas del Pacífico mexicano la colonización ha sido muy reciente; ésta se debió fundamentalmente al programa "marcha hacia el mar" en los años 50, durante el cual las áreas costeras fueron distribuidas a campesinos sin tierras y se crearon numerosos ejidos (Castillo *et al.*, 2005). En los años

La historia de la relación del hombre con la selva seca es muy variable. Mientras que en el Valle de Tehuacán se remonta a 8 000 años, en la costa de Jalisco tiene apenas 50 años.
Foto: Mauricio Salcedo.

Figura 1. Los servicios que proveen las selvas secas del Pacífico mexicano.



70 las selvas secas del Pacífico, así como otros ecosistemas mexicanos, se transformaron extensivamente debido a estímulos federales (Castillo *et al.,* 2005). Esta historia ha moldeado la forma en la que los pobladores han interactuado con las selvas secas del Pacífico y, por lo tanto, con el tipo de servicios ecosistémicos que han obtenido de ellas (figura 1).

Los servicios ecosistémicos que brindan las selvas secas

En los lomeríos cubiertos por selvas secas los suelos son someros, los mantos freáticos están lejanos, y no hay posibilidad de recurrir al riego. En estas condiciones, la selva es transformada para agricultura de temporal (fundamentalmente maíz) o para ganadería (siembra de pastos), con rendimientos limitados (AGROS, 1996; Burgos, 2004; Gutiérrez, 1993). Los campos con agricultura de temporal muestran claras disminuciones en sus rendimientos agrícolas debido a la elevada tasa de erosión que se presenta en esas parcelas (Maass *et al.,* 2002); en cambio los pastizales pueden mantenerse durante muchos años mediante quemas recurrentes (Burgos y Maass, 2004). Alternativamente, puede no transformarse la selva, pero introducir el ganado para que ramonee dentro de ella (Breceda, 2005). La transformación inicial de la selva es probablemente más fácil que la de la selva alta perennifolia porque la mayoría de los individuos son de diámetros pequeños (< 30 cm; Trejo, 1998); sin embargo, cuando se abandonan los campos de cultivo o ganadería éstos se cubren con árboles y arbustos de la familia Leguminosae, *Acacia* y *Mimosa* en el caso de Chamela (Ortiz, 2001), que son más difíciles de remover debido a su elevada densidad de individuos y presencia de espinas (Burgos, 2004; Burgos y Maass, 2004).

Bienes

Materiales de construcción y combustibles

Las selvas secas del Pacífico mexicano se caracterizan por tener una elevada densidad de árboles con diámetros pequeños (Trejo, 1998). En consecuencia, la disponibilidad de árboles con diámetros grandes de interés forestal es reducida, y la presión ejercida sobre estas selvas por empresas madereras ha sido históricamente insignificante en comparación con la que se ha ejercido sobre las selvas húme-

das (Challenger, 1998). Sin embargo, algunas especies de madera dura, muy apreciadas, se distribuyen en estas selvas secas (Pennington y Sarukhán, 1998). Entre ellas destacan *Cordia alliodora*, *Ceiba pentandra*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Cedrela odorata*, *Tabebuia rosea*, *T. donnell-smitthii*, y *Pirhanea mexicana* (antes *Celaenodendron mexicanum*) y *Brosimum alicastrum* (Bye, 1995; Challenger, 1998; Maass *et al.,* 2005; Pennington y Sarukhán, 1998). Es posible, que tal como sucede en la región de Chamela, una gran proporción de los individuos de mayor diámetro de estas especies del Pacífico mexicano ya haya sido extraída (Cordero, 2005).

La producción de leña como combustible por parte de las selvas secas del Pacífico mexicano es de las más elevadas del país, aunque sólo corresponde a la mitad de la oferta que hacen los bosques templados del país. En general, la demanda de leña en la región costera es baja de tal forma que la probabilidad de

Cientos de miles de tallos y ramas de árboles y arbustos de la selva seca son usados anualmente como guías en el cultivo de jitomate. Este almacén se localizó en Sinaloa.
Foto: Gerardo Ceballos.

que la oferta supere la demanda es también baja, con excepción del sur de la costa de Guerrero y el sur de la costa de Chiapas, donde esta probabilidad es ligeramente más elevada (Masera *et al.,* 2006).

Recursos diversos

Las selvas secas del Pacífico mexicano ofrecen una multiplicidad de especies animales y vegetales útiles, las cuales se revisan en capítulos posteriores de este libro (Naranjo y Cuarón, este volumen; Soto, en este volúmen). Aquí se destacan sólo algunas de ellas. Las especies de *Bursera* son árboles dominantes de estas selvas (Trejo y Dirzo, 2002) y son ampliamente utilizadas para la extracción de resinas, aceites esenciales y actualmente para la elaboración de alebrijes; pese a la amplitud de su distribución y a sus abundantes poblaciones, se encuentra al borde de la extinción poblacional en varias localidades del estado de Oaxaca (Peters *et al.,* 2003). Los tallos de varias especies de arbustos del género *Croton* son extraídos de las selvas secas de Sinaloa y Jalisco para ser utilizados en el noroeste del país como guías en el cultivo de jitomate (Rendón, 2002). Varias especies de pericos son extraídas de las selvas secas para ser vendidas como mascotas, poniendo en peligro a las poblaciones de las especies (Wright *et al.,* 2001). La iguana negra, *Ctenosaura pectinata*, habita las selvas secas del Pacífico y puede ser fácilmente criada en cautiverio para la producción de alimentos (Alvarado-Díaz y Suazo-Ortuño, 1996). Un gran número de especies de insectos que habitan las selvas secas del Pacífico mexicano son utilizadas como alimento, muchos de ellos de las familias Melolonthidae y Cerambycidae (Ramos-Elorduy y Pino Moreno, 2004).

Otro conjunto de recursos diversos derivados de las selvas secas del Pacífico mexicano puede tener usos futuros más importantes que los presentes. De acuerdo a predicciones de cambio climático, se espera que alrededor del 50% del territorio mexicano tenga una temperatura más alta y menor precipitación, lo que conduciría a condiciones de mayor estrés hídrico (Villers-Ruiz y Trejo-Vázquez, 1998). Debido a que las especies de las selvas secas del Pacífico mexicano están adaptadas para condiciones de sequía, en muchos casos impredecibles, éstas pueden convertirse en recursos genéticos importantes para la restauración de ambientes gradualmente más secos (Maass *et al.,* 2005). Además, pueden tam-

bién ser utilizadas para reforestar áreas degradadas donde la disponibilidad de agua es reducida debido a la pérdida de suelo (Cervantes Gutierrez *et al.,* 2001).

Agua

La provisión de agua es importante en las selvas secas del Pacífico mexicano, dado el papel crítico que este recurso juega en el bienestar de las poblaciones humanas que las habitan. El agua en estas zonas es fundamental para consumo humano, para la ganadería, para el desarrollo de la agricultura de riego y para actividades como el turismo. El agua se obtiene principalmente de pozos, o se almacena en pequeñas represas a lo largo de los arroyos. El agua no es particularmente abundante en la zona, ya que la precipitación es relativamente escasa y la demanda de ésta por la vegetación es muy alta, esto es, la selva seca consume una buena parte del agua que llega por la lluvia, dejando sólo una pequeña proporción de ésta disponible en los arroyos para las poblaciones locales (Burgos, 1999; Burgos 2004; Maass *et al.,* 2002). Por ejemplo, en el caso de la selva seca de Chamela, se ha calculado que entre el 7 y 15% de la precipitación escurre cuenca abajo (Maass *et al.,* 2002). Sin embargo, lo poco que se percola a horizontes profundos es suficiente para mantener los niveles freáticos de los pozos en la parte baja de las cuencas. A escalas regionales, debido a la reducida densidad poblacional de las selvas secas del Pacífico mexicano, en relación con otras regiones del país, la relación oferta/demanda es baja en los estados de Oaxaca y Guerrero, y media entre Sinaloa y Guerrero (CNA, 2004; PNUMA, 2004).

El agua es un factor clave para el desarrollo de las actividades productivas en las selvas Secas del pacífico Mexicano. Cultivo de mango con riego.
Foto: Mauricio Salcedo.

Servicios de regulación

Regulación climática

A escalas locales, las selvas secas juegan un papel importante en la regulación micro-climática. Durante la temporada

de lluvias, las selvas absorben una proporción importante de la energía que llega a ellas, mientras que los pastizales absorben una proporción menor. Durante la temporada seca, las selvas reflejan una gran proporción de la energía que incide sobre ellas, pero los pastizales reflejan una proporción aún mayor (Barradas, 1991; Barradas y Fanjul, 1985). El resultado es que se percibe un calor más intenso en los pastizales que en las áreas cubiertas de selva seca durante la temporada de sequía.

A escalas globales, los incendios asociados a la roza-tumba-quema de las selvas tropicales son una fuente importante de emisiones de CO_2 a la atmósfera, lo que contribuye al calentamiento global. Los bosques y selvas secas de México almacenan tanto carbono como lo hacen los bosques siempre verdes (templados y tropicales); sin embargo, debido a diferencias en su combustión, la quema de la selva seca puede contribuir a mayores emisiones de CO_2 a la atmósfera que la quema de bosques siempre verdes (Jaramillo *et al.,* 2003; Maass *et al.,* 2005).

Regulación de la erosión y mantenimiento de la fertilidad

Las selvas secas proveen servicios importantes de regulación de la erosión y mantenimiento de la fertilidad que se modifican fuertemente cuando las selvas son transformadas o manejadas. Las principales causas de la degradación de suelos de las selvas secas, además de su fragilidad a la erosión (ver factores ecológicos), son el sobre pastoreo y la deforestación (PNUMA, 2004). Las selvas secas poseen mecanismos naturales que permiten el reciclaje y conservación de nutrientes en el sistema, tales como: la presencia de una capa de hojarasca que protege al suelo del impacto erosivo de

Las selvas secas juegan un papel importante en la regulación microclimática. Los pastizales tienen una mayor radiación que las selvas secas; esto es particularmente importante durante la sequía.
Foto: Mauricio Salcedo.

las gotas de lluvia; la inmovilización de nutrientes por parte de microorganismos durante la temporada seca, evitando que éstos se pierdan por lixiviación; la reabsorción de nutrientes antes de la caída de las hojas, evitando que estos se pierdan; y la gran estabilidad de los agregados de los suelos, que le dan resistencia al proceso de erosión (Maass *et al.,* 2005). Durante el proceso de roza, tumba y quema se alteran varios de estos mecanismos, se pierde un 80% de los almacenes de carbono y nitrógeno, y los suelos desprovistos de selva pierden suelo cientos a miles de veces más rápido que aquéllos cubiertos por selva (Maass *et al.,* 2005).

Regulación de la cantidad, calidad y temporalidad del agua y la prevención de inundaciones

Las selvas secas del Pacífico mexicano juegan un papel importante en la calidad del agua que se puede consumir en sus inmediaciones. Los pobladores que habitan las selvas secas dependen del agua que se colecta en toda la cuenca, incluyendo de su parte alta en la que, frecuentemente, se encuentran ecosistemas con climas más templados. El agua escurre por los ríos o se infiltra a mantos profundos, haciéndose disponible para los habitantes en represas y pozos cuenca abajo (Maass *et al.,* 2005).

La precipitación en las selvas secas del Pacífico, aunque relativamente escasa e impredecible (ver factores ecológicos), se presenta en la forma de tormentas tropicales que llegan a concentrar en unas cuantas horas hasta 200 mm, y que por lo tanto son muy erosivas (García-Oliva *et al.,* 1995). Estas fuertes descargas de agua sobre los suelos someros que predominan en las selvas secas, promueven grandes avenidas de agua, cargadas con sedimentos, causando deslaves e inundaciones, situación que se agrava significativamente cuando la selva seca es transformada. Este servicio será cada vez más importante en el futuro de acuerdo con las predicciones de las tendencias y consecuencias del cambio climático, para las cuales se espera una mayor frecuencia de tormentas tropicales de elevada intensidad (IPCC, 2001), tal como se está experimentando ya en México.

Las selvas secas pueden también contribuir a mejorar la calidad del agua contaminada río arriba por actividades agrícolas, pecuarias o por descargas domésticas. Estudios en proceso están mostrando una clara recuperación de la calidad del

agua después de su paso por la selva seca de Chamela, Jalisco, en lo que se refiere a los factores físico-químicos y bacteriológicos (M. Mazari com. pers.).

Regulación biológica de polinizadores, plagas y vectores de enfermedades

Las selvas secas del Pacífico mexicano pueden contribuir a la regulación de complejas interacciones bióticas con consecuencias en la regulación de la polinización o la regulación de las dinámicas poblacionales de plagas agrícolas y vectores de enfermedades humanas.

Las abejas nativas de los géneros *Peponapis* spp. y *Xenoglosa* spp. que habitan las selvas secas del Pacífico mexicano polinizan más eficientemente que la abeja introducida *Apis melifera* a las especies de calabaza (Maass *et al.,* 2005). La pérdida de la selva seca puede traer como consecuencias reducciones en la polinización de calabaza y sandía.

En el caso de la mosca de la papaya, *Toxotrypana curvicauda*, la selva seca que circunda el cultivo provee a la mosca de condiciones fundamentales para ovipositar, aparearse, alimentarse y protegerse (Aluja *et al.,* 1997). La presencia de selva seca tiene un efecto negativo sobre la posibilidad de regular las poblaciones de esta plaga. Por el contrario, los campesinos de la región de Chamela reportan que las avispas del género *Polistes* que habitan la selva seca se comen las larvas del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (Cordero, 2005). En este caso la selva seca provee el servicio de control de plagas.

No existe información acerca del papel que pudiera jugar la selva seca en la regulación de poblaciones de vectores de enfermedades humanas. Esto podría ser de particular importancia para enfermedades transmitidas por los mosquitos como el dengue, que afectan a las poblaciones que habitan las selvas secas del Pacífico mexicano.

Servicios culturales

Belleza escénica

La costa del Pacífico mexicano está siendo explotada por su belleza escénica para el turismo, y es posible que este tipo de desarrollo sea promovido en el futuro.

Un componente importante de la belleza escénica de estos lugares, es la combinación entre la playa y la selva seca, como es el caso de Bahías de Huatulco, Chacahua, Acapulco, Ixtapa, Manzanillo, Costa Alegre de Jalisco, San Blas, La Paz, o Loreto. Estos paisajes son apreciados por el turismo nacional e internacional (e.g. Godínez, 2003). En estos sitios está creciendo la posibilidad de visitar los ecosistemas naturales que los rodean, incluyendo las selvas secas. Se ha discutido que, en el caso de Bahías de Huatulco, el ecoturismo es una alternativa de desarrollo promisoria, tanto para las comunidades que habitan la región, como para el mantenimiento de los ecosistemas naturales (Barkin y Pailles, 2001).

Bienestar

Para los habitantes de las selvas secas, como en el caso de Chamela, la selva es un sistema agreste, lleno de animales peligrosos, plantas urticantes o con espinas, y sólo algunos de ellos se complacen en caminar dentro de ella. Sin embargo, para algunos habitantes la selva les puede brindar paz, alegría, o incluso bienestar espiritual (Castillo *et al.,* 2005).

Escalas y disyuntivas

Las escalas espaciales y temporales a las que operan los servicios ecosistémicos

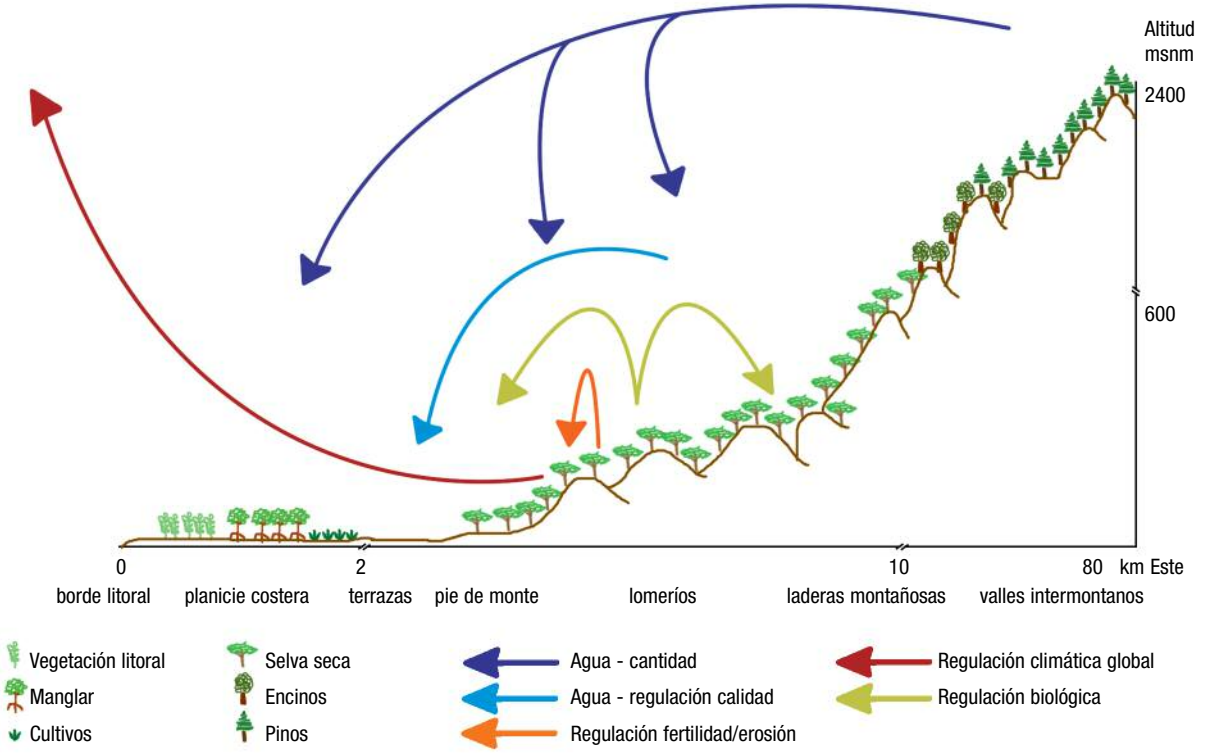
Los distintos servicios ecosistémicos arriba descritos dependen de distintos componentes y procesos del ecosistema. Cada uno de ellos opera a distintas escalas espaciales y temporales, haciendo difícil la identificación de consecuencias de distintas acciones sobre ellos (MA, 2003; Maass *et al.,* 2005).

Los servicios de regulación climática, en particular el almacenamiento de carbono por parte de las selvas secas, operan a escalas regionales y globales. En el plano temporal, distintos procesos pertinentes al servicio operan a distintas escalas. La acumulación de carbono en las selvas opera a escalas cientos de años, puesto que ese podría ser el tiempo que necesita un bosque maduro para desarrollarse. La liberación de bióxido de carbono y otros gases debido a la quema de los bosques, se da en horas y días. Las consecuencias de esa liberación y otros eventos similares sobre el contenido de bióxido de carbono en la atmósfera terrestre, la temperatura del

aire o los niveles del océano operan a escalas de décadas, siglos o miles de años.

La regulación de la cantidad, calidad y temporalidad de agua y la obtención de beneficios de esto también operan a distintas escalas espaciales (figura 2). Una buena parte del agua que consumen las poblaciones humanas que habitan la selva seca se genera a decenas o cientos de kilómetros de distancia de los sitios de apropiación. En ocasiones las zonas de recarga se encuentran en la parte alta de las cuencas en donde predominan otro tipo de ecosistemas. Sin embargo, su consumo se da localmente, en los pozos o cuerpos de agua. El consumo de agua en los pozos puede tener consecuencias locales a regionales, dependiendo de la interconexión entre los acuíferos. En el plano temporal, la recarga de acuíferos puede

Figura 2. Ejemplos de servicios que operan a distintas escalas espaciales. La base de la flecha da una idea aproximada del lugar donde se provee el servicio, y la punta del sitio donde se benefician los usuarios del servicio. Elaborada con base en Maass *et al.* (2005) y Durán *et al.* (2002).



deberse a eventos de precipitación extrema que se dan cada 10 o 100 años; en cambio, el arrastre de sedimentos debido a una tormenta sucede en cuestión de horas a días.

El mantenimiento de la fertilidad ocurre, en cambio, a escalas locales, a nivel de la parcela en cuestión. El cambio de uso de suelo, las quemas y la erosión afectan localmente la disponibilidad de nutrientes para la realización de actividades como la agricultura o la ganadería. En el plano temporal, tomó cientos de miles de años la formación del suelo y su estructura, así como los procesos evolutivos que llevaron a las complejas interacciones con microorganismos que determinan la disponibilidad de nutrientes el día de hoy; todo esto puede perderse en unos cuantos años de uso agrícola combinado con fuegos. En síntesis, la deforestación de las selvas secas del Pacífico mexicano puede tener consecuencias globales y a corto plazo sobre la liberación de gases a la atmósfera, regionales sobre la erosión y calidad del agua, y locales a mediano plazo sobre la fertilidad de la parcela.

La regulación biológica ocurre a escalas que dependen de la movilidad de los organismos involucrados (Maass *et al.,* 2005). Por ejemplo, la actividad de los polinizadores puede decaer significativamente a menos de 1 km de distancia de la selva (ver Ricketts, 2004 para el caso de la selva húmeda).

Disyuntivas entre servicios y entre actores

En la búsqueda por obtener ciertos servicios ecosistémicos se generan consecuencias sobre el ecosistema las cuales, a su vez, pueden ser negativas para la provisión de esos mismos servicios o de otros. Así por ejemplo, la transformación de la selva para el establecimiento de parcelas o potreros, tiene el objetivo de proveer de comida (ya sea para autoconsumo o venta) a los pobladores de las selvas secas. Sin embargo, esta transformación tiene consecuencias negativas sobre prácticamente todos los servicios de regulación y culturales que las selvas secas proveen (figura 3). A su vez, la pérdida de los servicios de regulación asociados al mantenimiento de fertilidad, regulación de la temporalidad del agua, o incluso regulación biológica de plagas, es contraproducente para el servicio mismo de provisión de comida a mediano plazo.

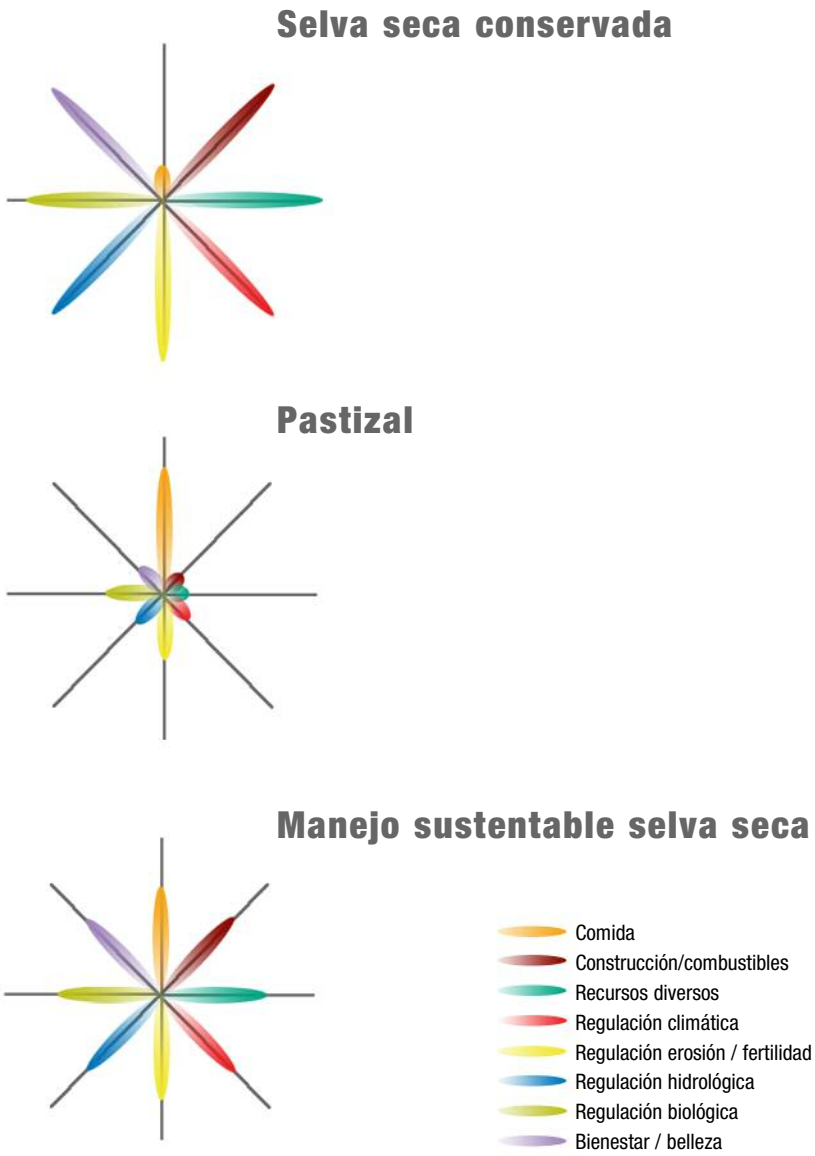


Figura 3. Disyuntivas entre servicios ecosistémicos: el manejo puede privilegiar la provisión de algunos servicios a costa de otros. Comparación entre tres tipos de manejo contrastantes: a) selva conservada, b) selva transformada a pastizal y c) selva bajo manejo sustentable. Elaborada con base en Maass *et al.* (2005) y Foley *et al.* (2005).

En un escenario hipotético (Maass *et al.,* 2005) el manejo sustentable de una selva seca podría simultáneamente brindar una amplia gama de servicios ecosistémicos tanto de provisión, como de regulación, así como culturales (figura 3c). Esto podría incluir una agricultura y ganadería sustentable (con uso reducido de insumos), manejo forestal para la extracción de madera, leña y otros productos diversos (como los insectos comestibles, las varas de *Croton*, o las *Bursera*) y el ecoturismo de bajo impacto.

Estas disyuntivas, o compromisos, también tienen consecuencias diferenciales entre los distintos actores. Por ejemplo, la transformación de la selva seca a pradera es de beneficio para el ejidatario que posee el predio, pero puede tener consecuencias negativas sobre los asentamientos humanos río abajo, incluyendo instalaciones turísticas, las cuales se vuelven más vulnerables a deslaves e inundaciones. La transformación de la selva afecta también a la regulación climática regional y, por lo tanto, a todos los habitantes de la región. Así mismo, la deforestación tiene un impacto sobre la belleza escénica y, por lo tanto, sobre los turistas que la visitan (MA, 2003; Maass *et al.,* 2005).

Conservación de las selvas secas y el mantenimiento de los servicios ecosistémicos que proveen

¿Mantener los servicios para conservar las selvas?

El problema de la conservación de las selvas secas del Pacífico mexicano, al igual que el de la conservación de todos los ecosistemas de México y del planeta, está íntimamente relacionado con los servicios que estos proveen. El ser humano está promoviendo la transformación de las selvas secas en la búsqueda de satisfactores a sus necesidades. En esta búsqueda, sin embargo, está minando la capacidad que tienen los ecosistemas para mantener una provisión sostenida de servicios ecosistémicos que precisamente le ayudarán a satisfacer sus necesidades básicas. Por esto, han surgido múltiples iniciativas en México y el resto del mundo, para asegurar el mantenimiento de los servicios ecosistémicos. Una de estas iniciativas es lo que se conoce como pagos por servicios ecosistémicos (para el caso de México ver <www.conafor.gob.mx/programas_nacionales_forestales/psa/index.html>). La idea es que aquéllos que se benefician de los servicios que ofrece un ecosiste-

ma natural paguen por su mantenimiento a los propietarios de dichos ecosistemas, promoviendo de esta manera la conservación. A través de estos pagos no sólo se mantienen los servicios sino los procesos y componentes del ecosistema que los proveen. En un esquema de pago por servicios ambientales, las selvas secas del Pacífico mexicano tienen el potencial de incorporar los servicios ecosistémicos hidrológicos en sus aspectos de cantidad, calidad y temporalidad, así como los de almacenamiento de carbono y el de mantenimiento de la diversidad biológica.

¿Conservar las selvas para mantener los servicios?

Las selvas secas en nuestro país están desapareciendo a tasas alarmantes (Trejo y Dirzo, 2000). Es importante detener esta transformación y conservar las selvas secas del Pacífico mexicano para que puedan seguir brindando servicios ecosistémicos. Sin embargo, se desconoce en realidad la naturaleza de esta relación con precisión: ¿Cuánta selva seca es necesaria para seguir proveyendo cada uno de estos servicios? ¿Qué elementos (vivos y no vivos) y qué procesos ecosistémicos son indispensables para la provisión de estos servicios? ¿Qué condiciones de integridad deben tener las selvas para poder seguir brindando los servicios? ¿Cuáles son las consecuencias de distintos programas de manejo sustentable de selvas secas sobre su capacidad de proveer servicios?

Estas preguntas apenas comienzan a ser abordadas, tanto para las selvas secas, como para el resto de los ecosistemas del planeta. Hoy en día, la investigación sobre servicios ecosistémicos se ha convertido en una prioridad de investigación, tanto a nivel regional para el Pacífico mexicano, como nacional e internacional. En la medida que se vayan descifrando las respuestas se podrán ir definiendo lineamientos y políticas de manejo de ecosistemas que permitan el mantenimiento en la provisión de los servicios que estos proveen a la sociedad.

Usos de la fauna silvestre

Eduardo J. Naranjo y Alfredo D. Cuarón

La fauna silvestre de las selvas secas del Pacífico mexicano, limitada en este capítulo a vertebrados terrestres, ha constituido un recurso natural para las sociedades humanas desde tiempos remotos. Numerosas especies de mamíferos, aves y reptiles han sido —y siguen siendo— aprovechadas, entre otros fines, como fuentes de alimento, vestimenta, sustancias medicinales, herramientas, objetos rituales, símbolos, trofeos y mascotas (Naranjo, 2002; Ojasti y Dallmeier, 2000). La importancia nutricional, económica y social de la fauna para los habitantes de las selvas secas mexicanas ha sido escasamente evaluada en términos cuantitativos, a pesar de que numerosas manifestaciones culturales como las artes plásticas, la gastronomía, la danza, la música y aún la lingüística evidencian la relevancia de los animales silvestres en la región.

Gran parte de las selvas secas del Pacífico mexicano han estado sometidas a un intenso uso agropecuario desde el inicio de la época colonial y que perdura hasta nuestros días. Muchas de estas áreas presentan una alta densidad de población humana, cuyas actividades económicas han provocado una elevada tasa de fragmentación y pérdida de los bosques tropicales secos que originalmente las cubrían (Ceballos y Miranda, 1986; Trejo, en esta obra). Si bien la ganadería bovina extensiva, la porcicultura y avicultura intensivas, así como los cultivos de maíz, frijol y caña de azúcar son las actividades económicas predominantes en las selvas secas mexicanas, el uso de la fauna silvestre ha representado una fuente complementaria de alimento para sus pobladores. No obstante, la información disponible sobre esta última actividad es muy escasa en este tipo de ecosistemas (Vargas, 2001).

Desafortunadamente, las prácticas de cacería no sustentables y la destrucción y fragmentación de las selvas secas mexicanas han originado cambios importantes en la distribución y la abundancia de numerosas poblaciones de fauna silvestre (Naranjo, 1990). No todas las especies han sido igualmente afectadas, por un lado, el mono araña (*Ateles geoffroyi*), la pava cojolita (*Penelope purpurascens*) y la iguana verde (*Iguana iguana*) han sufrido una severa declinación y aislamiento en sus poblaciones locales (González, 2000; Reid, 1997); en contraste, la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), las chachalacas (*Ortalis* spp.) y la iguana negra (*Ctenosaura* spp.) han sido poco o nada afectadas al ser transformados los bosques maduros en sistemas agropecuarios y áreas de vegetación secundaria (Howell y Webb, 1995; Reid, 1997). En este capítulo se presenta una descripción de las características del uso de los vertebrados terrestres en las selvas secas del Pacífico mexicano.

Especies utilizadas

Mamíferos

Entre las especies de mamíferos silvestres utilizadas con mayor frecuencia en las selvas secas del Pacífico mexicano destacan el venado cola blanca, el pecarí de collar, el tepezcuintle, el armadillo, los conejos, el agutí, la nutria y el coatí (cuadro 1). Estas especies, en general, se cazan con el objeto de obtener carne, trofeos y, ocasionalmente, las pieles con fines de subsistencia, deportivos o bien,

Dasyprocta mexicana, *Urocyon cinereoargenteus*.
Fotos: Gerardo Ceballos

Cuadro 1. Mamíferos silvestres utilizados por pobladores de las selvas secas del Pacífico mexicano

Especie	Nombre común	Parte utilizada
Didelphimorphia		
Didelphis marsupualis	Tlacuache	Carne
Didelphis virginiana	Tlacuache	Carne
Xenarthra		
Dasypus novemcinctus	Armadillo de nueve bandas	Carne, concha
Tamandua mexicana	Hormiguero arborícola	Carne, piel
Primates		
Ateles geoffroyi	Mono araña	Ejemplar (mascota)
Rodentia		
Sciurus colliaei	Ardilla	Carne, piel, ejemplar (mascota)
Sciurus aureogaster	Ardilla gris	Carne, piel, ejemplar (mascota)
Orthogeomys grandis	Tuza	Carne
Pappogeomys bulleri	Tuza	Carne
Neotoma mexicana	Rata de campo	Carne
Neotoma phenax	Rata de campo	Carne
Sphiggurus mexicanus	Puercoespín	Carne, púas (remedio)
Dasyprocta mexicana	Guaqueque negro	Carne
Cuniculus paca	Tepezcuintle, Cereque	Carne, piel, ejemplar (mascota)
Lagomorpha		
Lepus flavigularis	Liebre tropical	Carne, piel
Sylvilagus cunicularius	Conejo	Carne, piel
Sylvilagus floridanus	Conejo	Carne, piel, ejemplar (mascota)
Carnivora		
Canis latrans	Coyote	Piel
Urocyon cinereoargenteus	Zorra gris	Piel, ejemplar (mascota)
Bassariscus astutus	Cacomixtle	Piel
Bassariscus sumichrasti	Cacomixtle tropical	Piel
Procyon lotor	Mapache	Carne, piel, ejemplar (mascota)

Cuadro 1. Mamíferos silvestres utilizados por pobladores de las selvas secas del Pacífico mexicano

Especie	Nombre común	Parte utilizada
Nasua narica	Coatí, tejón, andasolo	Carne, piel, ejemplar (mascota)
Potos flavus	Martucha, mico de noche	Carne, piel
Conepatus leuconotus	Zorrillo listado	Carne, grasa (remedio)
Mephitis macroura	Zorrillo rayado	Carne, grasa (remedio)
Spilogale putorius	Zorrillo manchado	Carne, grasa (remedio)
Spilogale pygmaea	Zorrillo manchado	Carne, grasa (remedio)
Lontra longicaudis	Nutria, Perro de agua	Carne, piel
Herpailurus yaguarondi	Leoncillo, jaguarundi	Piel
Leopardus pardalis	Ocelote	Piel, colmillos
Leopardus wiedii	Tigrillo	Piel
Panthera onca	Jaguar, tigre	Piel, colmillos, garras
Puma concolor	Puma, león	Piel, colmillos, garras
Perissodactyla		
Tapirus bairdii	Tapir, danta	Carne, piel
Artiodactyla		
Tayassu tajacu	Pecarí de collar, jabalí	Carne, piel, colmillos, ejemplar (mascota)
Mazama americana	Venado cabrito, temazate	Carne, piel, astas, ejemplar (mascota)
Odocoileus virginianus	Venado cola blanca	Carne, piel, astas, ejemplar (mascota)

Atteles geoffroyi, *Coendu mexicanus*, *Tayassu tajacu*. Fotos: Gerardo Ceballos

comerciales en las principales ciudades de la región (Naranjo 1990; Pérez-Gil *et al.*, 1995).

En algunas áreas, aunque con menor regularidad, las ardillas, las tuzas, el puercoespín y el tamandúa también se utilizan con propósitos alimenticios. Los carnívoros como el jaguar, el puma, el ocelote, el tigrillo, el jaguarundi, el coyote, la zorra gris, el mapache, la martucha y los zorrillos ocasionalmente son cazados cerca de las comunidades rurales, primordialmente como método de control de la depredación de animales domésticos y, en forma eventual, se aprovechan comercialmente las pieles, colmillos y garras de algunos de ellos (cuadro 1).

Mención especial merecen los murciélagos cavernícolas de la región, los que no se aprovechan en absoluto, pero en cambio son eliminados indiscriminadamente por su supuesto —e infundado— potencial dañino para el ganado y las personas (BCI, 2003).

Aves

Con fines de subsistencia, las aves cazadas con mayor intensidad en las selvas secas del país son los crácidos (chachalacas, pava y hocofaisán), los colúmbidos (palomas y tórtolas), los tinamúes y las codornices (cuadro 2). Todas representan una fuente importante de proteínas para los habitantes de muchas comunidades rurales, particularmente las más aisladas y empobrecidas. Además, en localidades específicas, se capturan o sacrifican los psitácidos (cotorras, loros y guacamaya verde), los tucanes y algunas aves rapaces (gavilanes, halcones, águilas, búhos y lechuzas), ya sea para vender individuos jóvenes como mascotas, elaborar artesanías con sus plumas, o bien, para tratar de controlar la depredación sobre aves de corral y mamíferos domésticos pequeños. En los estados del Pacífico norte y centro (Baja California Sur, Sonora, Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Colima y Michoacán)

Pteroglossus torquatus. Foto: Gerardo Ceballos

Cuadro 2. Aves silvestres utilizadas por pobladores de las selvas secas del Pacífico mexicano

Especie	Nombre común	Parte utilizada
Tiformes		
Crypturellus cinnamomeus	Tinamú canelo	Carne
Anseriformes		
Dendrocygna autumnalis	Pijiji	Carne, ejemplar (trofeo y mascota)
Dendrocygna bicolor	Pijiji canelo	Carne, ejemplar (trofeo)
Cairina moschata	Pato real	Carne, ejemplar (trofeo y mascota)
Aix sponsa	Pato arcoiris	Carne, ejemplar (trofeo y mascota)
Anas spp.	Cercetas, patos	Carne, ejemplar (trofeo y mascota)
Aythya spp.	Patos	Carne, ejemplar (trofeo y mascota)
Bucephala albeola	Pato monja	Carne, ejemplar (trofeo)
Oxyura jamaicensis	Pato tepalcate	Carne, ejemplar (trofeo)
Falconiformes		
Parabuteo unicinctus	Aguililla rojinegra	Ejemplar (mascota)
Galliformes		
Ortalis spp.	Chachalacas	Carne
Penelope purpurascens	Pava, cojolita	Carne
Crax rubra	Hocofaisán	Carne
Colinus virginianus	Codorniz cotui	Carne

Aratinga cunicularis, Cardinalis cardinalis, Dendrocygna autumnalis. Fotos: Gerardo Ceballos

Cuadro 2 (continúa). Aves silvestres utilizadas por pobladores de las selvas secas del Pacífico mexicano

Especie	Nombre común	Parte utilizada
Callipepla spp.	Codornices	Carne
Philortyx fasciatus	Codorniz rayada	Carne
Columbiformes		
Columba flavirostris	Paloma morada	Carne
Zenaida asiatica	Paloma alas blancas	Carne, ejemplar (trofeo)
Zenaida macroura	Huilota	Carne, ejemplar (trofeo)
Claravis pretiosa	Tórtola azul	Carne
Leptotila verreauxi	Paloma arroyera	Carne
Geotrygon montana	Paloma-perdiz	Carne
Psittaciformes		
Aratinga canicularis	Cotorra frente naranja	Ejemplar (mascota), plumas
Aratinga strenua	Cotorra centroamericana	Ejemplar (mascota), plumas
Ara militaris	Guacamaya verde	Ejemplar (mascota), plumas
Forpus cyanopygius	Perico catarina	Ejemplar (mascota), plumas
Brotogeris jugularis	Perico ala amarilla	Ejemplar (mascota), plumas
Amazona spp.	Loros	Ejemplar (mascota), plumas
Piciformes		
Pteroglossus torquatus	Tucán collarejo	Ejemplar (mascota), plumas
Passeriformes		
Calocitta colliei	Urraca cara negra	Ejemplar (mascota)
Calocitta formosa	Urraca cara blanca	Ejemplar (mascota)
Chiroxiphia linearis	Toledo	Ejemplar (mascota)
Myadestes occidentalis	Jilguero, clarín	Ejemplar (mascota)
Turdus migratorius	Primavera	Ejemplar (mascota)
Mimus poliglottos	Cenzontle norteño	Ejemplar (mascota)
Mimus gilvus	Cenzontle tropical	Ejemplar (mascota)
Bombycilla cedrorum	Chinito	Ejemplar (mascota)
Cardinalis cardinalis	Cardenal	Ejemplar (mascota)
Passerina rositae	Colorín azulrosa	Ejemplar (mascota)
Passerina cyanea	Colorín azul	Ejemplar (mascota)
Icterus spp.	Calandrias, bolseros	Ejemplar (mascota)

existen ranchos cinegéticos donde se practica la caza deportiva de aves acuáticas, fundamentalmente patos (Pérez-Gil *et al.*, 1995; DUMAC, 2003).

Un caso especial de aprovechamiento de este grupo faunístico es la captura y venta de aves canoras vivas para ornato, sobre todo en las mayores poblaciones de la vertiente del Pacífico (Vega *et al.*, en esta obra). Esta actividad actualmente resulta evidente en las calles céntricas de ciudades como Culiacán, Mazatlán, Tepic, Guadalajara, Puerto Vallarta, Colima, Lázaro Cárdenas, Acapulco, Chilpancingo, Pinotepa Nacional, Pochutla, Juchitán, Tonalá y Tuxtla Gutiérrez, entre muchas otras. Algunas de las aves canoras con mayor demanda en la región son los canarios, cardenales, cenzontles, clarines, jilgueros, mirlos, primaveras y urracas (cuadro 2).

Reptiles y anfibios

Los reptiles más frecuentemente aprovechados con fines alimenticios en la región son, sin duda, las iguanas, las tortugas dulceacuícolas y los cocodrilos (cuadro 3). Desafortunadamente, como sucede con otros grupos de vertebrados carnívoros, las serpientes y los cocodrilianos en general son sacrificados indistintamente por el temor exagerado a los daños (mordeduras y depredación) que algunas especies podrían causar a las personas o a sus animales domésticos. No obstante, la carne y piel de las especies de mayor tamaño como la boa, la víbora de cascabel, el caimán y el cocodrilo de río ocasionalmente se consumen localmente o se venden por su buena calidad (INE, 2000a). Las iguanas verdes y negras son ampliamente utilizadas como alimento en las selvas secas del Pacífico sur (Guerrero, Oaxaca y Chiapas). Las primeras, además, se venden como mascotas en los principales centros turísticos de esa región (Acapulco, Ixtapa-Zihuatanejo, Puerto Escondido, bahías de Huatulco y Puerto Arista).

En cuanto a los anfibios, solamente se han observado la venta de sapos disecados de gran tamaño como artesanía en los sitios turísticos mencionados.

Cuadro 3. Reptiles y anfibios utilizados por pobladores de las selvas secas del Pacífico mexicano

Especie	Nombre común	Parte utilizada
Chelonia		
Trachemys spp.	Tortuga jicotea	Carne, caparazón
Crocodylia		
Caiman crocodilus	Caimán	Carne, piel, ejemplar (mascota)
Crocodylus acutus	Cocodrilo de río	Carne, piel, ejemplar (mascota)
Squamata		
Ctenosaura spp.	Iguana negra	Carne, piel, ejemplar (mascota)
Iguana iguana	Iguana verde	Carne, piel, ejemplar (mascota)
Anura		
Bufo spp.	Sapo bufo	Piel

Crocodylus acutus, Iguana iguana. Fotos: Gerardo Ceballos

Métodos de captura

En términos generales, el aprovechamiento de vertebrados silvestres en las selvas secas del país puede considerarse como una actividad secundaria respecto de la agricultura y la ganadería, aun cuando existen personas dedicadas casi exclusivamente a la cacería y la captura de animales vivos en comunidades adyacentes a grandes extensiones forestales con escasa población humana (Naranjo, 1990; Vargas, 2001). En el caso de los mamíferos, la técnica de captura más frecuente es la búsqueda diurna individual o en pequeños grupos con ayuda de perros, de manera que éstos localizan y acorralan a la presa hasta la llegada del cazador, que generalmente utiliza un rifle, escopeta, machete o estaca para abatir al animal. Otra técnica frecuente es el "lampareo" nocturno, que practican cazadores solitarios o en equipos de dos o tres personas, a lo largo de senderos dentro de la selva o entre los campos de cultivo, acahuales y pastizales.

Para algunas especies se emplean también variados tipos de trampas rústicas elaboradas con troncos, ramas, tablas, alambres, lazos y otros materiales de bajo costo. Estas trampas son cebadas con frutos silvestres o cultivados, maíz o animales vivos o muertos, dependiendo de los hábitos alimentarios del mamífero que se desea capturar. Tanto de día como de noche también se utilizan plataformas elevadas ("tapescos") construídas entre ramas de árboles que producen frutos atractivos para especies como el tepezcuintle, el pecarí de collar y el venado cola blanca.

Debido a su mayor sensibilidad a la presencia humana, las aves regularmente son cazadas por personas solitarias que se desplazan en silencio durante las primeras o las últimas horas del día en senderos cercanos a las comunidades. Desafortunadamente, una técnica de captura bastante común para especies nidícolas de alto valor comercial (guacamayas, loros y tucanes, entre otras) consiste en trepar o derribar el árbol donde se encuentra el nido y extraer los polluelos incapaces de volar para criarlos en casa y venderlos o utilizarlos como mascota. A pesar de la normatividad vigente, aún existen "pajareros" que ilegalmente utilizan redes de niebla o trampas rústicas para la captura de aves canoras.

Los reptiles como las iguanas y las tortugas generalmente se capturan en forma manual en las riberas y lagunas costeras. Los cocodrilos son cazados con armas de

fuego desde pequeñas embarcaciones y, ocasionalmente, se les captura vivos con ayuda de lazos o con redes agalleras en las zonas pesqueras. Los sapos de mayor tamaño (generalmente hembras) se capturan manualmente durante la temporada de lluvias en las charcas y estanques temporales cercanos a las comunidades rurales.

La marcada estacionalidad que se observa en las selvas secas mexicanas es bien conocida y aprovechada por sus pobladores, quienes practican con mayor frecuencia la cacería durante la estación seca en la mayor parte del país (noviembre a mayo), cuando muchas poblaciones de fauna silvestre tienden a concentrarse cerca de los cuerpos de agua remanentes. De esta manera, los cazadores pueden ser más eficientes en áreas de captura relativamente pequeñas en comparación con la estación lluviosa, cuando las presas se distribuyen en superficies mucho mayores. La práctica más frecuente de la cacería en la estación seca del año también se relaciona con la mayor disponibilidad de tiempo para los agricultores con cultivos de temporal (Naranjo, 1990; Vargas, 2001).

Perspectivas de conservación

Protección y manejo del hábitat

La constante pérdida y fragmentación de las selvas secas del Pacífico mexicano es desalentadora para la conservación y uso sustentable de la fauna silvestre en general. Sin embargo, existen alternativas sencillas y de bajo costo que pueden contribuir a mejorar las perspectivas de sobrevivencia de muchas poblaciones valiosas desde el punto de vista económico y social. Por ejemplo, el hábitat de muchos mamíferos, aves, reptiles y anfibios puede mejorarse al restaurar o mantener la vegetación original en áreas como las orillas de ríos, arroyos, potreros y áreas de cultivo, laderas con fuertes pendientes y terrenos demasiado rocosos para la agricultura o la ganadería (Leopold, 1965).

Otra alternativa que ya se practica en algunas localidades consiste en permitir y favorecer el crecimiento de especies arbóreas y arbustivas tanto nativas como exóticas que producen frutos y semillas abundantes: amate (*Ficus* spp.), capulín (*Muntingia calabura*), chicozapote (*Achras zapota*), cítricos (*Aurantium* spp.), guaje (*Leucaena* spp.), jobo (*Spondias mombin*), mango (*Mangifera indica*), nan-

che (*Byrsonima crassifolia*) y ramón (*Brosimum alicastrum*), entre muchos otros. Estos árboles, en general, pueden crecer sin cuidados especiales, sirviendo como elementos de regeneración en áreas desmontadas y abandonadas (Del Amo y Gómez-Pompa, 1985), y suministrando al mismo tiempo alimento y refugio para numerosas especies de vertebrados.

La creación de pequeños reservorios para el agua de lluvia también puede considerarse como una opción para mejorar el hábitat. Esta práctica es común entre numerosos ejidatarios, comuneros y pequeños propietarios que poseen ganado bovino, existiendo ocasionalmente canales de conducción desde algún arroyo o río cercano, de manera que al llegar la estación seca, el agua permanece en los reservorios durante varios meses aún cuando las corrientes naturales se desecan (Naranjo, 1990).

Uso sustentable

Los vertebrados silvestres aún representan un recurso natural de relevancia nutricional y económica para los pobladores de las selvas secas de México. Para maximizar los beneficios y minimizar los efectos negativos del aprovechamiento de la fauna es necesario desarrollar estrategias que promuevan el uso sustentable, al mismo tiempo que la conservación de las especies silvestres. Tales estrategias implican, en primer lugar, la generación de información actualizada sobre el estado de las poblaciones utilizadas y las características socioeconómicas y culturales de sus usuarios en zonas rurales y urbanas (Robinson y Bennett, 2000).

Asimismo, es indispensable realizar un intenso trabajo de concientización y capacitación sobre estrategias de uso sustentable de la fauna en las comunidades rurales, de manera que éstas generen y ejecuten sus propios planes de manejo a través de los instrumentos legales establecidos, como el Sistema de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (SUMA; Semarnat, 2003).

Necesidades de investigación

Existe una notable insuficiencia de información cualitativa y cuantitativa sobre el uso de la fauna silvestre en las selvas secas del Pacífico mexicano. En particular, es necesario investigar sobre las características del aprovechamiento de los anima-

les silvestres, incluyendo la cacería de subsistencia, los usos comerciales y el tráfico ilegal de especies, así como el impacto de dichas actividades sobre la distribución, abundancia y estructura de las poblaciones faunísticas. De igual importancia es la evaluación de los efectos de la pérdida y fragmentación del hábitat sobre las especies más frecuentemente utilizadas por los pobladores de las selvas secas mexicanas.

Plantas útiles de la cuenca del Balsas

José Carmen Soto

El conocimiento de las selvas secas de la cuenca del río Balsas es relevante por su extensión y por su riqueza de flora. Destaca por el elevado número de sus elementos endémicos pertenecientes, principalmente, a las Leguminosae, Burseraceae y Euphorbiaceae (Miranda, 1947; Rzedowski, 1978; Soto, 1987; Sousa y Soto, 1989; Sousa, ver capítulo 3 en este volúmen).

Desde el punto de vista etnobotánico la selva seca es el ecosistema en el cual los pobladores utilizan el mayor porcentaje de sus especies vegetales que, en muchos casos, es superior a 60% (Dorado, 2000). No obstante, los estudios etnobotánicos en las selvas secas son muy escasos y, en la mayoría de los casos, sólo representan esfuerzos aislados, carentes de apoyos institucionales. Por ello es necesario emprender estudios tendientes a profundizar y valorar el conocimiento etnobotánico con el fin de lograr el aprovechamiento sustentable de la vegetación de las selvas secas.

En esta perspectiva, este trabajo presenta resultados del estudio de la flora útil de la parte occidental de la cuenca del Río Balsas, en los estados de Michoacán y Guerrero. Tiene como objetivo principal, realizar un inventario de los usos tradicionales de la flora regional; en el entendido de que este tipo de estudios son el punto de partida para la realización de otros más detallados y específicos.

La información que aquí se presenta comprende las principales categorías de plantas útiles al hombre (adaptado de Hernández X., 1955). Las especies ceremoniales, medicinales (Soto y Sousa,1995), así como las malezas y aquellas utilizadas como abono verde no son tratadas en el presente trabajo. La información se

obtuvo mediante entrevistas a los campesinos, directamente en los sitios de colecta, o bien, en las rancherías o poblados próximos a estos lugares. El trabajo de campo se realizó durante el periodo comprendido entre 1977 y 1986, y fue auspiciado por el Herbario Nacional (MEXU) del Instituto de Biología de la UNAM, bajo la jefatura del doctor Mario Sousa S. Por cada una de las categorías, se presenta una lista de especies (ver anexo 1).

Cuadro 1. Categorías de plantas útiles y números de familias, géneros y especies representados en el área de estudio

Categoría		**Número**	
Plantas	*Familias*	*Géneros*	*Especies*
I. Alimenticias	52	115	204
II. Maderables	41	87	202
III. Productoras de fibras	34	33	66
IV. Usadas para cosméticos	17	20	24
V. Estimulantes y narcóticas	19	30	39
VI. Usadas como insecticidas y venenos	18	43	59
VII. Productoras de taninos y pigmentos	9	25	29
VIII. Productoras de materias primas industriales	19	39	44
IX. Útiles para forrajes y ramoneo	13	54	120
X. Para sombra y sesteo	23	41	52
XI. Ornamentales	55	112	152
XII. Medicinales	81	224	338

I. Plantas alimenticias

En esta categoría quedan comprendidas las especies productoras de: hortalizas y verduras silvestres, frutos usados como fuente de nutrientes y saborizantes, así como frutas y golosinas. Se reportaron 204 especies como *Abelmoschus esculentus, Jaltomata procumbens, Annona diversifolia* y *Pileus mexicanus* (cuadro 1, anexo 1).

Hortalizas y verduras silvestres

Comprende frutos y semillas maduros e inmaduros, flores, hojas, tallos, bulbos, tubérculos y rizomas producidos por especies silvestres que los campesinos obtienen, para su consumo, ya sea directamente de la selva o en los mercados regionales. También se consideran especies cultivadas o protegidas, autóctonas o introducidas, cuyo uso tiene gran arraigo en la región, de las cuales se reportaron 58 plantas (anexo 1). Tal es el caso del quelite (*Amaranthus palmeri*), la sánchicua (*Acacia acatlensis*), el chipil (*Crotalaria longirostrata*), los guajes (*Leucaena* spp.), la comba (*Phaseolus lunatus*), el camote (*Ipomoea batatas*), el chile de árbol (*Capsicum annum* var. *annum*) y las calabazas *(Cucurbita argyrosperma* y *C. moschata*).

Frutos usados como fuente de nutrientes y saborizantes

Se incluyen especies cuyos frutos poseen un característico sabor agridulce debido a que en la composición química de su pulpa interviene una mezcla de carbohidratos y ácidos orgánicos, principalmente tánicos (Aguilar, 1966) que, al agregarse a la dieta básica tradicional —maíz, frijol y chile— ya sea en forma de salsas sin cocimiento o en forma de guisados, le confieren, además de una mayor riqueza nutritiva, un agradable y variado sabor. También quedan comprendidas en este apartado algunas especies condimenticias, frecuentemente cultivadas en huertos y jardines domésticos en la región. Se registraron 33 plantas de las cuales se tienen como ejemplo el timbiriche (*Bromelia plumieri*), el nanche (*Byrsonima crassifolia*), el tomatito (*Physalis philaelphica*) y el tingaruaco (*Lycopersicum esculentum* var. *leptophyllum*) (anexo 1).

El tomatillo (*Physalis* spp.) es un género cuyos frutos son utilizados de manera importante por los pobladores de la región.
Foto: Lucio Lozada

Frutas y golosinas

En esta subcategoría se incluyen algunas especies frutales introducidas, cuyo cultivo es importante en la región para su consumo como fruta fresca; sin embargo, la mayor

parte de las registradas son nativas y silvestres y sus productos son considerados como golosinas por los mismos campesinos. Consisten en frutos, flores, néctar, hojas, pedúnculos, tallos, látex, gomas, etcétera, que la gente come o mastica para extraer sus jugos azucarados para satisfacer el gusto más que como un sustento, no obstante que suministran un firme aporte de nutrientes, principalmente carbohidratos. Un ejemplo típico de este uso son las gomas producidas por los troncos de árboles de los géneros *Lysiloma*, *Prosopis* y *Spondias*, consumidas principalmente por los niños del campo (Anexo 1).

II. Plantas productoras de fibras

Esta categoría comprende plantas cuyos tallos leñosos o herbáceos, cortezas (sicuas o majahuas), hojas y frutos poseen tejidos fibrosos, resistentes, flexibles y medianamente duraderos. Su utilidad es diversa y están representadas 66 especies en el área de estudio tales como: *Arundo dunax*, *Brahea pimo*, *Ssipium hirsutum*, *Heliocarpus occidentalis* y *Lonchocarpus balsensis* (cuadro 1, anexo 1). Tradicionalmente, los campesinos las han usado para hacer cuerdas, reatas, amarres, sudaderos para bestias, útiles en las actividades agropecuarias, así como numerosos materiales relacionados principalmente con la construcción: elaboran techos, cercados, puertas, ventanas. También fabrican artículos domésticos, entre otros, camas, hamacas, sillas, cestos, escobas, escobetas, estropajos o rellenos de almohadas, moldes para quesos o sombreros.

El ocotillo (*Cordia elaeagnoides*) es un árbol maderable utilizado para fabricar muebles y artesanías.
Foto: Lucio Lozada

III. Plantas maderables

En esta categoría se consideran plantas leñosas cuyos troncos y ramas se emplean tanto para producir madera aserrada como para elaborar una gran variedad de construcciones y utensilios rurales (viviendas, muebles rústicos, herramientas domésticas y de labranza como silos o trojas), así como artículos torneados (hormas para calzado o mangos para herramientas), fustes para monturas, canoas, artesaní-

as e instrumentos musicales. En este apartado también se ubican especies usadas para postes de cercas o ramajes para "pie de cercas" y combustibles (carbón y leña), que no son usos maderables propiamente. El número de especies representadas en el área de estudio fué de 202 especies (cuadro 1; anexo 1).

Respecto de la madera aserrada, su producción en las selvas secas está limitada debido al carácter heterogéneo de la distribución de la mayoría de sus especies arbóreas, así como por la baja altura, reducido diámetro y forma irregular de sus fustes. No obstante, existen algunas especies cuya madera es muy apreciada tanto por la belleza de su veteado como por la presencia de otras características físicas muy singulares, lo cual ha motivado una explotación intensiva para su comercio tanto dentro como fuera de la región. Tal es el caso de: *Cedrela odorata*, *Dalbergia granadillo*, *Platymiscium lasiocarpum*, *Caesalpinia sclerocarpa*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Switenia humilis* y *Cordia elaeagnoides*.

IV. Plantas usadas para cosméticos

Estas plantas las usan principalmente las mujeres del campo para preparar enjuagues útiles para embellecer y mantener saludable el cabello y, en algunos casos, para lavados vaginales —con fines cosméticos— preparados con cocimientos de cortezas astringentes. Las especies registradas fueron 23 y como ejemplos de estas plantas se tienen *Amphipterygium adstringens*, *Astianthus viminalis, Ipomosa nil, Lasianthaea ceanothifolia* var. *ceanothifolia, Liconia arborea* y *Senna skinneri* (cuadro 1; anexo 1).

V. Plantas estimulantes y narcóticas

Este grupo comprende tanto plantas cultivadas como silvestres, nativas o naturalizadas, que tienen propiedades para producir distintos efectos sobre el sistema nervioso humano, ya sean excitantes, sedantes, embriagantes o alucinantes. Para el área de estudio están representadas 39 especies y como ejemplo de éstas se encuentran

El tololote (*Andira inermis*) es un árbol de sombra y su madera también se usa para fabricar tablas y construir casas.
Foto: Lucio Lozada

Abelmoschus esculentus, *Artemisia absinthium*, *Cannabis sativa, Casimiroa edulis* y *Vitex mollis* (cuadro 1; anexo 1).

VI. Plantas usadas como insecticidas y venenos

En este rubro se incluyen plantas tóxicas o que son capaces de producir alguna clase de daño al hombre y/o a los animales y que, debido al amplio conocimiento que los campesinos poseen de sus propiedades, usan como insecticidas, sebos o trampas contra animales dañinos para los cultivos y para "embarbascar" peces y facilitar la pesca. Están representadas 59 especies; *Anacardium occidentale*, *Aristolochia grandiflora, Bursera fagaroides, B. staphyleoides, B. toledoana, Cnidoscolus angustidens y Piscidia carthagenensis* son algunos ejemplos.

VII. Plantas productoras de taninos y pigmentos

No obstante que actualmente la industria de la curtiduría y los colorantes principalmente utiliza productos sintéticos, localmente se siguen usando, y en forma importante, como fuente de taninos la corteza y/o el fruto de algunas especies silvestres, como sucede con el cascalote (*Caesalpinia coriaria*), el timbe o timbre (*Acaciella angustissima*), la parácata (*Senna skinnerii*), etcétera. Lo mismo sucede, dentro de los colorantes, con el palo de Brasil (*Haematoxylon brasiletto*) y el achiote (*Bixa orellana*), entre otros. De estas plantas fueron registradas 29 especies (cuadro 1; anexo 1).

El capulín (*Muntingia calabura*) se encuentra ampliamente distribuído en la costa del Pacífico de México.
Foto: Lucio Lozada

VIII. Plantas productoras de materias primas industriales

En esta categoría se incluyen distintas plantas cuyos productos como aceites, ceras, gomas y resinas tienen un uso industrial como por ejemplo *Acacia farnesiana*, *Acrocomia mexicana*, *Amaranthus hybridus*, *Arachis hipogaea*, y *Licania arboxea*; en total, en total 40 especies (cuadro 1; anexo 1).

IX. Plantas útiles para forraje y ramoneo

La riqueza y variedad de especies vegetales de las selvas secas constituyen la base para el mantenimiento y desarrollo de la ganadería regional la cual es, principalmente, de carácter extensivo o de agostadero. Entre las especies forrajeras destacan por su mayor abundancia y valor nutritivo las pertenecientes a las familias Leguminosae y Graminea. Dentro de las primeras son de gran importancia las especies arbustivas y arbóreas, que forman asociaciones secundarias llamadas tradicionalmente "renovales" y "timbinales"; las primeras formadas, entre otros, por géneros como: *Acacia*, *Acaciella*, *Mimosa*, *Piptadenia* y *Bauhinia* y las segundas por diferentes especies conocidas localmente como "timbes", entre las que sobresalen, por su mayor frecuencia, *Acaciella angustissima* y *Mimosa polyantha*. También es de importancia forrajera la recolección de vainas, tarea que realizan mujeres y niños principalmente, y que después venden "por costales" a los pequeños ganaderos de la región, quienes las muelen junto con maíz y sorgo para alimentar al ganado durante la prolongada temporada de sequía.

Por otra parte, géneros como *Leucaena*, *Centrosema*, *Galactia*, *Clitoria*, *Glycine* y *Macroptilium* son importantes para el futuro desarrollo de la ganadería intensiva de la región. En años recientes se han hecho estudios experimentales bromatológicos para aplicarlos como forrajes de alto valor nutritivo para el ganado, principalmente, el lechero.

Un aspecto secundario pero no menos importante en la cría del ganado, en particular de los animales de corral, lo constituyen los esquilmos, desechos de plantas comestibles y de cultivos hortícolas como los del pepino, sandía, melón, papaya o calabaza, ya que representan un ahorro para la economía rural.

X. Plantas para sombra y sesteo

En esta categoría se enlistan especies arbóreas, generalmente perennifolias, cuyo follaje forma parajes sombríos donde se recoge el ganado para dormir, descansar y protegerse de los rayos del sol. Algunas de estas especies también se emplean como árboles de sombra en calles y plazas públicas de los poblados de la región. *Andira inermis*, *Brosimum alicastrum, Enterolobium cyclocarpum, Ficus crocata, F. insipida, Thouinidium decandrum* y *Ziziphus amole* son algunos ejemplos de las 67 especies representadas en el área de estudio (cuadro 1, anexo 1).

Cuadro 2. Lista de especies utilizadas como ornato

Ageratum corymbosum Zucc.
* *Albizia lebbek* (L.) Benth.
* Alcea rosea L.
* *Aloe barbadensis* L.
* *Ammi majus* L.
Anoda cristata (L.) Schltdl.
Antigonon leptopus Hook et Arn.
Antigonon flavescens S. Watson
Aphelandra deppeana Cham. et Schltdl.
Artemisia ludoviciana Nutt. var. *mexicana* (Willd.) Keck
* *Azadirachta indica* A. Juss
Bauhinia variegata L.
Begonia balmisiana Ruiz ex Kl.
Begonia biserrata Lindl.
** *Begonia boisieri* A. DC.
** *Begonia cucullata* Willd.
Begonia gracilis Kunth
** *Begonia maculata* Raddi
Begonia uruapensis Sessé et. Moc.
Bomarea hirtella (Kunth) Herb.
Bouvardia longiflora (Cav.) Kunth
* *Bougainvillea glabra* Choisy
* *Brugmansia x candida* Pers.
Caesalpinia cacalaco Humb. et Bonpl.
Caesalpinia caladenia Standl.
Caesalpinia pulcherrima (L.) Sw.
Calathea atropurpurea Matuda
Calliandra houstoniana (Mill.) Standl.
Canavalia villosa Benth.
Canna edulis Ker.
Canna indica L.
Cassia hintonii Sandwith
* *Casuarina equisetifolia* L.
Centrosema plumieri (Turp. ex Pers.) Benth.
Centrosema pubescens Benth.
Cissus sicyoides L.
Cleome magnifica Briq.
* *Clerodendron speciosum* D'ombrain
* *Clitoria ternatae* L.
Cochlospermum vitifolium (Willd.) Spreng.
* *Cocos nucifera* L.
Combretum indicum (L.) Jongkind
Commelina coelestis Willd.
Cordia dentata Poir.
Cordia elaeagnoides DC.
Cordia morelosana Standl.
Cosmos bipinnatus Cav.
Cosmos purpureus Benth. et Hook.
Cosmos sulphureus Cav.
Crotalaria acapulcensis Kunth
* *Cryptostegia grandiflora* (Roxb.) R. Br.
* *Cyperus papyrus* L.
Dahlia coccinea Cav.
* *Delonix regia* (Raf.) Bojer
Dioon aff. *edule* Lindl.
Dyssodia appendiculata Lag.
Erythrina americana Mill.
Erythrina breviflora DC.
* *Erythrina cristagali* L.

Cuadro 2 (continúa). Lista de especies utilizadas como ornato

* *Eucalyptus globulus* Labill.
Euphorbia pulcherrima Willd.
* *Ficus benjamina* L.
* *Ficus elastica* Roxb.
Ficus crocata (Miq.) Miq.
Fraxinus purpusii T.S. Brandegee
Fuchsia coccinea Aiton
* *Gladiolus byzantinus* Mill.
Gomphrena decumbens Jacq.
* *Hibiscus rosa-sinensis* (L.) Spreng.
* *Hibiscus tiliaceus* L.
* *Impatiens balsamina* L.
* *Ixora coccinea* L.
Ixora finlaysoniana Wall.
Ipomoea bracteata Cav.
Ipomoea fistulosa Mart. ex Choisy
* *Jacaranda mimosaefolia* D. Don
Justicia spicigera Schl.
* *Jasminum sambac* (L.) Ait.
* *Lablab purpurea* L.
Lagerstraemia indica L.
Lantana camara L.
Lantana glandulosissima Hayek
Lantana horrida Kunth
Lantana velutina M. Martens et Galeotti
* *Lathyrus odoratus* L.
* *Lawsonia inermis* L.
* *Leonotis nepetifolia* R. Br.
Leucaena macrophylla Benth.
* *Lilium aurantum* Lind.
Lilium tigrinum Ker.
Lippia graveolens Kunth
Lonchocarpus caudatus Pittier
Lonchocarpus eriophyllus Benth.
Lonchocarpus schubertiae M. Sousa
* *Luffa aegyptiaca* Miller
Magnolia grandiflora L.
Malvaviscus arboreus Cav. var. penduliflorus Schery
Milla biflora Cav.
Mirabilis jalapa L.
* *Momordica charantia* L.
Monstera deliciosa Liebm.
* *Moringa oleifera* Lam.
Muntingia calabura L.
* *Murraya paniculata* Jacq.
* *Myosotis scorpioides* L.
* *Nerium oleander* L.
Parmentiera aculeata (Kunth) L.C. Williams
Passiflora edulis Sims
Passiflora mollisima (Kunth) L.H. Bailey
* *Pelargonium hortorum* L.H. Bailey
Pereskiopsis diguettii (Weber) Britton et Rose
* *Phoenix dactylifera* L.
Phymosia rosea (DC.) Kearney
Pithecoctenium crucigerum (L.) A.H. Gentry
Plumbago pulchella Boiss.
Plumbago scandens L.
Plumeria rubra L. forma *acutifolia*

Cuadro 2 (continúa). Lista de especies utilizadas como ornato

(Poir.) Woodson
Podopterus mexicanus Humb. et Bonpl.
* *Podranea ricasoliana* (Tanfani) Sprague
Pseudobombax ellipticum (Kunth) Dougand
* *Punica granatum* L.
* *Pyrostegia venusta* (Ker.) Miers
Rauvolfia tetraphylla L.
* *Rosa centifolia* L.
Russelia equisetiformis Schltdl. et Cham.
* *Schinus terebenthifolius* Rad.
Senna alata (L.) H.S. Irwin et Barneby
Senna nicaraguensis (Benth.) H.S. Irwin et Barneby
Senna tomentosa (L.) Irwin et Barneby
Solandra nitida Zucc.
* *Spathodea campanulata* Beauv.
Stemmadenia obovata (Hook. et Arn.) K. Schum. var. *mollis* (Benth.) Woodson
Swietenia humilis Zucc.
Tabebuia donnell-smithii Rose
Tabebuia chrysantha (Jacq.) Nichol.
Tabebuia impetiginosa (Mart. ex DC.) Standl.
Tabebuia palmeri Rose
Tabebuia rosea (Bertol.) DC.
* *Tabernaemontana divaricata* (L.) R. Br. ex Roem. et Schult.
Tagetes erecta L.
Tecoma stans (L.) Kunth
* *Terminalia catappa* L.
Thevetia ovata (Cav.) DC.
Thevetia peruviana (Pers.) K. Schum.
Thevetia pinifolia (Standl. et Steyerm.) J.K. Williams
* *Thuya occidentalis* L.
* *Vinca rosea* L.
Triumffeta galeottiana Turcz.
Verbena longifolia M. Martens et Galeotti
Xanthium strumarium L.
Xanthosoma mexicanum Matuda
Xanthosoma robustum Schott

* Especies introducidas
** (Según Espinosa, 1987).

XI. Plantas ornamentales

En esta categoría están comprendidas especies arbóreas, arbustivas, herbáceas y trepadoras que, debido al atractivo y belleza de sus flores, frutos o follaje, los pobladores de la región cultivan para adornar los patios y jardines de las casas así como calles y plazas públicas (cuadro 2). El 29.5% de las especies en esta categoría son plantas introducidas.

Discusión y conclusiones

No obstante que el presente trabajo dista mucho de ser una investigación exhaustiva de la flora útil del área estudiada, de los listados presentados en las distintas categorías tratadas se deduce que el mayor número de usos registrados se concentra —según el número de familias, géneros y especies registrados— en las plantas medicinales (Soto y Sousa, 1995), alimenticias, maderables, ornamentales (con notable número de especies introducidas, 29.5%) y las forrajeras (cuadro 1).

En cuanto a las familias taxonómicas más importantes destacan las Leguminosae, Gramineae, Burseraceae, Compositae, Malvaceae, Moraceae, Solanaceae, Euphorbiaceae y Bignoniaceae, entre otras; los géneros mejor representados son: *Bursera* (25 spp.), *Mimosa* (17 spp.), *Lonchocarpus* (16 spp.), *Ficus* (12 spp.), *Acacia* (13 spp.), *Sida* (11 spp.), *Begonia* (9 spp.), *Caesalpinia* (8 spp.), *Cordia* (7 spp.), *Heliocarpus* (6 spp.), *Centrosema* (2 spp.), *Physalis* (7 spp.), *Tabebuia* (5 spp.), *Lantana* (5 spp.) (cuadro 3).

En este aspecto es importante destacar a los géneros *Bursera* y *Begonia*, los cuales tienen alto número de especies con diversos usos, a pesar de ser registros casi únicos dentro del área para sus respectivas familias.

De los datos anteriores se concluye que la riqueza florística característica de las selvas secas se refleja, ampliamente, en la abundancia y diversidad de usos que por tradición hacen los campesinos de las plantas nativas de la región.

Cuadro 3. Familias mejor representadas en la flora útil del área de estudio (no incluye las correspondientes a las plantas medicinales)

Familia	Número de géneros	Número de especies	Géneros con mayor número de especies usadas
1. Leguminosae	57	165	*Mimosa* (17), *Lonchocarpus* (16), *Caesalpinia* (8), *Centrosema* (2), *Macroptilium* (4)
2. Gramineae	21	32	*Bouteloua* (6), *Panicum* (4), *Setaria* (3), *Sorghum* (2)
3. Burseraceae	2	26	*Bursera* (26)
4. Compositae	16	21	*Cosmos* (3), *Tagetes* (3), *Porophyllum* (2)
5. Malvaceae	8	23	*Sida* (11), *Gossypium* (3), *Hibiscus* (2), *Pavonia* (2)
6. Moraceae	5	17	*Ficus* (12), *Cecropia* (2)
7. Solanaceae	9	18	*Physalis* (7), *Datura* (3), *Solanum* (2)
8. Bignoniaceae	11	15	*Tabebuia* (5)
9. Euphorbiaceae	11	18	*Cnidoscolus* (3), *Jatropha* (3), *Manihot* (3)
10. Verbenaceae	6	12	*Lantana* (5), *Verbena* (2), *Vitex* (2)
11. Cucurbitaceae	7	12	*Cucurbita* (4), *Cucumis* (3)
12. Tiliaceae	4	11	*Heliocarpus* (6), *Triumffeta* (3)
13. Apocynaceae	9	12	*Thevetia* (3)
14. Asclepiadaceae	6	10	*Marsdenia* (4), *Gonolobus* (2)
15. Begoniaceae	1	9	*Begonia* (9)
16. Anacardiaceae	6	7	*Spondias* (2)
17. Boraginaceae	1	7	*Cordia* (7)

Anexo 1. Especies de plantas de acuerdo con su uso

Ia: hortalizas y verduras silvestres
Ib: frutos usados como fuente de nutrientes y saborizantes
Ic: frutas y golosinas
II: plantas maderables
III: plantas productoras de fibras
IV: plantas usadas para cosméticos
V: plantas estimulantes y narcóticas
VI: plantas usadas como insecticidas y venenos
VII: plantas productoras de taninos y pigmentos
VIII: plantas productoras de materias primas industriales
IX: plantas útiles para forrajes y ramoneo
X: plantas para sombra y sesteo

Especie	Ia	Ib	Ic	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
**Abelmoschus esculentus* (L.) Moench	X						X				X	
**Abelmoschus esculentus* (L.) Moench.							X					
Acacia acatlensis Benth.	X				X							
Acacia cochliacantha Humb. et Bonpl.				X	X							
Acacia corniigera (L.) Willd.					X							
Acacia coulteri Benth.					X							
Acacia farnesiana (L.) Willd.				X	X				X	X	X	
Acacia hayesii Benth.					X							
Acacia hindsii Benth.			X		X							
Acacia macilenta Rose					X							
Acacia pennatula (Cham. et Schltdl.) Benth.					X				X			
Acacia picachensis T.S. Brandegee					X							
Acacia polyphylla DC.					X							
Acacia riparia Kunth var. *acapulcensis* (Britton et Rose) L. Rico					X							
Acaciella angustissima (Miller) Britton et Rose					X				X			
Acaciella houghii Britton et Rose					X							
Acaciella igualensis Britton et Rose					X							

Especie	Ia	Ib	Ic	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Acaciella rosei (Standley) Britton et Rose					X							
Acrocomia mexicana Karw. ex Mart.										X	X	
Agastache mexicana (Kunth) Link et Epling							X					
Agave angustifolia Haw.				X								
Agave colimana H.Gentry				X								
Agave inaequidens Koch				X			X					
Agave pedunculifera Trel.				X								
Albizia occidentalis T.S. Brandegee					X							
Albizia tomentosa (Micheli) Standley					X							
Alchornea latifolia Sw.												X
Allium cepa L.	X											
Allophyllus psilospermum Raldk.					X							
**Aloe barbadensis* L.						X						
Alvaradoa amorphoides Liebm.												X
Alvaradoa amorphoides Liebm.					X							
Amaranthus aff. *palmeri* S. Watson	X											
Amaranthus hybridus L.										X	X	
Ampelocissus acapulcensis (Kunth) Planchon			X									
Ampelocissus acapulcensis (Kunth) Planchon							X					
Amphipterygium adstringens (Schltdl.) Schiede			X			X						
Amphipterygium adstringens (Schltdl.) Schiede					X							
Anacardium occidentale L.			X					X	X	X	X	
Andira inermis (W. Wright) DC.					X			X				X

Especie	Ia	Ib	Ic	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Andira inermis (W. Wright) DC.												X
Annona cherimola Mille.			X					X				
Annona diversifolia Safford			X		X							
Annona muricata L.			X					X				
Annona purpurea Sessé et Moc. ex Dunal			X		X							
Annona reticulata L.			X		X							
Annona squamosa L.			X		X							
Aphanante monoica (Hemsl.) Bertol.					X							X
Apoplanesia paniculata C. Presl									X			
**Arachis hipogaea* L.	X									X	X	
Ardisia rarescens Standley			X									
Ardisia revoluta (Kunth) Standley			X									
Aristolochia grandiflora Sw.								X				
**Artemisia absinthium* L.							X					
Artemisia ludoviciana Nutt. var. *mexicana* (Willd.) Keck							X					
**Arundo donax* L.				X	X							
Asclepias curassavica L.								X				
Attalea guacoyule (Liebm. et Mart.)										X	X	X
Astianthus viminalis (Kunth) Baillon						X						X
Avicenia germinans (L.) L.					X				X			
**Azadirachta indica* A. Juss.												X
Bauhinia ungulata L.					X							
Begonia balmisiana Ruiz ex Klotzsh	X		X									
Begonia biserrata Lindl.	X		X									
Begonia extranea Sm. et Schub	X		X									

Especie	Ia	Ib	Ic	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Begonia monophylla A. DC.	X		X									
Begonia uruapensis Sessé et Moc.	X		X									
**Beta vulgaris* L.	X											
Bixa orellana L.									X			
Bixa orellana L.			X		X							
Brahea dulcis (Kunth) Mart.				X								
Brahea pimo Becc.				X								
**Brassica oleracea* L. var. *capitata*	X											
Bromelia plumieri E. Morren) L.B. Sm.		X	X									
Brongniartia aff. *palmeri* Rose			X									
Brosimum alicastrum Sw.			X		X		X					X
Brugmansia x candida Pers.							X					
Bursera toledoana Rzed. et Calderón					X			X				
Bursera ariensis (Kunth) Mev. et Rzed.					X							
Bursera bicolor (Willd. ex Schltdl.) Engl.					X			X				
Bursera bipinnata (Sessé et Moc. ex AC) Engl					X							
Bursera citronella McV. et Rzed.					X							
Bursera copallifera (DC.) Bullock					X							
Bursera coyucensis Bullock					X							
Bursera crenata P.G. Wilson					X							
Bursera denticulata McVaugh et Rzed.					X							
Bursera discolor Rzed.					X							
Bursera excelsa (Kunth) Engl.					X							
Bursera fagaroides (Kunth) Engl.					X			X				

Especie	Ia	Ib	Ic	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Bursera grandifolia (Schltdl.) Engl.					X							
Bursera heteresthes Bullock					X							
Bursera heteresthes Bullock								X				
Bursera hintonii Bullock					X							
Bursera infernidialis Guevara et Rzed.					X							
Bursera instabilis McV. et Rzed.					X							
Bursera kerberi Engl.					X							
Bursera palmeri S. Watson					X							
Bursera paradoxa Guevara et Rzed.					X							
Bursera sarukhanii Guevara et Rzed.					X							
Bursera schlechtendalii Engl.					X							
Bursera simaruba (L.) Sarg.				X	X							X
Bursera spp.										X	X	
Bursera staphyleoides McVaugh et Rzed.								X				
Bursera trifoliata Bullock					X			X				
Bursera trimera Bullock					X			X				
Byrsonima crassifolia (L.) Kunth		X	X		X							
Caesalpinia cacalaco Humb. et Bonpl.					X							
Caesalpinia caladenia Standley					X							
Caesalpinia coriaria (Jacq.) Willd.					X	X			X			X
Caesalpinia eriostachys Benth.					X							
Caesalpinia hintonii Sandw.					X							
Caesalpinia platyloba S. Watson					X				X			
Caesalpinia pulcherrima (L.) Sw.			X		X				X			

Especie	Ia	Ib	Ic	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Caesalpinia sclerocarpa Standley					X							
Calathea atropurpurea Matuda			X									
Calliandra houstoniana (Miller) Standley									X			
Calophyllum brasiliense Camb.					X							X
**Cannabis sativa* L.							X					
Capsicum annum L. var. *annum*	X	X										
Capsicum annuum L. var. *glabisculum* (Dunal) Heiser et Pickersgill		X										
Capsicum annum L. var. *longum* Sendt.		X										
Capsicum pubescens Ruiz et Pav.		X										
Cardiospermum halicacabum L.						X						
**Carica papaya* L.			X							X	X	
Casearia corymbosa Kunth					X							
Casearia nitida (L.) Jacq.					X							
Casearia pringlei Briq.					X							
Casimiroa edulis L.							X					
**Casuarina equisetifolia* L.												X
Cecropia mexicana Hemsl.												X
Cecropia obtusifolia Bertol.			X									X
Cedrela odorata L.					X							
Ceiba aesculifolia (Kunth) Britton et Rose			X	X	X					X	X	
Ceiba parvifolia Rose				X						X	X	
Ceiba pentandra (L.) Gaertn.				X	X					X	X	X
Celtis iguanaea (Jacq.) Sarg.			X									
Centrosema plumieri (Turpin ex Pers.) Benth.								X				

Especie	Ia	Ib	Ic	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Chrysophyllum oliviformi L.			X									
**Cinnamomum zeylanicum* Nees							X					
**Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum et Nakai			X									
**Citrus aurantiaca* L.										X	X	
**Citrus aurantifolia* (Christm.) Swingle		X										
**Citrus aurantifolia* (L.) Swingle						X						
**Citrus aurantium* L.			X				X					
**Citrus grandis* (L.) Osbeck			X									
Cnidoscolus acotinifolia (Miller) Johnston								X				
Cnidosculus aff. *liebmannii* (Muell. Arg.) Lundell								X				
Cnidoscolus angustidens (Torr.) Muell. var. *calyculatus* (Pax.) Breckon								X				
Cocoloba acapulcensis Standl.			X									
Coccoloba barbadensis Jacq.			X		X							
Cochlospermum vitifolium (Willd.) Spreng.				X	X				X			
**Cocos nucifera* L.				X	X					X	X	X
**Coffea arabica* L.							X					
Colubrina gregii S. Watson			X									
Combretum farinosum Kunth			X	X	X							
Commifora sarcopoda Paul G. Wilson					X			X				
Conocarpus erecta L.					X				X			
Conzattia multiflora (B.L. Rob.) Standley					X							
Corchorus silicuosus L.				X								
Cordia aff. *morelosana* Standley					X							

Especie	Ia	Ib	Ic	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Cordia curassavica (Jacq.)			X									
Roem. et Schult.			X									
Cordia dentata Poir.			X	X	X							
Cordia elaeagnoides A. DC.				X	X							X
Cordia ferruginosa Roem. et Schult.			X									
Cordia seleriana Fern.					X							
Cordia salvadorensis Standl.												
Coussapoa purpusii Standley			X		X							
Crataeva tapia L.			X					X				
Crescentia alata Kunth					X							
Crotalaria longirostrata Hook. et Arn.	X											
Crotalaria pumila Ortega	X											
Croton cilliatoglandulifer Ortega												
Crataegus pubescens (Kunth) Steud.			X							X		
**Cucumis anguria* L.			X									
**Cucumis melo* L.			X									
**Cucumis sativus* L.	X											
Cucurbita argyrosperma Huber	X		X							X	X	
Cucurbita ficifolia Bouché	X											
Cucurbita moschata Duch. ex Poir.	X		X							X	X	
Cucurbita pepo L.	X											
Cupania dentata DC.					X							
Cupania glabra Sw.					X							
Curatella americana L.					X				X			
**Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf							X					
Cyrtocarpa procera Kunth		X	X	X	X							
Dahlia coccinea Cav.	X											

Especie	Ia	Ib	Ic	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Dalbergia glomerata Hemsl.					X							
Dalbergia granadillo Pittier					X							
Dalechampia scandens L.								X				
Dalea foliolosa (Aiton) Barneby				X								
Datura kymatocarpa A.S. Barclay							X					
Datura pruinosa Greenm.							X					
Datura stramonium L.							X					
Diospyros digyna Jacq.			X		X							
Diospyros sp. Standley			X									
Diphysa americana (Mill.) M. Sousa									X			
Diphysa carthagenensis Jacq.					X							
Dodonaea viscosa (L.) Jacq.					X							
Echites microcalix DC.								X				
Entada polystachya L.						X						
Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb.	X				X			X	X			X
Erythrina americana Mill.	X				X							
Erythroxylon mexicanum Kunth					X							
Erythroxylon pallidum Rose					X							
**Eucalyptus globulus* Labill.												X
Euphorbia fulva Stapf					X							
Eysenhardtia polystachya (Ortega) Sarg.					X							
Fernaldia asperoglotis Woodson				X								
**Ficus benjamina* L.												X
Ficus cotinifolia Kunth			X									X
**Ficus elastica* Roxb.												X
Ficus crocata (Miq.) Miq.			X	X								X
Ficus goldmanii Standley			X									X

Especie	Ia	Ib	Ic	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Ficus insipida Willd.												X
Ficus involuta (Liebm.) Miq.												X
Ficus kellermannii Standley												X
Ficus maxima Mill.			X									X
Ficus padifolia Kunth			X									X
Ficus pertusa L.												X
Ficus pringlei S. Watson												X
Ficus radula Willd.												X
Ficus sp.			X	X								X
**Foeniculum vulgare* Miller		X										
Forchhammeria pallida Liebm.			X									
Fouquieria formosa Kunth					X							
Fraxinus purpusii Brandegee												X
**Genipa americana* L.			X									
Gliricidia sepium (Jacq.) Steud.					X			X			X	
Galium mexicanum Kunth								X				
Goldmania aesculifolia (Kunth) Standl.					X							`X
Gonolobus megalocarpus Paul Wilson	X											
Gonolobus pectinatus Brandegee			X							X		
Gossypium aridum (Rose et Standley) Skousted											X	
Gossypium aridum (Rose et Standl.) Skovst.				X								
Gossypium hirsutum L.				X						X	X	
Gossypium schwendimanii Fryxell et S.D. Koch				X								
Gronovia longiflora Rose								X				
Guarea glabra Vahl			X									
Gronovia scandens L.								X				
Guaiacum coulteri A. Gray					X					X	X	X

Especie	Ia	Ib	Ic	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Guazuma ulmifolia Lam.			X		X	X						
Gyrocarpus jatrophifolius Jacq.					X							
Gyrocarpus jatrophifolius Domin								X				
Haematoxylon brasiletto Karsten					X				X			
Hampea tomentosa (Presl) Standley				X								
Haplophytum cimicidium A.DC.								X				
Havardia acatlensis (Benth.) Britton et Rose					X						X	
Hedeoma piperita Benth.							X					
Helenium mexicanum Kunth								X				
Helianthus annus L.										X	X	
Heliocarpus donnell-smithii Rose				X				X				
Heliocarpus occidentalis Rose				X				X				
Heliocarpus pallidus Rose				X				X				
Heliocarpus reticulatus Rose				X								
Heliocarpus terebinthinaceus (DC.) Hochr.				X				X				
Heliocarpus velutinus Rose								X				
**Hibiscus sabdariffa* L.				X								
**Hibuscus tiliacens* L.												X
Hintonia latiflora Sessé et Moc. Bullock					X							
Hippocratea celastroides Kunth						X		X				
Hemiangium excelsum (Kunth) A.C. Sum.						X		X				
Hippocratea uniflora DC.						X		X				
Hippomane mancinella L.								X				
Hirtella racemosasa Lam.			X									

Especie	Ia	Ib	Ic	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Hura polyandra Baill.					X			X				X
Hymenaea courbaril L.	X				X					X	X	X
Indigofera suffruticosa Mill.								X	X			
Inga eriocarpa Benth.												X
Inga laurina (Sw.) Willd.			X									X
Inga oerstediana Benth. et Seemann			X									
Inga pavoniana G. Don			X									X
Inga vera Willd.			X									X
Ipomoea nil (L.) Roth						X						
Justicia spicigera Schltdl.							X					
Jacquemontia tamnifolia (L.) Griseb.				X								
Jacquinia aurantiaca Ait.			X									
Jacquinia pringlei Bartlett			X									
Jacquinia macrocarpa Cev. subsp. *pungens* (A.Gray) Stahl.			X									
Jaltomata procumbens (Cav.) J.L. Gentry	X											
Jatropha cordata (Ortega) Muell-Arg.					X							
Jatropha curcas L.					X					X	X	
Jatropha galvanii J.												
Jiménez et L.M. Contreras					X							
Juglans major (Torr.) Holler var. *glabrata* Manning					X							
Karwinskia humboldtiana (Roem. et Schult.) Zucc.					X							
Karwinskia johnstonii Fernández					X							
Karwinskia latifolia Standley					X							
**Lactuca sativa* L.	X											
Laguncularia racemosa (L.) Gaertn.					X				X			

Especie	Ia	Ib	Ic	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Laguncularia racemosa (L.) Gaertn.									X			
Lantana frutilla Moldenke			X									
Lantana glandulosissima Hayek			X									
Lantana hirta Grah.			X									
Lantana urticoides Hayek	X											
Lantana velutina M. Martens et Galeotti			X				X					
Lasianthaea ceanothifolia (Willd.) K. Becker var. *ceanothifolia*						X						
Leucaena diversifolia (Schltdl.) Benth. subsp. *stenocarpa* (Urban) Zárate	X											
Leucaena esculenta (Mociño et Sessé ex A. DC.) Benth.	X											
Leucaena leucocephala (Lam.) De Wit	X											
Leucaena macrophylla Benth. subsp. *macrophylla*	X											
Leucaena macrophylla Benth. subsp. *nelsonii* (Britton et Rose) Zárate	X											
Licania arborea Seemann					X	X		X		X	X	X
Lippia graveolens Kunth		X										
Lolium perenne L.											X	
Litsea glaucescens Kunth		X										
Lennoa madreporoides Lex.	X											
Lonchocarpus argyrotrichus Harms					X							
Lonchocarpus balsensis M. Sousa et J.C. Soto				X	X							
Lonchocarpus caudatus Pittier					X							

Especie	Ia	Ib	Ic	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Lonchocarpus epigaeus M. Sousa					X							
Lonchocarpus eriocarinalis Micheli					X							
Lonchocarpus eriophyllus Benth.					X							
Lonchocarpus guatemalensis Benth.					X							
Lonchocarpus hintonii Sandwith				X	X							
Lonchocarpus huetamoensis M. Sousa et J.C. Soto subsp. *huetamoensis*					X							
Lonchocarpus lanceolatus Benth.					X							
Lonchocarpus longipedunculatus M. Sousa et J.C. Soto					X							
Lonchocarpus obovatus Benth.					X							
Lonchocarpus pittieri M. Sousa					X							
Lonchocarpus rugosus Benth.					X							
Lonchocarpus schubertiae M. Sousa				X	X							
Lonchocarpus sericeus (Poir.) Kunth					X							
Lonchocarpus spp.								X				
Luehea speciosa Willd.					X							
**Luffa aegyptiaca* Miller				X								
Luhea candida (DC.) Mart.				X								
Lycopersicum esculentum Mill.	X	X										
Lycopersicum esculentum Miller var. *leptophyllum* (Dunal) D' Arey		X										
Lysiloma acapulcensis (Kunth) Benth.			X		X					X	X	

Especie	Ia	Ib	Ic	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Lysiloma microphyllum Benth.			X		X					X	X	
Lysiloma tergeminum Benth.			X		X					X	X	
Macroptilium atropurpureum (Sessé et Moc. DC.) Urb.												X
Macroptilium gibbosifolium (Ortega) A. Delgado												X
Macroptilium longepeduneulatum (Benth.) Urb.												X
Macroptilium redatum (Rose) Marechal et Bendet												X
Magnolia grandifolia L.												X
Malpighia glabra L.			X									
Malpighia mexicana Juss.			X									
Malva parviflora L.	X											
Malvaviscus arboreus Cav. var. *mexicana* Schltdl.				X								
**Mangifera indica* L.		X					X					
Manihot aeseulifolia (Kunth) Pohl					X							
Manihot dulcis (Gmel.) Pax	X											
Manihot thombifolia Müll. Arg.	X											
Manihot tomatophylla Standl.					X							
Manihot esculenta Crantz.	X											
Manilkara zapota (L.) van Royen			X		X					X	X	X
Marina scopa Barneby				X								
Marsdenia edulis S. Watson			X									
Marsdenia macrophylla (Kunth) Fourn.			X									
Marsdenia ovata E. Fourn.			X									
Marsdenia sp.			X									
Mascagnia macroptera (Mociño et Sessé) Nied.				X								
Matelea trachyantha (Greenm.) Stevens			X									

Especie	Ia	Ib	Ic	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
**Matricaria recutita* L.							X					
Melothria pendula L.			X									
**Mentha arvensis* L.							X					
**Mentha piperita* L.		X					X					
**Mentha pulegium* L.		X										
**Mentha spicata* L.		X					X					
Mentzelia aspera L.								X				
Miconia minutiflora (Bonpl.) DC.												X
Microlobius foetidus (Jacq.) M. Sousa et G. Andrade subsp. *foetidus*								X				
Mimosa aff. *rhododactyla* B.L. Rob.					X							
Mimosa arenosa (Willd.) Poir.					X							
Mimosa benthamii Macbride					X							
Mimosa egregia Sandw.					X							
Mimosa guatemalensis (Hook. et Arn.) Benth.					X							
Mimosa tricephala Cham. et Schltdl. var. *xanthi* (A. Gray) Chehaibar et R. Grether					X							
Mimosa leptocarpa Rose					X							
Mimosa tricephala Cham. et Schltdl. var. *lignosa* (Micheli) Chehaibar et R. Grether					X							
Mimosa tricephala Cham. et Schltdl. var. *nelsonii* (B.L.Rob.) Chehaibar et R. Grether					X							
Mimosa palmeri Rose					X							
Mimosa pigra L.					X							
Mimosa polyantha Benth.					X				X			
Mimosa rhodocarpa Britton et Rose					X							
Mimosa rosei B.L. Rob.					X							

Especie	Ia	Ib	Ic	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Mimosa sicyocarpa B.L. Rob.					X							
Mimosa somnians Humb. et Bonpl. ex Willd.					X							
Mimosa spirocarpa Rose					X							
**Moringa oleifera* Lam.							X					X
Morisonia americana L.			X									X
Mucuna sloanei Fawc. et Rendl.								X				
Muntingia calabura L.			X									
**Musa x paradisiaca* L.			X									
Myrospermum frutescens Jacq.										X	X	
Myroxylon balsamum (L.) Harms var. *pereirae* (Royle) Harms										X	X	
Myrtillocactus geometrizans (Martinius) Console								X				
**Nerium oleander* L.								X				
Nicotiana tabacum L.							X					
Opuntia atropes Rose	X											
Opuntia bensonii Sánchez	X											
Opuntia ficus-indica (L.) Mill.	X											
Opuntia fuliginosa Griffiths	X											
Opuntia spp.			X									
Opuntia stricta Haw var. *dillenii* (Ker Gawl.) L.D. Benso	X											
Opuntia tomentosa Salm-Dyck	X											
Orbignya guacoyule (Liebm. et Mart.) Hernández												X
**Origanum majorana* L.		X										
Pachyrrhisus erosus (L.) Urb.			X					X				
**Papaver somniferum* L.							X					
Parkinsonia aculeata L.					X							X

Especie	Ia	Ib	Ic	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Parkinsonia praecox (Ruiz et Pav.) Hawkins					X							X
Parmentiera aculeata (Kunth) Seem.			X									
Passiflora edulis Sims							X					
Passiflora foetida L.			X									
Passiflora foetida L. var. *lanuginosa* Killip.			X									
Passiflora ligularis Juss.							X					
Passiflora mollissima L.H. Bailey							X					
Passiflora subpeltata Ortega			X									
Passiflora viridiflora Kunth			X									
Pavonia langlassei Hockr.				X								
Pavonia paniculata Cav.				X								
Persea americana Mill.			X			X				X	X	
Phaseolus coccineus L.	X											
Phaseolus lunatus L.	X											
Phaseolus vulgaris L.	X											
Physalis acutifolia (Miers) Sandwith	X	X										
Physalis ixocarpa Brot.	X	X										
Physalis maxima Mill.	X	X										
Physalis nicandroides Schltdl.	X	X						X				
Physalis philadelphica Lam.		X										
Physalis phyladelphica Lam.	X											
Pinus devoniana Lindl.												X
Pinus lawsonii Roezl ex Gordon												X
Pinus maximinoi H.E. Moore												X
Pinus oocarpa Schiede ex Schltdl.												X
Pileus mexicanus (A. DC.) I.M. Johnst.			X							X	X	
Piptadenia flava (Spreng.) Benth.					X							

Especie	Ia	Ib	Ic	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Piptadenia obliqua (Pers.) Macbride					X							
Piscidia carthagenensis Jacq.								X				
Pithecellobium dulce Roxb.) Benth.			X		X				X			X
Pithecellobium lanceolatum (Humb. et Bonpl.) Benth.					X							
Platymiscium lasiocarpum Sandw.					X							
Pluchea symphytifolia (Miller) W. Gillis						X						
Plumeria rubra (L.) *f. acutifolia* (Poir.) Woodson								X				
Poeppigia procera Presl					X							
Porophyllum nutans Rob. et Greenm.	X											
Porophyllum ruderale (Jacq.) Cass. subsp. *macrocephallum* (DC.) Cronq.	X											
Portulaca oleracea L.	X											
Posoqueria latifolia (Rudge) Roem. et Schult												X
Pouteria campechiana (Kunth) Baechni			X		X							X
Pouteria sapota (Jacq.) H.E. Moore et Stearn			X			X						
Prosopis juliflora (Sw.) DC.			X		X				X	X	X	X
Prosopis laevigata (Humb. et Bonpl. ex Willd.) M.C. Johnst.			X		X				X	X	X	X
Pseudobombax ellipticum (Kunth) Dugan				X								
Pseudosmodingium perniciosum (Kunth) Engl.					X							
Psidium guajava L.		X	X									
Psidium sartorianum												

Especie	Ia	Ib	Ic	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
(Berg.) Nied.		X	X									
Pterocarpus orbiculatus DC.					X				X			X
**Punica granatum* L.			X									
Randia capitata DC.			X		X							
Randia laevigata Standley					X							
Recchia mexicana Sessé et Moc.					X							
Rhacoma managuatillo Loes			X		X							
Rhaphanus raphanistrum L.	X											
**Rhaphanus sativus* L.	X											
Rhizophora mangle L.					X				X			
**Ricinus communis* L.										X	X	
**Rorippa nasturtium-aquaticum* L.	X											
Rumex crispus L.	X											
Rumex obtusifolius L.	X											
Sabal mexicana Martinius				X						X	X	X
Sabal pumos (Kunth) Burret				X						X	X	X
**Saccharum officinarum* L.							X					
Salpianthus purpurascens (Cav. ex Lag.) Hook et Arn.												
Sapindus saponaria L.					X	X		X		X	X	
Sapium pedicellatum Huber								X				
Sechium edule (Jacq.) Sw.	X											
Senna atomaria (L.) Irwin et Barneby					X							
Senna obtasifolia (L.) H.S. Irwin et Barneby				X								
Senna skinneri (Benth.) Irwin et Barneby					X				X			
Senna tomentosa (L.) Irwin et Barneby					X							
Senna uniflora Mill. Irwin et Barneby				X								

Especie	Ia	Ib	Ic	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
**Sesamum indicum* L.		X	X							X	X	
Sesbania emerus (Aubl.) Urban					X				X			
Sida abutilifolia Miller				X								
Sida acuta Burm.				X			X					
Sida agregata Presl				X								
Sida glabra Miller				X								
Sida híbrida L.				X								
Sida jamaicensis L.				X								
Sida linifolia Cav.				X								
Sida michoacana Fryxell				X								
Sida prolifica Fryxell et Koch				X								
Sida rhombifolia L.				X			X					
Sida spinosa L.				X								
Sideroxylon capiri A. DC.					X							X
Simira mexicana (Bullock) Steyerm.					X							
Solanum douglasii Dunal						X						
Solanum hirtum Vahl			X									
Spondias mombin L.		X	X									
Spondias purpurea L.		X	X		X							
Spondias purpurea L. f. silvestris		X	X									
Sprekelia formosissima (L.) Herb.						X						
Stemmadenia obovata (Hook. et Arn.) K. Schumann var. *mollis* (Benth.) Woodson			X									
Stemmadenia obovata (Hook. et Arn.) K. Schumann var. *mollis* (Benth.) Woodson										X		
Stemmadenia obovata (Hook. et Arn.) K. Schumann var. *mollis* (Benth.) Woodson											X	

Especie	Ia	Ib	Ic	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Stenocereus fricii Sánchez			X		X							
Stenocereus griseus (Haworth) Buxb.			X									
Stenocereus pruinosus (Otto) Buxb.			X									
Stenocereus quevedonis (González Ortega) Bravo					X							
Stenocereus quevedonis (J.G. Ortega) Buxb.			X									
Stenocereus sp.						X						
Swietenia humilis Zucc.					X							X
Tabebuia chrysantha Nich.					X							
Tabebuia donnell-Smithii Rose					X							
Tabebuia impetiginosa (Mart. ex DC.) Standley					X							
Tabebuia palmeri Rose					X							
Tabebuia rosea (Bertol.) DC.					X							
Tagetes erecta L.									X			
Tagetes filifolia Lag.		X										
Tagetes lucida Cav.							X	X				
Telosiphonia hypoleuca (Benth.) Henr.		X										
**Tamarindus indica* L.		X	X									X
**Terminalia catappa* L.			X							X	X	
**Terminalia catappa* L.												X
Theobroma cacao L.							X					
Thevetia ovata (Cav.) DC.										X	X	
Thevetia peruviana (Pers.) K. Schumann								X		X	X	
Thevetia pinifolia (Standl. et Steyerm.) J.K. Williams										X	X	
Thevetia thevetioides (Kunth) K. Schumann										X	X	

Especie	Ia	Ib	Ic	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Thouinidium decandrum (Humb. et Bonpl.) Radlk.												X
**Thymus vulgaris* L		X										
Tournefortia hirsutissima L.								X				
Trema micrantha (L.) Blume				X	X							X
Triumfetta dumetorum Schltdl.				X								
Triumfetta galeottiana Turcz.				X								
Triumfetta helicarpoides Bullock				X								
Trophis racemosa (L.) Urban									X			
Typha latifolia L.				X								
Verbena carolina L.						X						
Vitex mollis Kunth			X		X		X					
Vitex pyramidata B.L. Rob			X		X		X					
Vitis berlandieri Planchon			X									
Vitis tiliifolia Humb. et Bonpl. ex Roem. et Schult			X				X					
Wigandia urens (Ruiz et Pav) Kunth								X				
Yucca aff. *filifera* Chabaud	X											
Zanthoxylum fagara (L.) Sarg.					X							
Zea mays L.										X	X	
Ziziphus amole (Sessé et Moc.) M.C. Johnst.			X			X						X
Ziziphus mexicana Rose			X			X						
Zyzygium jambos (L.) Alston			X									

* Especies introducidas

Amenazas

Manuel Maass, Alberto Búrquez, Irma Trejo,
David Valenzuela, Marco A. González,
Mario Rodríguez y Héctor Arias

Está bien establecido que los ecosistemas no son estáticos. Tanto sus componentes bióticos como abióticos mantienen o cambian de estado dependiendo de las interacciones que se dan entre ellos. Estos cambios de estado pueden ser producto de procesos que se dan a escalas temporales o espaciales muy pequeñas, del orden de horas, días o meses, o de unos cuantos metros cuadrados o hectáreas (e.g. lluvias convectivas y caída de árboles). También hay cambios de estado producto de procesos que operan a escalas intermedias, de años o kilómetros cuadrados (e.g. ciclos anuales de lluvia e incendios locales), y de procesos a escalas ecológicas grandes, con una recurrencia de décadas, afectando cientos de kilómetros cuadrados (e.g. sequías y ciclones). El carácter abierto de los ecosistemas los hace también susceptibles de ser afectados por agentes externos. Dichos agentes son procesos que, como en el caso de los agentes internos, operan a diferentes escalas. Por ejemplo, un pequeño río incorpora o extrae agua y nutrientes del ecosistema día con día, mientras que los ciclones, eventos extraordinarios que ocurren con períodos de retorno de décadas y que afectan regiones completas, incorporan grandes volúmenes de agua en períodos cortos, generando inundaciones y procesos de erosión acelerada y deslizamiento de tierra en grandes extensiones. Estos procesos ecológicos a gran escala, que durante mucho tiempo se consideraron como perturbadores del ecosistema, son en realidad una parte integral del mismo. La dinámica funcional de los ecosistemas sólo se comprende plenamente cuando se entiende el papel controlador que juegan estos fenómenos a gran escala. Durante millones de años los componentes bióticos y abióticos en la natu-

raleza se han ido acoplando de tal forma que la estructura y funcionamiento de los ecosistemas resultantes no sólo son producto sino además dependen de estos procesos ecológicos a diferentes escalas.

Los humanos, en el proceso de apropiarse de los servicios y recursos que brindan los ecosistemas naturales, los transforma ocasionando diferentes grados de deterioro o degradación de los mismos, generando una disminución de su diversidad biológica, una alteración en los patrones de interacción entre sus especies y una pérdida en el control de sus ciclos hidrológico y biogeoquímicos. La capacidad del hombre para transformar el medio ambiente se ha ido incrementando, a tal grado que se han rebasado las escalas locales y regionales, alcanzando actualmente niveles globales. Ante este hecho, se puede considerar que hoy en día ya no existen ecosistemas "prístinos", entendiendo con ello aquellos ecosistemas cuya estructura y funcionamiento es producto de procesos ecológicos en los que el hombre no tiene influencia alguna.

Más allá de la discusión sobre si el hombre es parte o no de los ecosistemas naturales, un componente importante de los programas de conservación biológica, es contar con áreas de ecosistemas lo más conservadas posible, esto es, en donde la estructura y funcionamiento de los mismos no son producto ni dependen de procesos en los que interviene el hombre. Dada la naturaleza abierta de los ecosistemas, y el que éstos dependan de procesos ecológicos que se dan a diferentes escalas, es fácil comprender que mientras mayor sea el área de conservación más fácil y eficiente será su mantenimiento. Desgraciadamente y de acuerdo a los datos y observaciones más recientes (Trejo y Dirzo 2000), las áreas remanentes de selva seca en condiciones relativamente conservadas actualmente en el país, se han reducido drásticamente y las áreas que quedan presentan un alto grado de fragmentación, de manera que se observan una serie de parches, muchas veces aislados y bajo la inminente amenaza de desaparecer. Generalmente éstas consisten en islas pequeñas en un mar de selvas con diferente grado de transformación.

La identificación de los factores que amenazan o ponen en riesgo estas pequeñas áreas remanentes de vegetación conservada, es una tarea indispensable para contar con elementos que permitan elaborar políticas de manejo conducentes a una eficiente conservación de las mismas.

Acotamientos y escalas de análisis

Durante el taller cuyos resultados se presentan en este libro, una mesa de trabajo se dio a la tarea de enlistar y ponderar las "amenazas" a las que están expuestas las áreas de conservación de la selva seca. Se usó el término de "selva seca" para incluir, de manera general, a los bosques tropicales caducifolios y subcaducifolios (*sensu* Rzedowski, 1978), así como a las selvas bajas caducifolias y selvas medianas subcaducifolias (*sensu* Miranda y Hernández X. 1963).

Participaron un total de 33 personas de más de 15 instituciones diferentes que realizan programas de uso, restauración, conservación y/o investigación en selvas secas (la lista de participantes, así como de otros investigadores que aportaron información, se da en el cuadro 1). Aunque en su mayoría se trató de profesionales en el área de las ciencias biológicas (agrónomos, botánicos, ecólogos y zoólogos) cuya zona de trabajo incluye las selva seca de la Costa del Pacífico Mexicano y la depresión del río Balsas, algunos de los participantes provienen de las ciencias sociales así como de otras regiones o países en los cuales también se distribuye la selva seca.

El término "amenaza" generó discusión en la mesa de trabajo ya que éste puede tener varias acepciones, y por lo tanto, ser entendido de diferentes formas. Se decidió darle la connotación de "riesgo", por lo que en el presente texto los términos de "riesgo" y "amenaza" son utilizados indistintamente a manera de sinónimos para designar todo aquel factor que afecta la estructura y el funcionamiento del ecosistema de selva seca que se quiere conservar. Se hizo un esfuerzo por distinguir los riesgos de aquellos factores que los propician y las evidencias de su efecto en el ecosistema. Por ejemplo, se identificó el cambio en uso del suelo como un factor de riesgo, reconociendo a la inmigración o el crecimiento poblacional como un factor que lo propicia, y la erosión del suelo como una evidencia del efecto que tiene esa amenaza en el ecosistema.

También se restringió el análisis a las amenazas antrópicas, es decir aquellas originadas por la actividad directa o indirecta del hombre. Como se discutió en la introducción, los factores naturales que afectan la estructura y el funcionamiento del ecosistema son parte integral del mismo, y por tanto no constituyen una amenaza al ecosistema. De hecho, el inhibir la ocurrencia de estos fenóme-

nos naturales puede tener un efecto contraproducente. Un claro ejemplo documentado es lo que ocurrió en el parque Nacional de Yellowstone en Estados Unidos de América, en donde la implementación de una política de absoluto control de los incendios forestales, trajo como consecuencia una gran acumulación de biomasa muerta que propició incendios devastadores en 1988 (ver por ejemplo Romme y Despain 1989).

Cuadro 1. Lista de participantes en la mesa de trabajo y personas que proporcionaron información con respecto de los factores que ponen en riesgo o amenazan a la selva seca en las zonas prioritarias de conservación a lo largo de la costa del Pacífico Mexicano.

Nombre	Institución	Nombre	Institución
Alquicira, María Luisa	CEAMISH-UAEM	Padrón Gil, Francisco	WWF
Andraka Galán, Sandra	WWF Centroamérica	Pajes, Carlos	
Arias, Héctor	WWF México	Parra, Iván	
Avila Foucat, Sophie	UMAR	Ramírez, Rolando	CEAMISH-UAEM
Ayala Barajas, Ricardo	IB-UNAM	Ríos Sánchez, Albar	CEMASREN S.C. CSE
Búrquez, Alberto	IE-UNAM	Rivera Cervantes, Luis-E	Manantlán, U de G
de la Peña, Gustavo	GAIA A.C.	Rocha R., Jorge	CSE
Dorado, Oscar	CEAMISH-UAEM	Rodríguez Rodríguez, Mario	R.B.Sierra La Laguna
Gabriel, Isaac		Rodríguez, Enrique	
García Soriano, Rafael		Rojas, Susana	
González, Marco-Antonio	GAIA A.C.	Rosete Vergés, Fernando	INE / SEMARNAT
Hernández, Manuel		Ruiz, Georgita	
Jenzen, Hanz		Salas Morales, Silvia	SERBO A.C.
Jiménez, Jacinto	SERBO A.C.	Sataraia, Carlos	
Juárez, Juan Carlos	CEAMISH-UAEM	Sierra, Faustino	
López, Eduardo		Sorani, Valentino.	CEAMISH-UAEM
Maass, Manuel	IE-UNAM	Trejo, Irma	IG-UNAM
Maldonado, Belinda	CEAMISH-UAEM	Trujillo, Lourdes	CEAMISH-UAEM
Miranda, Alvaro	Fundación Cuixmala A.C.	Valenzuela, David	CEAMISH-UAEM
Obregón, Vicente		Valverde, Javier	Inst. del Medio Ambiente Sonora
Ocaña Nava, Daniel	CONABIO		

Las instituciones mencionadas son aquellas a las que pertenecían los participantes durante el taller y que no en todos los casos siguen siendo las mismas actualmente.

Es importante enfatizar que el identificar como "posibles amenazas para las selvas secas" a una serie de actividades humanas relacionadas con la explotación de dicho ecosistema, no necesariamente implica descalificar o desaprobar dichas actividades. La utilización de los servicios y recursos que brinda la selva seca a sus pobladores no solamente es inevitable, sino además indispensable para el desarrollo de sus actividades económicas y sociales. El presente estudio no intenta analizar el grado de sustentabilidad de dichas prácticas, sino más bien identificar aquellas actividades que dada su extensión, intensidad de transformación y frecuencia de ocurrencia, constituyen un riesgo para el mantenimiento de la integridad estructural y funcional de las áreas designadas como zonas de conservación.

No obstante se centró la atención en las amenazas antrópicas, es importante reconocer que la ocurrencia de fenómenos naturales en conjunción con amenazas antrópicas pueden generar sinergias muy importantes. Por ejemplo, el impacto de un huracán sobre una reserva rodeada de selvas relativamente conservadas, será mucho menor que el efecto de ese mismo fenómeno meteorológico sobre una reserva rodeada de campos de cultivo.

Con respecto a la escala de análisis, se decidió enfocar nuestra atención en las amenazas en la costa del Pacífico Mexicano incluyendo la depresión del río Balsas. Las amenazas locales pueden ser muy específicas de una zona en particular, por lo que se considera que es más prudente realizar ese análisis al momento de implementar las políticas de manejo a una reserva en concreto. Por otro lado, las amenazas globales (eg. cambios en la concentración de gases en la atmósfera, tales como bióxido de carbono, metano, ozono, etc.), son producto de la suma de procesos que se dan a gran escala, y no obstante que se reconoce la importancia de considerar su posible efecto en la estructura y funcionamiento del ecosistema, el estado de investigación a este respecto en las selvas secas es aún muy incipiente (ver por ejemplo Villers y Trejo 1997).

Finalmente, se decidió acotar el análisis a una escala temporal de unas cuantas décadas (40 a 50 años). Ciertamente existe actividad humana en la región desde tiempos precolombinos, sin embargo, el impacto de dichas actividades humanas en las selvas secas de la costa del Pacífico Mexicano ha sido muy heterogéneo, y no fue sino hasta mediados del siglo pasado que los fenómenos de perturbación

Cuadro 2. Tipos de riesgos o amenazas a las que puede estar expuesta una zona de conservación de la selva seca en la costa del Pacífico Mexicano.

- **Cambio de uso de suelo**
  - Agricultura
    - Tecnificada
    - Temporal
    - Transhumante
    - Pradera de temporal (pastizal inducido)
    - Matarrasa
  - Forestal
    - Extracción maderable
    - Extracción no maderable
    - Plantaciones forestales
  - Ganadería extensiva sin tumbar
    - Vacuno
    - Caprino
    - Asentamientos humano
    - Infraestructura
    - Presas
    - Caminos
    - Líneas eléctricas
    - Gasoducto
  - Minería
- **Incendios provocados**
- **Introducción de especies (flora y fauna)**
- **Extracción de especies (fauna)**
- **Demandas de agua**
  - Acuíferos
  - Desvío de agua

y transformación de este ecosistema se exacerbaron en la región. Aunque hay que reconocer que las selvas secas de la depresión del Balsas, particularmente de la parte alta de la cuenca, han estado sujetas a una mayor y más antigua presión de uso y transformación que su contraparte en la zona costera.

Tipo de riesgo o amenaza

Siguiendo los criterios y acotaciones anteriormente expuestos, como un primer paso se elaboró una lista, lo más completa posible, del tipo de riesgos o amenazas a las que puede estar expuesta una zona de conservación de la selva seca en la costa del Pacífico Mexicano. El cuadro 2 muestra la lista de posibles amenazas detectadas.

Un primer gran grupo detectado son aquéllas que tienen que ver con el cambio de uso del suelo. Estas incluyen tanto la transformación completa de grandes extensiones de la selva en diferentes tipos de sistemas agrícolas o pecuarios, así como las transformaciones más localizadas como el que tiene que ver con el establecimiento de infraestructura. En este rubro de cambios de uso del suelo, también se incluyen modificaciones estructurales de la selva, que no necesariamente consisten en una transformación completa de la misma, como lo es su explotación forestal o la introducción de ganado.

Se reconocieron cuatro tipos distintos de agricultura: la tecnificada, generalmente asociada al uso de maquinaria agrícola, con capacidad de riego, con un uso intensivo de agroquímicos y localizada principalmente en las planicies aluviales; la agricultura de tem-

poral, caracterizada por una dependencia casi exclusiva del agua de lluvia, el uso de herramientas manuales para sembrar y cosechar, un uso muy restringido de agroquímicos y generalmente ubicada en zonas de lomeríos y pendientes pronunciadas; la agricultura transhumante, que son vestigios de los métodos agrícolas más ancestrales de roza-tumba y quema, en donde pequeñas áreas dentro de la selva son transformadas con fines agrícolas en ciclos de uso y abandono lo suficientemente largos como para permitir que la selva se regenere por completo mediante procesos de sucesión secundaria; y finalmente la pradera de temporal en el que la selva es transformada en un cultivo de pasto, principalmente de origen africano (de los géneros *Pennisetum* y *Panicum*), con limitado uso de agroquímicos, totalmente dependiente de la lluvias y en donde el ganado pasta con relativa libertad dentro de la parcela. Como un caso distinto a los anteriores, se reconoció a la matarrasa; un cambio de uso del suelo consistente en eliminar la cobertura arbórea de la selva con el único propósito de "limpiar" el terreno. Esto sucede en áreas de terrenos ejidales en las que en ocasiones es mal visto que un campesino mantenga su parcela "enmontada". Inclusive no desmontar llega a ser objeto de expropiación por parte de la comunidad, entregando la parcela a otro campesino dispuesto a usarla. Muchas veces esta presión de conversión viene de Programas de Gobierno que promueven el que se pongan a trabajar las "tierras ociosas" del país.

Se detectaron tres tipos generales de uso forestal: dos relacionados con un uso menos tecnificado de tipo extractivo y las plantaciones forestales que denotan un mayor uso tecnológico. Dentro de los usos extractivos, se distinguieron aquellos relacionados con el aprovechamiento del árbol completo (extracción maderable), y los que sólo buscan la recolección de partes del árbol (e.g. corteza, flores, semillas, frutos), o la extracción de plantas pequeñas o no leñosas (extracción no maderable).

Se consideró a la ganadería extensiva como un uso del suelo diferente al de las praderas de temporal. La diferencia radica en que en la ganadería extensiva el ganado pasta en el interior de la selva, por lo que este tipo de uso del suelo no denota una trasformación completa de la selva, como es el caso de la pradera. Ciertamente la selva es fuertemente afectada por la introducción de ganado, fun-

damentalmente a largo plazo por la afectación en su dinámica y estructura (compactación de suelo, pisoteo de plántulas, etc.), pero el mantenimiento de un estrato arbóreo hace una gran diferencia en términos del impacto que tiene el cambio de uso del suelo. Se separó el ganado vacuno del caprino, pues se identificó que éste último es un tipo de ganadería extensiva con un mayor impacto potencial.

Finalmente, en el tipo de amenazas asociadas al cambio de uso del suelo también se reconoció a los asentamientos humanos, a la generación de infraestructura y a la minería. Se distinguieron los asentamientos rurales de los urbanos, los primeros caracterizados por áreas pequeñas, con construcciones separadas entre sí y calles generalmente sin pavimentar. Con respecto a la infraestructura, se reconocieron cuatro principales tipos: presas, caminos, tendidos eléctricos y gasoductos. Este tipo de infraestructura, aunque muy localizada, tiene un impacto potencial en áreas muy grandes. Las presas por su impacto en los procesos hidrológicos río abajo, los caminos por facilitar el acceso a zonas lejanas de los núcleos de población, y los tendidos eléctricos y gasoductos por el impacto que generan su instalación y mantenimiento a la largo de grandes distancias.

Se identificaron cuatro tipos de amenazas más que, aunque relacionadas con las anteriores, no son estrictamente cambios de uso del suelo. Tal es el caso de incendios provocados por el "escape" del fuego de las áreas desmontadas aledañas a las zonas de conservación, ya que éste es utilizado frecuentemente como herramienta de manejo. La introducción de especies exóticas, tanto de flora como de fauna constituyen otra seria amenaza para las áreas aún conservadas de selva seca. Un caso particularmente preocupante es la introducción del pasto Buffel (*Pennisetum ciliare*) el cual ha logrado propagarse dentro de las selvas perturbadas y los desmontes dentro de la selva, cambiando la estructura e incrementando el riesgo de incendio. La extracción de especies de fauna se identificó como una amenaza distinta a la extracción de plantas, que se consideró en el apartado de extracción no maderable.

Finalmente, se identificó al desvío de agua de una cuenca a otra, así como la sobreexplotación de acuíferos como posibles amenazas de la selva seca. Aunque diferentes en su origen, ambas amenazas traen consigo una alteración de la diná-

mica hidrológica del ecosistema, principalmente bajando los niveles freáticos, y por lo tanto, limitando a las plantas el acceso al agua edáfica y del subsuelo. Este problema se vuelve particularmente grave en las zonas aledañas a la costa, en donde una disminución del manto freático incrementa el riesgo de intrusión salina en los pozos y cuerpos de agua.

Grado de riesgo o amenaza

Es de esperarse que no todos estos riesgos o amenazas ocurran en el mismo sitio y con la misma intensidad y/o frecuencia, por lo que una vez identificados, el siguiente paso fue ordenarlos de acuerdo al grado en que vulneran al ecosistema. Una primera aproximación fue evaluar cómo cada una de estas amenazas afecta la integridad estructural, espacial y/o funcional del ecosistema. Es importante enfatizar que la investigación sobre aspectos de estructura y funcionamiento de la selva seca comenzó hace relativamente poco, por lo que no se contó con información suficiente como para evaluar de manera cuantitativa el efecto en el ecosistema de cada una de las amenazas identificadas. La manera como se abordó el problema en este ejercicio de ponderación, fue apoyándonos en la opinión de los participantes en la mesa de trabajo, en donde cada uno de ellos daba su apreciación del riesgo basándose en la experiencia que tenían al respecto. En general existía una buena concordancia en las apreciaciones, sin embargo, cuando existían discrepancias, se discutían los diferentes puntos de vista hasta lograr un consenso.

Con respecto a la integridad estructural, se evaluó el grado en el que cierta amenaza vulnera al ecosistema en términos de su diversidad, composición y arreglo espacial de sus componentes. Para ello se pidió a los participantes de la mesa de trabajo que calificaran en una escala del 0 al 6 qué tanto cada una de las amenazas vulnera la integridad de la selva seca de acuerdo a los criterios mencionados. Se dio un valor por encima de tres cuando el tipo de amenaza transforma al ecosistema, y un valor menor o igual a tres cuando se trataba de una modificación. Los resultados de este primer análisis se pueden ver en el cuadro 3 (primera columna). Aproximadamente la mitad de las amenazas se identificaron como fuertemente transformadoras del ecosistema. Con respecto a las amenazas que modifican al ecosistema sin transformarlo por completo, como la extracción de

Cuadro 3. Cálculo del grado de amenaza ponderado con base en la afectación que cada categoría de amenaza tienen sobre la integridad estructural, espacial y funcional del ecosistema.

Categorías de amenaza	Impacto sobre la Integridad Estructural	Espacial	Funcional	Grado de Amenaza	Grado de Amenaza Normalizado	Frecuencia de Ocurrencia	Impacto Espacial	Grado de Amenaza Ponderado
Pradera de temporal	6	3	3	12	1.0	1.0	0.8	0.80
Agricultura temporal	6	2	3	11	0.9	0.8	1.0	0.73
G. vacuno (sin tumbar)	2	0	3	5	0.4	0.8	1.0	0.33
Extracción de especies	2	0	2	4	0.3	1.0	1.0	0.33
G. caprino (sin tumbar)	3	1	3	7	0.6	0.6	0.8	0.28
Asentamientos urbanos	6	3	3	12	1.0	0.4	0.6	0.24
Incendios provocados	5	2	3	10	0.8	0.6	0.4	0.20
Extracción maderable	2	0	1	3	0.3	1.0	0.8	0.20
Minería	6	3	3	12	1.0	0.4	0.4	0.16
Asentamientos rurales	4	3	3	10	0.8	0.4	0.4	0.13
Extracción no maderable	1	0	1	2	0.2	0.8	1.0	0.13
Plantaciones forestales	4	2	2	8	0.7	0.4	0.4	0.11
Agricultura tecnificada	6	3	3	12	1.0	0.2	0.4	0.08
Presas	6	3	3	12	1.0	0.2	0.4	0.08
Caminos	6	2	2	10	0.8	0.2	0.4	0.07
Agricultura transhumante	3	1	1	5	0.4	0.4	0.4	0.07
Líneas eléctricas	4	3	2	9	0.8	0.4	0.2	0.06
Introducción de especies	3	1	2	6	0.5	0.6	0.2	0.06
Acuacultura	6	3	3	12	1.0	0.2	0.2	0.04
Gasoducto	6	2	2	10	0.8	0.2	0.2	0.03
Desvío de agua	2	0	3	5	0.4	0.4	0.2	0.03
Matarrasa	2	1	2	5	0.4	0.2	0.2	0.02
Sobreexpl. de acuíferos	0	0	3	3	0.3	0.2	0.2	0.01

especies y productos no maderables, se reconoció que el impacto de ciertas prácticas depende, en gran medida, de la especie o producto en particular que se extrae. Por ejemplo, la extracción de varas (para usarse como tutores en los cultivos de tomate) es una práctica que confiere un mayor cambio en la integridad estructural del ecosistema que la extracción de frutos de una especie en particular. Otro factor a considerar es la intensidad, área y frecuencia con la que se hace la extracción. No es lo mismo extraer flores de *Plumeria rubra* (flor de mayo o cacalosúchil) en un área de 5 ha una vez al año, que la remoción sistemática de árboles de *Cordia elaeagnoides* (barcino) en 5 000 ha. Finalmente, también se discutió la necesidad de reconocer la ubicación geográfica del factor perturbador y así, por ejemplo, la construcción de una carretera en pendientes pronunciadas de la parte alta de la cuenca, tendrá un efecto muy diferente que la misma carretera trazada en la planicie costera. Estas consideraciones se tomaron en cuenta al realizar el ejercicio de ponderación de grado de amenaza en localidades específicas. El impacto sobre la integridad espacial se evaluó considerando el grado en el que cierta amenaza vulnera al ecosistema en términos de su cobertura y conectividad. Esto es, qué tanto dicha amenaza fragmenta al ecosistema, y qué tanto estos fragmentos están conectados entre sí. Para determinar el impacto sobre la integridad funcional del ecosistema, se consideró qué tanto una amenaza en particular altera las interacciones bióticas y abióticas, esto es, qué tanto los flujos de agua, energía y nutrientes se ven afectados. En ambos casos se asignó un valor de 0 a 3 dependiendo si se consideraba que la afectación era nula, baja, media o extrema. Las estimaciones que se hicieron se presentan en el cuadro 3 (columnas 2 y 3). Se puede apreciar que en el caso del impacto en la integridad funcional, se estimó que todos los tipos de amenazas tienen algún efecto, no así en el caso de la integridad espacial, en donde se consideró que actividades como la extracción de especies o la sobreexplotación de acuíferos en general no afectan dicha característica del ecosistema. Sin embargo, como se discutirá más abajo, existe una gran variación en los niveles de extracción o sobre explotación de acuíferos, y por tanto es posible encontrar situaciones particulares en donde estas actividades constituyen un serio riesgo a la integridad espacial del ecosistema.

Al combinar (sumar) los tres aspectos analizados (afectación de la integridad

estructural, espacial y funcional) se obtuvo un Factor de Impacto el cual se utilizó como criterio para hacer una primera lista jerarquizada de las amenazas (columnas 4 y 5 del cuadro 3 y figura 1). Es importante enfatizar que las apreciaciones realizadas hasta este punto no consideran la frecuencia con la que ocurren cada una de estas amenazas, ni el impacto espacial que ellas tienen. Así por ejemplo, la minería se considera como una actividad que genera un gran impacto a la estructura y funcionamiento de la selva, particularmente aquella que se encuentra en las inmediaciones de los sitios de explotación. Sin embargo, dicha actividad está muy poco difundida en la región y por tanto no constituye una gran amenaza para la conservación de la selva seca de la costa del Pacífico (por lo menos a escala regional, contrariamente a cuando se considera a escala local). Por ello, y para considerar este aspecto, se calificó la frecuencia relativa con la que ocurren los diferentes tipos de amenaza en las selvas secas del Pacífico Mexicano, y el grado de afectación espacial que cada amenaza tiene en un contexto regional.

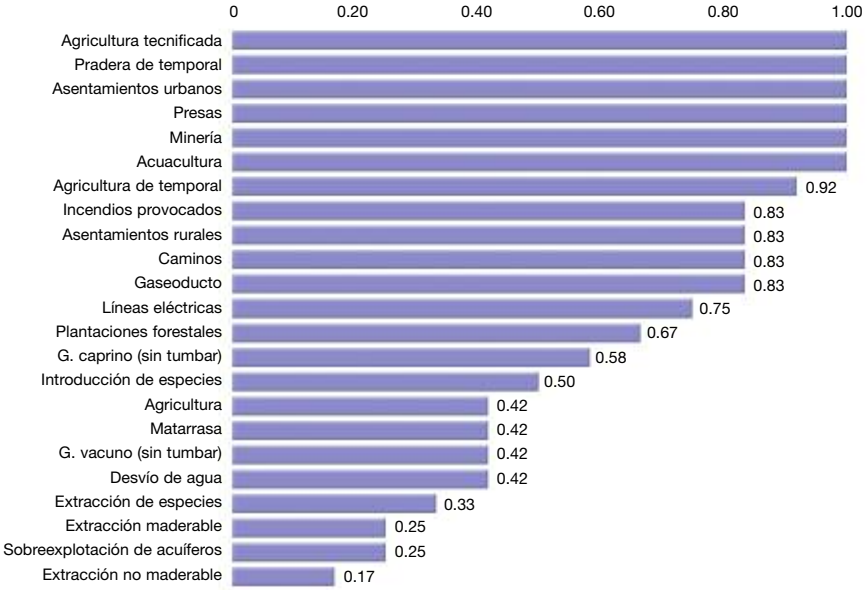


Figura 1. Impacto de cada categoría de amenaza, obtenido al considerar la afectación de cada categoría de amenaza en la integridad estructural, espacial y funcional del ecosistema (columna 5 del cuadro 3).

Se utilizó una escala de 0 a 1, dividida en cinco intervalos de 0.2 unidades (cuadro 3, columnas 6 y 7). El resultado de incluir estos dos criterios más, generó una segunda y última lista jerarquizada que se denominó grado de amenaza ponderado que se presenta en la figura 2 (última columna en el cuadro 3). En ella se pueden identificar tres grandes tipos de amenazas: las que ocurren a nivel nacional, que incluyen la agricultura y las praderas de temporal; las de corte regional, que incluyen la extracción de especies y la introducción a la selva de ganados vacuno y caprino; y finalmente, un gran número de amenazas que operan a nivel más local, como la agricultura muy tecnificada y el establecimiento de servicios e infraestructura.

Causas de los factores de riesgo o amenazas

Existe una gran variedad de factores o causas que generan o detonan la aparición de riesgos y amenazas de origen antrópico en las zonas de conservación de la selva

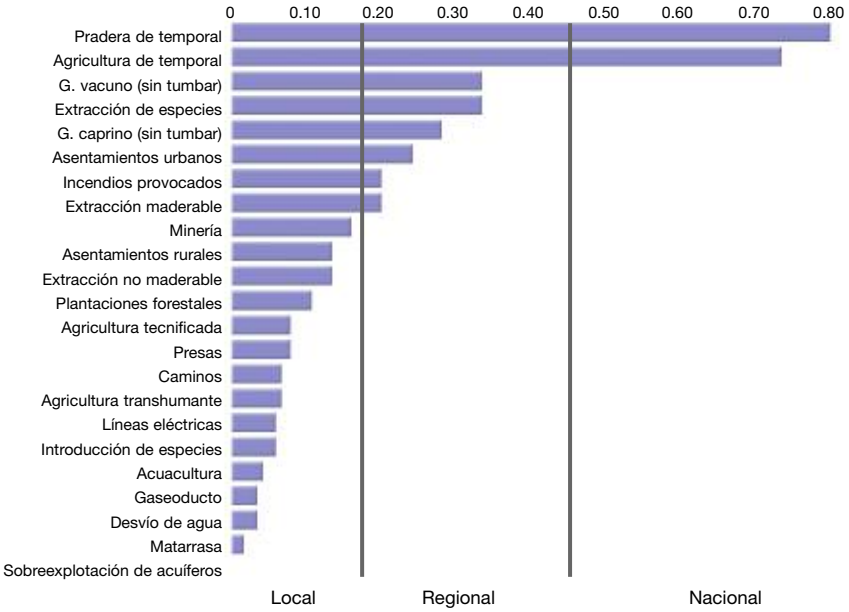


Figura 2. Grado de amenaza ponderado con base en la frecuencia relativa con la que ocurren las diferentes categorías de amenazas y el grado de afectación espacial que cada categoría tiene en un contexto regional. Se identifican aquellas que ocurren a escalas nacionales, regionales y locales.

Cuadro 4. Grupos de amenazas formados con base en la similitud que existe entre ellas con respecto a los factores que las promueven.

	Grado de Amenaza Ponderado	Orden de Importancia
Ganaderización		
Pradera de temporal	0.80	1
Ganado vacuno (sin tumbar)	0.33	3
Ganado caprino (sin tumbar)	0.28	5
Expansión Agrícola		
Agricultura temporal	0.73	2
Incendios provocados	0.20	7
Extacción Irracional		
Extracción de especies	0.33	4
Extracción maderable	0.20	8
Extracción no maderable	0.13	11
Introducción de especies	0.06	18
Urbanización		
Asentamientos urbanos	0.24	6
Asentamientos rurales	0.13	10
Hidrológicos		
Presas	0.08	14
Acuacultura	0.04	19
Desvío de agua	0.03	21
Sobreexpl. de acuíferos	0.01	23
Otros		
Minería	0.16	9
Plantaciones forestales	0.11	12
Agricultura tecnificada	0.08	13
Caminos	0.07	15
Agricultura transhumante	0.07	16
Líneas eléctricas	0.06	17
Gasoducto	0.03	20
Matarrasa	0.02	22

seca. Para facilitar el análisis se decidió agrupar las amenazas con base en la similitud que existe entre ellas con respecto a los factores que las promueven (cuadro 4). Se puso énfasis en identificar los factores más directos y relativamente recientes (últimos 50 años). Asimismo, se consideró que las restricciones ambientales que caracterizan a las selvas secas, como lo son la poca disponibilidad de agua y suelos someros en terrenos con pendientes pronunciadas, no son factores que inducen la aparición de los riesgos o amenazas, sino más bien factores que exacerban los efectos de estos riesgos y amenazas en el ecosistema.

En las figuras 3 a 6 se presentan, de manera esquemática, los factores directos e indirectos que se consideró promueven cuatro grupos distintos de amenazas a la selva seca, esto es, aquellos relacionados con la ganaderización, la agricultura de temporal, la extracción irracional de productos y la urbanización. En tonos más obscuros se identificaron aquellos factores que, como gremio académico (ecólogos, agrónomos, botánicos y zoólogos), se tienen más elementos para proponer soluciones. Esto es importante, pues si se quieren proponer o tomar acciones para reducir un riesgo o amenaza en particular, será más fácil iniciar con estos factores.

La ganaderización en el trópico es un proceso que se ha estudiado con detalle (ver por ejemplo a Toledo, 1990). De

La deforestación es una de las principales amenazas para la conservación de las selvas secas de México.
Foto: Gerardo Ceballos.

acuerdo al cuadro de Grado de Amenaza Ponderado, la tala, quema y conversión en praderas resultó ser la amenaza más severa que actualmente tienen las selvas secas aún remanentes en el Pacífico Mexicano. Asimismo, la introducción de ganado, tanto vacuno como caprino en la selva sin desmontar constituyen la segunda y la quinta amenaza más graves de acuerdo a nuestro análisis. Entre los factores directos más importantes que fomentan la ganaderización (figura 3) están las políticas gubernamentales que por muchos años han considerado al trópico con una clara vocación ganadera. Esto, aunado a una fuerte demanda de carne de res por los Estados Unidos y las grandes ciudades, así como un cierta cultura ganadera, sobre todo en los extremos norte y sur del país, ha incentivado el proceso de conversión en prácticamente toda la costa del Pacífico Mexicano. La falta de alternativas económicas también ha sido un factor importante para inducir el proceso de ganaderización en el trópico seco. Para muchos pobladores rurales, tener unas vacas representa el único mecanismo de ahorro con el que cuentan, ya que generalmente tienen poco acceso a los créditos. Finalmente, el

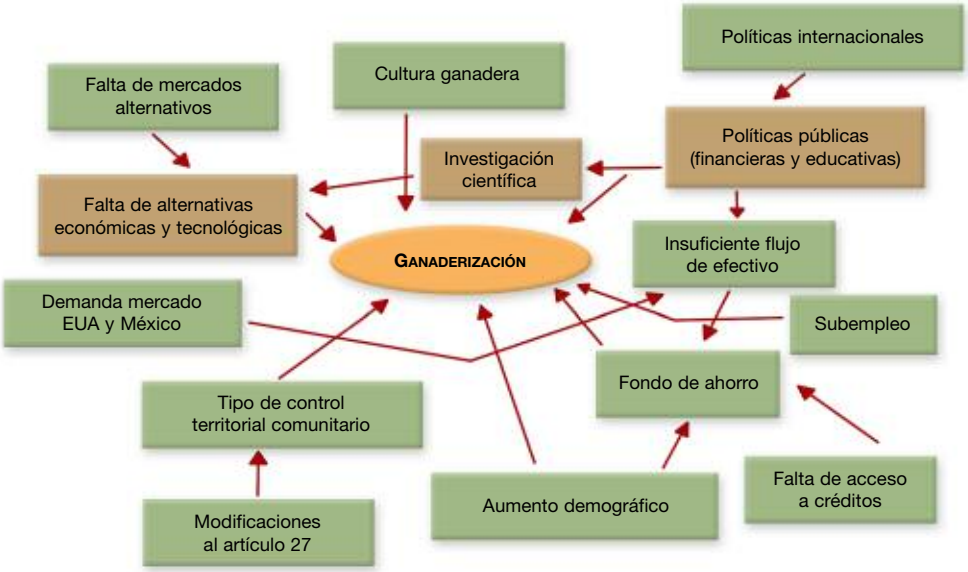


Figura 3. Factores directos e indirectos que promueven cuatro grupos distintos de amenazas a la selva seca: aquellos relacionados con la ganaderización. En tonos más obscuros se identificaron aquellos factores más directamente relacionados con el campo de acción de los participantes de la mesa de trabajo (ecólogos, agrónomos, botánicos y zoólogos).

subempleo, el aumento demográfico y el sistema de tenencia de la tierra en muchos ejidos localizados a lo largo de la costa constituyen otros factores directos que impulsan la ganaderización. Ciertamente una manera de romper el círculo vicioso es fomentar la investigación científica y tecnológica en el sentido de generar alternativas de explotación más sustentable del ecosistema, tales como el ecoturismo, la extracción selectiva de productos de la selva y el cobro por los servicios ecosistémicos que provee.

La conversión de la selva en sistemas agrícolas de temporal es la segunda amenaza más seria que se detectó en el análisis. Aunque en este caso también las políticas gubernamentales alentaron el proceso por muchos años (figura 4), la demanda de productos para el autoconsumo es un factor promotor muy importante. Sobre todo para la producción de maíz, que como se sabe su alto consumo obedece a aspectos culturales ancestrales y fuertemente arraigados en la población campesina. Al igual que con la ganaderización, el aumento demográfico, el desempleo y el tipo de control territorial en muchos ejidos constituyen factores

Figura 4. Factores directos e indirectos que promueven cuatro grupos distintos de amenazas a la selva seca: aquellos relacionados con la agricultura de temporal. En tonos más obscuros se identificaron aquellos factores más directamente relacionados con el campo de acción de los participantes de la mesa de trabajo (ecólogos, agrónomos, botánicos y zoólogos).

directos de fomento al proceso de "apertura" de tierras al cultivo. Asimismo, la generación de usos alternativos de las selvas secas es la mejor estrategia para reducir este importante factor de transformación.

La extracción irracional de productos de la selva se reconoció también como una de las amenazas o factores de riesgo más altos. Factores como políticas públicas inadecuadas, la explosión demográfica, el desempleo, la falta de control territorial comunitario y la demanda para el autoconsumo, al igual que en los casos anteriores, fomentan la sobreexplotación de productos (figura 5). En este caso se identificó un serio problema con el comercio, en donde la sobrevalorización de muchos productos de la selva seca, aunado al deterioro de los controles del mercado hacen florecer un mercado negro que incurre en prácticas de extracción excesiva. También se detectó un desconocimiento profundo sobre la historia natural de muchas de las especies en proceso de explotación. Esto, aunado a la pérdida del conocimiento tradicional por parte de los pobladores, dificultan la formulación de esquemas de manejo y/o extracción sustentable de especies individuales o de sus partes.

Figura 5. Factores directos e indirectos que promueven cuatro grupos distintos de amenazas a la selva seca: aquellos relacionados con la extracción irracional de productos. En tonos más obscuros se identificaron aquellos factores más directamente relacionados con el campo de acción de los participantes de la mesa de trabajo (ecólogos, agrónomos, botánicos y zoólogos).

La creación y expansión de asentamientos humanos, aunque relativamente pequeños con respecto a la superficie que ocupan, tienen una enorme influencia sobre grandes extensiones de selvas secas, particularmente en sus inmediaciones. Políticas de fomento al turismo han inducido el crecimiento de muchas poblaciones localizadas a lo largo de la costa del Pacífico Mexicano (figura 6). Emporios turísticos como Bahías de Huatulco se han desarrollado en zonas que apenas hace algunos años eran selvas secas relativamente aisladas del impacto humano. Frecuentemente no existen planes de desarrollo regional, convirtiendo a las zonas costeras en paraísos para los especuladores. La falta de esquemas de participación social en la planeación regional, aunado a la ineptitud, negligencia y en ocasiones corrupción de las autoridades encargadas de la generación y procuración de los planes de desarrollo regionales, se traducen en una pobre aplicación de los mismos, generando un crecimiento anárquico de la infraestructura urbana de la región.

Figura 6. Factores directos e indirectos que promueven cuatro grupos distintos de amenazas a la selva seca: aquellos relacionados con la creación y crecimiento de asentamientos humanos. En tonos más obscuros se identificaron aquellos factores más directamente relacionados con el campo de acción de los participantes de la mesa de trabajo (ecólogos, agrónomos, botánicos y zoólogos).

Consideraciones regionales

Es de esperarse que existan ciertas variantes regionales con respecto al tipo y la magnitud de las amenazas aquí mencionadas. Es por ello que a continuación se describen brevemente algunas consideraciones regionales, sobre todo de aquellas regiones que estuvieron menos representadas en la mesa de trabajo.

Región del Pacífico Norte

Las selvas más septentrionales del continente americano encuentran su límite de distribución en el norte de Sinaloa y Sonora Central, aunque algunos taxa típicos de selvas secas llegan a encontrarse en el sur de Arizona. Las mayores amenazas que esta región enfrenta son comunes con las de otras selvas secas de la vertiente del Pacífico Mexicano: los desmontes para establecer praderas de pastos africanos, los aclareos para plantaciones y la extracción de productos maderables y no maderables (Búrquez y Martínez-Yrízar, 1997). Aunados a la falta de políticas que normen la utilización de los recursos de las selvas, estas actividades han reducido dramáticamente la extensión de las selvas secas del noroeste.

En el noroeste de México, el reemplazo de las selvas secas por praderas de pastos exóticos, particularmente zacate buffel (*Pennisetum ciliare*) es responsable de la mayoría de los desmontes (Búrquez y Martínez-Yrízar, 1997; Martínez-Yrízar *et al.*, 2000; Búrquez *et al.*, 1998, 2002). Una vez que los pastos se establecen, la estructura del suelo cambia, se incrementa el contenido de materia orgánica pero no lo hacen así los niveles de fósforo y nitrógeno. Estos cambios llevan a la comunidad a un nuevo equilibrio con menos diversidad, biomasa y productividad (Martínez-Yrízar *et al.* 2000, Búrquez *et al.*, 1998).

Estimaciones muy conservadoras indican que más de dos tercios de las selvas secas del noroeste de México han sido severamente alteradas por el pastoreo excesivo de ganado vacuno, mientras que cerca de un tercio ha sido completamente erradicado en el proceso de transformación en pastizales exóticos (Búrquez *et al.* 2002).

El noroeste de México es una región eminentemente ganadera y es probablemente el área donde más impacto ambiental y social ha provocado la ganaderización, especialmente ante la demanda creciente de becerros por el mercado de Norte América y las modificaciones al artículo 27 constitucional (Pérez, 1993;

Yetman y Búrquez, 1998). Actualmente, se dedican esfuerzos crecientes de investigación, en el ámbito estatal y federal, para transformar de manera más tecnificada el Desierto Sonorense, los matorrales espinosos y las selvas secas en pastizales. Desgraciadamente, no existe una contraparte que permita un balance en el uso racional y sustentable de los recursos que estos ecosistemas producen. Es probable que de seguir las políticas actuales que ya han transformado completamente casi un veinte por ciento del estado de Sonora, la mayoría de los ecosistemas tropicales y desérticos de esta región sufran cambios irreversibles en el mediano plazo.

Región del Pacífico Central

Las amenazas o riesgos de las selvas secas en los Estados de Colima, Jalisco y Nayarit, en la región del Pacífico Central, obedecen a diferentes procesos cuya magnitud e intensidad varía ampliamente en términos espaciales y temporales.

Aunque la presencia del hombre en la región se remonta a por lo menos cuatro mil años, las evidencias arqueológicas e históricas indican que estas primeras ocupaciones en la región fueron más bien de baja intensidad, cultivando sobre terreno aluvial únicamente. Hasta 1940 no hay evidencia de procesos importantes de perturbación, la región permanece estable debido a su incomunicación con el resto del país con excepción del Valle de Tecomán en Colima motivado por la actividad del puerto de Manzanillo. A partir de la década de los cuarenta y bajo una política de colonización de las costas, se promovió la creación y expansión de asentamientos humanos, la construcción de caminos, presas, canales, drenes, el reparto agrario, el fomento de la agricultura y la ganadería (De Ita-Martínez 1983; Gutiérrez, 1993), lo cual derivó finalmente en una intensa transformación de los ecosistemas de selva seca característicos de las llanuras aluviales y lomeríos. Treinta años después, prácticamente todas las llanuras aluviales de los ríos con caudal permanente se habían transformado en tierras agrícolas y ganaderas. En la siguiente década, se consolida la actividad agropecuaria como la actividad que más impacta al ecosistema, apoyada por la creación de la infraestructura hidráulica, carretera, social y financiera necesaria para su crecimiento. La agricultura hacia finales de los años ochenta parece alcanzar sus límites de crecimiento. A partir de este momento la ganadería extensiva se convierte en el principal promo-

tor de la deforestación en la región, situación que perdura hasta la actualidad y que en conjunto ha generado la pérdida de casi la mitad de la cobertura forestal de selvas y otros ambientes naturales asociados a la región del Pacífico Central. Por otra parte, en este mismo período surge el desarrollo del sector turístico, representado principalmente por el desarrollos de Puerto Vallarta y Manzanillo que concentran la población más numerosa y una fuerza económica que compite fuertemente con el sector agropecuario. Aunque la actividad turística se con-

Interior de la selva seca, Chamela.
Foto: Gerardo Ceballos

centra actualmente en la franja costera, su impacto negativo se empieza a hacer evidente en la zona litoral, afectando a las playas, los matorrales costeros, las lagunas costeras, manglares y humedales en general, y también sobre extensas zonas de selvas secas y palmares que aún persisten a lo largo de la costa.

Las consecuencias de la perturbación de estos ecosistemas queda de manifiesto al constatar el deterioro causado a la biodiversidad regional con la reducción, extinción total o virtual de algunas especies animales y vegetales. De igual manera los procesos funcionales del ecosistema se ven afectados por la alteración del hábitat natural, la deforestación, la alteración del régimen hidrológico y la degradación de los suelos (García-Oliva *et al.*, 1994; García-Oliva y Maass 1998; Maass *et al.* 1988; Maass, 1995; Maass, *et al.*, 2005).

Depresión del Balsas

La ocupación de las selvas secas en la región de la cuenca del Balsas también ha existido desde tiempos ancestrales, sin embargo, a diferencia de lo que pasa en la Costa del Pacífico Mexicano, esta ocupación ha sido más intensa y se ha mantenido relativamente más constante. En esta región la ganadería ha sido desde hace siglos la punta de lanza de los procesos de transformación (Leonard, 2001).

En la región conocida como Sierra de Huautla, ubicada en Morelos, Guerrero y Puebla, las dos amenazas más importantes son la ganadería extensiva de vacunos y el establecimiento de praderas de temporal, seguidas de un grupo de amenazas que en conjunto generan un impacto importante entre ellas: la ganadería extensiva de caprinos, la extracción de leña, la construcción de caminos, presas y bordos y la apertura de sitios para la agricultura de temporal. Otras amenazas detectadas, aunque de menor magnitud, incluyen la basura y su manejo, plantaciones forestales, extracción no maderable, extracción de fauna, minería e introducción de especies.

Es necesario destacar que, en esta región, algunas amenazas como la agricultura de temporal o la extracción de especies obtienen valores bastante más bajos, sobre todo porque actualmente en la Sierra de Huautla han disminuido, lo que no implica que potencialmente no puedan ser más serios en el mediano plazo. Asimismo, es necesaria una nota de cautela con algunos factores, por ejemplo la

ganadería extensiva, que en estadísticas oficiales se calcula su impacto potencial con base a los tamaños de hatos reportados por los propietarios de los predios sin tomar en cuenta el uso de estos predios por comunidades vecinas, que los rentan o los usan sin permiso para sus hatos. O el caso concreto de la Autopista del Sol que bisecta la Sierra de Huautla y que puede generar en el mediano plazo frentes importantes de expansión de asentamientos o de actividades agropecuarias.

En esta región también se detectan, como importantes causales de las amenazas mencionadas, la persistente descoordinación interinstitucional y la promoción de políticas de desarrollo contradictorias a las políticas de conservación. Esto potencialmente puede agravar muchas de las amenazas actuales, un punto que sin duda conviene resolver desde diferentes frentes.

El desarrollo turístico y urbano es una de las principales amenazas para las selvas secas del Pacífico.
Foto: Gerardo Ceballos

Recomendaciones y consideraciones finales

Ante el análisis presentado, queda claro que resulta sumamente importante que tanto en las áreas definidas como zonas prioritarias de conservación, así como en sus inmediaciones, se fomente la elaboración de ordenamientos territoriales y planes de manejo orientados a reducir las amenazas y factores que ponen en riesgo la integridad estructural y funcional del ecosistema de selva seca. Estos ordenamientos y planes deben incorporar los siguientes aspectos:

- Desarrollo de esquemas de manejo integrado de ecosistemas en los que se enfatice la participación de diferentes sectores sociales en la elaboración e implementación de los mismos. Es particularmente importante resaltar la importancia de la participación de las comunidades que viven en las áreas de selva seca, así como considerar el tipo de tenencia y el tipo de organización de la comunidad que existe.
- Garantizar una estrategia general multidisciplinaria e interinstitucional, en la que se generen políticas de desarrollo coordinadas con las políticas de conservación.
- Definición de las zonas de protección no sólo con base en su estado de conservación, sino también considerando el área de influencia de los procesos que ponen en riesgo la integridad estructural y funcional del ecosistema. En este sentido el uso de cuencas hidrográficas como unidades de manejo resulta una herramienta indispensable en los programas de conservación.
- Fomento en la investigación básica sobre la estructura y el funcionamiento de la selva seca tanto en condiciones naturales como bajo condiciones de sucesión ecológica. Esto no sólo con la idea de preservar los pocos fragmentos aún conservados, sino también con miras a diseñar e implementar programas de restauración ecológica de las áreas ya deterioradas.
- Estímulo a la investigación sobre el impacto ecológico del ganado en el trópico seco, así como el de la incorporación de especies exóticas. A este respecto, debe fomentarse también la investigación orientada a la búsqueda de sistemas de manejo alternativo que no impliquen una transformación completa del ecosistema. Para ello es necesario mejorar el conocimiento sobre la historia natural de las especies que habitan la selva seca, así como documentar y rescatar el cono-

cimiento tradicional (ancestral) que se tiene sobre su uso y manejo por comunidades indígenas que han habitado estos ambientes por cientos de años.

- Reconocimiento y cuantificación de los servicios ambientales que proporciona la selva seca, buscando mecanismos para retribuir a los dueños (comunidades campesinas) por el uso de dichos servicios.
- Implementación de programas de educación y difusión en los cuales se dé a conocer la importancia de la conservación y el manejo adecuado de los ecosistemas en general y en particular de la selva seca, incluyendo la difusión de la importancia y particularidad de las especies que la componen (niveles de endemismo y lo que esto significa, tanto a nivel regional, nacional y global).
- Finalmente, será importante definir y establecer programas de seguimiento que permitan implementar una estrategia de "manejo adaptativo", en donde las experiencias y los avances logrados retroalimenten los futuros programas de conservación.

Agradecimientos

Las ideas aquí presentadas son producto de la discusión emanada en el Taller para la Identificación de Amenazas y Prioridades para Conservación en las Selvas Secas del Pacífico Mexicano, que se llevó a cabo del 30 de mayo al 1 de junio de 2001, en Huatulco, Oaxaca, México. Dicha reunión fue organizada por el Instituto de Ecología de la UNAM, el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF-México), el Instituto Nacional de Ecología (INE), la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp) y la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio). Las personas que participaron en la mesa de trabajo, así como los nombres de otros investigadores que proporcionaron información al respecto, se listan en el cuadro 1. El primer autor agradece la colaboración técnica del Biól. R. Ahedo en la elaboración del presente documento.

Conservación

Áreas de conservación de las regiones prioritarias de las selvas secas

Gerardo Ceballos, César Cantú
y Juan Bezaury Creel

Las selvas secas representan el 42% de los ecosistemas tropicales a nivel mundial y se consideran como uno de los ecosistemas más amenazados, ya que el 78% ha sido modificado por actividades humanas. Todas las selvas remanentes continuas de extensión considerable, ubicadas en la porción noreste de Brasil, sureste de Bolivia, Paraguay, norte de Argentina, México, Venezuela, Colombia y la región central Indochina, enfrentan graves problemas de conservación (Miles *et al.*, 2006).

Este ecosistema tiene una amplia distribución en América y es particularmente característico de la Vertiente del Pacífico de México y Centroamérica, ya que cubre una superficie de más de cinco millones de hectáreas desde el sur de Sonora y el suroeste de Chihuahua hasta Chiapas y Centroamérica (Rzedowski, 1978; Trejo este volumen). En México estas selvas destacan no sólo por su alta diversidad, sino sobre todo por su elevado nivel de endemismo, ya que cerca del 60% de las especies de plantas vasculares y alrededor del 30% de los vertebrados son endémicas del país (Ceballos y García, 1995; Ceballos y Valenzuela, este volumen; Lott y Atkinson, este volumen). A pesar de su amplia distribución esta vegetación ha sido alterada por diversas causas como la ganadería extensiva, extracción de madera, agricultura e incendios forestales, y actualmente se le considera uno de los ecosistemas más amenazados del país (Maass *et al.*, este volumen).

La estrategia fundamental para la conservación de la diversidad biológica de México ha sido el establecimiento de áreas naturales protegidas con el objetivo de tener representadas a la mayoría de las especies y ecosistemas (Ceballos, 2007). La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas maneja actualmente más de

170 áreas terrestres y marinas, las cuales cubren más de 23.8 millones de hectáreas y que serían equivalentes al 12% de la superficie terrestre del país (Conanp, 2009). Dada la enorme diversidad y endemismo de la fauna y flora del país, esta superficie resulta, sin embargo, insuficiente para representar a la diversidad biológica y ecológica de México. En particular, la selva seca es uno de los tipos de vegetación menos representado en las áreas protegidas del país (ver capítulos de Ceballos *et al.*, este volumen); a pesar de haberse establecido reservas tales como la de la biosferas de Chamela-Cuixmala y de Manantlán en Jalisco y Colima y la de Sierra de Huautla en Morelos. A finales del Siglo XX estas reservas cubrían sólo 120 000 hectáreas de la selva seca y correspondían a menos del 1% del territorio nacional (Ordoñez y Flores, 1995). Sin embargo, a lo largo de la última década se han decretado nuevas áreas naturales protegidas como la Reserva de la Biosfera de Zicuirán-Infiernillo, en Michoacán, que han aumentado la representación de las selvas secas en las áreas naturales protegidas de México. Muchas regiones adicionales, como las que se describen en el capítulo de Ceballos, Martínez, Espinoza y Bezaury Creel (este volumen), son necesarias para representar a todas las especies de vertebrados. Dada la escasa información sobre la distribución de la flora es aún prematuro poder evaluar que áreas y superficie se requieren para tenerla adecuadamente representada en las áreas naturales protegidas.

Representatividad de las áreas prioritarias para la conservación

En este capítulo se evalúa la representación en las áreas naturales protegidas de características ambientales donde se distribuye la selva seca en la vertiente del Pacífico. En este sentido, este capítulo es complementario al de Ceballos, Martínez, Espinoza y Bezaury Creel (este volumen) y otros capítulos que analizan la representación de la diversidad biológica de los vertebrados en las áreas naturales protegidas de la misma región. Para llevar a cabo este análisis se siguió la metodología desarrollada por el programa de análisis de vacíos y omisiones de conservación de Estados Unidos ("Gap analysis" en inglés, Scott *et al.*, 1993). El método identifica lo que denomina como vacíos y omisiones de conservación, que son la ausencia o baja representatividad de especies o características ecológi-

cas en un sistema de áreas naturales protegidas (Cantú *et al.*, 2004a, 2004b). En este caso, específicamente se evaluaron los niveles de representatividad de la selva seca en los pisos altitudinales, ecorregiones y tipos de vegetación en las áreas protegidas de la vertiente del Pacífico, y se identificaron las regiones adicionales necesarias para representarlas de mejor manera en la red de áreas naturales protegidas.

Para el primer análisis se utilizó la información generada a partir de mapas temáticos digitales de los siguientes temas: 1) áreas naturales protegidas federales, estatales y municipales (Bezaury Creel *et al.*, 2007; Conanp, 2007) modelo digital de elevación de 1 km^2 por píxel; 2) tipos de vegetación Serie III (INEGI, 2005) y 3) ecorregiones Nivel IV (Conabio, 2007). Todas las coberturas digitales fueron combinadas y analizadas con el programa ArcGis 9.1. La región evaluada incluye a 36 de las Áreas Prioritarias para la Conservación de las Selvas Secas Mexicanas (Ceballos, Martínez, Espinoza y Bezaury Creel, este volumen) y se localiza a lo largo de todos los estados de la vertiente del Pacífico del país, excepto Baja California. Incluye los 42 mayores manchones de selva seca, que representan el 5.4% de la extensión continental de México y una superficie de mas de 9 millones de hectáreas (Figura 1).

La región de estudio abarca una superficie de 5 592 900 ha de selva seca, que equivale al 71% de la zona de estudio. No obstante el deterioro que ha sufrido esta región, cerca del 62% (3 460 132 ha) se encuentra en buen estado de conservación. Sin embargo, la selva seca tiene una escasa representación en las áreas naturales protegidas, ya que sólo el 9% de la superficie de selva seca se encuentra dentro de éstas, lo que representa una importante omisión de conservación (Cuadro 1; Figura 2).

En la región existen 26 áreas naturales protegidas que cubren una extensión aproximada de 829 000 ha (8.4% de la región de estudio). De esas reservas 15 (719 392 ha) son de jurisdicción federal, 9 (105 860 ha) de carácter estatal y 2 (4 120 ha) de jurisdicción municipal. Las reservas federales son la Subcuenca de los ríos Ameca-Atenguillo, Subcuenca del río Juchipila, Subcuencas de los ríos Atengo-Ayutla y Ayuquila, Chamela-Cuixmala, El Veladero, Islas de la Bahía de Chamela, Islas Marías, Lagunas de Chacahua, Meseta de Cacaxtla, Playa de

Figura 1. Distribución de las selvas secas primarias y secundarias en México (Serie 3) en relación a la región de estudio (INEGI, 2005).

Cuadro 1. Tipos de vegetación natural primaria (prim.) y secundaria (sec.) en la región de estudio y sus niveles de representación en México y las áreas naturales protegidas

Tipos de vegetación natural (INEGI, 2005)	Superficie en México (ha)	Superficie en ANP de México (ha)	Proporción de ANP en (%)	Superficie en región de estudio (ha)	Proporción de región de estudio (%)	Superficie en ANP (ha)	Proporción de ANP en región de estudio (ha)
Bosque de galería prim.	20,624	1,325	6.4	1,042	5.1	0	0
Matorral crasicaule prim.	1,205,357	123,971	10.3	416	0.03	0	0
Matorral crasicaule sec.	354,745	18,420	5.2	312	0.1	0	0
Matorral sarcocaule sec.	98,077	18,328	18.7	2,642	2.7	0	0
Matorral subtropical prim.	1,012,268	8,483	0.8	7,443	0.7	0	0
Matorral subtropical sec.	336,955	14,787	4.4	41,887	12.4	0	0
Mezquital sec.	423,750	10,153	2.4	4,614	1.1	0	0
Palmar natural prim.	11,449	1,514	13.2	1,209	10.6	0	0
Palmar natural sec.	1,630	841	51.6	670	41.1	0	0
Pastizal halófilo prim.	1,823,487	97,922	5.4	11,740	0.6	0	0
Pastizal natural prim.	6,323,740	227,261	3.6	17,452	0.3	0	0
Pastizal natural sec.	3,974,559	70,191	1.8	375	0.01	0	0
Selva alta perennifolia sec.	2,021,792	188,511	9.3	4,285	0.2	0	0
Selva baja subcaducifolia sec.	30,000	1,227	4.1	2,069	6.9	0	0
Matorral sarco-crasicaule prim.	2,298,003	1,181,067	51.4	1,528	0.1	1	0.1
Manglar sec.	64,568	6,061	9.4	12,360	19.1	93	0.8
Bosque de pino prim.	5,219,836	409,117	7.8	102,236	2.0	795	0.8
Bosque de pino sec.	2,233,185	174,844	7.8	34,389	1.5	296	0.9
Mezquital prim.	2,516,180	36,204	1.4	7,453	0.3	76	1.0
Vegetación halófila prim.	2,765,285	994,404	36.0	13,539	0.5	178	1.3
Manglar prim.	821,800	420,915	51.2	70,628	8.6	1,432	2.0
Selva baja espinosa caducifolia sec.	505,664	7,542	1.5	76,760	15.2	2,624	3.4
Bosque de encino-pino sec.	1,257,981	154,656	12.3	92,160	7.3	3,766	4.1
Matorral sarcocaule prim.	5,208,915	1,230,727	23.6	13,845	0.3	642	4.6
Tular nd	932,826	518,181	55.5	3,383	0.4	174	5.2
Bosque de pino-encino sec.	3,075,555	165,069	5.4	148,004	4.8	8,572	5.8

Cuadro 1 (continúa). Tipos de vegetación natural primaria (prim.) y secundaria (sec.) en la región de estudio y sus niveles de representación en México y las áreas naturales protegidas

Tipos de vegetación natural (INEGI, 2005)	Superficie en México (ha)	Superficie en ANP de México (ha)	Proporción de ANP en (%)	Superficie en región de estudio (ha)	Proporción de región de estudio (%)	Superficie en ANP (ha)	Proporción de ANP en región de estudio (ha)
Selva baja caducifolia sec.	7,855,826	504,884	6.4	2,132,779	27.1	153,708	7.2
Selva baja caducifolia prim.	6,648,302	594,338	8.9	3,460,132	52.0	250,999	7.3
Selva baja espinosa caducifolia prim.	242,919	13,857	5.7	24,209	10.0	2,343	9.7
Selva mediana subperennifolia prim.	1,628,570	498,703	30.6	11,051	0.7	1,117	10.1
Selva mediana subcaducifolia sec.	4,241,330	271,558	6.4	284,036	6.7	30,370	10.7
Bosque de encino prim.	6,879,257	858,670	12.5	609,634	8.9	72,211	11.8
Selva mediana subperennifolia sec.	4,173,561	571,769	13.7	31,699	0.8	3,778	11.9
Bosque de encino-pino prim.	3,048,387	484,274	15.9	122,130	4.0	18,825	15.4
Selva de galería prim.	3,781	1,421	37.6	251	6.6	39	15.6
Vegetación de dunas costeras prim.	146,421	41,954	28.7	3,799	2.6	796	21.0
Bosque de pino-encino prim.	5,733,148	716,695	12.5	136,442	2.4	28,745	21.1
Vegetación de galería prim.	136,639	29,074	21.3	1,827	1.3	415	22.7
Sabana prim.	207,525	25,594	12.3	7,741	3.7	1,790	23.1
Selva mediana caducifolia prim.	138,293	15,838	11.5	3,513	2.5	883	25.1
Bosque de encino sec.	4,362,597	599,670	13.7	230,243	5.3	64,945	28.2
Selva mediana subcaducifolia prim.	419,077	116,156	27.7	151,020	36.0	48,522	32.1
Bosque mesófilo de montaña sec.	955,613	56,263	5.9	4,978	0.5	2,061	41.4
Selva mediana caducifolia sec.	971,106	13,174	1.4	3,821	0.4	1,669	43.7
Bosque mesófilo de montaña prim.	869,419	157,856	18.2	16,830	1.9	12,959	77.0
Total	**93,200,004**	**11,653,470**	**12.5**	**7,908,577**	**8.5**	**714,824**	**9.0**

Mismaloya, Selva el Ocote, Sierra de Álamos-Río Cuchujaqui, Sierra de Huautla, Sierra de Manantlán y Sierra la Laguna. La recientemente decretada reserva de la biosfera de Zicuirán-Infiernillo no se incluyó en el análisis. Las de carácter estatal incluyen Arivechi Cerro Las Conchas, El Mineral de Nuestra Señora de la Candelaria, Sierra de Vallejo, Chorros del Varal, Sierra de Nanchititla, Río

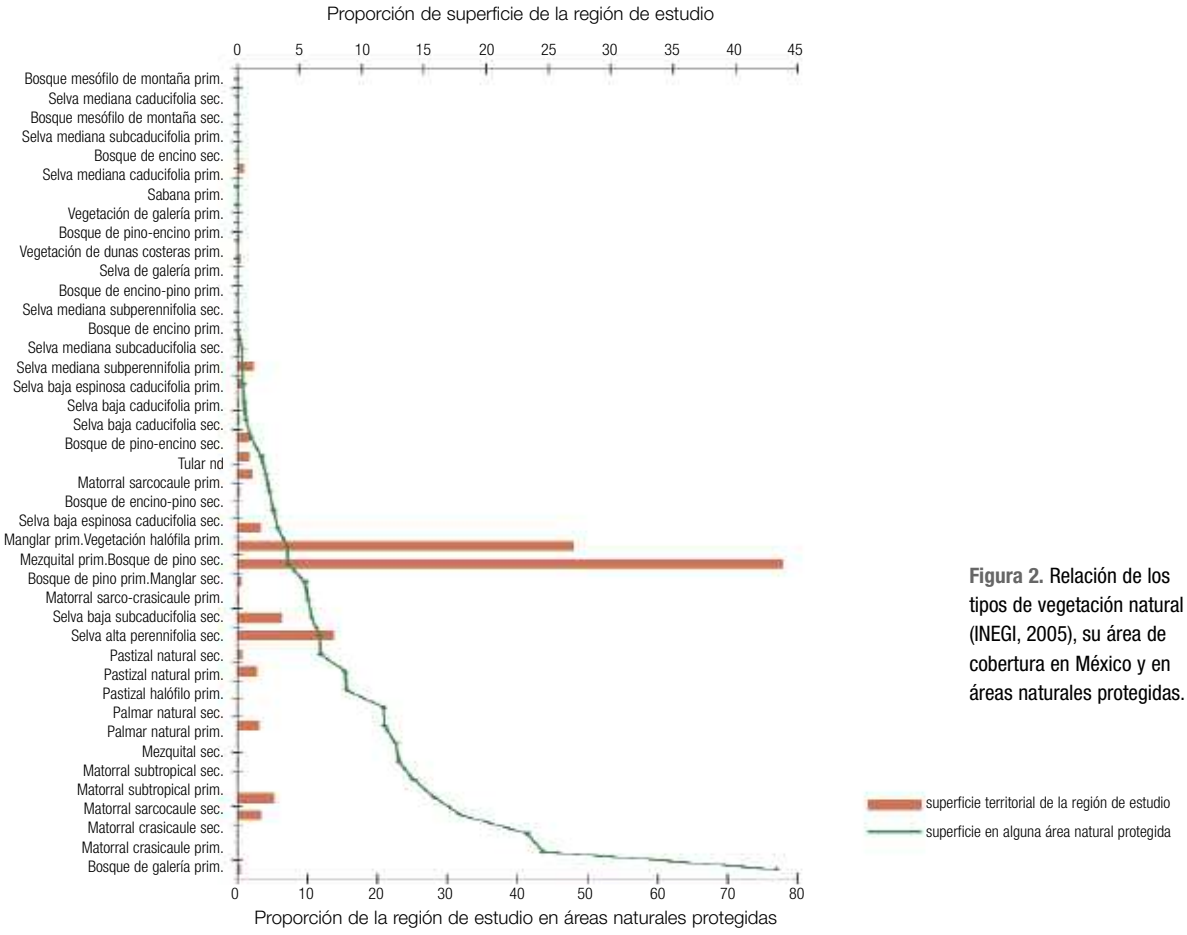


Figura 2. Relación de los tipos de vegetación natural (INEGI, 2005), su área de cobertura en México y en áreas naturales protegidas.

Grande San Pedro, Lagunas Costeras y Serranías aledañas de la Costa y Hierve el Agua. Las de índole municipal sólo están representadas por la Cascada Vado Hondo, Gruta Cosalá y la Barranca del Río Santiago, Jalisco.

Veinte de los 42 polígonos considerados como áreas prioritarias para la conservación de las selvas secas de la región de estudio están incluidos en once reservas federales. Algunas reservas como la Meseta de Cacaxtla en Sinaloa, Chamela -Cuixmala en Jalisco y Parque Nacional Huatulco en Oaxaca, son reservas que protegen exclusivamente selvas secas y humedales asociados. Las reservas estatales se encuentra representadas en 7 de los 42 polígonos considerados prioritarios para la conservación, y en sólo el 1.4% de la superficie. Dentro de estas áreas se encuentra ubicado el polígono Sierra Mayo, en la reserva denominada "Arivechi" con una superficie de 14 972 ha. Sin embargo, 22 de los 42 polígonos de la región de estudio no están representados en ninguna reserva. Solamente los polígonos Islas Marías están comprendidos en su totalidad en áreas naturales protegidas, sin embargo es importante mencionar que presentan menos de 1% de la selva seca.

En cuanto a los tipos de vegetación, en las áreas naturales protegidas de la Vertiente del Pacífico los bosques mesófilos de montaña primarios y secundarios son la vegetación mejor representada. La selva mediana y la selva baja, no obstante tener las mayores coberturas en la región de estudio, están subrepresentadas en el sistema de reservas. Es decir, se puede señalar que la región de estudio se encuentra por debajo de la media nacional protegida y que la selva baja caducifolia es omisión de conservación no obstante ser uno de los tipos de vegetación más importantes de México por su gran biodiversidad y la amplia gama de servicios ecosistémicos que brindan a la sociedad.

A un nivel más fino, de las 28 asociaciones y tipos de vegetación natural presentes en la región de estudio, 10 se encuentran representados en reservas por encima de la media nacional protegida (11.6%), entre las que destacan por su cobertura el bosque mesófilo de montaña y la selva mediana caducifolia. Por el contrario, en esta región 10 tipos de vegetación, como el bosque de galería, matorral crasicaule, matorral subtropical y pastizal halófito, entre otras, que cubren 96 156 ha, lo que apenas representa 1.2% de la región de estudio, son vacíos de

conservación, es decir, no están representados en las reservas (Cuadro 1). En cuanto a las omisiones de conservación, que son los tipos de vegetación que están representados por debajo de la media nacional protegida, se registraron 13 tipos de vegetación que suman 6 488 493 ha, lo que representa el 82% de la región de estudio, destacando la selva baja caducifolia primaria y secundaria (Cuadro 1; Figura 2).

Las selvas secas se encuentran distribuidas en un intervalo de elevación del nivel del mar a 3 200 m en donde la selva seca predomina hasta los 2 800 msnm (Cuadro 2; Figura 3). La cobertura de los diferentes pisos altitudinales en las áreas protegidas es incompleta, es decir, es una omisión de conservación de acuerdo a la terminología del Análisis Gap, ya que están menos representados en las reservas que en la proporción del territorio que cubren. Se ubican entre los intervalos del nivel del mar a 1 200 m y de 2 800 a 3 000 m y cubren 763 818 ha, que equivale alrededor del 8% de la región de estudio y registran valores por debajo de la proporción del territorio protegido del país (11.6%) (Cuadro 2; Figura 3).

En relación a las ecorregiones, en el área de estudio se encuentran 29 de las 96 ecorregiones de Nivel 4 registradas en México. Dos ecorregiones contienen 60% de la selvas secas de la región de estudio: Depresión del Balsas con selva seca y matorral xerófilo (14.4.1.1) con 1 055 431 ha y Lomeríos con matorral xerófilo y selva seca de Sinaloa y Sonora (14.3.2.1) con 2 330 452 ha; sin embargo, ambas ecorregiones son omisiones de

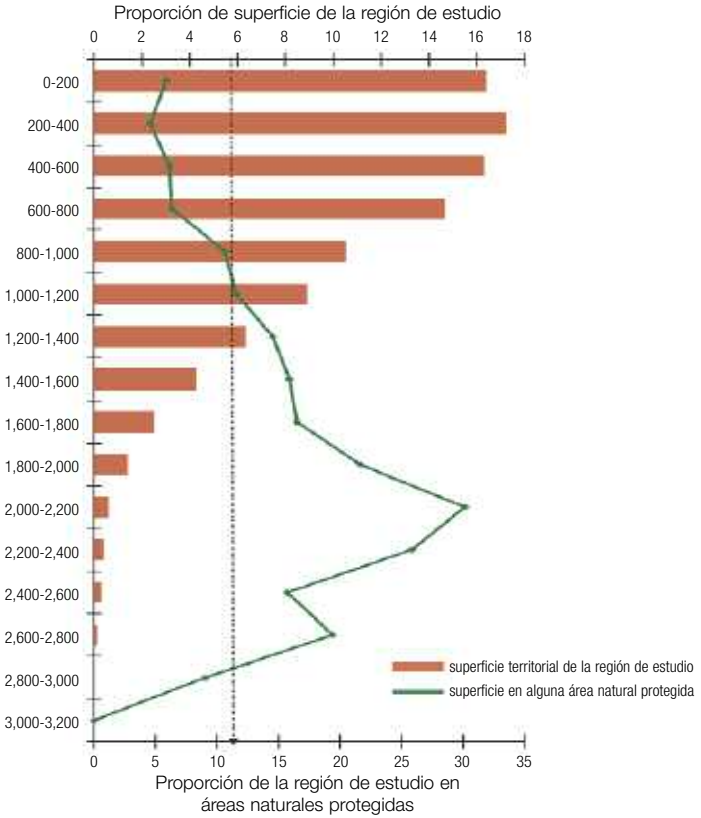


Figura 3. Relación de distribución altitudinal de la región de estudio y su nivel de protección en áreas naturales protegidas.

Cuadro 2. Distribución altitudinal de la selva seca y su nivel de representación en México en la región de estudio y en las áreas naturales protegidas

Elevación (m)	Superficie de México (ha)	Proporción de México (%)	Superficie en región de estudio (ha)	Proporción de región de estudio (%)	Proporción de región de estudio(%)	Superficie de de ANP en región de estudio (ha)	Proporción de ANP en región de estudio (ha)
-49 - 0	59,113	0.03	0	0	0	0	0
0-200	46,811,658	24.1	1,597,194	16.4	3.4	93,853	5.9
200-400	16,494,638	8.5	1,678,643	17.2	10.2	76,486	4.6
400-600	12,068,371	6.2	1,587,433	16.3	13.2	97,475	6.1
600-800	10,116,442	5.2	1,428,461	14.7	14.1	90,409	6.3
800-1,000	9,128,747	4.7	1,025,647	10.5	11.2	109,000	10.6
1,000-1,200	12,803,245	6.6	867,697	8.9	6.8	100,293	11.6
1,200-1,400	15,552,808	8.0	617,720	6.3	4.0	89,753	14.5
1,400-1,600	14,175,922	7.3	413,708	4.2	2.9	65,761	15.9
1,600-1,800	12,303,158	6.3	245,712	2.5	2.0	40,543	16.5
1,800-2,000	13,459,578	6.9	137,435	1.4	1.0	29,694	21.6
2,000-2,200	13,053,839	6.7	59,187	0.6	0.5	17,835	30.1
2,200-2,400	8,810,548	4.5	41,134	0.4	0.5	10,621	25.8
2,400-2,600	5,342,914	2.8	29,951	0.3	0.6	4,708	15.7
2,600-2,800	2,395,762	1.2	11,376	0.1	0.5	2,205	19.4
2,800-3,000	793,988	0.4	2,710	0.03	0.3	245	9.0
3,000-3,200	256,385	0.1	283	0.003	0.1	0	0
3,200-3,400	111,535	0.1	0	0	0	0	0
3,400-3,600	60,436	0.03	0	0	0	0	0
3,600-3,800	34,502	0.02	0	0	0	0	0
3,800-4,000	15,106	0.01	0	0	0	0	0
4,000-4,200	7,405	0.004	0	0	0	0	0
4,200-4,400	4,215	0.002	0	0	0	0	0
4,400-4,600	2,304	0.001	0	0	0	0	0
4,600-4,800	1,246	0.001	0	0	0	0	0
4,800-5,000	739	0.0004	0	0	0	0	0
5,000-5,200	356	0.0002	0	0	0	0	0
5,200-5,400	177	0.0001	0	0	0	0	0
5,400-5,600	64	0.00003	0	0	0	0	0
Total	**193,865,199**		**9,744,290**		**5.0**	**828,882**	**8.5**

conservación con 5.2% y 2.9%, respectivamente (Cuadro 3). En cuanto al nivel de protección en áreas naturales protegidas, 12 ecorregiones son vacíos de conservación cuya extensión representa el 4.5% de la región de estudio. Mientras que ocho ecorregiones son omisiones de conservación ya que su superficie representa el 82% de la región de estudio. Por otra parte, son sólo nueve ecorregiones cuya superficie está representada por encima de la media nacional protegida (Cuadro 3).

Representatividad de las áreas naturales protegidas a nivel ecorregional

La representatividad de las áreas naturales protegidas a nivel ecorregional también se analizó utilizando la información digital sobre: 1) las áreas naturales protegidas federales, estatales y municipales (Bezaury-Creel *et al.*, 2009), que comprenden la información más actualizada de las áreas con decretos vigentes hasta julio de 2009; 2) las ecorregiones terrestres del mundo de acuerdo al planteamiento de WWF (Olson *et al.*, 2001), las cuales facilitan comparar la cobertura de selvas secas en las áreas naturales protegidas en México con la de otras ecorregiones a nivel global; y, 3) los tipos de vegetación de acuerdo a la Serie III (INEGI, 2005).

De acuerdo a los datos globales más recientes (Miles *et al.*, 2006), las selvas secas de México, el Caribe y Centroamérica destacan a nivel mundial por contar con el menor porcentaje de superficie incorporada a un régimen de protección, sólo el 5.7%. Los bosques secos de las Islas Revillagigedo, del Balsas y de la Sierra de la Laguna cuentan con el mayor porcentaje protegido con respecto a la superficie remanente de este tipo de vegetación en cada ecorregión. El resto de las ecorregiones presentan coberturas inferiores al 10%, mismas que se consideran aún inadecuadas. La ecorregión de los Bosques Secos del Pacífico Centroamericano, originalmente con una distribución marginal en cuanto a las selvas secas, actualmente ya no presenta remanentes de este tipo de vegetación, por lo que los esfuerzos para su conservación deberán ser realizados en los países centroamericanos.

De un total de 741 144 ha de selva seca en las áreas naturales protegidas, comprendidas en la ecorregión de las Selvas Secas del Pacífico Mexicano, 608 771 ha que representan 82% de esta superficie se localizan en 24 áreas naturales protegidas federales; 120 302 ha correspondientes a 16%, en 29 áreas naturales protegidas

Cuadro 3. Ecorregiones en el área de estudio y su nivel de protección en áreas naturales protegidas

		Superficie en región de estudio (ha)	Proporción de región de estudio (%)	Superficie de de ANP en región de estudio (ha)	Proporción de ANP en región de estudio (ha)
10.2.2.8	Planicies aluviales de los Ríos Yaqui, Mayo y Fuerte con matorral y mezquital xerófilos	7,628	62.1	0	0
12.1.2.1	Piedemontes y Planicies con pastizal, matorral xerófilo y bosques de encinos y coníferas	14,965	42.7	0	0
13.2.1.1	Sierra con bosques de coníferas, encinos y mixtos	893,548	23.4	96,974	10.9
13.4.2.2	Lomeríos y Sierras con bosques de coníferas, encinos y mixtos	56,236	100	17,091	30.4
13.4.2.4	Sierra con bosque mesófilo de montaña	869	9.6	869	100
13.5.1.1	Bosques de coníferas, encinos y mixtos de la Sierras Madre del Sur de Michoacán	50,796	3.7	0	0
13.5.1.3	Sierras del Occidente de Jalisco con bosques de coníferas, encinos y mixtos	120,373	6.5	98,398	81.7
13.5.1.4	Sierras del Occidente de Jalisco con bosque mesófilo de montaña	32,166	9.6	29,063	90.4
13.5.2.1	Sierras con bosques de coníferas, encinos y mixtos de Guerrero y Oaxaca	398,778	0.9	21	0.01
13.5.2.4	Bosque mesófilo de montaña de las Sierras de Guerrero	11,288	33.4	0	0
13.6.1.1	Sierra Madre Centroamericana con bosques de coníferas, encinos y mixtos	25,663	22.3	0	0
14.3.1.1	Humedales de Sinaloa	668	0.1	0	0
14.3.1.2	Planicie Costera Sinaloense con selva baja espinosa	12,563	21.3	0	0
14.3.2.1	Lomeríos con matorral xerófilo y selva baja caducifolia de Sinaloa y Sonora	3,187,523	11.9	90,931	2.9
14.3.2.2	Cañones con selva baja caducifolia de la Sierra Madre Occidental	583,318	3.2	181,649	31.1
14.4.1.1	Depresión del Balsas con selva baja caducifolia y matorral xerófilos	1,450,201	34.3	74,758	5.2

Cuadro 3 (continúa). Ecorregiones en el área de estudio y su nivel de protección en áreas naturales protegidas

		Superficie en región de estudio (ha)	Proporción de región de estudio (%)	Superficie de de ANP en región de estudio (ha)	Proporción de ANP en región de estudio (ha)
14.4.2.1	Depresión de Chiapas con selva baja caducifolia y mediana subcaducifolia	446,301	53.9	2,741	0.6
14.4.3.3	Valles Centrales de Oaxaca con mezquital, selva baja caducifolia y bosque de encino	36,550	61.9	0	0
14.5.1.1	Planicie Costera del Istmo con selva baja espinosa	37,996	0.1	0	0
14.5.1.2	Cañon y Lomeríos de Tehuantepec con selva baja caducifolia	532,740	0.1	309	0.1
14.5.2.1	Humedales del Pacifico Sur Mexicano	25,203	0.2	6,542	26.0
14.5.2.3	Planicie Costera y lomerios del Pacífico Sur con selva baja caducifolia	878,948	26.0	34,349	3.9
14.5.2.4	Lomeríos con selva mediana caducifolia del Sur de Oaxaca	240,832	0.8	5,070	2.1
14.6.1.1	Planicie y lomeríos con selva baja caducifolia y matorral xerófilo	259,774	5.1	69,525	26.8
14.6.2.1	Sierra con bosques de encino y coníferas	53,400	2.1	37,190	69.6
15.1.2.4	Selva alta perennifolia de la vertiente del Golfo de la Sierra Madre del Sur	5,426	40.4	0	0
15.5.1.1	Humedales de la planicie aluvial del Río Grande de Santiago	149,411	0.1	0	0
15.5.1.2	Planicie con selva espinosa	85,701	27.2	0	0
15.5.2.2	Planicie y lomeríos con selva mediana subperennifolia del Occidente	179,235	14.9	62,979	35.1
	Total	**9,810,805**	**12.1**	**808,461**	**8.2**

estatales; y, sólo 12 071 ha, equivalente a 2% en tres áreas naturales protegidas municipales (Cuadro 4 y 5).

Por la amplitud de su cobertura, destacan las reservas de la biosfera Zicuirán-Infiernillo y Tehuacán-Cuicatlán (369 096 ha), ya que estas dos áreas federales contienen el 50% de la superficie de selvas secas protegida a nivel nacional. Cuatro ANP federales: Sierra La Laguna, Sierra de Álamos-Río Cuchujaqui, Meseta de Cacaxtla, Sierra de Huautla (152 219 ha) y dos estatales: Arivechi Cerro Las Conchas y Río Grande San Pedro (63 566 ha) aportan un 29% adicional. El 21% remanente se ubica en las otras 48 áreas (Cuadros 6, 7 y 8).

Tomando exclusivamente como una base de referencia, al mínimo de un 10% de cobertura que deben tener las áreas naturales protegidas en cada país y que ha sido planteado en varios foros internacionales, se requerirían de cuando menos

Cuadro 4. Cobertura total de selva seca en áreas naturales protegidas en la ecorregión de las Selvas Secas del Pacífico Mexicano

Ecorregión	Selva seca primaria y secundaria en la ecorregión (ha)	Número de ANP en la ecorregión	Selva seca primaria y secundaria en ANP (ha	Proporción de selva seca de la ecorregión en ANP
Bosques Secos de la Sierra de la Laguna	321,927	1	40,580	12.6
Bosques Secos de las Islas Revillagigedo	13,462	1	13,462	100.0
Bosques Secos Transicionales de Sonora-Sinaloa	1,950,291	2	34,080	1.7
Bosques Secos de Sinaloa	3,716,013	5	93,567	2.5
Bosques Secos de Jalisco	841,751	7	43,132	5.1
Bosques Secos del Bajío	679,336	14	26,973	4.0
Bosques Secos del Balsas	3,285,939	15	466,374	14.2
Bosques Secos del Pacifico Sur	1,349,936	5	11410	0.8
Bosques Secos de la Depresión Central de Chiapas	290,719	7	11,563	4.0
Bosques Secos del Pacífico Centroamericano.	0	0	0	0
Total	**12,449,374**	**56**	**741,144**	**5.9**

Cuadro 5. Cobertura de selva baja caducifolia en áreas naturales protegidas federales, estatales, municipales, sociales y privadas en la ecorregión de las Selvas Secas del Pacífico Mexicano

Ecorregión	Selva seca primaria y secundaria en la ecorregión (ha)	Número de ANP en la ecorregión	Superficie SIG ANP en la ecorregión (ha)	Selva seca primaria y secundaria en ANP (ha	Proporción de selva seca de la ecorregión en ANP
Bosques Secos de la Sierra de la Laguna	321,927	1	42,130	40,580	12.6
Bosques Secos de las Islas Revillagigedo	13,462	1	21,254	13,462	100.0
Bosques Secos Transicionales de Sonora-Sinaloa	1,950,291	1	20,597	4,162	0.2
Bosques Secos de Sinaloa	3,716,013	2	120,393	83,078	2.2
Bosques Secos de Jalisco	841,751	5	106,254	38,192	4.5
Bosques Secos del Bajío	679,336	1	874	824	0.1
Bosques Secos del Balsas	3,285,939	7	510,963	407,439	12.4
Bosques Secos del Pacifico Sur	1,349,936	3	69,041	11,161	0.8
Bosques Secos de la Depresión Central de Chiapas	290,719	4	28,887	9,870	3.4
Bosques Secos del Pacífico Centroamericano	0	0	0	0	0.0
Total federal	**12,449,374**	**24**	**920,391**	**608,771**	**4.9**
Bosques Secos Transicionales de Sonora-Sinaloa	1,950,291	1	38,065	29,918	1.5
Bosques Secos de Sinaloa	3,716,013	1	1,218	601	0.02
Bosques Secos de Jalisco	841,751	2	61,006	4,940	0.6
Bosques Secos del Bajío	679,336	12	76,762	23,966	3.5
Bosques Secos del Balsas	3,285,939	8	146,589	58,935	1.8
Bosques Secos del Pacifico Sur	1,349,936	2	1,549	249	0.0
Bosques Secos de la Depresión Central de Chiapas	290,719	3	4,614	1,693	0.6
Total estatal	**12,113,985**	**29**	**329,803**	**120,302**	**1.0**
Bosques Secos de Sinaloa	3,716,013	2	16,818	9,888	0.3
Bosques Secos del Bajío	679,336	1	5,568	2,183	0.3
Total municipal	**4,395,349**	**3**	**22,386**	**12,071**	**0.3**
Total	**12,449,374**	**56**	**1,269,932**	**741,144**	**5.9**

Cuadro 6. Vegetación y uso del suelo en áreas naturales protegidas federales con presencia de selva seca en la ecorregión de las Selvas Secas del Pacífico Mexicano

Área natural protegida	Ecorregión	Superficie SIG ANP en la ecorregión (ha)	Selva seca primaria y secundaria (ha	Otros tipos de vegetación primaria y secundaria (ha)	Superficie antropizada y sin vegetación aparente (ha)
Sierra La Laguna, BCS.	Bosques Secos de la Sierra de la Laguna	42,130	40,580	1,316	234
Archipiélago de Revillagigedo, Terr. Insular	Bosques Secos de las Islas Revillagigedo	21,254	13,462	0	7,791
Sierra de Ajos - Bavispe, Son.	Bosques Secos Transicionales de Sonora-Sinaloa	20,597	4,162	15,131	1,305
Sierra de Álamos-Río Cuchujaqui, Son.	Bosques Secos de Sinaloa	72,442	52,365	11,199	8,878
Meseta de Cacaxtla, Sin.	Bosques Secos de Sinaloa	47,952	30,713	7,648	9,591
Chamela-Cuixmala, Jal.	Bosques Secos de Jalisco	12,282	11,677	436	169
Sierra de Quila, Jal.	Bosques Secos de Jalisco	828	471	358	0
Sierra de Manantlán, Jal. Col.	Bosques Secos de Jalisco	51,619	17,259	23,398	10,962
Islas de la Bahía de Chamela, Jal. Terr. Insular	Bosques Secos de Jalisco	395	88	0	307
Islas Marías, Terr.Insular	Bosques Secos de Jalisco	41,129	8,698	13,420	19,011
El Cimatario, Qro.	Bosques Secos del Bajío	874	824	0	50
Zicuirán-Infiernillo, Mich.	Bosques Secos del Balsas	250,841	211,860	2,021	36,960
El Tepozteco, Mor.	Bosques Secos del Balsas	8,017	4,192	424	3,402
Sierra de Huautla, Mor.	Bosques Secos del Balsas	46,944	28,561	3,230	15,153
Corredor Biológico Chichinautzin, Mor. D.F.	Bosques Secos del Balsas	3,106	2,311	14	781
Grutas de Cacahuamilpa, Gro.	Bosques Secos del Balsas	1,619	1,146	0	473
Tehuacán-Cuicatlán, Oax. Pue.	Bosques Secos del Balsas	197,785	157,236	18,810	21,740
Boquerón de Tonalá, Oax.	Bosques Secos del Balsas	2,650	2,134	258	258
Benito Juárez, Oax.	Bosques Secos del Pacifico Sur	1,977	472	1,293	212
Huatulco, Oax.	Bosques Secos del Pacifico Sur	8,817	6,351	23	2,443
La Sepultura, Chis.	Bosques Secos del Pacifico Sur	58,247	4,338	41,176	12,732

Área natural protegida	Ecorregión	Superficie SIG ANP en la ecorregión (ha)	Selva seca primaria y secundaria (ha	Otros tipos de vegetación primaria y secundaria (ha)	Superficie antropizada y sin vegetación aparente (ha)
La Sepultura, Chis.	Bosques Secos de la Depresión Central de Chiapas	3,875	594	2,136	1,146
Cañón del Sumidero, Chis.	Bosques Secos de la Depresión Central de Chiapas	13,234	6,439	1,562	5,234
Selva El Ocote, Chis.	Bosques Secos de la Depresión Central de Chiapas	6,235	1,720	3,818	697
Terrenos de los municipios de La Concordia, Ángel Albino Corzo, Villa Flores y Jiquipilas (La Frailescana), Chis.	Bosques Secos de la Depresión Central de Chiapas	5,542	1,118	2,706	1,719
Total Federal		**920,391**	**608,771**	**150,377**	**161,248**

1 245 000 ha para la protección de las Selvas Secas del Pacífico Mexicano. Esto significa que solamente el 60% de esta superficie está actualmente incluida en áreas naturales protegidas, situación que además no considera la efectividad en cuanto a su manejo, siendo que muchas de ellas siguen aún considerándose como "reservas de papel" ya que sólo existen en el decreto que las creó (Figura 4).

A partir de este segundo análisis es evidente que resulta necesario incrementar el nivel de protección de las selvas secas del Pacífico mexicano. Las ecorregiones con menor porcentaje de cobertura de este tipo de vegetación, jerarquizadas de acuerdo al orden de magnitud de su carencia de representatividad, corresponden a las ecorregiones de: los Bosques Secos del Pacifico Sur, los Transicionales de Sonora-Sinaloa, los de Sinaloa, los de la Depresión Central de Chiapas, los del Bajío y los de Jalisco.

Para lograr una protección adecuada de las selvas secas, es necesario evitar el considerar como la única y óptima solución el incremento de la cobertura de las áreas naturales protegidas gubernamentales, ya que será indispensable utilizar la amplia gama de instrumentos de la política ambiental y de acción social disponi-

Cuadro 7. Vegetación y uso del suelo en áreas naturales protegidas estatales con presencia de selva seca en la ecorregión de las Selvas Secas del Pacífico Mexicano

Área natural protegida	Ecorregión	Superficie SIG ANP en la ecorregión (ha)	Selva seca primaria y secundaria (ha	Otros tipos de vegetación primaria y secundaria (ha)	Superficie antropizada y sin vegetación aparente (ha)
Arivechi Cerro Las Conchas, Son.	Bosques Secos Transicionales de Sonora-Sinaloa	38,065	29,918	5,133	3,013
El Mineral de Nuestra Sra. de la Candelaria, Sin.	Bosques Secos de Sinaloa	1,218	601	597	20
Sierra de Vallejo, Nay.	Bosques Secos de Jalisco	56,715	4,394	49,236	3,085
Lagunas Costeras y Serranías Aledañas de la Costa de Michoacán, Mich	Bosques Secos de Jalisco	4,291	546	2,828	918
Las Tinajas de Huandacareo, Mich.	Bosques Secos del Bajío	252	212	0	39
Parque Ecológico Agua Tibia-Jeroche, Mich.	Bosques Secos del Bajío	443	315	0	128
Cerro de Arandas, Gto.	Bosques Secos del Bajío	5,205	1,186	0	4,019
Cerro de los Amoles, Gto.	Bosques Secos del Bajío	2,938	2,465	0	473
Cerros El Culiacán y La Gavia, Gto.	Bosques Secos del Bajío	32,402	12,214	389	19,798
Lago Cráter La Joya, Gto.	Bosques Secos del Bajío	1,441	323	0	1,118
Laguna de Yuríria y su Zona de Influencia, Gto.	Bosques Secos del Bajío	15,010	1,657	620	12,733
Las Fuentes, Gto.	Bosques Secos del Bajío	109	88	0	21
Las Musas, Gto.	Bosques Secos del Bajío	1,978	1,237	168	573
Río Temascatío, Gto.	Bosques Secos del Bajío	7,087	1,802	2,491	2,793
Sierra de los Agustinos, Gto.	Bosques Secos del Bajío	1,097	230	181	685
Siete Luminarias, Gto.	Bosques Secos del Bajío	8,802	2,236	190	6,375
Volcán El Jorullo, Mich.	Bosques Secos del Balsas	2,837	644	0	2,193
Sierra de Nanchititla, Mex.	Bosques Secos del Balsas	65,027	16,996	29,842	18,189
Río Grande San Pedro, Mex.	Bosques Secos del Balsas	66,131	32,648	5,494	27,988
El Texcal, Mor.	Bosques Secos del Balsas	414	254	0	160
Las Estacas, Mor.	Bosques Secos del Balsas	650	423	0	227

Cuadro 7. Vegetación y uso del suelo en áreas naturales protegidas estatales con presencia de selva seca en la ecorregión de las Selvas Secas del Pacífico Mexicano

Área natural protegida	Ecorregión	Superficie SIG ANP en la ecorregión (ha)	Selva seca primaria y secundaria (ha	Otros tipos de vegetación primaria y secundaria (ha)	Superficie antropizada y sin vegetación aparente (ha)
Sierra de Huautla, Mor.	Bosques Secos del Balsas	1,396	961	15	421
Sierra de Montenegro, Mor.	Bosques Secos del Balsas	7,296	6,580	0	716
Tehuacan - Zapotitlan, Pue.	Bosques Secos del Balsas	2,837	428	70	2,339
Hierve El Agua, Oax.	Bosques Secos del Pacifico Sur	225	120	97	8
La Sepultura, Chis.	Bosques Secos del Pacifico Sur	1,323	129	470	724
La Sepultura, Chis. Central de Chiapas	Bosques Secos de la Depresión	2,285	438	310	1,537
Cerro Mactumatza, Chis. Central de Chiapas	Bosques Secos de la Depresión	611	611	0	0
Cerro Meyapac, Chis. Central de Chiapas	Bosques Secos de la Depresión	1,718	644	265	809
Total estatal		**329,803**	**120,300**	**98,396**	**111,102**

bles en México para lograr ese cometido. La diversidad regional y las múltiples visiones socio-culturales existentes en las zonas donde estas selvas se desarrollan, requerirán de soluciones creativas adaptadas a las condiciones locales.

Cuadro 8. Vegetación y uso del suelo en áreas naturales protegidas municipales con presencia de selva seca en la ecorregión de las Selvas Secas del Pacífico Mexicano

Área natural protegida	Ecorregión	Superficie SIG ANP en la ecorregión (ha)	Selva seca primaria y secundaria (ha	Otros tipos de vegetación primaria y secundaria (ha)	Superficie antropizada y sin vegetación aparente (ha)
Barranca del Río Santiago, Jal.	Bosques Secos de Sinaloa	13,016	6,431	1,346	5,240
Cascada Vado Hondo y Gruta Cosalá, Sin.	Bosques Secos de Sinaloa	3,802	3,457	200	145
Zona Occidental de Microcuencas, Qro.	Bosques Secos del Bajío	5,568	2,183	0	3,385
Total municipal		**22,386**	**12,071**	**1,546**	**8,770**

Los humedales y selvas selvas secas, como los que se encuentran en Chamela-Cuixmala, se encuentran poco representados en el Sistema de Áreas Naturales Protegidas de nuestro país.
Foto: Gerardo Ceballos

Conservación de los vertebrados: patrones de distribución, endemismo y vulnerabilidad

Gerardo Ceballos, Andrés García,
Irma Salazar y Eduardo Espinoza

El acelerado incremento en las últimas décadas de impactos ambientales negativos como la destrucción y fragmentación de ambientes naturales, la contaminación, la sobreexplotación de especies, la invasión de especies exóticas y muchos otros más derivados de las actividades humanas, han puesto al borde de la extinción a un altísimo número de especies. Dado que los recursos financieros y humanos son limitados y a la urgencia de problema, en años recientes se han desarrollado diversos métodos de priorización de las áreas destinadas a la conservación a escalas regionales, nacionales y de índole global, con el objetivo fundamental de proteger al mayor número posible de especies.

Muchos de esos métodos se basan en la determinación de los patrones de distribución de la diversidad y de la evaluación de la contribución de la diversidad alfa, beta y gama en el establecimiento de dichos patrones, para ubicar las áreas con la mayor concentración de especies (i.e. riqueza), endemismo y vulnerabilidad a la extinción (Caldecott *et al.*, 1996; Ceballos *et al.*, 1998; Ceballos *et al.*, 2005; Dobson *et al.* 1997; Fairbanks *et al.*, 2001; Faith *et al.*, 2003; García, 2006; García *et al.*, 2007; Kerley *et al.*, 2003; Margules y Pressey, 2000; Pressey *et al.*, 1993; Rodrigues y Gastón, 2002; Rodrigues *et al.*, 2004). Los patrones de distribución de especies son una base sólida para la determinación de áreas prioritarias para la conservación, ya que la distribución de la biodiversidad no es homogénea, por lo que hay regiones que sobresalen por su mayor diversidad, endemicidad o riesgo, razones por lo que se consideran de alta prioridad (Brown y Lomolino, 1998; Ceballos, 2007; Rosenzweig, 1995).

Dado que la mayoría de las especies tienen rangos de distribución relativamente restringidos, lo que las hace vulnerables a la extinción, se le ha dado un alto valor relativo a la ocurrencia de esas especies en la determinación de las áreas prioritarias para la conservación (Ceballos y Ehrlich, 2006; Gaston y Blackburn, 1996; Lawton, 1993; Orme *et al.*, 2005; Terborgh y Winter, 1980). Lo anterior también aplica a regiones que si bien no presentan valores altos de riqueza o endemismo, por ejemplo, si registra una elevada tasa de recambio de especies (i. e. alta diversidad beta), lo que implica que en conjunto contribuyen de forma considerable a la riqueza nacional (García *et al.*, 2007; Rodríguez *et al.*, 2003; Sarukhán *et al.*, 1996).

La selva baja caducifolia o selva seca es uno de los ecosistemas más diversos de México. Sin embargo, enfrenta una de las tasas de deforestación más elevadas por lo que su biodiversidad se encuentra en riesgo de extinción (Maass *et al.*, este volumen; Trejo, este volumen). La selva seca es considerada uno de los ecosistemas tropicales más amenazados del mundo y especialmente del Neotrópico debido a su deforestación, fragmentación y transformación (Ceballos y García, 1995; Janzen, 1988; Miles *et al.*, 2006). En la actualidad las áreas continuas de mayor extensión se ubican en la porción noreste de Brasil, sureste de Bolivia, Paraguay, norte de Argentina, México, Venezuela, Colombia, la región central Indochina y algunas regiones de África; todas enfrentan graves problemas de conservación (Miles *et al.*, 2006). En el caso particular de México, las áreas con mayores extensiones de estas selvas se localizan a lo largo de las tierras bajas del Pacífico y en la Península de Yucatán (Ceballos, 1995; García, 2006; Miles *et al.*, 2006; Trejo, este volumen).

La superficie que originalmente cubrían las selvas secas en México se ha reducido en cerca del 70%, y su tasa de deforestación anual es del 2%, una de las más altas entre los ecosistemas del país (García, 2006; Trejo-Vázquez y Dirzo, 2000). En las tierras bajas del Pacifico las selvas en buen estado de conservación sólo cubren un cuarto de la superficie de su distribución original, lo que indica una alarmante desaparición y transformación de ese ecosistemas (García, 2006; Maass *et al.*, este volumen; Trejo y Dirzo, 2000). Su desaparición tiene implicaciones negativas severas para el mantenimiento de la diversidad biológica de México, ya

que esas selvas albergan alrededor de un tercio de la riqueza y endemismos de vertebrados terrestres y plantas vasculares de la nación (Ceballos y García, 1995; García, 2006; Flores Villela, 1993a; Ramamoorthy *et al.*, 1993). Mantienen, por ejemplo, el 30% de la riqueza de especies de reptiles y anfibios (50% de las endémicas), 33% de las aves (38% de las endémicas) y 34% de los mamíferos (30% de las endémicas) de México (García, 2006; Ceballos y García, 1995).

A pesar de que se ha realizado un esfuerzo considerable por establecer una amplia red de áreas naturales protegidas (Arriaga *et al.*, 2000), no existe una buena concordancia entre las reservas y las áreas que concentran la mayor riqueza, endemismo y especies en riesgo de extinción (Ceballos, 2007; García, 2006). Por lo tanto, es necesario establecer nuevas áreas naturales para complementar la representatividad de especies en la red de reservas ya existente (Ceballos *et al.*, 2005; Rodrigues *et al.*, 2004). En este capítulo se hace una síntesis de la diversidad, estado de conservación y patrones de distribución de los vertebrados terrestres de la selva baja de Pacífico para determinar las áreas prioritarias para su conservación a largo plazo. Específicamente se enfoca en los siguientes aspectos: 1) determinación de la diversidad de especies, patrones de distribución, endemismo y riesgo de los vertebrados terrestres; 2) identificación de los patrones de distribución latitudinal de la diversidad alfa, beta y gama; y 3) evaluación de la representatividad de especies en las áreas naturales protegidas e identificación de regiones y áreas prioritarias adicionales para la conservación. Este capítulo es complementario de los capítulos sobre vertebrados y flora de este libro. El capítulo de Ceballos, Cantú y Bezaury (este volumen) identifica la representatividad de características ambientales como ecorregiones y pisos altitudinales en las áreas naturales protegidas de la vertiente del Pacífico. El de Ceballos, Martínez, García, Espinoza y Bezaury (este volumen) presenta una síntesis de 36 áreas ya identificadas como prioritarias para la conservación, que incluyen a reservas ya decretadas y otras que necesitan algún tipo de protección legal.

Las selvas secas del Pacífico

Las tierras bajas del Pacífico mexicano y valles adyacentes incluyen siete de las ecorregiones de selva baja de la Fundación Mundial para la Vida Silvestre (WWF

por sus siglas en Ingles; Dinerstein *et al.*, 1995; Olson *et al.*, 2000). Las ecorregiones son definidas como grandes extensiones de hábitats terrestres o acuáticos que albergan comunidades naturales geográficamente distinguibles que comparten la mayoría de sus especies y dinámica ecológica, tienen condiciones ambientales similares, e interactúan ecológicamente de manera significativa para su persistencia a largo plazo (Dinerstein *et al.*, 1995; Olson *et al.*, 2001). Las ecorregiones incluidas en el área de estudio tienen en total una superficie aproximada de 250 000 km^2 y son las siguientes: Transición Sonora-Sinaloa, Sinaloa, Jalisco, Balsas, Pacífico sur, Centroamericana y Depresión Central de Chiapas.

La información sobre riqueza y estado de conservación de las especies se obtuvo con base en la literatura (Ceballos *et al.*, 2002b; García, 2006; Howell y Webb, 2003). El estado de conservación de las especies se basó en la lista de especies en peligro de extinción (NOM-059-2001, Semarnat, 2002). La determinación de los patrones de distribución y áreas de mayor riqueza, endemismo y riesgo se hizo en celdas de 0.25º x 0.25º cubriendo toda el área de estudio. El análisis latitudinal de los patrones de distribución de las diferentes escalas de diversidad se basa en la forma y extensión del área de estudio (~15.025° a 30.075° latitud N). Se ordenaron los cuadrantes de la gradilla en 58 bandas latitudinales de 0.25 grados: cada banda latitudinal fue utilizada como unidad durante la determinación de los patrones alfa, beta y gama de los vertebrados terrestres de la región de estudio. La diversidad alfa de cada banda latitudinal se determinó como el valor promedio de la riqueza de cada cuadrante dentro de la banda, mientras que la diversidad gama se midió como la riqueza total de especies dentro de esa banda latitudinal. La diversidad beta de cada banda latitudinal se calculó como el coeficiente entre la diversidad gama y alfa (Rodríguez *et al.*, 2003). Posteriormente se determinó la relación entre alfa, beta y gama con la latitud mediante correlaciones de Spearman y regresiones lineares. Finalmente, se realizó un análisis de complementariedad de las áreas naturales protegidas con la distribución de la riqueza, endemicidad y riesgo en de mamíferos y aves.

Diversidad y patrones de distribución de especies

Las selvas secas del Pacífico mantienen 1 178 especies de vertebrados, que representan a cuatro clases, 36 órdenes y 130 familias. Alrededor del 25% de esas especies son endémicas de México, el 30% se encuentran dentro de alguna categoría de riesgo y el 20% tiene una distribución restringida geográficamente a la región (Cuadro 1). En términos de riqueza de especies, las aves son el grupo más numeroso (689 especies), seguido de los reptiles (238), mamíferos (189) y anfibios (63). En relación a las especies endémicas, los anfibios presentan el mayor número de especies (54%), seguidos de reptiles (52%), mamíferos (22%) y aves (9%). Finalmente, el porcentaje de especies en peligro de extinción es mayor en reptiles (52%), anfibios (32%), mamíferos (29%) y aves (22%; Cuadro 1).

Los patrones de distribución de los diferentes grupos de vertebrados mostraron diferencias en la ubicación de las áreas con mayor número de especies. Las áreas con mayor riqueza de mamíferos se ubican en las regiones denominadas Depresión Central de Chiapas, Altos de Chiapas, Sierras del sur de Chiapas,

Cuadro 1. Diversidad y estado de conservación de los vertebrados de la selva seca del Pacífico de México

Clase	Orden	Familias	Total	Especies endémicas	% de especies endémicas	Especies en riesgo	% de especies riesgo	Especies restringidas	% de especies restringidas
Amphibia	Anura	7	61	33	54	18	30	17	28
	Caudata	1	1	1	100	1	100	0	0
	Gymnophiona	1	1	0	0	1	100	0	0
	Total	**9**	**63**	**34**	**54**	**20**	**32**	**17**	**27**
Reptilia	Amphisbaenia	1	2	2	100	2	100	2	100
	Sauria	13	95	56	59	49	52	34	36
	Serpentes	7	124	57	46	57	46	27	22
	Testudines	5	15	9	60	13	87	5	33
	Crocodylia	1	2	0	0	2	100	0	0
	Total	**26**	**238**	**124**	**52**	**123**	**52**	**68**	**29**

Cuadro 1 (continúa). Diversidad y estado de conservación de los vertebrados de la selva seca del Pacífico de México

Clase	Orden	Familias	Total	Especies endémicas	% de especies endémicas	Especies en riesgo	% de especies riesgo	Especies restringidas	% de especies restringidas
Aves	Anseriformes	1	21	0	0	6	29	0	0
	Apodiformes	2	53	12	23	12	23	0	0
	Caprimulgiformes	2	10	1	10	1	10	0	0
	Charadriiformes	7	53	0	0	2	4	0	0
	Ciconiiformes	4	25	0	0	9	36	0	0
	Columbiformes	1	14	0	0	3	21	0	0
	Coraciiformes	2	9	1	11	2	22	0	0
	Cuculifornes	1	10	0	0	1	10	0	0
	Estrigiformes	2	27	2	7	13	48	0	0
	Falconiformes	2	44	0	0	31	70	0	0
	Galliformes	2	18	3	17	8	44	0	0
	Gruiformes	4	14	0	0	5	36	0	0
	Passeriformes	26	340	35	10	43	13	0	0
	Pelecaniformes	3	4	0	0	0	0	0	0
	Piciformes	3	20	2	10	4	20	0	0
	Podicipedifornes	1	4	0	0	0	0	0	0
	Psittaciformes	1	13	2	15	6	46	0	0
	Tinamiformes	1	4	0	0	1	25	0	0
	Trogoniformes	1	6	2	33	3	50	0	0
	Total	**66**	**689**	**60**	**9**	**150**	**22**	**0**	**0**
Mammalia	Artiodactyla	2	2	0	0	0	0	0	0
	Carnivora	5	22	1	5	12	55	1	5
	Chiroptera	8	83	11	13	11	13	8	10
	Didelphimorphia	1	4	1	25	0	0	0	0
	Insectivora	2	4	2	50	4	100	2	50
	Lagomorpha	1	6	2	33	2	33	1	17
	Primates	1	1	0	0	1	100	0	0
	Rodentia	7	63	24	38	14	22	20	32
	Xenarthra	2	3	0	0	2	67	0	0
	Total	**29**	**188**	**41**	**22**	**46**	**24**	**32**	**17**
Vertebrados		**130**	**1178**	**259**	**22**	**339**	**29**	**117**	**10**

Llanuras del Istmo, Sierras Orientales, Costa Sur, Sierras y Valles de Oaxaca, Cordillera Costera del Sur, Volcanes de Colima, Sierras de las costas de Jalisco y Colima (Figura 1A). En el caso de las aves, las áreas de mayor riqueza de especies se localizan en las Mesetas y Cañadas del Sur, Sierras de las costas de Jalisco y Colima, Sierras de Jalisco, Volcanes de Colima, Costas del Sur y Cordillera Costera del Sur (ambas en Michoacán), y en la Depresión del Tepaltepec (Figura 1B). Las regiones de mayor riqueza de especies de reptiles y anfibios se encuentran prácticamente en las mismas regiones que incluyen a Sierras de las costas de Jalisco y Colima, Volcanes de Colima, Cordillera de la Costa Sur y Costa Sur (ambas en Michoacán), Sierras y Valles Guerrerenses, Sierras Orientales (Oaxaca), Llanuras del Istmo, Sierras del sur de Chiapas y Altos de Chiapas, y porción sur de la Depresión Central de Chiapas (Figuras 1C, 1D). Por último en el caso de los vertebrados en su conjunto las áreas de mayor riqueza de especies se encuentran en las Sierras de las costas de Jalisco y Colima, Volcanes de Colima, Cordillera Costera Sur (en Jalisco y Michoacán), Costas del Sur (en Michoacán) y Sierras del Sur de Chiapas (Figura 1E).

Endemismo

Las regiones con el mayor número de especies de mamíferos endémicos se localizan en las Sierras de las costas de Jalisco y Colima, Volcanes de Colima, y la Cordillera costera Sur, en Jalisco y sureste de Michoacán (Figura 2A). El endemismo en aves se concentra en las mismas regiones que los mamíferos, pero incluye además otras regiones como Mesetas y Cañadas del Sur, Sierras de Jalisco, Chapala y Escarpa Limítrofe del Sur (Figura 2B). En el caso de los reptiles, el mayor endemismo se encuentra en las Sierras de las costas de Jalisco y Colima, Volcanes de Colima, Cordillera Costera Sur (en Jalisco y Michoacán), Sierras y Valles Guerrerenses, Costas del Sur (Oaxaca) y Sierras Orientales (Figura 2C), mientras que en el caso de los anfibios las regiones naturales son: Sierras de las costas de Jalisco y Colima, Volcanes de Colima, Cordillera Costera Sur y Costa Sur (en Jalisco y Michoacán), Sierras y Valles Guerrerenses, Altos de Chiapas y Sierras del sur de Chiapas (Figura 2D). De esta manera, las regiones naturales con mayor endemismo de vertebrados son las Sierras de las Costas de Jalisco y

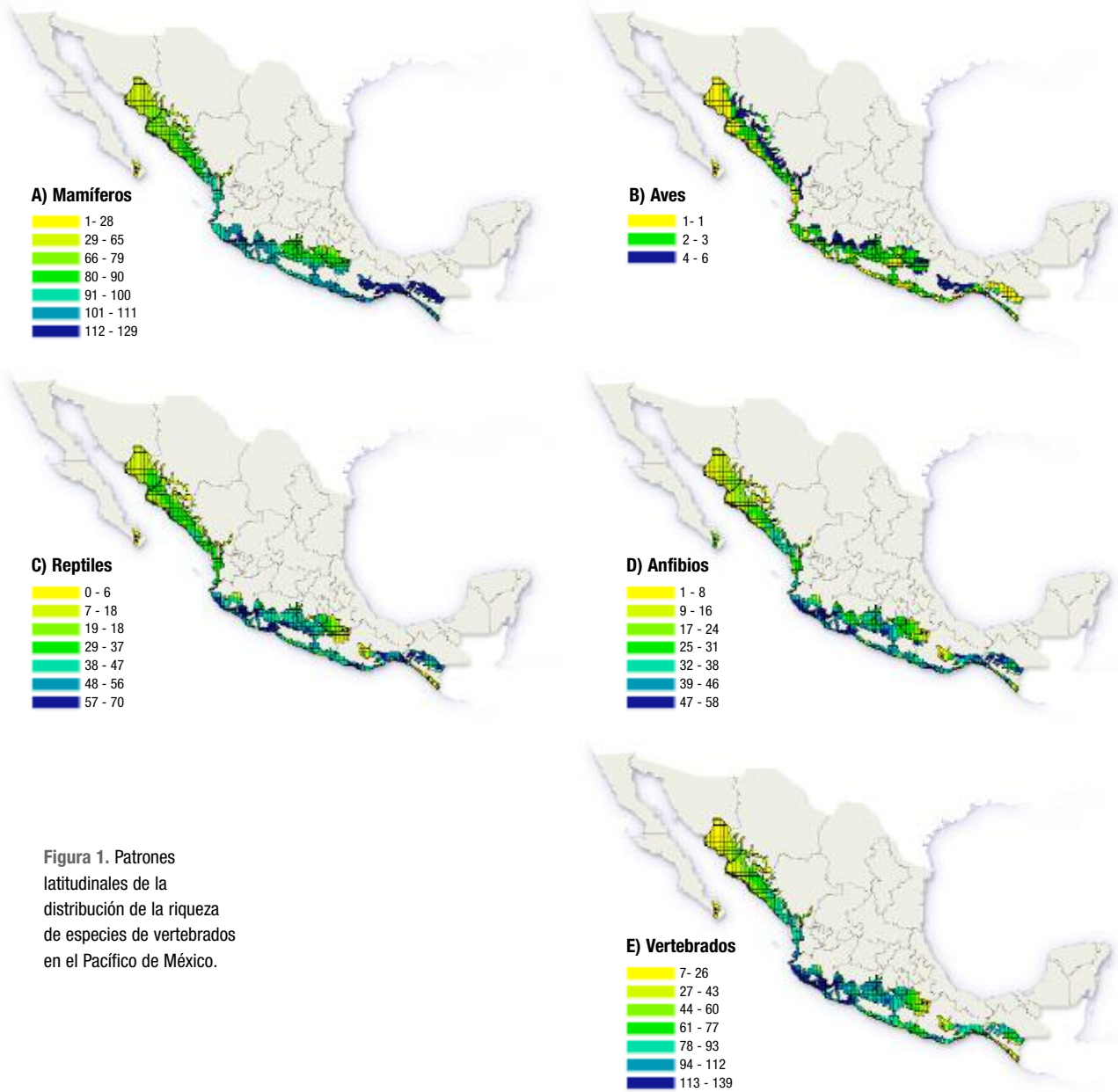


Figura 1. Patrones latitudinales de la distribución de la riqueza de especies de vertebrados en el Pacífico de México.

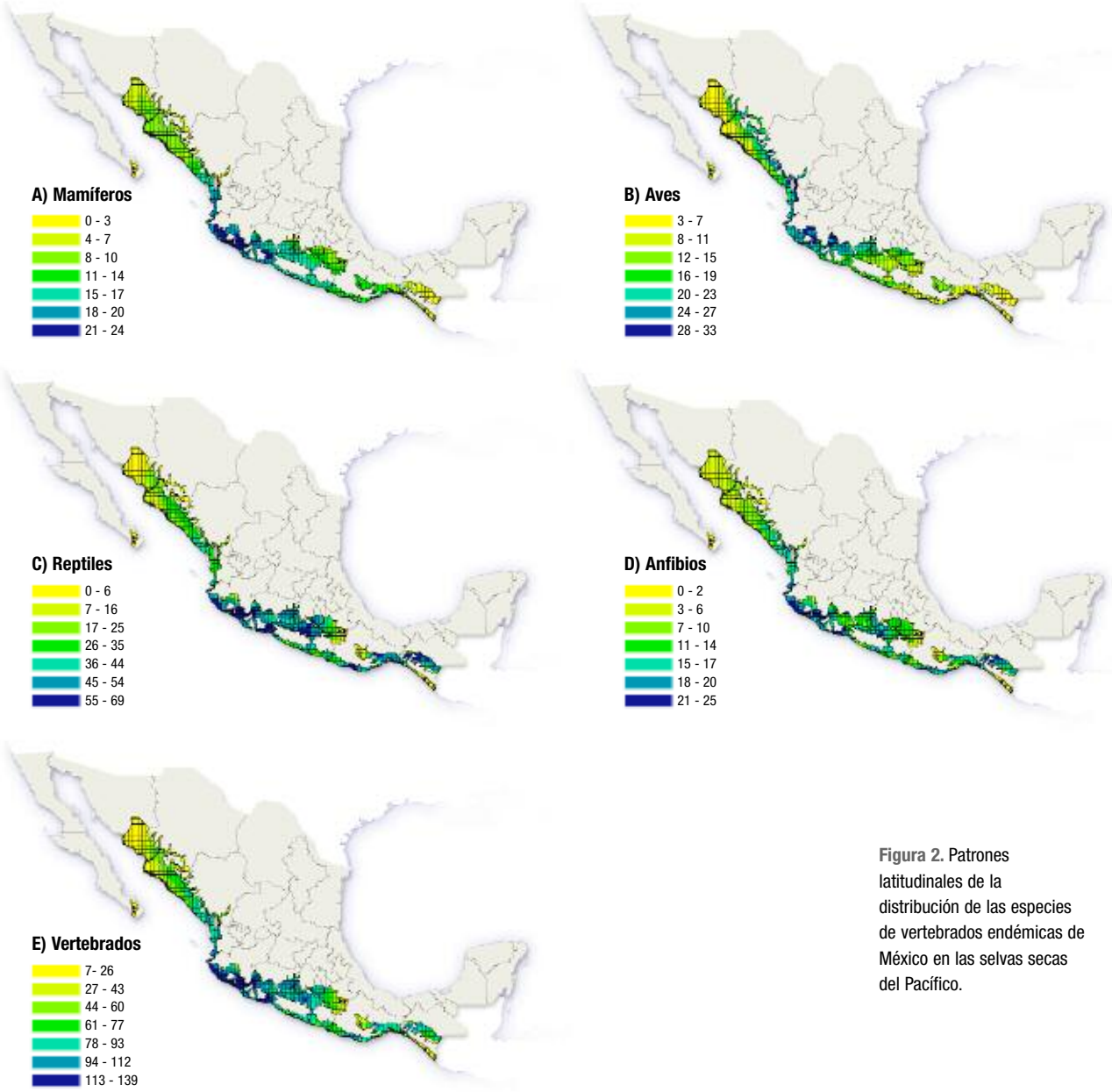


Figura 2. Patrones latitudinales de la distribución de las especies de vertebrados endémicas de México en las selvas secas del Pacífico.

Colima, Volcanes de Colima, Cordillera Costera del Sur y Costas del Sur (ambas en Jalisco y Michoacán, Figura 2E)

Riesgo

Las áreas con mayor número de especies de mamíferos en riesgo se localizan en las regiones naturales de Oaxaca y Chiapas, específicamente en Sierras Orientales, Costa Sur (extremo sur de Oaxaca), Llanuras del Istmo, Sierras del Sur de Chiapas, Altos de Chiapas y Depresión Central de Chiapas (Figura 3A). En el caso de las aves, existen muchas áreas con números relativamente altos de especies en riesgo localizadas en la Gran Meseta y Cañones Chihuahuenses, Gran Meseta y Cañones Duranguenses, Pie de la Sierra, Mesetas y Cañadas del Sur, Sierra de Jalisco, Sierras de las costa de Jalisco y Colima (en Colima), Volcanes de Colima, Cordilleras del Sur, Depresión del Tepalcatepec, Depresión del Balsas, Lagos y Volcanes de Anáhuac (en Puebla y Morelos), Sur de Puebla, Sierras Centrales de Oaxaca, Cordillera del Sur y Mixteca Alta (ambas en el noroeste de Oaxaca), Sierras y Valles de Oaxaca, Sierras Orientales, Sierras del Sur de Chiapas, Llanuras del Istmo, y Llanuras Costeras de Chiapas y Guatemala (Figura 3B).

Las regiones naturales donde se ubican las áreas con el mayor número de especies de reptiles en riesgo son Sierras de las costas de Jalisco y Colima, Volcanes de Colima, Cordillera Costera del Sur, Costera del Sur (en Oaxaca), Sierras Orientales, Llanuras del Istmo, Sierras del Sur de Chiapas y Altos de Chiapas (Figura 3C). En el caso de los anfibios, las áreas de mayor número de especies en riesgo se encuentran en algunos puntos de las regiones naturales como son Pie de la Sierra, Llanura Costera de Mazatlán, en gran parte de la región Sierras Costeras de Jalisco y Colima, Volcanes de Colima, Cordillera Costera del Sur, Costas del Sur, Sierras y Valles Guerrerenses, Sierras Orientales, Llanuras del Istmo, Sierras del Sur de Chiapas, Altos de Chiapas y Depresión Central de Chiapas (Figura 3D). Por último, las áreas con mayor número de especies vertebrados en riesgo se ubican en las regiones naturales Sierras de las costas de Jalisco y Colima, Volcanes de Colima, Cordillera Costera del Sur (en Michoacán), Costas del Sur (en Michoacán y Oaxaca), Sierras Orientales, Llanuras del Istmo, Sierras del Sur de Chiapas y Altos de Chiapas (Figura 3E).

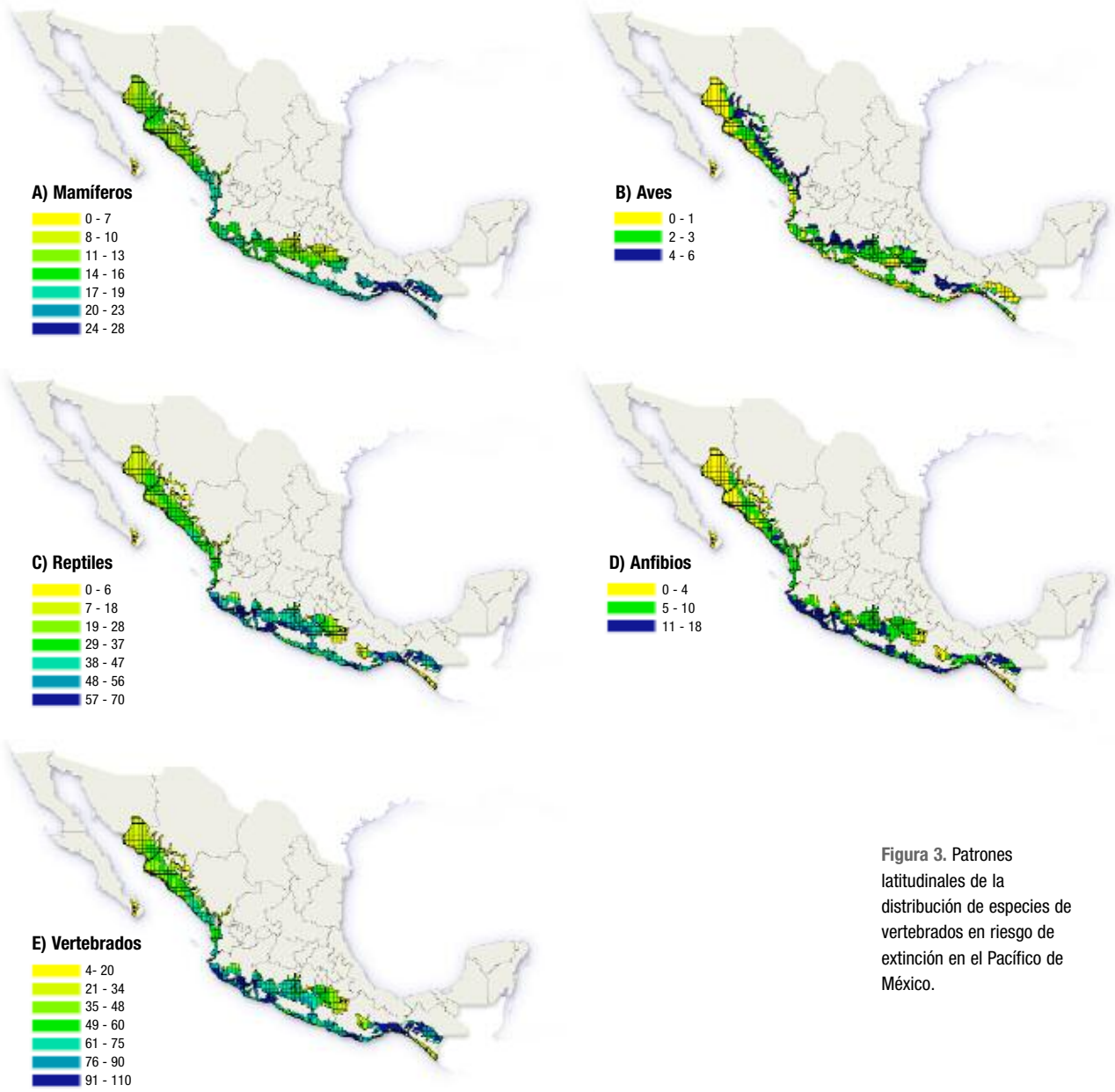


Figura 3. Patrones latitudinales de la distribución de especies de vertebrados en riesgo de extinción en el Pacífico de México.

Patrones latitudinales de la diversidad alfa, beta y gama

Los patrones latitudinales de la diversidad alfa, beta y gama de cada grupo taxonómico y de los vertebrados en general presentaron tendencias diferentes. En los mamíferos la diversidad alfa y gama se redujeron latitudinalmente (de los 15º a los 27º) casi en 50% a lo largo del área de estudio alcanzando valores máximos entre los 17º y 20º latitud N (Costas de Michoacán, Colima y Jalisco). La diversidad beta en cambio no mostró cambios latitudinales alcanzando los valores más altos alrededor de los 19º (costa de Jalisco) y de los 23.5º (Trópico de Cáncer), registrando los valores más bajos de diversidad beta entre los 20º y 23º (Costa de Nayarit, Figura 4A).

En el caso de las aves, no existe una tendencia clara de los valores de la diversidad alfa, gama y beta con respecto a la latitud ya que éstas muestran variaciones a lo largo del área de estudio (Figura 4B). Por ejemplo, la diversidad alfa registra los valores más altos en las costas de Colima a Sinaloa, entre 18.5º y 24.5º. La diversidad gama muestra por el contrario valores relativamente altos desde el extremo sur del área de estudio hasta el Trópico de Cáncer, mientras que la diversidad beta muestra una tendencia relativamente inversa a la alfa, es decir beta es menor en las regiones donde los valores de alfa son mayores y viceversa (Figura 4B).

En los reptiles existe una tendencia latitudinal de la diversidad alfa y gama, con dos zonas bien definidas, una desde el extremo sur del área de estudio y hasta la porción norte de la costa de Jalisco, donde los valores de alfa y gama son mayores que en otras latitudes pero muestran gran variación y otra desde la costa sur de Sinaloa donde los valores se incrementan relativamente para posteriormente, a latitudes mayores al Trópico de Cáncer, reducirse considerablemente (Figura 4C). La diversidad beta de reptiles no sigue una tendencia latitudinal registrando valores altos pero con una variación constante a lo largo del área de estudio con excepción de la costa de Nayarit donde los valores de la diversidad beta son los más bajos y constantes (Figura 4C).

El patrón latitudinal de la diversidad alfa, beta y gama en anfibios es similar al registrado por los reptiles pero con menor variación y con una tendencia latitudinal más marcada en el caso de la diversidad alfa y gama cuyos valores decaen rápidamente a altitudes mayores al Trópico de Cáncer (Figura 4D). La diversidad

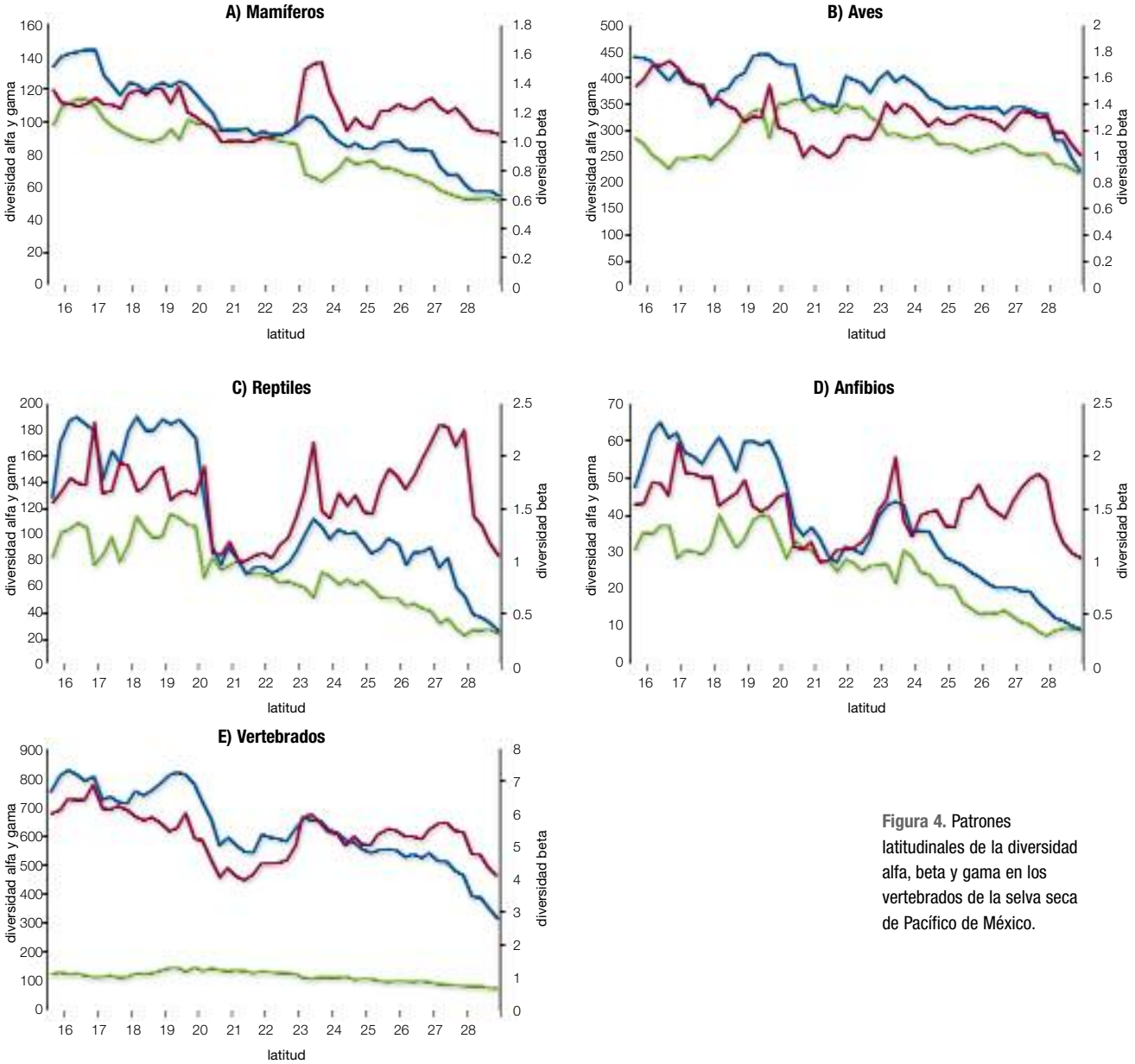


Figura 4. Patrones latitudinales de la diversidad alfa, beta y gama en los vertebrados de la selva seca de Pacífico de México.

beta de anfibios no sigue una tendencia latitudinal y registra valores altos en varias zonas del área de estudio como en las costas sur de Guerrero, Sinaloa y Sonora (Figura 4D).

En el caso de los vertebrados en su conjunto, la diversidad alfa registra los valores más altos en la costa de Colima desde donde comienza a reducirse latitudinalmente de manera constante hasta el extremo norte del área de estudio; en aquellas áreas al sur de la costa de Colima, los valores de alfa son relativamente bajos y similares a los registrados en la costa sur de Sinaloa (Figura 4E). La diversidad gama es mayor en las costas de Chiapas, Oaxaca y Jalisco, reduciéndose en la costa de Nayarit para decaer aún más latitudinalmente a mayores latitudes. Por último, la diversidad beta en vertebrados muestra una ligera tendencia a disminuir con la latitud pero con mucha variación registrando los valores más altos en la costa de Guerreo, la de Jalisco, en el Trópico de Cáncer y costa sur de Sonora (Figura 4E).

Correlaciones entre latitud y diversidad alfa, beta y gama

Las correlaciones de la latitud con la diversidad alfa, beta y gama, así como las correlaciones entre los valores de estos tres tipos de diversidad, por grupo taxonómico y los vertebrados en su conjunto fueron estadísticamente significativas en su gran mayoría, pero los valores del coeficiente de correlación no fueron altos (>+/- 0.70) en todos los casos (anexo I). En el caso de las tendencias latitudinales, se registraron correlaciones inversas y altas de la diversidad alfa y gama de todos los grupos analizados con la única excepción de la diversidad alfa de aves cuyo coeficiente de correlación con la latitud fue muy bajo. La diversidad beta, si bien en todos los casos tiene una relación inversa con la latitud, en ninguno de ellos registra coeficientes de correlación altos (anexo I). Para resumir de una manera más gráfica y clara las múltiples correlaciones obtenidas (anexo I) entre las diversidades alfa, beta y gama entre todos los grupos analizados se elaboró un dendrograma de estas variables en base a sus coeficientes de correlación. De esta manera, se observa que los valores de beta en todos los grupos se correlacionan más entre ellos mismos que con los de alfa y gama, mientras que con excepción de los valores de alfa en aves, alfa y gama en todos los grupos están ampliamente correlacionados (Figura 5).

Representatividad de los vertebrados en áreas naturales protegidas

En la vertiente del Pacifico de México existen 12 áreas naturales protegidas entre las que destacan el Área de Protección de Flora y Fauna Sierra de Álamos-Río Cuchujaqui, la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, la Reserva de la Biosfera Zicuirán-Infiernillo, y el Parque Nacional Huatulco entre otras. Los vertebrados se encuentran representados en diferentes porcentajes en las reservas. Las aves y mamíferos se encuentran representados en mejor porcentaje (96 y 82% respectivamente) que los reptiles y anfibios (62 y 60% respectivamente). Es claro que se requiere una serie de reservas adicionales como Cabo Corrientes en Jalisco y la Depresión Central en Chiapas, para tener representadas a todas las especies, por un lado, y tener más de una población de cada especie representada en las áreas naturales protegidas. Un número importante de las áreas y regiones que mantienen a esas especies han sido ya identificadas en el capítulo 20. Sin embargo, se requiere de información adicional más detallada sobre la distribución de las especies para poder determinar con precisión que áreas son las que se requieren para complementar el sistema de áreas naturales protegidas existente.

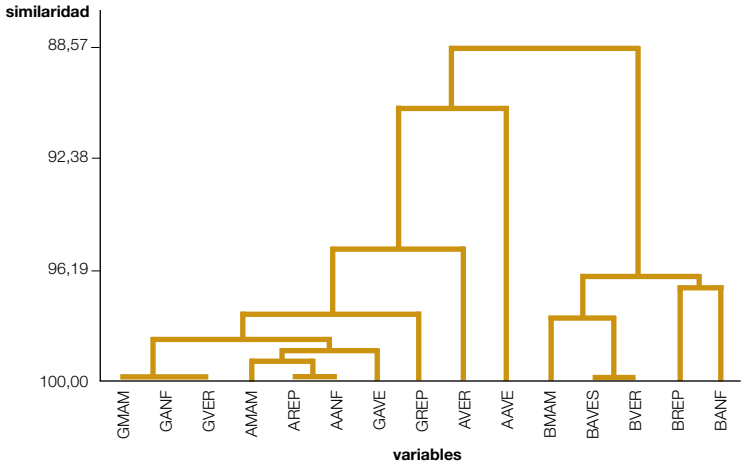


Figura 5. Correlaciones de la diversidad alfa (A), beta (B) y gama (G) en mamíferos (MAM), aves (AVES), reptiles (REP), anfibios (ANF) y vertebrados (VER).

La conservación de los vertebrados de las selvas secas implica la implementación de diferentes estrategias de conversación que estén enfocadas también en la protección de la alta diversidad beta presente y que complementen la protección que las áreas naturales protegidas otorgan por sí mismas, ya que ninguna por separado es suficiente para asegurar la conservación de este ecosistema y su biodiversidad.

Anexo I. Resultados de las correlaciones de la latitud con la diversidad alfa (A), beta (B) y gama (G) en mamíferos (MAM), aves (AVE), reptiles (REP), anfibios (ANF) y vertebrados (VER) (resaltan las correlaciones significativas)

	Estadístico	Latitud	GMAM	AMAM	BMAM	GAVE	AAVE	BAVES	GREP	AREP	BREP	GANF	AANF	BANF	GVER	AVER	BVER
Latitud	Coeficiente	1,00	-0,96	-0,92	-0,33	-0,79	-0,19	-0,50	-0,77	-0,92	-0,02	-0,92	-0,90	-0,30	-0,90	-0,74	-0,52
	Sig. (2-colas)	.	0,00	0,00	0,01	0,00	0,16	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00
	N	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00
GMAM	Coeficiente	-0,96	1,00	0,86	0,47	0,84	0,17	0,57	0,83	0,90	0,11	0,96	0,90	0,38	0,95	0,70	0,61
	Sig. (2-colas)	0,00	.	0,00	0,00	0,00	0,22	0,00	0,00	0,00	0,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	N	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00
AMAM	Coeficiente	-0,92	0,86	1,00	0,04	0,72	0,28	0,30	0,63	0,86	-0,11	0,80	0,83	0,16	0,79	0,80	0,31
	Sig. (2-colas)	0,00	0,00	.	0,79	0,00	0,04	0,03	0,00	0,00	0,43	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,02
	N	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00
BMAM	Coeficiente	-0,33	0,47	0,04	1,00	0,39	-0,23	0,77	0,68	0,31	0,64	0,50	0,32	0,64	0,51	-0,07	0,82
	Sig. (2-colas)	0,01	0,00	0,79	.	0,00	0,09	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,61	0,00
	N	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00
GAVE	Coeficiente	-0,79	0,84	0,72	0,39	1,00	0,46	0,42	0,71	0,78	-0,01	0,84	0,80	0,21	0,92	0,75	0,43
	Sig. (2-colas)	0,00	0,00	0,00	0,00	.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,93	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00
	N	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00
AAVE	Coeficiente	-0,19	0,17	0,28	-0,23	0,46	1,00	-0,47	0,01	0,28	-0,43	0,16	0,34	-0,42	0,23	0,73	-0,45
	Sig. (2-colas)	0,16	0,22	0,04	0,09	0,00	.	0,00	0,97	0,04	0,00	0,25	0,01	0,00	0,10	0,00	0,00
	N	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00
BAVES	Coeficiente	-0,50	0,57	0,30	0,77	0,42	-0,47	1,00	0,72	0,42	0,63	0,60	0,39	0,75	0,60	-0,08	0,97
	Sig. (2-colas)	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,57	0,00
	N	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00
GREP	Coeficiente	-0,77	0,83	0,63	0,68	0,71	0,01	0,72	1,00	0,80	0,39	0,91	0,78	0,54	0,90	0,46	0,76
	Sig. (2-colas)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,97	0,00	.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	N	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00
AREP	Coeficiente	-0,92	0,90	0,86	0,31	0,78	0,28	0,42	0,80	1,00	-0,09	0,91	0,98	0,16	0,90	0,81	0,43
	Sig. (2-colas)	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,04	0,00	0,00	.	0,51	0,00	0,00	0,26	0,00	0,00	0,00
	N	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00

Estadístico		Latitud	GMAM	AMAM	BMAM	GAVE	AAVE	BAVES	GREP	AREP	BREP	GANF	AANF	BANF	GVER	AVER	BVER
BREP	Coeficiente	-0,02	0,11	-0,11	0,64	-0,01	-0,43	0,63	0,39	-0,09	1,00	0,14	-0,12	0,87	0,13	-0,36	0,71
	Sig. (2-colas)	0,90	0,43	0,43	**0,00**	0,93	**0,00**	**0,00**	**0,00**	0,51	.	0,31	0,38	**0,00**	0,34	**0,01**	**0,00**
	N	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00
GANF	Coeficiente	-0,92	0,96	0,80	0,50	0,84	0,16	0,60	0,91	0,91	0,14	1,00	0,90	0,40	0,97	0,67	0,63
	Sig. (2-colas)	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	0,25	**0,00**	**0,00**	**0,00**	0,31	.	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
	N	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00
AANF	Coeficiente	-0,90	0,90	0,83	0,32	0,80	0,34	0,39	0,78	0,98	-0,12	0,90	1,00	0,09	0,90	0,83	0,39
	Sig. (2-colas)	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,02**	**0,00**	**0,01**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	0,38	**0,00**	.	**0,51**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
	N	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00
BANF	Coeficiente	-0,30	0,38	0,16	0,64	0,21	-0,42	0,75	0,54	0,16	0,87	0,40	0,09	1,00	0,37	-0,16	0,83
	Sig. (2-colas)	**0,03**	**0,00**	0,25	**0,00**	0,13	**0,00**	**0,00**	**0,00**	0,26	**0,00**	**0,00**	0,51	.	**0,01**	0,24	**0,00**
	N	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00
GVER	Coeficiente	-0,90	0,95	0,79	0,51	0,92	0,23	0,60	0,90	0,90	0,13	0,97	0,90	0,37	1,00	0,70	0,62
	Sig. (2-colas)	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	0,10	**0,00**	**0,00**	**0,00**	0,34	**0,00**	**0,00**	**0,01**	.	**0,00**	**0,00**
	N	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00
AVER	Coeficiente	-0,74	0,70	0,80	-0,07	0,75	0,73	-0,08	0,46	0,81	-0,36	0,67	0,83	-0,16	0,70	1,00	-0,05
	Sig. (2-colas)	**0,00**	**0,00**	**0,00**	0,61	**0,00**	**0,00**	0,57	**0,00**	**0,00**	**0,01**	**0,00**	**0,00**	0,24	**0,00**	.	0,73
	N	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00
BVER	Coeficiente	-0,52	0,61	0,31	0,82	0,43	-0,45	0,97	0,76	0,43	0,71	0,63	0,39	0,83	0,62	-0,05	1,00
	Sig. (2-colas)	**0,00**	**0,00**	**0,02**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	0,73	.
	N	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00

Áreas prioritarias para la conservación de las selvas secas del Pacífico mexicano

Gerardo Ceballos, Lourdes Martínez, Andrés García, Eduardo Espinoza y Juan Bezaury Creel

En el presente volumen se ha compilado el conocimiento existente sobre las Selvas Secas del Pacífico Mexicano, resaltando su complejidad, los valores que aportan a la conservación de la biodiversidad a escala global y nacional, los servicios ambientales que brindan a la sociedad y las amenazas que comprometen su sobrevivencia como un ecosistema funcional. Actualmente los remanentes de selvas secas en México se siguen perdiendo y fragmentando y resulta impostergable desarrollar estrategias de conservación que permitan asegurar su permanencia y conservación a largo plazo.

Para obtener una visión completa del estado de conservación en el que se encuentran las selvas secas del Pacífico Mexicano, se realizó un análisis de la cobertura remanente utilizando la información proporcionada en la Serie III (INEGI, 2005) y las ecorregiones de selvas bajas secas que comprende de acuerdo al planteamiento de WWF (Olson *et al.*, 2001). De acuerdo a la información generada, las ecorregiones de los bosques secos de Sinaloa, del Balsas, los transicionales de Sonora y Sinaloa y los del Pacífico Sur destacan por la magnitud de las selvas secas primarias y secundarias remanentes, las cuales en conjunto representan el 82 % de la superficie de las Selvas Secas del Pacífico Mexicano (cuadro 1). En este mismo sentido, las ecorregiones de los bosques secos de Sinaloa y de Jalisco presentan el 93% de la cobertura primaria de las selvas subcaducifolias remanentes (cuadro 2).

Por el grado de conservación que aún mantienen, destacan las selvas secas que se encuentran en la ecorregión de la Sierra de la Laguna en Baja California Sur ya que menos de 5% de su extensión presenta superficies antropizadas o sin vegetación aparente. En el sentido opuesto resaltan las selvas secas de las ecorregiones del Bajío en el centro el país, de la Depresión Central de Chiapas y de la porción de Chiapas ubicada en la costa del Pacífico Centroamericano, donde la superficie de selvas fuertemente alterada o destruida comprende más de 90% de esas regiones, por lo que se encuentran entre las más amenazadas del mundo (cuadro 1).

Las ecorregiones de los bosques de Sinaloa, de

Cuadro 1. Uso del suelo en las ecorregiones comprendidas por las selvas secas del Pacífico mexicano.
(INEGI 2005; Olson *et al.*, 2001)

Ecorregiones que integran la ecorregión G200, Selvas Secas del Pacífico Mexicano	Superficie total de la Ecorregión ha	Selva caducifolia primaria y secundaria	% del total	Otros tipos vegetación primaria y secundaria	% del total	Superficie antropizada a sin vegetación aparente	% del total
Bosques secos de la Sierra de la Laguna	393,214	321,927	81.9	61,011	15.5	10,276	2.6
Bosques secos de las Islas Revillagigedo	21,254	13,462	63.3	0	0.0	7,791	36.7
Bosques secos transicionales de Sonora-Sinaloa	4,868,994	1,950,291	40.1	1,382,275	28.4	1,536,428	31.6
Bosques secos de Sinaloa	7,663,037	3,716,013	48.5	1,462,066	19.1	2,484,957	32.4
Bosques secos de Jalisco	2,589,624	841,751	32.5	722,320	27.9	1,025,553	39.6
Bosques secos del Bajío	3,708,668	679,336	18.3	327,928	8.8	2,701,404	72.8
Bosques secos del Balsas	6,205,629	3,285,939	53.0	380,287	6.1	2,539,403	40.9
Bosques secos del Pacífico sur	4,242,916	1,349,936	31.8	1,029,482	24.3	1,863,498	43.9
Bosques secos de la Depresión Central de Chiapas	1,404,394	290,719	20.7	163,610	11.6	950,065	67.6
Bosques secos del Pacífico centroamericano	360,592	0	0.0	21,674	6.0	338,918	94.0
Total	**31,458,322**	**12,449,374**	**39.6**	**5,550,654**	**17.6**	**13,458,294**	**42.8**

Jalisco y del Pacífico Sur incluyen superficies importantes con selva subcaducifolia primaria y secundaria lo que podría representar, bajo algunos de los escenarios de mayor temperatura y menor precipitación planteados para el cambio climático durante este siglo, una amenaza para este tipo de selvas ya que serían desplazadas por especies dominantes de las selvas secas. En el otro sentido, para las ecorregiones de los bosques transicionales de Sonora Sinaloa, los de Sinaloa, Jalisco y del Pacífico Sur se verían favorecidas las especies características de la selva espinosa sobre aquellas de la selva secas (cuadro 2).

Cuadro 2. Cobertura de las selvas caducifolias y tipos de vegetación afines en las selvas secas del Pacífico mexicano por ecorregión. (INEGI 2005; Olson *et al.*, 2001)

Ecorregiones que integran la ecorregión G200, Selvas Secas del Pacífico Mexicano	Superficie total de la Ecorregión	Selva subcaducifolia primaria	Selva subcaducifolia secundaria	Selva caducifolia primaria	Selva caducifolia secundaria	Selva espinosa primaria	Selva espinosa secundaria
Bosques Secos de la Sierra de la Laguna	393,214	0	0	321,456	471	0	0
Bosques Secos de las Islas Revillagigedo	21,254	0	0	13,462	0	0	0
Bosques Secos Transicionales de Sonora-Sinaloa	4,868,994	0	0	1,402,438	547,853	130,716	242,252
Bosques Secos de Sinaloa	7,663,037	346,271	0	2,724,738	991,275	29,721	97,143
Bosques Secos de Jalisco	2,589,624	134,093	426,032	170,031	671,720	0	3,525
Bosques Secos del Bajío	3,708,668	0	0	46,720	632,616	0	0
Bosques Secos del Balsas	6,205,629	7,032	436	1,031,911	2,254,028	1,024	649
Bosques Secos del Pacífico Sur	4,242,916	29,248	464,953	566,722	783,214	2,135	37,940
Bosques Secos de la Depresión Central de Chiapas	1,404,394	0	39,633	5,996	284,722	0	0
Bosques Secos del Pacífico Centroamericano	360,592	0	0	0	0	0	0
Total	**31,458,322**	**516,645**	**931,054**	**6,283,474**	**6,165,900**	**163,595**	**381,510**
Total selvas subcaducifolia, caducifolia y espinosa en la ecorregión	**14,442,178**	**1,447,699**	**12,449,374**	**545,106**			

Para identificar con mayor precisión los sitios y regiones con las selvas secas más importantes por su diversidad biológica, endemicidad o superficie se llevó a cabo un taller de expertos en Huatulco, donde se identificaron 36 sitios que por la extensión de selvas secas que aún mantienen, sus últimos remanentes de estas selvas, o debido a su importancia biológica fueron consideradas como Áreas Prioritarias para la Conservación de las Selvas Secas Mexicanas (cuadro 3 y figura 1).

Indudablemente resulta indispensable incrementar la representación de las selvas secas en los sistemas mexicanos de áreas naturales protegidas. Sin embargo para lograr la conservación de este ecosistema a largo plazo se requerirá la aplicación de una estrategia mucho más amplia e integral. Esta estrategia deberá utilizar tanto los instrumentos de políticas públicas como las iniciativas derivadas de la acción social, lo que permitirá integrar unidades interconectadas de conservación y manejo sustentable de recursos naturales, repartidas a lo largo y ancho de las zonas con presencia de selvas secas en México. Estas unidades deberán incluir otros tipos de vegetación ubicados a mayor altitud con el objeto de lograr un mayor grado de resiliencia ante el cambio climático.

Instrumentos de política ambiental como el ordenamiento ecológico del territorio, unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA), hábitats críticos para la conservación de la vida silvestre, zonas de restauración, normas oficiales mexicanas o instrumentos económicos como el pago por servicios ambientales, pueden fortalecer un modelo de integración funcional de la conservación de las selvas secas a nivel de paisaje (Cantú, Ceballos y Bezaury, este volumen; Ceballos y Garcia, 1995; Maass *et al.*, este volumen; Trejo, este volumen). En forma paralela, los esquemas sociales de conservación, incluyendo al ordenamiento comunitario del territorio y las reservas privadas y comunitarias adquirirán una gran importancia en los estados de Michoacán, Guerrero y Oaxaca, en donde la persistencia de comunidades indígenas ha permitido no solo la conservación de las selvas secas, sino que son depositarias de un conocimiento milenario en cuanto a su aprovechamiento (Bezaury Creel *et al.*, 2008; González *et al.*, 2008; Tlacotempa-Zapoteco *et al.*, 2007; Toledo *et al.*, 1999).

En la siguiente sección se presenta una síntesis de cada una de las áreas prioritarias para la conservación identificadas en este proyecto. Las fichas han sido elaboradas por expertos que conocen los sitios e incluyen información sobre su ubicación, diversidad biológica, unicidad y amenazas. También indican si existe alguna área natural protegida. Cabe destacar que seguramente existen áreas o regiones adicionales que tienen características suficientes para ser consideradas áreas prioritarias para la conservación de estas selvas, pero que no han sido identificadas aún. Esto será menester de trabajo adicional.

Cuadro 3. Ubicación de las Áreas Prioritarias para la Conservación de las Selvas Secas Mexicanas en la ecorregiones de las selvas secas del Pacífico mexicano. (Olson *et al.*, 2001)

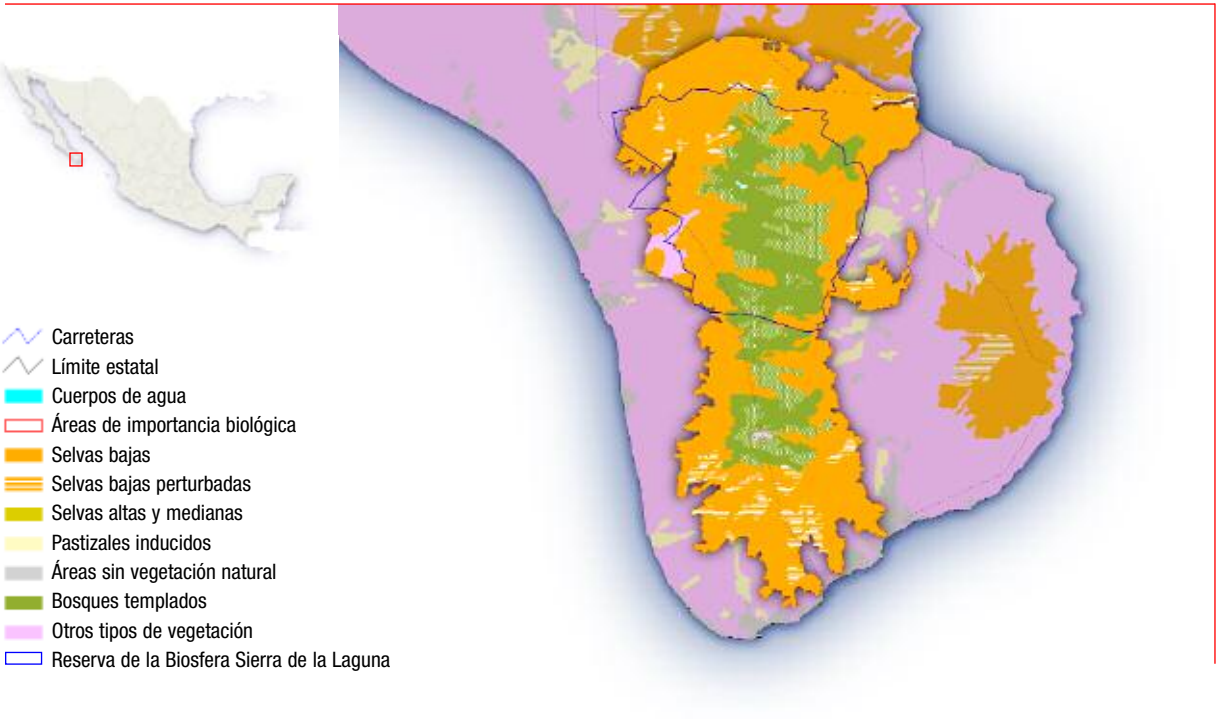
Ecorregiones que integran la ecorregión G200, Selvas Secas del Pacífico Mexicano	Áreas Prioritarias para la Conservación de las Selvas Secas Mexicanas	Notas
Bosques Secos de la Sierra de la Laguna	Sierra de la Laguna, Baja California Sur Sierra de la Trinidad, Baja California Sur	
Bosques Secos de las Islas Revillagigedo		Incluidos totalmente en la RB Archipiélago de Revillagigedo
Bosques Secos Transicionales de Sonora-Sinaloa	Sierra Mayo-Yaqui, Sonora y Chihuahua	
Bosques Secos de Sinaloa	Sierra Mayo-Yaqui, Sonora y Chihuahua Meseta de Cacaxtla, Sinaloa El Mineral de Nuestra Señora, Cosalá Sinaloa Llanura costera del Pacífico-Pie de la sierra de Sinaloa, Sinaloa Cuenca Alta del Río Santiago, Jalisco , Zacatecas, Nayarit y Durango	
Bosques Secos de Jalisco	Sierra de Vallejo, Nayarit Cabo Corrientes-Río Ameca, Jalisco Islas Marías Chamela-Cuixmala, Jalisco y Colima Sierra de Manantlán, Jalisco y Colima Los Chorros del Varal, Jalisco y Michoacán Colima Centro, Colima, Jalisco y Michoacán	
Bosques Secos del Bajío		Esta ecorregión no fue analizada en el Taller efectuado en Huatulco
Bosques Secos del Balsas	Cuenca del río Coahuayana, Michoacán El Infiernillo, Michoacán y Guerrero Cuenca del río Cutzamala, Michoacán y Guerrero Sierra de Nanchititla, Estado de México y Guerrero Sierra de Montenegro, Morelos Sierra de Huautla, Morelos, Guerrero y Puebla Acahuizotla, Guerrero Cañón del Zopilote, Guerrero	
Bosques Secos del Pacífico Sur	El Infiernillo, Michoacán y Guerrero / Acahuizotla, Guerrero / Cerro Tepehuaje, Guerrero / La Vainilla, Guerrero; Nuxco, Guerrero / El Veladero, Guerrero / Isla de la Roqueta, Guerrero/ Pinotepa-Ometepec, Guerrero y Oaxaca / La Tuza-Chacahua, Oaxaca / Huatulco, Oaxaca / Zimatán, Oaxaca / Cuenca del Río Tehuantepec, Oaxaca / Salina Cruz, Oaxaca / Nizanda, Oaxaca	
Bosques Secos de la Depresión Central de Chiapas	Depresión Central – Comalapa, Chiapas Valle de Jiquipilas, Chiapas	
Bosques Secos del Pacífico Centroamericano		La ecorregión actualmente no presenta remanentes de selvas secas

Figura 1. Áreas prioritarias para la conservación de las selvas secas mexicanas

1. Sierra de la Laguna, BCS
2. Sierra de la Trinidad, BCS
3. Sierra Mayo-Yaqui, Sonora y Chihuahua
4. Meseta de Cacaxtla, Sinaloa
5. El Mineral de Nuestra Señora, Cosalá Sinaloa
6. Llanura costera del Pacífico-pie de la sierra de Sinaloa, Sinaloa
7. Cuenca Alta del Río Santiago, Jalisco, Zacatecas, Nayarit y Durango
8. Sierra de Vallejo, Nayarit
9. Cabo Corrientes-río Ameca, Jalisco
10. Islas Marías
11. Chamela-Cuixmala, Jalisco y Colima
12. Sierra de Manantlán, Jalisco y Colima
13. Los Chorros del Varal, Jalisco y Mich oacán
14. Colima centro, Colima, Jalisco y Michoacán
15. Cuenca del río Coahuayana, Michoacán
16. El Infiernillo, Michoacán y Guerrero
17. Cuenca del río Cutzamala, Michoacán y Guerrero
18. Sierra de Nanchititla, Estado de México y Guerrero
19. Sierra de Montenegro, Morelos
20. Sierra de Huautla, Morelos, Guerrero y Puebla
21. Acahuizotla, Guerrero
22. Cañón del Zopilote, Guerrero
23. Cerro del Tepehuaje, Guerrero
24. La Vainilla, Guerrero
25. Nuxco, Guerrero
26. El Veladero, Guerrero
27. Isla de la Roqueta, Guerrero
28. Pinotepa-Ometepec, Guerrero y Oaxaca
29. La Tuza-Chacahua, Oaxaca
30. Huatulco, Oaxaca
31. Zimatán, Oaxaca
32. Cuenca del Río Tehuantepec, Oaxaca
33. Salina Cruz, Oaxaca
34. Nizanda, Oaxaca
35. Depresión Central-Comalapa, Chiapas
36. Valle de Jiquipilas, Chiapas.

Sierra de la Laguna, Baja California Sur

Laura Arriaga



Ubicación geográfica

La Sierra de la Laguna se encuentra en la Región del Cabo, al sur de la Península de Baja California. La precipitación media anual es de 316 a 482 mm. La estación seca comprende de octubre a julio y se presentan lluvias invernarles. Las temperaturas medias mensuales oscilan entre 21.5 y 23.6 °C. Los suelos son litosoles y regosoles con textura arenosa y son rocosos, someros y con un alto contenido de materia orgánica. La selva seca es el principal tipo de vegetación presentándose en un intervalo altitudinal comprendido entre los 300 y 800 msnm, pero presenta amplias fajas ecotonales con el matorral xerófilo entre los 250 y 350 msnm y con los bosques de encinos entre los 800 y 900 msnm (Arriaga y Ortega, 1988; Casalegno *et al.*, 2000). Los núcleos

poblacionales más importantes que bordean a esta región son Todos Santos, Cabo San Lucas, San José del Cabo, Santiago, Los Barriles.

Coordenadas

La región puede enmarcarse entre las coordenadas geográficas extremas 23°19'48'' - 23°42'00'' de latitud Norte y 109°45'36'' - 110°11'24'' de longitud Oeste.

Tamaño

El área mide aproximadamente 170 500 hectáreas.

Importancia

El área fue decretada como Área Natural Protegida con carácter de Reserva de la Biosfera el 6 de junio de 1994.

La región constituye el límite occidental de la selva seca en el hemisferio norte, albergando los únicos remanentes de la vegetación tropical y subtropical del Mioceno proveniente de la porción continental de México. La fauna y flora presentan características de insularidad reflejadas en la proporción de géneros y especies de plantas vasculares y especies endémicas; además varias especies de coleópteros son ápteras (Arriaga y Ortega, 1988).

Selva seca. Foto: Bruno Ganados

La diversidad florística y faunística del área es considerable. Se han registrado alrededor de 562 especies de plantas vasculares incluidas en 322 géneros y 92 familias, de las cuales el 8% son endémicas a nivel específico e intraespecífico para la Península de Baja California. El 70% de la flora es pantropical y neotropical. Las familias dominantes fisonómica y estructuralmente son las Leguminosae, Euphorbiaceae, Compositae y Cactaceae. Las especies dominantes de las porciones bajas son *Jatropha cinerea*, *Bursera microphylla* y *Fouquieria diguetii*, en las por-

ciones medias dominan *J. cinerea*, *Tecoma stans*, *Pithecellobium undulatum*, *Lysiloma divaricata* y *Albizia occidentalis*, y en las partes altas se encuentran *L. divaricata*, *Senna atomaria* y *Plumeria acutifolia*. La selva presenta características estructurales relativamente simples tales como una baja riqueza de especies, alturas promedio bajas de los árboles del dosel (12-14 m) y cobertura vegetal total menor al 100% en las laderas serranas bajas de su distribución (Arriaga y Breceda, 1999; Arriaga y León, 1989).

La fauna de invertebrados está poco estudiada, con excepción de algunos grupos como colémbolos, coleópteros y arañas. Se han reportado un total de 50 especies de anfibios y reptiles, entre las que destacan *Sceloporus licki*, *S. hunsakeri*, *Petrosaurus thalassinus*, *Nerodia valida* y *Masticophis aurigulus*. Asimismo se han registrado 104 especies de aves, en su mayoría residentes como las palomas *Zenaida asiatica*, *Z. macroura* y *Columba fasciata*, y el colibrí *Hylocharis xantusii*. También se han registrado 50 especies de mamíferos, entre los que destacan 16 especies de quirópteros y una subespecie endémica de venado bura, *Odocoileus hemionus peninsulae* (Arriaga y Ortega, 1988).

Amenazas

Entre las amenazas más relevantes se encuentra la apertura de brechas que favorecen la erosión de los litosoles y regosoles que prevalecen en el área. También está la sobreextracción de algunos productos forestales maderables y no maderables. Los recursos forestales maderables incluyen 34 especies que se entresacan selectivamente para usarse como combustible, para la construcción de viviendas rurales y con fines de comercialización. Varias especies de leguminosas presentan ya una severa reducción de árboles con tallas comerciales. En la zona noreste de la reserva hay minería a cielo abierto.

Otro problema es la cacería furtiva de algunos vertebrados como el venado bura así como el turismo de baja densidad. Los recursos vegetales se usan

Torote blanco (*Bursera microphylla*). Foto: Laura Arriaga

de manera extensiva y siguen un patrón extractivo de explotación. La ganadería es la actividad económica más importante de la región y ésta es extensiva y sedentaria. Se cría ganado bovino por encima de los índices de agostadero reportándose una severa sobreexplotación (9.11 hectáreas por unidad animal por año). El ganado se alimenta de 113 especies vegetales, siendo las más importantes en su dieta las pertenecientes a las familias Leguminosae, Gramineae y Compositae (Arriaga y Breceda, 1999; Arriaga y Cancino, 1992).

Oportunidades para su establecimiento

Gran parte del área está protegida como Reserva de la Biosfera. Los pobladores locales y la sociedad sudcaliforniana son en su mayoría conservacionistas. Afortunadamente, la vegetación de la región está poco perturbada debido al aún bajo impacto de la actividad humana y la baja densidad de los asentamientos humanos en los alrededores de esta región. Sin embargo, y a pesar del adecuado estado de conservación de las selvas tropicales de la región se recomienda intensificar su protección debido su propia insularidad que hace a estos ecosistemas muy frágiles.

Iguana del desierto (*Dipsosaurus dorsalis*). Foto: Ricardo Rodriguez Estrella

Sierra de la Trinidad, Baja California Sur

Laura Arriaga

Ubicación geográfica

La Sierra de la Trinidad se encuentra al sureste del Estado de Baja California Sur, ubicándose altitudinalmente entre los 200 y 800 msnm. Forma parte de la Subprovincia Discontinuidad del Cabo (Hammond, 1954). Crece sobre suelos de origen granítico, mayormente regosoles y en menor proporción fluvisoles. Presenta una precipitación media anual entre 250 y 350 mm y temperaturas medias mensuales de 24.5°C. La estación seca comprende de octubre a julio y se presentan lluvias invernarles (García y Mosiño, 1968). Los núcleos poblacionales más importantes son San José del Cabo, Santiago, Los Barriles, Miraflores y Cabo Pulmo.

Coordenadas

El área se enmarca entre las coordenadas extremas 23°12'26'' - 23°31'07'' latitud Norte; 109°6'10'' 109°39'07'' longitud Oeste.

Tamaño

El área mide aproximadamente 41 300 hectáreas.

Importancia

La Sierra de la Trinidad alberga en su totalidad selva seca, la cual está separada de la Sierra de La Laguna. Estas dos serranías de la Región del Cabo representan los únicos remanentes de la vegetación tropical y subtropical del Mioceno en la Península de Baja California (Axelrod, 1978; Wiggins 1980), los cuales se derivaron del territorio continental de México. El mayor desarrollo de la selva se observa a partir de los 300 msnm, presentándose en las partes bajas un ecotono amplio con el matorral xerófilo que la rodea. La comunidad de selva seca está dominada fisonómicamente por especies de las familias Leguminosae, Euphorbiaceae y Asteraceae. La talla de los árboles del dosel es más baja que la registrada en las porciones altitudinales equivalentes de la Sierra de La Laguna y presenta una mayor abundancia de elementos propios del matorral xerófilo circundante (L. Arriaga, datos no publicados).

Lince (*Lynx rufus*) Foto: Gerardo Ceballos

Se carece de inventarios faunísticos, sin embargo en las selvas secas de la Región del Cabo se han encontrado 48 especies de anfibios y reptiles entre las cuales destacan *Sceloporus licki*, *S. hunsakeri*, *Petrosaurus thalassinus*, *Nerodia valida* y *Masticophis aurigulus* (Alvarez-Cárdenas *et al.*, 1988), 45 especies de aves de las cuales las más abundantes *Zenaida asiatica*, *Z. macroura*, *Hylocharis xantusii*, *Vireo*

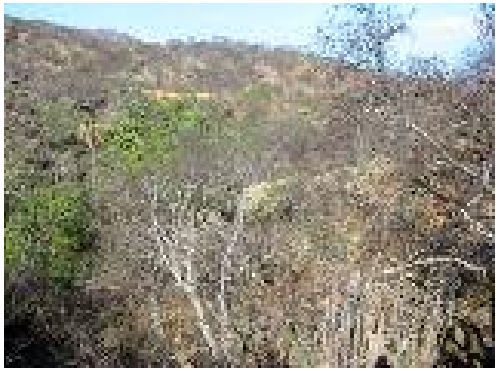
huttoni y *Dendroica petechia* (Rodríguez, 1988) y 29 especies de mamíferos con especies de murciélagos de los géneros *Myotis*, *Lasiurus* y *Tadarida* entre los mejor representados (Galina *et al.*, 1988).

Amenazas

Las actividades son muy limitadas en relación con la ganadería extensiva y extracción de productos forestales. Hay baja densidad de turismo en general, aunque el desarrollo urbano de San José del Cabo y de regiones adyacentes representa una amenaza potencial que, en el mediano plazo, acentuará el aislamiento de la Sierra de La Trinidad y por tanto la discontinuidad de los corredores naturales entre esta serranía y la Sierra de La Laguna.

Oportunidades para su establecimiento

El área, la cual se constituye como una unidad fisiográfica bien definida donde únicamente se desarrolla la selva seca en la región y que adicionalmente presenta en general un buen nivel de conservación, es un excelente lugar para proteger uno de los sitios más interesantes de selva seca en el país por el aislamiento ecológico y evolutivo de las selvas tropicales de la vertiente del Pacífico. Al ser un sitio poco estudiado y en buen estado de conservación es muy probable que el inventario de las especies de plantas y animales en la región produzca el registro de nuevas especies y extensiones de áreas de distribución.

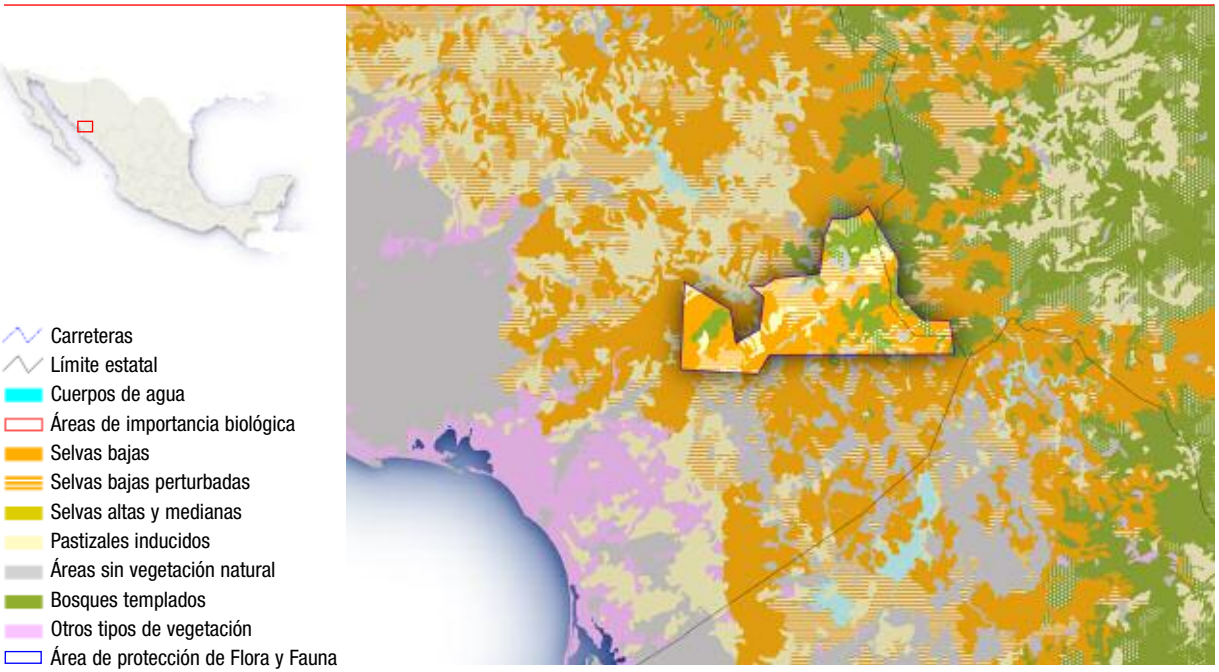


Selva seca. Foto: Ricardo Rodriguez Estrella

Tarántula. Foto: Ricardo Rodriguez Estrella

Sierra Mayo-Yaqui, Sonora y Chihuahua

José Martín E. Haro



Ubicación geográfica

La región abarca desde los 500 msnm en las partes más bajas hasta los 1 800 msnm en los picos y montañas en las postrimerías de la Sierra Madre Occidental. Incluye las regiones hidrológicas (RH), Sonora Sur RH9 Cuenca del Río Mayo, Subcuencas Mayo-Navojoa (9-Aa) y la Sinaloa RH10 en la Cuenca del Río Fuerte, dentro de las subcuencas R. Fuerte. En esta región se encuentra el Área de Protección de Flora y Fauna Sierra de Álamos-Río Cuchujaqui; esta área se localiza en la región sureste del estado de Sonora la cual está conformada por planicies, lomeríos y serranías que forman parte de la Sierra Madre Occidental y montañas adyacentes, dentro del municipio de Álamos. La precipitación media anual está en el intervalo de los 600 a 700

mm. La estación seca comprende de 5 a 8 meses del año, presentándose lluvias invernales. Las temperaturas medias fluctúan de 18 a 24 °C. Los suelos presentes son litosol, feozem y regosol, los cuales se caracterizan por ser suelos rocosos, arenosos y con materia orgánica. Otros suelos presentes de menor cobertura son el vertisol y el fluvisol, caracterizados por ser de consistencia arcillo-arenosa. Entre las localidades cercanas se encuentran Navojoa, Tetajiosa, Álamos, Minas Nuevas, La Aduana, La Labor de Santa Lucía, Güirocoba, Munihuaza, Cochibampo y Agua Caliente.

Coordenadas

El área se localiza entre las coordenadas 27°12'30" - 26°53'09" de latitud Norte y 109°03'00" - 108°29'32" de longitud Oeste.

Tamaño

La superficie del área es de aproximadamente 92 889 hectáreas.

Importancia

La Sierra de Álamos - Río Cuchujaqui fueron decretados como Área de Protección de Flora y Fauna el 19 de julio de 1996.

Es una región con gran diversidad biológica, donde confluyen especies florísticas y faunísticas con límites de distribución más norteños y/o sureños. Asimismo representa, para el Estado de Sonora, el área con mayor número de elementos tropicales con distribución continua hacia el sur, así como el área con mejor estado de conservación. Por otro lado, las Cuencas Hidrológicas de los Ríos Mayo y Yaqui son las principales del Estado, en las cuales hay que realizar múltiples trabajos de conservación y restauración ecológica para lograr la conservación y uso sustentable de los recursos naturales.

La selva seca es el principal tipo de vegetación en el área, se distribuye desde los 300 msnm hasta los 1 100 msnm, presenta ecotonos con el bosque de encino, el cual se localiza desde los 1 000 msnm, dando paso al bosque de pino al llegar a los 1 500 msnm en plena Sierra Madre Occidental. Hasta la fecha se han registrado alrededor de 1 100 especies de plantas vasculares, distribuidas en 148 familias y 566 géneros lo cual representa el 67% de las 220 familias reconocidas para México (Rzedowski, 1991). La selva seca se distribuye en la mayor parte del área y se caracteriza por presentar una mayor proporción de elementos mesófilos e hidromórficos

Iguana verde (*Iguana iguana*). Foto: Gerardo Ceballos

y menor frecuencia de arbustos espinosos y suculentas. La estructura vertical forestal se caracteriza por tener árboles bajos como el torote (*Bursera confusa*) y el palo Brasil (*Haematoxilon brasiletto*), que no exceden de los ocho metros de altura. Algunas especies como el pochote (*Ceiba acuminata*), el torote (*Bursera inopinnata*) y el tepehuaje (*Lysiloma watsonii*) alcanzan de 12 a 18 m de altura; los árboles de mayor talla como el sabino (*Taxodium mucronatum*), el cedro rojo (*Cedrela mexicana*) y algunas especies de higuerillas (*Ficus* sp.) se encuentran en las cañadas a lo largo de los arroyos. Entre las especies más representativas en estos micro-hábitats están algunas lianas como *Arrabidae litoralis* y *Marsdenia edulis*. También se desarrollan algunas epífitas como la orquídea (*Oncidium* sp.) y la bromeliácea (*Tillandsia*

Rosa morada (*Tabebuia rosea*). Foto: Gerardo Ceballos

recurvata), la guásima (*Guazuma ulmiflora*), la uvalama (*Vitex mollis*) y la jarilla (*Jarilla chocola*).

Cabe señalar la ocurrencia de especies que son consideradas nuevos registros para Sonora tales como *Carex* cf. *townsendii*, *Cattleya aurantiaca*, *Diastata tenera*, *Hamelia xorullensis*, *Laennecia pimana*, *Lasiacis procerrima*, *Sideroxylon capiri*, *Odontonema* sp., *Peperonia jaliscana* e *Ipomoea chilopsidis* (endémica local). Existen otras como *Agave polianthiflora* (endémica local), *Mimosa quirocobensis* (endémica local), *Perityle gentryi* (endémica local) que son consideradas raras o de muy baja frecuencia en el área. Se han registrado por vez primera en Sonora algunas especies de las familias Melastomataceae y Podostemaceae, describiéndose además una nueva especie perteneciente al género *Hesperaloe*.

La fauna es distintivamente neotropical, constituyéndose esta área como el límite (sur o norte) para muchas de las especies de vertebrados terrestres. La avifauna es excepcionalmente rica y diversa con 351 especies registradas incluyendo tanto a residentes como migratorias, que representan el 68.85% y 30% de las especies de aves registradas en Sonora y México respectivamente. Algunos ejemplos de la avifauna son la guacamaya verde (*Ara militaris*), la cotorra serrana (*Rhynchopsitta pachyrhyncha*), chachalaca (*Ortalis policephala*), el periquito verde (*Aratinga holochlora*), el águila real (*Aquila chrysaetos*) y el águila pescadora (*Pandion haliaetus*). Los mamíferos suman aproximadamente 101 especies, lo que representa el 67.1% de los mamíferos de Sonora y el 19.9% de los de México. Algunos ejemplos de especies de este grupo son el jaguar (*Panthera onca*), el margay o tigrillo (*Leopardus wiedii*), el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), la ardilla sonorense (*Sciurus colliaei*) y el coatí (*Nasua narica*). Hasta la fecha se han registrado 72 especies de reptiles, lo que a nivel estatal representa el 53.3% y el 10% a nivel

Mapache (*Procyon lotor*). Foto: Gerardo Ceballos

nacional incluyéndose al escorpión (*Heloderma horridum*), la boa (*Boa constrictor*) y la iguana verde (*Iguana iguana*). Por otra parte, se han registrado 20 especies de anfibios que representan el 54% y 6.8% del total registrado en el estado y en el país respectivamente. La ictiofauna esta representada por 14 especies, correspondiendo al 13.7% de los peces registrados para el Estado de Sonora (sin incluir a los peces estrictamente marinos). Los invertebrados son el grupo menos inventariado; no existen datos acerca de este grupo y sólo se pueden mencionar al langostino y el cangrejo de río.

Amenazas

Las amenazas presentes en la región se pueden englobar de la siguiente manera: destrucción o conversión de hábitat, decremento del recurso, presencia de contaminantes, disturbio del hábitat, modificación en los niveles de agua y cambio en los patrones naturales del flujo en los sistemas ribereños. Estas amenazas están directamente relacionadas con las actividades antropogénicas que se realizan en la región, tales como la ganadería extensiva, sin respetar los coeficientes de agostadero recomendados, agricultura de temporal mal planificada, incendios forestales (provocados en su mayoría), extracción inmoderada de agua para consumo humano y agrícola, cacería furtiva, actividades cinegéticas sin control, explotación forestal y minería a cielo abierto.

Oportunidades para su establecimiento

Actualmente se encuentra operando en una porción de la Región Mayo-Yaqui el Área de Protección de Flora y Fauna Sierra de Álamos-Río Cuchujaqui, la cual ha implementado algunas acciones de conservación con la aplicación de recursos financieros y humanos en cinco localidades asentadas en el Área de Protección; el apoyo se ha enfocado en proyectos alternativos productivos en coordinación con las comunidades. Se realizan algunas obras de conservación de suelo, conservación forestal (prevención y combate de incendios) y establecimiento de infraestructura ecoturística utilizando recursos financieros de Proders y PET; asimismo se tiene una estrecha relación con las autoridades municipales de Álamos para trabajos coordinados de conservación y protección de recursos naturales. Por otro lado, existe una propuesta sometida a la Comunidad Europea por parte de la Semarnat-Conanp, de la cual se espera respuesta para el financiamiento a esta área de protección.

Meseta de Cacaxtla, Sinaloa

Yamel Rubio, Horacio Bárcenas y Adrián Beltrán

Ubicación geográfica

La reserva ecológica es compartida por los municipios sinaloenses de San Ignacio y Mazatlán. Los terrenos de la zona integran la subprovincia Llanura Costera de Mazatlán que conforma la provincia fisiográfica Llanura Costera del Pacífico (Castro, 2003). El clima dominante es semiseco, muy cálido (BS1), la temperatura media anual varía de 24 a 26 °C, la precipitación media anual oscila entre los 600 y 800 mm (Arceo, 2003). La orografía es suave, abarca de los 0 a los 380 msnm en sus partes más altas, la cubre la selva seca como principal tipo de vegetación pero también se encuentran otros tipos de comunidades vegetales como mangle, matorral y riparia. Los suelos dominantes son: vertisol pélico de textura fina y litosol (INEGI, 2007). Los poblados

más importantes son Estación Dimas, Barras de Piaxtla, Piaxtla y Guillermo Prieto.

Coordenadas

La meseta se ubica entre las coordenadas extremas de 23°30'30" - 23°46'00" latitud Norte y 106°29'30" - 106°45'45" de longitud Oeste al sur de San Ignacio y norte de Mazatlán.

Tamaño

El área comprende 50 862-31-25 hectáreas de selvas secas.

Importancia

El área natural protegida fue decretada por el gobierno federal el 27 de noviembre del año 2000 bajo la categoría de Área de Protección de Flora y Fauna "Meseta de Cacaxtla".

Selva seca en la Meseta de Cacaxtla. Foto: Yamel Rubio

La reserva, por su magnitud y la diversidad de especies que alberga, es la más importante de Sinaloa; constituye el único ambiente terrestre reconocido con protección oficial federal. Por su topoforma es conocida como mesa o meseta, forma un gran cuerpo cubierto de selva seca que se eleva y extiende a lo largo de la franja costera. Es refugio y santuario para una gran diversidad de fauna silvestre.

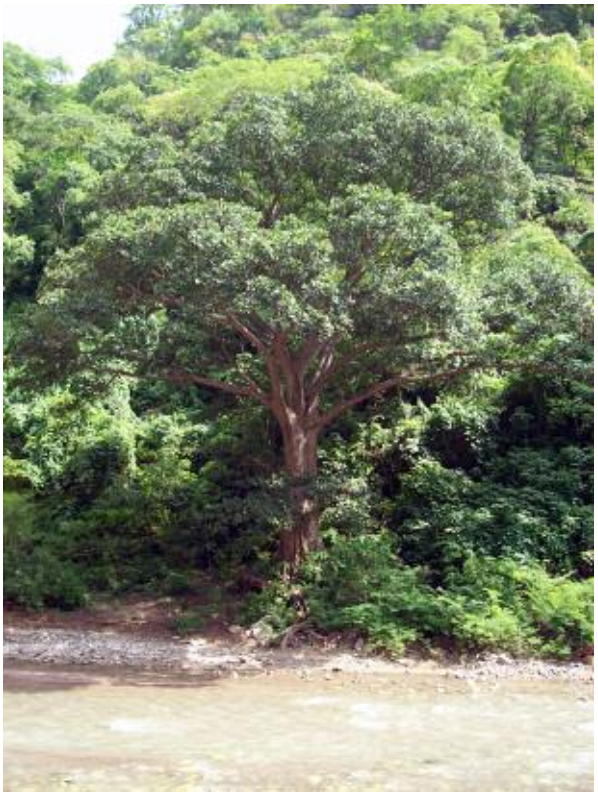
El listado florístico de la meseta describe a 224 especies de plantas correspondientes a 73 familias (Diario Oficial de la Nación, 2000). Entre las especies vegetales dominantes están las amapas (*Tabebuia chrysantha* y *T. pentaphylla*), el palo blanco (*Ipomoea arborescens*), mauto (*Lysiloma diviricata*), la rosamarilla (*Cochlospermum vitaefolium*), sangregados (*Jatropha* spp.), papaches (*Randia echinocarpa*), los papelillos (*Bursera* spp.), mora (*Maclura tinctoria*) y el brasil (*Haematoxylon brasiletto*) (Rubio, 2003). Algunas especies de amapas y papelillos se encuentran dentro de la NOM-059 bajo estatus de amenazadas. La variedad de cactus es interesante, sobre todo aquellos en peligro de extinción que son endémicos de la región como *Mamillaria mazatlanensis* que forma pequeñas agrupaciones globosas sobre terrenos pedregosos.

De acuerdo a Flores y Navarro (1993), Sinaloa es uno de los estados con mayor número de vertebrados endémicos de México y su llanura costera es una zona con alto valor de endemismo para el grupo de reptiles y de valor medio a alto en relación a la riqueza de aves con distribución restringida (Reyna, 2003). Entre las especies representativas de estos grupos están el monstruo de gila (*Heloderma horridum*) (Lavín *et al.*, 2002) y la chara sinaloense (*Cyanocorax beecheii*) (Howell y Web, 1995).

Entre las especies de fauna que sobresalen por su valor ecológico y estético están los felinos, prácticamente se han registrado las seis especies existentes para México. Resalta entre ellas el jaguar (*Panthera onca*), especie en peligro es extinción y emblema de Cacaxtla y de los bosques tropicales secos del municipio de San Ignacio y el sur de Sinaloa (Ceballos y Oliva, 2006;

Escorpión (*Heloderma horridum*). Foto: Yamel Rubio

Navarro *et al.*, 2005) donde se estima que su distribución y abundancia aún son considerables (Medellín, A. com. pers.). Otras especies de felinos amenazadas o en riesgo de extinción en esta sitio son el tigrillo (Leopardus wiedii), ocelote (Leopardus pardalis), el yaguarundi (Puma yagouaroundi) (Semarnat, 2002). Asimismo se encuentran otras especies como el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), pecari (*Tayassu tajacu*), coyote (*Canis latrans*), zorra gris (*Urocyon cinereoargentus*), liebre (*Lepus alleni*), conejo (*Sylvilagus audubonii*) y el armadillo (*Dasypus novemcinctus*) (Ceballos, 2006; González *et al.*, 2002). En el grupo de aves destacan el loro frentiblanca (*Amazona albifrons*), la urraca (*Calocitta collie*), el carpintero (*Melanerpes aurifrons*), el carpintero pitorreal (*Campephilus guatemalensis*), el cernícalo americano (*Falco esparverius*), mosqueros (*Tyrannus crassirostris*), bolseros o calandrias (*Icterus pustulatus*), perlita (*Polioptila caerulea*), chachalacas (*Ortalis poliocephala*), colorines (*Passerina versicolor*) y paloma aliblanca (*Zenaida asiatica*) (Cupul, 2003; Howell y Webb, 1995). Entre los reptiles destaca la serpiente de cascabel (*Crotalus basiliscus*), los roños del género *Sceloporus*, iguanas (*Ctenosaura pectinata*, *Iguana iguana*) y la tortuga de río (*Kinosternon integrum*) (Ramírez, 1994).



Higuera (*Ficus* sp.). Foto: Yamel Rubio

Cabe señalar que hacia el sur de Cacaxtla, antes de llegar al puerto de Mazatlán, se distribuyen una serie de fragmentos de vegetación denominados corredor biológico Mármol-Cerritos con una extensión de 28 km. de largo que cubren 387 ha de bosques los cuales son vitales para la sobrevivencia y reproducción de fauna terrestre y marina como las tortugas marinas que se encuentran en peligro de extinción (*Lepidochelys olivaceae* y *Eretmochelys imbricata*) (Briceño *et al.*, 2002). En esta área, investigadores e instituciones educativas han enfocado esfuerzos importantes para describir y conservar la riqueza biológica que aún permanece en los fragmentos dispersos de cubierta vegetal que incluye la selva seca mezclada con otros tipos

de vegetación como la halófita. Los registros de flora y fauna incluyen algunas especies descritas anteriormente como el venado cola blanca, lince, chachalaca, iguanas, palomas y chara sinaloense.

Amenazas

Una de las principales amenazas es la falta de información y sensibilización entorno a lo que representa un área natural protegida ya que ello conduce a la proliferación de delitos ambientales como la caza y tala inmoderadas, la destrucción de hábitat, el saqueo y tráfico de especies. Otra amenaza son los clareos en los lomeríos derivados también de la siembra de pastos para el ganado vacuno que circunda la región de manera extensiva.

La cacería furtiva es otro elemento negativo constante que afecta las poblaciones de venado cola blanca, liebres, palomas e incluso felinos, como el jaguar y el puma.

Oportunidades para su establecimiento

La Meseta de Cacaxtla, a casi 8 años de su decreto, cuenta con un director de área y un plan de manejo que ha buscado integrar los intereses de los diversos sectores sociales de la región. La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegida en Sinaloa y la Comisión Nacional Forestal se han esforzado para integrar a la población en el manejo adecuado y conservación de sus recursos dentro del polígono de la Meseta de Cacaxtla a través de los programas de empleo temporal que facilitan apoyos económicos a los comuneros; sin embargo es necesario que dichos programas tengan un seguimiento y evaluación para un mayor impacto. El concepto de reserva ecológica esta siendo aceptado por pobladores que son conservacionistas o están preocupados por el mantenimiento de los bosques en pie, lo cual puede impulsar la apropiación de valores ecológicos de conservación y buen uso en la pretensión de contar con una mayor calidad de vida para los pobladores.

Ocelote (*Leopardus pardalis*). Foto: H. Baárcenas y R. Medellín

El Mineral de Nuestra Señora, Cosalá Sinaloa

Yamel Rubio, Adrián Beltrán y Horacio Bárcenas

Ubicación geográfica

La reserva ecológica El Mineral de Nuestra Señora, propiedad de la Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS), se localiza en el Municipio de Cosalá, Sinaloa a 15 km de la cabecera municipal; forma parte de la región Terrestre Prioritaria de San Juan de Camarones (RTP-23). Los principales poblados cercanos son Cosalá, La Estancia, Los Braceros y Santa Ana. Dentro de la reserva esta la comunidad de La Seca.

El tipo de clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano y con un porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2. La temperatura promedio es de 25.36 ºC con una precipitación promedio anual de 836.5 mm. La reserva se localiza en la provincia fisiográfica Sierra Madre Occidental, en la subprovincia denominada Gran Meseta y Cañones Duran-

guenses, que es una sierra alta con cañones. Los suelos predominantes son los litosoles en un 80% y el resto son regosoles (Secretaría de Planeación y Desarrollo, 2001).

Coordenadas

Nuestra Señora, como también se conoce a la zona, se ubica entre las coordenadas geográficas 24º21'-24º25' de latitud Norte y 106º34'-106º39' de longitud Oeste.

Tamaño

El área tiene una extensión de 1 256 ha de selva baja caducifolia.

Importancia

El área fue decretada como Zona Sujeta a Conservación Ecológica el 27 de marzo de 2002 y está bajo jurisdicción estatal (Periódico Oficial del Estado de Sinaloa, 2002).

Desde 1988 se han llevado a cabo estudios biológicos y ecológicos que han derivado en la descripción de al menos 85 especies de árboles incluídos en 39 familias; las más dominantes son Mimosoideae con 10 especies, Moraceae con 6 especies y Euphorbiaceae con 5 especies. Dentro de estas familias se identificaron especies que constituyen recursos alimenticios para la guacamaya verde (*Ara militaris*), especie emblemática de la reserva universitaria que habita y se reproduce en el sitio y que depende de los frutos de las higueras o matapalos del género Ficus que fructifican a lo largo del año. Otros árboles que constituyen su dieta son el haba (Hura poliandra, Euphorbiaceae) y *Lysiloma divaricata* (Mimosoideae) (Rubio, 2001). Entre los árboles más comunes están el mauto (*Lysiloma divaricada*), mora

Guacamaya verde (*Ara militaris*). Foto: Rurik List

(*Maclura tinctoria*), rosamarilla (*Cochlospermum vitaefolium*), sangregados (*Jatropha* spp.), papaches (*Randia echinocarpa*), brasil (*Haematoxylon brasiletto*), colorín (*Erythrina lanata*), cuatro especies de papelillos del género *Bursera*, dos amapas bajo protección especial (*Tabebuia chrysantha* y *T. pentaphylla*) y el cardón de viejo (*Cepahlocereus senilis*) endémico y amenazado de extinción. (Rubio, 2001; Rubio, 2003).

Se ha logrado identificar 133 aves, de las cuales 35 son migratorias, todas incluidas en 39 familias. Las familias más numerosas son Tyrannidae (15), Parulidae (14), Falconidae (7), Columbidae (7), Turdidae (6) y Fringillidae (6). Entre las residentes están algunas en peligro de extinción, identificadas dentro de la NOM-ECOL-059-2001 y en otras listas internacionales, como la guacamaya verde y el vireo gorra negra (*Vireo atricapillus*). Entre los aves amenazadas y bajo protección especial están el halcón fajado (*Falco femoralis*) y el halcón selvático (*Micrastur semitorquatus*). Entre las especies endémicas de la región están el catarino (*Forpus cyanopygius*) y el loro coronalila (*Amazona finschii*) que se encuentra en peligro de extinción. (Howell y Webb 1995; Rubio

Cañón del río Habitas en época de secas y de lluvias. Foto: Yamel Rubio

et al., 2008). Entre los reptiles cabe resaltar el roño espinoso (*Sceloporus horridus albiventris*), el monstruo de gila (*Heloderma horridum horridum*), la boa (*Boa constrictor*), la serpiente de cascabel (*Crotalus basiliscus*), el bejuquillo (*Oxybelis aeneus*) y la coralillo (*Micrurus distans*) (Ramírez, 1994).

Entre los mamíferos resalta la presencia del ocelote (*Leopardus pardalis*) y la onza (*Herpailurus yagouarundi*); existen evidencias que consideran el área como zona de tránsito de el puma (*Puma concolor*) y jaguar (*Panthera onca*), conocidos también como león de la sierra y tigre. También se ha registrado pecari (*Tayassu tajacu*), venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), coatí (*Nasua narica*), zorra gris (*Urocyon cinereoargentus*), zorrillo (*Mephitis macroura*), murciélagos (*Artibeus jamaicensis* y *Tadarida brasiliensis*) (Ceballos, 2006; Medellín, 1997).

Río Hábitats. Foto: Yamel Rubio

Amenazas

La reserva ecológica universitaria ha sido severamente impactada por la industria minera asentada en su interior desde el año 2003. El decreto estatal de protección ha sido relegado en aras del establecimiento de esta industria que no ha resuelto históricamente la marginación del municipio de Cosalá y de la serranía circundante. Minera Cosalá (Scorpio) es la compañía de capital canadiense que no ha respetado los lineamientos básicos del desarrollo sustentable y aún sigue modificando caminos, talando vegetación y generando residuos de todo tipo, lo cual perjudica no sólo los hábitats y especies silvestres, sino los proyectos de académicos de la UAS y los de ecoturismo impulsados por el gobierno municipal y estatal.

Oportunidades para su establecimiento

El área se ubica dentro de la Región Terrestre Prioritaria "San Juan de Camarones" (RTP-23) e Hidrológica Prioritaria "Cuenca Alta del Río San Lorenzo-Minas de Piaxtla"; la protección de estas regiones garantiza la provisión de servicios ambientales por lo que la UAS ha establecido un Laboratorio Natural (Estación de Biología) donde a través de proyectos académicos está realizando investigación y conservación de los recursos naturales. También se cuenta con una estación MoSI de monitoreo de aves neotropicales y una unidad de manejo de vida silvestre (UMA) de guacamaya verde que son administradas por la UAS con el apoyo de Semarnat y los gobiernos locales.

Hay ciudadanos preocupados por conservar el ambiente que participan en los proyectos universitarios y el ecoturismo que se ha implementado por la historia y belleza escénica del sitio.

Llanura costera del Pacífico - Pie de la sierra de Sinaloa

Yamel Rubio, Horacio Bárcenas y Adrián Beltrán

Ubicación geográfica

El área de interés comprende desde la porción central de la subprovincia Llanura Costera de Mazatlán perteneciente a la provincia fisiográfica de la Llanura Costera del Pacífico (Castro, 2003) hasta la subprovincia Pie de la Sierra, colindando en sus partes más altas con la subprovincia Gran Meseta y Cañones Duranguenses que en conjunto conforman la provincia Sierra Madre Occidental. El terreno comprende de los 7 msnm a más de 1 000 msnm en algunas elevaciones cerriles características de la serranía media de Sinaloa. Estos cerros son puntos de referencia para los pobladores, entre los más conocidos está el famoso Cerro de Bernal localizado en el

municipio de San Ignacio y observable desde la costa. Los suelos dominantes son de tres tipos: vertisol pélico de textura fina, litosol y regosol de textura media (INEGI, 2007). La propuesta incluye tres municipios: Elota, Cosalá y San Ignacio.

Existen dos tipos climáticos, en la llanura costera domina el semiseco muy cálido (BS1) con una temperatura media anual que varía de 24 a 26 °C y una precipitación media anual entre los 600 y 800 mm (Arceo, 2003); y en el resto del área el clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano (Aw), la temperatura medial anual está entre los 22 y 26 °C y la precipitación media anual oscila entre los 700 y 1000 mm. Se presentan dos periodos marcados al año, uno lluvioso en verano y parte del otoño y el resto del año seco.

Los poblados más importantes son Rosendo Niebla y Elota en Elota. En San Ignacio se encuentran Estación Dimas, Piaxtla, Ixpalino, Coyotitán y San Ignacio. Los centros más importantes para Cosalá, son la cabecera municipal del mismo nombre y los poblados de Vado Hondo, El Sabinal e Ipucha.

Faldas cerriles dominadas por higueras (*Ficus* sp.) y papelillos (*Bursera* sp.). Foto: Yamel Rubio

Coordenadas

Los vértices de algunas coordenadas extremas del área son 24°40'17" - 23°42'18" de latitud Norte y 106°48'32" - 106°42'32" de longitud Oeste.

Tamaño

El área mide 1 085 516 ha.

Importancia

Aún cuando existen altas tasas de deforestación en la entidad, las selvas secas en Sinaloa albergan una importante riqueza de especies vegetales y animales que por su belleza o rareza son motivo de admiración, además de su consumo en la dieta o en la tradición

herbolaria en algunos poblados serranos. Es relativamente fácil observar especies en peligro de extinción o amenazadas como los grandes felinos, o los grupos de loros y guacamayas verdes surcando el cielo al atardecer. Las selvas de la llanura costera se conectan a la sierra madre occidental mediante lomeríos y cerros que van conformando cordones orográficos que derivan en un gran corredor biológico costero-serrano vital para los movimientos latitudinales que realizan aves y mamíferos siguiendo recursos alimenticios.

Desde el punto de vista biogeográfico las selvas secas de Sinaloa son interesantes, se localizan en el extremo norte de la región neotropical teniendo como un punto de referencia la línea del Trópico de Cáncer que cruza al norte de Mazatlán. La riqueza de árboles es alta y de acuerdo a Gentry (1995) los géneros de árboles más importantes en Sinaloa son *Lysiloma*, *Bursera*, *Acacia*, *Ceiba*, *Caesalpinia*, *Randia* y *Ficus*. Entre las especies vegetales dominantes están el jútamo (*Gyrocarpus americanus*), las amapas (*Tabebuia chrysantha* y *T. pentaphylla*), cacaloxochitl (*Plumeria rubra*), el palo blanco (*Ipomoea arborecens*), mauto (*Lysiloma divaricada*) tepehuaje (*L. acapulcensis*), la rosamarilla (*Cochlospermum vitaefolium*), sangregados (*Jatropha* spp.), papaches (*Randia echinocarpa*), los papelillos (*Bursera* spp.), mora (*Maclura tinctoria*) y el brasil (*Haematoxylon brasiletto*) (Rubio, 2003; Rzedowski, 1994; Vega y Hernández, 1989).

La ubicación geográfica adicionada a la combinación de las características físicas y biológicas de la zona, han generado algunos fenómenos interesantes como el endemismo manifiesto en especies únicas para la llanura costera del Pacífico y de México. Para muestra están algunas aves como la chara sinaloense

Paredones utilizados por la guacamaya verde (*Ara militaris*) para anidar. Foto: Yamel Rubio

(*Cyanocorax beecheii*) y el perico catarino (*Forpus cyanopygeus*) (Arizmendi y Márquez, 2000; Howell y Web, 1995); entre los pequeños mamíferos está el tlacuachín (*Tlacuatzin canescens*) (Ceballos *et al.*, 2006); y entre los reptiles el monstruo de gila (*Heloderma horridum*) es un buen ejemplo (Lavín *et al.*, 2002). Esto justifica, en parte, el lugar que ocupa Sinaloa (8º) entre las entidades federativas del país con respecto a la diversidad de vertebrados endémicos (Flores y Navarro, 1993).

Las estimaciones de la riqueza de mamíferos proponen entre 91 y 112 especies para esta región (Ceballos *et al.*, 2006), pero es necesario aplicar recursos y esfuerzos para definir con mayor precisión esta riqueza y los patrones de endemismos. Además es urgente llevar a cabo estudios para diversos taxa (Sarukhán y García, 2003). Recientemente en esta zona se registraron las seis especies de felinos de la costa a la sierra: el lince (*Lynx rufus*), la onza (*Puma yagouaroundi*), el tigrillo (*Leopardus wiedii*), el ocelote (*Leopardus pardalis*), el puma (*Puma concolor*) y el jaguar (*Panthera onca*) (Bárcenas y Rubio en prep.). Entre las especies de mamíferos comunes están el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), pecari (*Tayassu tajacu*), coyote (*Canis latrans*), zorra gris (*Urocyon cinereoargentus*), liebre (*Lepus alleni*), conejos (*Sylvilagus audubonii*), el armadillo (*Dasypus novemcinctus*) y el coatí (*Nasua narica*) (Ceballos, 2006; González *et al.*, 2002).

En el grupo de aves sobresale la guacamaya verde

Amapa prieta (*Cordia alliodora*). Foto: Yamel Rubio

Mariposa diurna (Orden Lepidoptera). Foto: Yamel Rubio

(*Ara militaris*) y el loro coronalila (*Amazona finschii*); ambas especies en peligro de extinción. Los carpinteros pitorreal sujetos a protección especial (*Dryocopus lineatus*, *Campephilus guatemalensis*), el correcamino (*Geococcix californianus*), la urraca (*Calocitta collie*), las calandrias (*Icterus pustulatus*), el carpintero (*Melanerpes aurifrons*), cernícalo americano (*Falco esparverius*) y los mosqueros (*Tyrannus crassirostris*) también son especies de importancia para el área. Entre los reptiles destaca la serpiente de cascabel (*Crotalus basiliscus*), la boa (*Boa constrictor*), los roños del género *Sceloporus*, iguanas (*Ctenosaura pectinata*, *Iguana iguana*), la tortuga de río (*Kinosternon integrum*) y la tortuga roja (*Rinoclemys rubida perixantha*) (Cupul, 2003; Ramírez, 1994). En los inventarios de insectos falta mucho, pero ya han sido registradas 65 especies de mariposas y polillas y 62 especies de dípteros de las cuales una es endémica (Beltrán *et al.*, 2002).

Amenazas

Originalmente Sinaloa contaba con 2 025 831 ha de selvas tropicales secas, lo que equivale a la tercera parte del territorio estatal pero más del 70% de esta vegetación ha sido perturbada o destruida por diversas actividades mal planeadas o por la tala inmoderada (Rubio y Beltrán, 2003). La tasa de deforestación anual es superior a las 10 000 ha (Semarnat, 2002) y de acuerdo a opiniones profesionales esta cifra a aumentado por el mal manejo de las políticas dirigi-

Tapacaminos (*Caprimulgus ridgwayi*). Foto: Yamel Rubio

Rana parda (*Smilisca baudini*). Foto: Yamel Rubio

das a apoyar a campesinos que talan y siembran pastos en zonas con pendientes mayores a los 45° en predios de Cosalá, San Ignacio y Elota, adicionado a esto la apertura de nuevos caminos, desarrollos mineros agresivos donde además de talar se generan desechos sólidos y líquidos, principalmente en Cosalá, aún dentro de áreas protegidas o prioritarias identificadas por la Conabio (RTP-23) (obs. per.).
Acciones como la caza inmoderada, la destrucción de hábitat, el saqueo y tráfico de especies son elementos cotidianos. En los últimos años otro factor de amenaza lo constituyen los empresarios hoteleros, particularmente algunas familias de gran poder económico en Sinaloa que han acaparado de cientos a miles de hectáreas de estos bosques con fines de promoverlo en un futuro como destinos de gran turismo con infraestructura hotelera de gran nivel, esto en la zona costera de El Patole, San Ignacio.

Oportunidades para su establecimiento

En la parte más serrana de la región se ubica la Región Terrestre Prioritaria de San Juan de Camarones (RTP-23), en el municipio de Cosalá. Además los bosques de esta entidad están considerados como Montaña Prioritaria por la Comisión Nacional Forestal (Conafor). La conservación de las dos cuencas hidrológicas que integran el corredor biológico "Llanura Costera Del Pacífico-Pie De La Sierra De Sinaloa" es de carácter prioritario para Sinaloa, de acuerdo a la Comisión Nacional del Agua (Conagua), para garantizar la producción de agua, generación de oxígeno y de otros servicios ambientales que permitan una calidad de vida aceptable para los pobladores.

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) y la Conafor, están aplicando recursos económicos y asesoría a los pobladores para integrarlos en procesos de buen manejo y conservación de sus recursos, esto a través de programas de empleo temporal. Los gobiernos locales, grupos de ciudadanos e instituciones educativas están preocupados por conservar el ambiente ya que el impacto de la deforestación llega con la presencia de temperaturas extremas a lo largo del año y con la escasez del recurso agua. Sólo a 12 km. al sureste de la cabecera municipal de Cosalá, que es destino turístico colonial, se ubica la reserva ecológica de jurisdicción estatal "Zona Sujeta a Conservación Ecológica el Mineral de Nuestra Señora", espacio que pertenece y maneja la Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS), donde se llevan a cabo proyectos de investigación, conservación, cultura ambiental y ecoturismo.

Es necesaria una mayor investigación de los recursos biológicos del área; instituciones como la UNAM, UMICH y UAS están dirigiendo esfuerzos en ello. La presencia de pobladores conservacionistas empieza a tener impacto positivo al promover acciones de protección para la flora y fauna, además de participar con investigadores y académicos en proyectos de participación comunitaria.

Cuenca Alta del Río Santiago, Jalisco, Zacatecas, Nayarit y Durango

Mario Sousa y Esteban Martínez

Ubicación geográfica

Son una serie de cañones al noreste del Estado de Jalisco, aunque por la falta de carreteras se llega por Zacatecas y San Luis Potosí. Entre los poblados más cercanos se pueden mencionar Río Bolaños, Bolaños y Lázaro Cárdenas.

Coordenadas

22°90' - 20°84' latitud Norte y 104°82' - 103°47' longitud Oeste.

Tamaño

La región es muy extensa y abarca cerca de 80 000 hectáreas.

Importancia

Son selvas secas que se distribuyen desde los 400 msnm hasta los 2300 msnm donde inician los encinares (Rzedowski y McVaugh, 1966). Es una zona muy poco estudiada aunque existen colectas desde 1897 por Goldman (1951) y E.W. Nelson. En las pocas colectas llevadas a cabo se encontraron desde su inicio cuatro especies nuevas en sólo dos familias, en los géneros *Lonchocarpus*, *Harpalyce*, *Esenbeckia* y *Brongniartia*.

A pesar de que no existe un inventario formal del área, de acuerdo a bases de datos de la Conabio hay alrededor de 67 especies de mamíferos como el ratón tlacuache (*Tlacuatzin canescens*), coyote (*Canis latrans*) y jaguar (*Panthera onca*). Entre las aves se han registrado a *Calocita formosa*, *Passerina leclancherii* y *Amazona finschii*. En cuanto a la herpetofauna, las especies de probable existencia son *Aspidoscelis communis*, *A. lineattissima*, *Anolis nebulosus*, *Exerodonta smaragdina* y *Pachymedusa dacnicolor*.

Amenazas

Actualmente hay extracción de plomo en la región con el consecuente problema de contaminación y acarreo de este metal.

Oportunidades para su establecimiento

Por el paisaje que presenta y su ubicación geográfica

Barcino (*Cordia eleagnoides*). Foto: Gerardo Ceballos

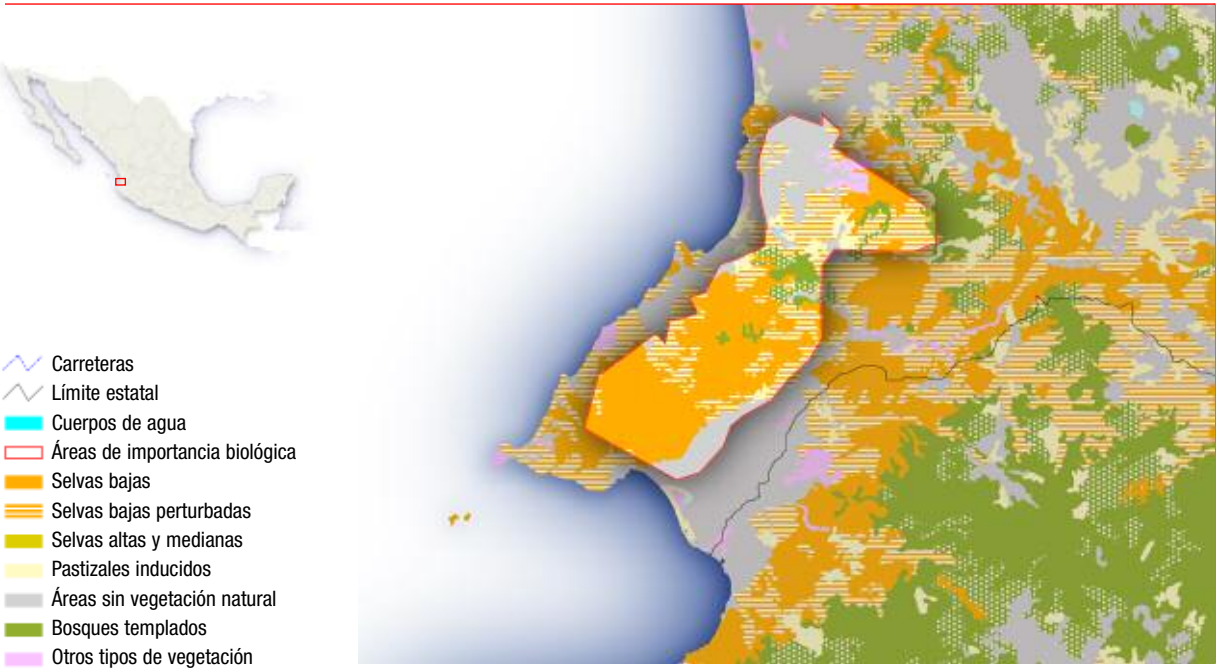
Culebra (*Tropidodipsas annulifera*). Foto: Andrés García

se sugiere como área importante para la conservación. Se propone el área porque se considera que debe contener un alto número de especies endémicas; solo se han estudiado algunos ejemplares de las familias Leguminosae y Rutaceae y aún no existen trabajos sistemáticos de colecta. Existen pocos asentamientos humanos y éstos presentan un número reducido de habitantes debido a la migración hacia los Estados Unidos; por esta razón sería posible establecer un plan de manejo. Dada la escasa información de esta área es imprescindible establecer estudios de flora y fauna para determinar su importancia.

Sapo (*Ollotis marmoreus*). Foto: Jesús Pacheco

Sierra de Vallejo, Nayarit

Lourdes Martínez y Gerardo Ceballos



Ubicación geográfica

La Sierra de Vallejo se encuentra en la zona sur del Estado de Nayarit y ocupa parte de la provincia Sierra Madre del Sur y la subprovincia Sierras de la Costa de Jalisco y Colima.

Posee una topografía muy accidentada y un alto grado de desarrollo de redes de ríos y arroyos: se continúa hacia el suroeste con topografía semejante y es responsable de la formación de una línea de costa o litoral muy accidentada, con bahías estrechas y acantilados hasta Punta Mita. (Conservación Internacional, www.conservacion.org.mx/pages/ archivos.html)

El área presenta suelos de tipo feozems y regosoles y queda comprendida dentro de las regiones hidrológicas RH-14 Ameca y RH-13 Huicicila; de manera que los principales ríos que abastecen el agua

en la región son Ameca, Huicicila, San Blas e Ixtapa.

El clima predominante es cálido subhúmedo con lluvias en verano. La precipitación total anual es superior a 1,200 mm y la temperatura media anual mayor a 22 °C. (Conservación Internacional, www.conservacion.org.mx/pages/archivos.html)

La Sierra de Vallejo se encuentra en los municipios de Compostela y Bahía Banderas, Nayarit.

Coordenadas

El área se encuentra entre las coordenadas extremas 20°8' - 21°8' latitud Norte y 104°97' - 105°17' - longitud Oeste.

Tamaño

La superficie total propuesta a proteger es de 65 932 hectáreas.

Importancia

La Sierra de Vallejo es un área de especial interés debido a la mezcla de tipos de vegetación presentes, los cuales tienen tanto afinidad tropical como subtropical. Entre los tipos de vegetación de afinidad tropical se encuentran la selva mediana, selva mediana subcaducifolia, selva baja caducifolia, selva baja espinosa, el manglar, el palmar y la vegetación halófila.

La selva mediana subcaducifolia tiene un estrato superior con árboles de más de 20 m de altura, se encuentra en zonas bajas o protegidas en cañones de las sierras de Sayula, San Juan y de Vallejo en Bahía de Banderas, Compostela, San Blas y Tepic. Las especies de árboles característicos presentes son: *Bursera simaruba*, *Brosimum alicastrum*, *Castilla elastica*, *Ceiba pentandra*, *Cedrela odorata*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Ficus glabrata*, *Hura polyandra*, *Hymenea courbaril*, *Inga* spp., *Nectandra salicifolia*, *Orbignya guacuyule*, *Pseudobombax ellipticum* y *Swartzia simplex*. Los arbustos o árboles pequeños están representados por *Acacia glomerosa*, *Calliandra magdalenae*, *Eugenia acapulcensis* e *Hippocratea acapulcensis*, entre otras. Por último, entre las hierbas, bejucos y epífitas se encuentran *Lygodium venustum*, *Anthurium* sp. y *Aechmea bracteata*. Las selvas medianas subcaducifolias conservadas se encuentran en las zonas de mayor pendiente donde los terrenos no son propicios para los cultivos ni para el ganado. (Conservación Internacional, www.conservacion.org.mx/pages/archivos.html)

En cuanto a la selva baja, las especies características presentes son *Acacia hindisii*, *Bursera arborea*, *B. bipinnata*, *Croton draco*, *Colubrina triflora*, *Ficus trigonata*, *Fraxinus udhei*, *Hura polyandra*, *Inga eriocarpa*, *Leucaena macrophyla*, *Lysiloma acapulcensis*, *L. divaricata*, *Pithecellobium dulce*, *Plumeria rubra*, *Randia aculeata* y *R. laevigata*. En el estrato arbustivo se encuentran *Chamaedorea pochutlensis*, *Conosegia xalapensis*, *Croton panamensis*, *Mimosa albida*, *Nopalea* spp. y *Psidium guajava*, entre otras. Las comunidades de selva seca relictas abundan en las sierras al sur de Compostela y la alteración de estas selvas, por lo general, se ha realizado para la introducción de pastizales inducidos. En las zonas de suelos con poca pendiente las comunidades de selva seca han sido alteradas en forma drástica para transformarlas en

zonas de cultivos de temporal.

Los bosques de encino son comunidades presentes también y dominadas por encinos (*Quercus* spp.). Los bosques de encino se encuentran, por lo general, en altitudes entre 600 a 1 000 msnm, aunque, en zonas como la Sierra de San Juan, se desarrollan encinares a los 300 m de altitud.

La vegetación de galería se establece a lo largo de los cauces de ríos. En esta región se encuentra en áreas de mayor humedad a lo largo de ríos estacionales y en menor grado en los ríos permanentes. Las especies más comunes en las partes altas pertenecen al género *Salix* y también se registra *Taxodium mucronatum;* mientras que en la parte tropical se encuentran árboles pertenecientes a los géneros *Ficus*, *Pithecellobium*, *Inga* sp. e *Hippocratea*.

Finalmente los pastizales inducidos se encuentran en áreas asociadas a selva seca, bosques de encino y bosques de pino. Las especies de pastos generalmente no son introducidas, sino nativas que se promueven para actividades pecuarias a partir de aclareos en los bosques.

Las especies vegetales presentes en el área y que se encuentran en alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059 son *Bursera arborea*, *Tabebuia chrysantha*, *Tillandsia seleriana* y *Zamia loddigessi* (especies amenazadas) y *Orbiynya guacuyule* (especie en peligro de extinción).

En cuanto a la fauna del lugar se ha reportado la presencia de especies de herpetofauna como *Tlalocohyla smithii*, *Smilisca baudinii*, *Ollotis marmorea*, *Anolis nebulosus*, *Boa constrictor*, *Kinosternon integrum*, *Cnemidophorus sacki*, *Ctenosaura pectinata*, *Eumeces parvulus*, *Hemidactylus frenaus*, *Phyllodactylus lanei*, *Iguana iguana*, *Sceloporus utiformis*, *Leptodeira maculata*, *Gerrhonotus liocephalus*, *Sceloporus jarrovi*, *Nerodia melanogaster* y *Lampropeltis triangulum*, entre otros.

Entre las especies de avifauna reportadas para Sierra de Vallejo se encuentran *Buteo swainsoni* (aguililla), *Buteogallus anthracinus* (aguililla negra), *Parabuteo unicintus* (aguililla rojinegra), *Tigrisoma mexicanum* (garza tigre), *Mycteria americana* (cigüeña americana), *Falco peregrinus anatum* (halcón peregrino), *Melanotis caerulescens* (verdugo), *Oporornis tolmiei* (verdin), *Ara militaris* (guacamaya verde).

Los mamíferos se encuentran bien representados en el área reportándose la presencia de especies como jaguarundi (*Herpailurus yagouaroundi*), ocelote (*Leopardus pardalis*), margay (*L. wiedii*), jaguar (*Panthera onca*), coyote (*Canis latrans*), zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), nutria de río (*Lontra longicaudis*), musaraña (*Megasorex gigas*), zorrillo pigmeo (*Spilogale pygmaea*), ratón de abazones (*Liomys pictus*), ardilla (*Sciurus colliaei*), tlacuache (*Didelphis virginiana*), y los murciélagos (*Glossophaga soricina*, *Balantiopteryx plicata*, *Artibeus jamaicensis*, *Artibeus phaeotis*, *Desmodus rotundus*, *Mormoops megalophylla*, *Myotis fortidens*, *Artibeus lituraum* y *Rhogeessa parvula*).

Amenazas

Las principales amenazas para esta área son las prácticas agrícolas y ganaderas intensivas, el uso de agroquímicos que a largo plazo modifican las cualidades

de los suelos, y el desarrollo de complejos turísticos que involucran la destrucción del ecosistema al construirse infraestructuras y edificios.

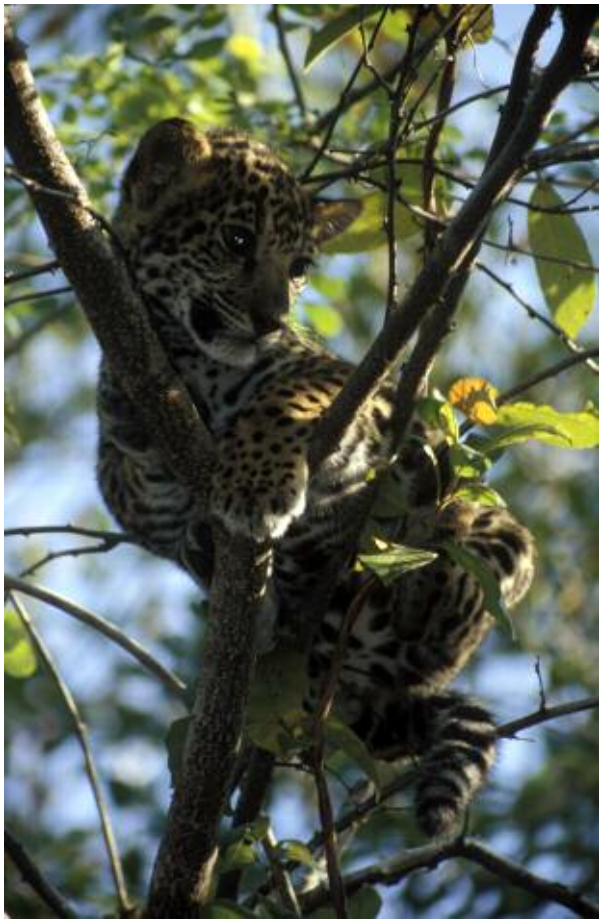
Asimismo, el crecimiento de la población ha propiciado el aumento en la producción de desechos sólidos, la contaminación del agua, el cambio de uso de suelo, la introducción de especies de animales y plantas que desplazan a las especies nativas, el comercio de especies, entre otros; lo cual contribuye de manera importante en el deterioro de los servicios ambientales y funcionamiento del ecosistema.

Oportunidades para su establecimiento

En un esfuerzo conjunto porque la Sierra de Vallejo sea decretada como Área Natural Protegida, Conservación Internacional, A.C., el Instituto Nayarita para el Desarrollo Sustentable (Inades), el Instituto Nacional de Geografía e Informática (INEGI) Nayarit, y la Asociación civil Hombre Jaguar Nayarit, A.C. (Hojanay) elaboraron un estudio justificativo de la importancia del área.

En la Sierra de Vallejo existe un área de 2000 hectáreas que fue decretada Santuario del Jaguar y se están realizando proyectos de investigación sobre la densidad del jaguar y sus presas, así como de educación ambiental, fortalecimiento comunitario, participación social y desarrollo sustentable (Chávez, y Ceballos, 2006).

Es importante que el desarrollo turístico en el área sea sustentable a largo plazo y que las comunidades locales estén involucradas en los proyectos para que también pueda ser una fuente de ingresos para ellos y no solo para las empresas hoteleras. Asimismo, estos desarrollos turísticos deben cumplir con todos los requerimientos que establece la ley de manera que no tengan impactos negativos en el ecosistema.



Jaguar (*Panthera onca*). Foto: Gerardo Ceballos

Cabo Corrientes-Río Ameca, Jalisco

Jorge H. Vega Rivera y Mauricio A. Quesada

Ubicación geográfica

La región ocupa parte de las provincias biogeográficas denominadas Costa del Pacífico y Eje Volcánico, de las provincias fisiográficas Sierras de la Costa de Jalisco y Sierras Neovolcánicas Nayaritas, y de las ecorregiones Selvas Secas de Jalisco y Nayarit, Bosques de Coníferas y Encinos del Sistema Neovolcánico Transversal, y Selvas Secas de Sinaloa y Bosques de Coníferas y Encinos de la Sierra Madre Occidental. Los climas predominantes son el tropical cálido subhúmedo, semiárido y templado. La precipitación anual (500 a 2 500 mm) y la temperatura media anual (12 a 22 °C), varían dependiendo de la altitud y la estación del año. Algunas de las localidades cercanas más importantes incluyen Puerto Vallarta, Las Juntas y El Tuito, en Jalisco; y

Bucerías, Punta de Mita, San José del Valle y San Juan de Abajo en Nayarit.

Coordenadas

El área se ubica dentro de las coordenadas extremas 20°12' - 21°05' latitud Norte y 105°04' - 105°68' longitud Oeste.

Tamaño

Esta región tiene una superficie aproximada de 840 000 hectáreas.

Importancia

Esta región ya ha sido reconocida como prioritaria para la conservación e incluye parte de las regiones terrestres prioritarias (regiones caracterizadas por la presencia de una riqueza ecosistémica e integridad biológica significativa) Sierra Vallejo-Río Ameca y Chamela-Cabo Corrientes. Aunque no incluye ninguna Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA), se sitúa justo al sur de la AICA Reserva Ecológica Sierra de San Juan y al norte de las AICA Presa Cajón de Peñas y Chamela-Cutzamala.

Selva mediana. Foto: Gerardo Ceballos

Esta región también se considera como un área crítica de conservación para mamíferos mexicanos con distribución restringida (Arita y Ceballos, 1997; Ceballos *et al.*, 1998).

El gradiente altitudinal y la complejidad topográfica resultan en una gama importante de tipos de vegetación entre los que destacan la selva mediana subcaducifolia (31%), los bosques de pino y encino (30%), y las selvas bajas caducifolias y subcaducifolias (13%). De hecho esta región podría considerarse como la más importante en el Pacífico mexicano en cuanto a la extensión y condiciones poco alteradas de las selvas medianas y bajas.

Guacamaya verde (*Ara militaris*). Foto: Gerardo Ceballos

La vegetación principal de esta región, entre el nivel del mar y los 600 msnm, es de selva caducifolia y subcaducifolia. Algunas de las especies de árboles más comunes incluyen *Bursera arborea*, *Plumeria rubra*, *Pseudobombax ellipticum*, *Cecropia* spp., *Hura polyandra*, *Tabebuia rosea*, *Tabebuia donnell smithii*, *Comocladia engleriana*, *Orbignya guacuyule*, *Sabal rosei*, *Ficus* spp., y *Pachycereus pecten-aborigyinum*. En elevaciones superiores a los 600 msnm la vegetación cambia drásticamente a un bosque de encino (*Quercus* spp.) y luego en la cima de la sierra se encuentran bosques monoespecíficos de pino (*Pinus* spp.). Acorde con otros listados de la flora descritos para la región (Lott, 1993; Lott y Atkinson, 2006; Lott *et al.*, 1987), se estima que debido a la diversidad de hábitats existen más de 1100 especies en más de 120 familias de plantas. Además, se espera que exista un gran número de endemismos propios de la región (Gentry, 1995). El conocimiento de la historia natural y la ecología de la mayoría de especies que ocurren en la región han sido prácticamente inexplorados.

La diversidad faunística de la región no ha sido evaluada, pero por la variedad de ecosistemas que incluye y las listas de especies publicadas de hábitats similares del Pacífico, es indudable que la riqueza de especies es significativa, incluyendo un número importante de especies endémicas (E) y de especies amenazadas o en peligro de extinción (P). Hay numerosas especies endémicas de posible ocurrencia

en esta región; entre los anfibios y reptiles están ranas y sapos *(Syrrhophus modestus* E/P, *Leptodactylus melanonotus* E/P, *Dendropsophus sartori* E/P, *Hyla smaragdina* E/P, *Exerodonta smaragdina* E/P, *Pachymedusa dacnicolor* E/P, *Triprion spatulatus* E/P), tortugas *(Kinosternon integrum* E/P, *Rhinoclemmys rubida* E/P), lagartijas *(Coleonyx elegans* E/P, *Anolis nebulosus* E/P, *Ctenosaura pectinata* E/P, *Sceloporus melanorhinus* E/P), y culebras *(Clelia scytalina* E/P, *Conophis vittatus* E/P, *Dipsas gaigaea* E/P y *Drymarchon melanurus* E/P). Entre las aves están el halcón peregrino (*Falco peregrinus*, P), la Aguililla-negra menor (*Buteogallus anthracinus*, P), *B. urubutinga* (P), Aguililla-negra mayor (*Buteo albonotatus*, P), chachalaca (*Ortalis wagleri*, E), la pava cojolita (*Penelope purpurascens*, P), y la guacamaya verde (*Ara militaris*, P).

Entre los mamíferos, hay murciélagos (*Musonycteris harrisoni* E/P, *Leptonycteris curasoae* P, *Myotis fortidens* E y *Rhogeessa parvula* E), puma (*Puma concolor*, P), jaguar (*Panthera onca*, P), ocelote (*Leopardus pardalis*, P), zorrillo pigmeo (*Spilogale pygmaea*, E/P), ardilla (*Sciurus colliaei*, E), y conejo (*Sylvilagus cunicularius*, E).

Amenazas

Entre las amenazas actuales y potenciales más importantes en la región se pueden citar: la deforestación con fines agrícolas y ganaderos (aprox. 24% del área total para 1991, pero seguramente está incrementándose), el desarrollo turístico, actividades mineras en algunos sitios, el tráfico y la explotación ilegal de especies silvestres y la contaminación de ríos.

Oportunidades para su establecimiento

La selección de esta región como área prioritaria se basó en varios aspectos entre los que destacan la presencia de extensiones considerables de vegetación poco perturbada, una gran riqueza de especies de plantas vasculares y vertebrados, y la presencia de un

Jaguar (*Panthera onca*). Foto: Gerardo Ceballos

número importante de especies endémicas y amenazadas o en peligro de extinción. Es también un hábitat de invernación de aves migratorias y zona de reproducción de moluscos y tortugas marinas. Además, la región es muy importante por los servicios ambientales que proporciona a las poblaciones humanas (captación de agua, recreación, etc.).

Se desconocen los detalles del tipo de tenencia de la tierra, pero parece incluir mayormente tierras privadas y ejidales, y en menor extensión, tierras federales. De acuerdo al mapa publicado por la Comisión de Áreas Naturales Protegidas, en la región no se ha establecido ningún tipo de área protegida.

Islas Marías

Lourdes Martínez, Edgard Mason-Romo y Gerardo Ceballos

Ubicación geográfica

Las islas Marías son un archipiélago formado por tres islas: María Madre, María Magdalena y María Cleofas, y el islote San Juanito; se localiza aproximadamente a 116 kilómetros de Punta Mita, en la porción más norteña de la Bahía de Banderas, Jalisco, en el Pacífico mexicano.

El origen del archipiélago se remonta al Plioceno medio cuando se separó del continente. Se sabe que el archipiélago es continental y no oceánico ya que carece de un canal profundo que lo separe del continente (Zwiefel,1960); asimismo, la ausencia de especies de reptiles y anfibios endémicos del archipiélago sugiere poco tiempo de esta separación (Casas-Andreu, 1992) estimándose que ocurrió aproximadamente hace cinco millones de años (Lenz,1995).

Presentan elevaciones que van desde los 45 msnm en San Juanito, hasta los 616 msnm en María Madre. María Magdalena presenta una elevación de 457 msnm y María Cleofas tiene un pico de 402 msnm. El clima de las Islas Marías es semiárido con lluvias en verano y la precipitación anual promedio es de 617 mm. La temporada de lluvias se presenta entre los meses de junio y octubre mientras que la temporada de secas es de noviembre a mayo (Casas-Andreu, 1992). La temperatura media anual es de 24.2 °C presentándose una temperatura máxima de 36 °C y una mínima de 12 °C.

Coordenadas

La Reserva de la Biosfera Islas Marías se encuentra delimitada por cuatro vértices ubicados de la siguiente manera: vértice 1: 22°04'00'' latitud Norte 106°40'00'' longitud Oeste; vértice 2: 21°20'00''

Selva seca con matorral crasicaule. Foto: Luis Guillermo Muñoz Lacy

latitud N 105°54'00'' longitud O; vértice 3: 20°58'00'' latitud N 106°16'00'' longitud O; vértice 4: 21°42'00'' latitud N 107°03'00'' longitud O. Se encuentra entre los 20°58'- 22°04' de latitud N y 105°54' - 107° 03' longitud O, en el Océano Pacífico (Secretaría de Gobernación, 2000)

Tamaño

En hectáreas y en orden descendente: María Madre (641), María Magdalena (284), María Cleofas (74.2) y San Juanito (74.2)

Importancia

Estas islas y una gran extensión del medio marino conformado por 641 284 hectáreas fueron declaradas el 22 de noviembre de 2000, Área Natural Protegida con carácter de Reserva de la Biosfera.

La vegetación predominante es selva seca y selva

Selva mediana subperennifolia. Foto: Luis Guillermo Muñoz Lacy

mediana subperennifolia llegando a presentarse árboles de hasta 35 m de altura en todas las islas, con excepción de San Juanito donde la vegetación es principalmente selva seca con selva baja espinosa. Asimismo se presentan dunas costeras y a lo largo del litoral de María Magdalena se encuentran manglares (Casas-Andreu,1992). En el archipiélago se encuentran 398 especies de plantas (Lenz,1995) divididas en 80 familias y 255 géneros, de las cuales 18 especies son endémicas a las islas, algunos ejemplos son: *Dendropanax insulare*, *Aristolochia tresmariae*, *Cordia insularis*, *Forchammeria sessilifolia*, *Acalypha verbenacea*, *Astrocasia peltata*, *Croton roxannae*, *Euphorbia tresmarias*, *Gymnanthes insolita*, *Ateleia insularis*, *Salvia allena*, *Esenbeckia nesiotica*, *Zanthoxylum ferrisiae*, *Z. insularis*, *Z. nelsoni*, *Matayha spendioides* y *Carpodiptera marianum*.

En el archipiélago se ha reportado la presencia de alrededor de 120 especies de aves (Grant y Cowan, 1964; Grayson,1871; Jehl, 1974; Northern, 1964; Stager,1957) entre las que se encuentran 11 subespecies endémicas de la isla: *Amazona orathryx tresmariae*, *Amazilia rutila graysoni*, *Buteo jamaicensis fumosus*, *Cardinalis cardinalis mariae*, *Cynanthus latirostris lawrencei*, *Forpus cyanopygius insularis*, *Icterus pustulatus graysonii*, *Granatellus venustus francescae*, *Parula pitiayumi insularis*, *Thryothorus felix lawrencei* y *Turdus rufopalliatus graysoni*. Así como varias especies endémicas de México: *Callipepla douglasii*, *Melanotis caerulescens* y *Vireo hypochryseus*.

Conejo de las Islas Marías (*Sylvilagus graysoni graysoni*). Foto: Luis Guillermo Muñoz Lacy

En el caso de los mamíferos las islas cuentan con alrededor de veinte especies (Álvarez-Castañeda y Méndez, 2005a; Álvarez-Castañeda y Méndez, 2005b; Arita y Ceballos, 1997; Ceballos y Navarro, 1991; Ceballos y Oliva, 2005; Cervantes, 1997; Nelson, 1899; Wilson, 1991). Destacan *Tlacuatzin canescens insularis* (Zarza *et al.*, 2003), *Myotis findleyi*, *Oryzomys nelsoni*, *Peromyscus madrensis*,

Procyon insularis, *Sylvilagus graysoni* y cuatro subespecies de murciélagos (*Macrotus waterhousii bulleri*, *Natalus stramineus mexicanus*, *Lasiurus blossevillii teliotis* y *Rhogeessa parvula parvula*) por ser todas éstas especies endémicas de las islas. Tanto en las playas y canales como en las costas cercanas se han avistado cinco especies de mamíferos marinos: *Stenella longirostris*, *Stenella attenuata*, *Tursiops truncatus aduncus*, *Megaptera novaeangliae* y *Zalophus californianus*.

Se han registrado tres especies de anfibios: *Ollotis mazatlanensis* (presente en María Madre), *Syrrhophus modestus pallidus* (presente en María Magdalena) y *Smilisca baudinii* (presente en María Madre). Hay 27 especies de reptiles entre las que se encuentran tortugas (*Kinosternon integrum*, *Chelonia mydas* y *Eretmochelys imbricata*), iguana negra (*Ctenosaura pectinata*), lagartijas (*Urosaurus ornatus* y *Anolis nebulosus*), boa (*Boa constrictor*), cantil (*Agkistrodon bilineatus*), serpientes (*Dryadophis melanolomus*, *Drymarchon melanurus* y *Oxybelis aeneus*) y cocodrilo (*Crocodylus acutus*; Casas-Andreu, 1992). Cabe mencionar que Casas-Andreu (1992) sólo reporta una subespecie de reptil endémico a las islas *Aspidoscelis communis marianum*, siendo esto contrastante con el número de especies y subespecies endémicas de otros taxa presentes en las islas.

Hay 52 especies de insectos psocópteros, de los cuales siete son endémicos a las islas (*Cerobasis* spp; *Musapsocus* sp; *Liposcelis* spp; *Caecilius* sp); el autor también compila un listado de los insectos presentes en el conjunto insular (García,1986).

Existen numerosos peces, corales y gorgonáceas y el arrecife rocoso es muy importante debido a la alta biodiversidad que presenta; existen bajos con profundidades que oscilan entre 9 y 70 metros.

Actualmente la isla María Madre es la única isla del archipiélago que está habitada ya que en ella se encuentra la Colonia Penal Federal Islas Marías esta-

Iguana negra juvenil (*Ctenosaura pectinata*). Foto: Luis Guillermo Muñoz Lacy

blecida desde 1905 por Porfirio Díaz (Álvarez Licona, 1998)

Amenazas

Las islas constituyen una zona de gran importancia para la conservación debido a la cantidad de especies endémicas y/o amenazadas que habitan en ellas o sus cercanías, por lo cual se sugiere como una zona prioritaria para la conservación, específicamente, de las aves (Townsend y Navarro-Siguenza, 1999) y los mamíferos (Ceballos y García, 1995; Ceballos *et al.*, 1998). Este conjunto insular ha sufrido diversos disturbios antropogénicos desde hace más de un siglo (Nelson, 1899) por lo que las condiciones de su fauna y flora son sumamente delicadas y frágiles y por lo tanto es fundamental incrementar la protección en el archipiélago y sus cercanías. En las islas existen plantas amenazadas y bajo protección especial que incluyen desde árboles de selvas secas como *Bursera arborea*, mangles como *Conocarpus erecta* y *Rhizophora mangle*, así como un grupo que se encuentra amenazado de manera general, las cícadas; en las islas se encuentran *Zamia loddigessi* y *Z. paucijuga*, ambas protegidas por la legislación (Semarnat, 2002).

La isla María Madre ha sido la más afectada por los procesos antropogénicos. El establecimiento de la colonia penitenciaria ha tenido profundos efectos en la biota de esta isla; la introducción de especies exóticas (ratas, gatos y cabras) ha causado disturbios

Tirano tropical (*Tyrannus melancholicus*). Foto: Luis Guillermo Muñoz Lacy

Murciélago (*Bauerus dubiaquercus*). Foto: Brook Fenton

muy importantes en la isla al grado de haber causado la extinción de *Oryzomys nelsoni* (Ceballos y Navarro, 1991; Ceballos y Oliva, 2005; Ceballos y Rodríguez, 1993; Ceballos *et al.*, 2002; Wilson, 1991) y la grave disminución (casi al nivel de extinción) de las poblaciones de *Peromyscus madrensis*. El mismo caso ha sucedido con *Procyon insularis* y *Sylvilagus graysoni*, los cuales dejaron de ser muy comunes en la isla y están en peligro de extinción y amenazados, respectivamente (Semarnat, 2002); esto debido también a la cacería, comercio y deforestación (Ceballos y Navarro, 1991; Ceballos y Oliva, 2005; Ceballos *et al.*, 2002; Wilson, 1991).

En el caso de los reptiles, la introducción de especies, el comercio local y la cacería (a pesar de estar restringida) han causado una grave disminución en las poblaciones de *Ctenosaura pectinata*, *Boa constrictor*, *Eretmochelys imbricata* y *Kinosternon integrum*; esta última restringida a un solo arroyo en esta isla y que por lo tanto presenta densidades bajas en su población. Asimismo, varias especies de serpientes y lagartijas que tienen hábitos altamente especializados se encuentran amenazadas debido a la destrucción de su hábitat (Casas-Andreu, 1992).

La extracción con fines comerciales es una amenaza para las dos subespecies de psitácidos endémicos de las islas: *Amazona orathryx tresmariae* y *Forpus cyanopigius insularis* (Wright *et al.*, 2001). Este problema es mayor en María Madre debido a la presencia de los asentamientos humanos permanentes.

La introducción de especies exóticas ha sido un problema en María Magdalena a partir de la introducción de cabras y venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en la isla a principios del siglo XX (Wilson, 1991). Esto ha causado daños muy evidentes en la vegetación y fauna de la isla (Casas-Andreu, 1992; Wilson, 1991) y algunas de las especies más afectadas son: *Sylvilagus graysoni*, *Procyon insularis* y *Peromyscus madrensis*. Una especie de mamífero marino (*Zalophus californianus*) se registró en el pasado en las costas de la isla y actualmente se encuentra extirpado de ellas. La presencia de gatos llevados desde María Madre también ha causado decrementos en las poblaciones de las aves, especialmente las endémicas de las islas (ej. *Buteo jamaicensis fumosus*, *Cardinalis cardinalis mariae*, *Parula pitiayuma insularis*, *Icterus pustulatus graysonii* y *Cynanthus latirostris lawrencei*) todas ellas en alguna categoría de protección (Semarnat, 2002).

María Cleofas es, al parecer, la isla menos perturbada de este archipiélago (Stager, 1957; Wilson, 1991); no se han encontrado especies introducidas, aunque eso puede ser solo cuestión de tiempo y no existen tampoco poblaciones humanas permanentes en ella. Su vegetación está menos dañada que en María Madre y María Magdalena (Casas-Andreu, 1992; Wilson, 1991). San Juanito, que presenta diferencias de origen natural en su vegetación y su fauna respecto a las otras islas, al parecer no tiene amenazas tan graves como María Madre y María Magdalena pero, a diferencia de María Cleofas, San Juanito si ha tenido una historia de disturbios por el transporte de hojas de henequén que se cultivaba en María Madre y se transportaban para su embarque

en San Juanito, lo cual causó fragmentación en la vegetación (Zwiefel, 1960). Esta perturbación terminó con la caída de la industria henequenera.

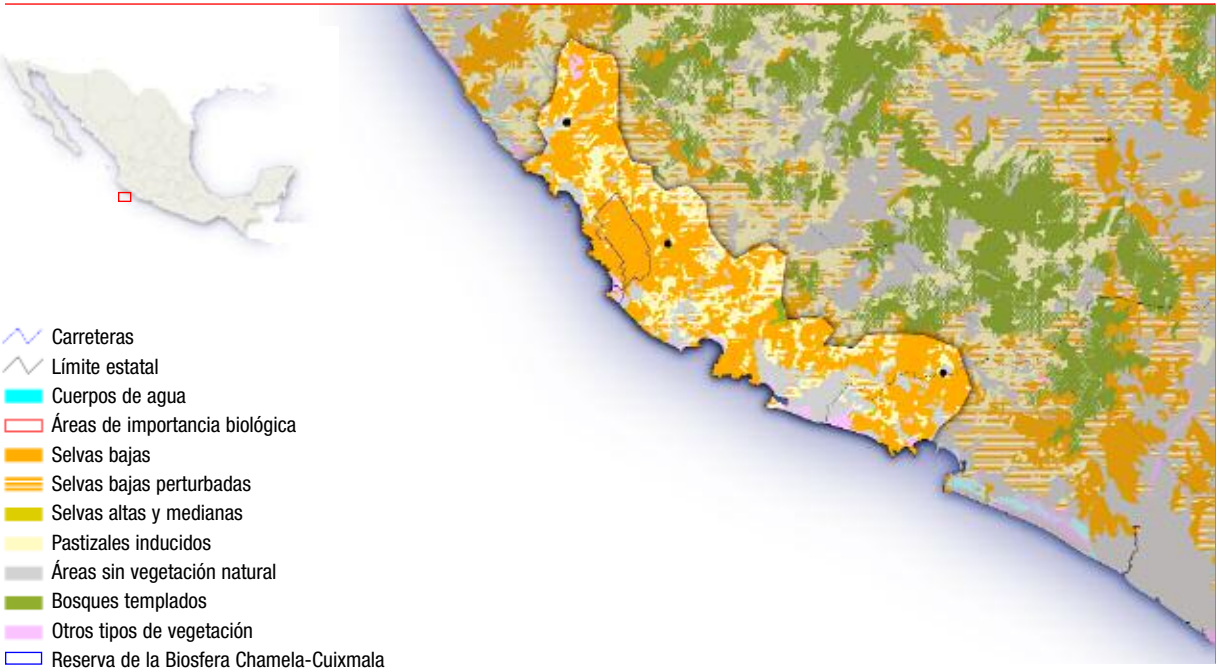
Oportunidades para su establecimiento

Gracias a que el archipiélago es considerado un Área Natural Protegida (Reserva de la Biosfera) y a que las islas, con excepción de María Madre, no están pobladas, el ecosistema se encuentra en buen estado de conservación. Aún así, es necesario realizar estudios relacionados con la flora y fauna así como desarrollar estrategias de conservación para protegerlas a largo plazo.

En abril de 2005 se inició un proyecto para enviar presos a la isla María Madre con la finalidad de incrementar la población a unos 3 000 habitantes (presos y empleados), esto debido a los problemas de sobrepoblación en las cárceles de México. Esta nueva repoblación se hace bajo el concepto de protección ecológica y conservación del medio ambiente natural. Asimismo, en 2005, la UNAM y la Secretaría de Seguridad Pública Federal firmaron un acuerdo a partir del cual la UNAM establecerá una Estación Multidisciplinaria en la que se realizarán investigaciones psicológicas, legales, sociales, energéticas y ecológicas en beneficio del lugar y de los reos.

Chamela-Cuixmala, Jalisco y Colima

Gerardo Ceballos y Andrés García



Ubicación geográfica

La región de Chamela-Cuixmala se ubica al noroeste de la provincia fisiográfica denominada Planicie Costera Suroccidental, que comprende desde San Blas en Nayarit hasta Acapulco en Guerrero. Se sitúa en la subprovincia Sierras de la Costa de Jalisco y Colima, de la Provincia Sierra Madre del Sur. Es una región predominantemente montañosa, y su relieve esta dominado por lomeríos y algunas planicies aluviales que se presentan, especialmente, cerca de la desembocadura de arroyos y ríos. Las elevaciones montañosas representan el 85% de la región, y las planicies el 15% restante (Ceballos *et al.*, 1999). La región Chamela-Cuixmala forma parte del municipio La Huerta, en Jalisco, localizada aproximadamente a 120 kilómetros al norte de Manzanillo,

Colima y 200 kilómetros al sur de Puerto Vallarta en Jalisco, a lo largo de la Carretera Federal 200.

Coordenadas

El área se localiza entre las coordenadas extremas de 19°37' - 19°59' de latitud Norte y 100°94' - 105°06' longitud Oeste.

Tamaño

La región prioritaria ocupa una superficie aproximada de 249 000 hectáreas. La Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala ocupa un área de 13 142 hectáreas (Ceballos *et al.*, 1999). El área prioritaria está incluida dentro de la región terrestre prioritaria No. 63, Chamela-Cabo Corrientes (Arriaga *et al.*, 2000).

Chamela. Foto: Gerardo Ceballos

Importancia

Por su diversidad considerable, conocida por la gran cantidad de estudios realizados en la región, parte del área prioritaria recibió protección oficial el 30 de diciembre de 1993 cuando se decretó la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, constituyendose uno de los pocos sitios en México creados expresamente para la protección de la selva seca y ecosistemas asociados (Ceballos y García, 1995; Ceballos *et al.*, 1999). La flora es muy diversa, estimándose hasta la fecha la presencia de más de 1150 especies de plantas vasculares (Lott, 1993, 2002). La región presenta un alto número de especies endémicas arbóreas como *Sciadodendron excelsum*, *Jatropha chamelensis* y *Celanodendron mexicanum*; cactáceas como *Penicereus cuixmalensis* y *Opuntia excelsa*; y otras especies como *Agave colimana* (Lott y Atkinson, 2002).

Si bien la selva seca es el principal tipo de vegetación en el área, existen otros más (Ceballos *et al.*, 1999) como son la selva mediana subperennifolia (*Brosimum alicastrum*, *Orbignya cohuene*, *Sciadodrendrom excelsum* y *Tabebuia donell-smith*), la vegetación de arroyo, el manglar (*Laguncularia racemosa* y *Rhizophora mangle*), las dunas costeras (*Ipomoea pres-caprae*) manzanillera (*Hippomane mancinella*), la vegetación riparia (*Asthianus viminalis*, *Ficus* sp. y *Salis chilensis*), el carrizal y la vegetación acuática (*Typhia latifolia* y *Scirpus* sp.).

Al igual que la flora, la fauna presente en el área es muy diversa. En cuanto a invertebrados, si bien no existen catálogos completos para todos los grupos, en la región se han registrado alrededor de 1 900 especies de invertebrados, muchas de las cuales son endémicas a Chamela: está muy claro que faltan aún muchas especies por describir (Pescador-Rubio *et al.*, 2002).

La variedad de vertebrados terrestres la componen 19 especies de anfibios, 68 de reptiles, de las cuales 42 son endémicas de México y 10 se encuentran en peligro de extinción (García y Ceballos, 1994; Ramírez-

Ocelote (*Leopardus pardalis*). Foto: Rurik List

Bautista, 1994; Ramírez-Bautista y García, 2002). Hay aproximadamente 270 especies de aves, de las cuales el 60% son residentes (24 son endémicas de México) y el resto son especies migratorias (Arizmendi *et al.*, 1991; 2002) y 72 especies de mamíferos, de las cuales 18 son endémicas a México (60% de los géneros de mamíferos endémicos de México) y por lo menos 22 especies, es decir el 31% son frágiles, amenazadas o en peligro de extinción (Ceballos y Miranda, 2000). Entre las especies de vertebrados notables, por su importancia biológica, económica o por encontrarse en riesgo de extinción, se pueden mencionar especies de anfibios como las ranas arborícolas *Exerodonta smaragdina*, *Tlalocohyla smithii* y *Triprion spatulatus*; especies de reptiles como el cocodrilo de río (*Crocodylus acutus*), la tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*), el escorpión (*Heloderma horridum*) y la cascabel (*Crotalus basiliscus*); entre las aves se puede mencionar a la chachalaca (*Ortalis poliocephala*), el gorrión pecho amarillo (*Passerina leclancherii*), la cotorrita (*Aratinga canicularis*), el gránatelo mexicano (*Grantellus venustus*), el papamoscas jaspeado (*Deltarhynchus flammulatus*) y el trogón o coa (*Trogon citreolus*). Por último, algunos ejemplos de mamíferos incluyen al tlacuachín (*Tlacuatzin canescens*), el zorrillo pigmeo (*Spilogale pygmaea*), el jaguar (*Panthera onca*) y el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*).

Cocodrilo de río (*Crocodylus acutus*). Foto: Gerardo Ceballos

Amenazas

En la costa de Jalisco se manifiesta un marcado contraste social y económico. Los niveles de bienestar social son deficientes ya que la infraestructura de los asentamientos humanos alrededor de la reserva se encuentra en mal estado, pues no cuentan con todos los servicios públicos. La infraestructura turística se concentra en Puerto Vallarta, aunque se han propuesto proyectos de inversión para desarrollar en la zona de influencia de la reserva y se considera que éstos no son compatibles con los objetivos de conservación.

Si bien en la actualidad puede considerarse que el manejo de esta región ha sido adecuado, existen algunas amenazas que a mediano plazo pueden tener un efecto importante en su conservación. Entre las amenazas que se pueden identificar se incluyen la cacería, el tráfico ilegal de fauna, la deforestación y la fragmentación del hábitat con fines de ampliación de la infraestructura de servicios y de los desarrollos turísticos. Estos problemas traen serias consecuencias negativas para la conservación de la integridad de los ecosistemas de la región y sus especies asociadas, efectos que se suman a los causados previamente debido a los marcados usos del suelo provocados por la ganadería y la agricultura. De continuar la modificación del hábitat en la región, muchas especies se verán afectadas como es el caso de las especies de aves y algunos murciélagos migratorios que

Hierba del Toro (*Blechum pyramidatum*). Foto: Emily Lott

Rata arborícola (*Xenomys nelsoni*). Foto: Gerardo Ceballos

encuentran en esta región uno de los pocos sitios de alimentación y/o reproducción a lo largo de su intervalo de distribución (Arizmendi *et al.*, 2002). Entre los ejemplos de especies afectadas por la cacería se pueden mencionar el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), el pecarí (*Tayassu tajacu*), el puma (*Puma concolor*), el jaguar (*Panthera onca*) y la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*); mientras que entre las especies afectadas por el tráfico se encuentran el perico guayabero (*Amazona finschii*), la víbora de cascabel (*Crotalus basiliscus*), la iguana verde (*Iguana iguana*) y las tortugas casquito (*Rhinoclemmys pulcherrima* y *R. rubida*). Algunas especies de aves como la cotorrita (*Forpus cyanopygius*), el timanú (*Crypturellus cinamomeus*) y la guacamaya (*Ara militaris*) y de tortugas marinas como la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) y la laúd (*Dermochelys coriacea*) son claros ejemplos de especies probablemente extintas localmente debido al tráfico y la sobreexplotación de sus poblaciones. Los proyectos carreteros y de infraestructura, también pueden tener importantes consecuencias para el ecosistema, ya que uno de los grandes efectos que producen son la fragmentación y aislamiento de las poblaciones silvestres.

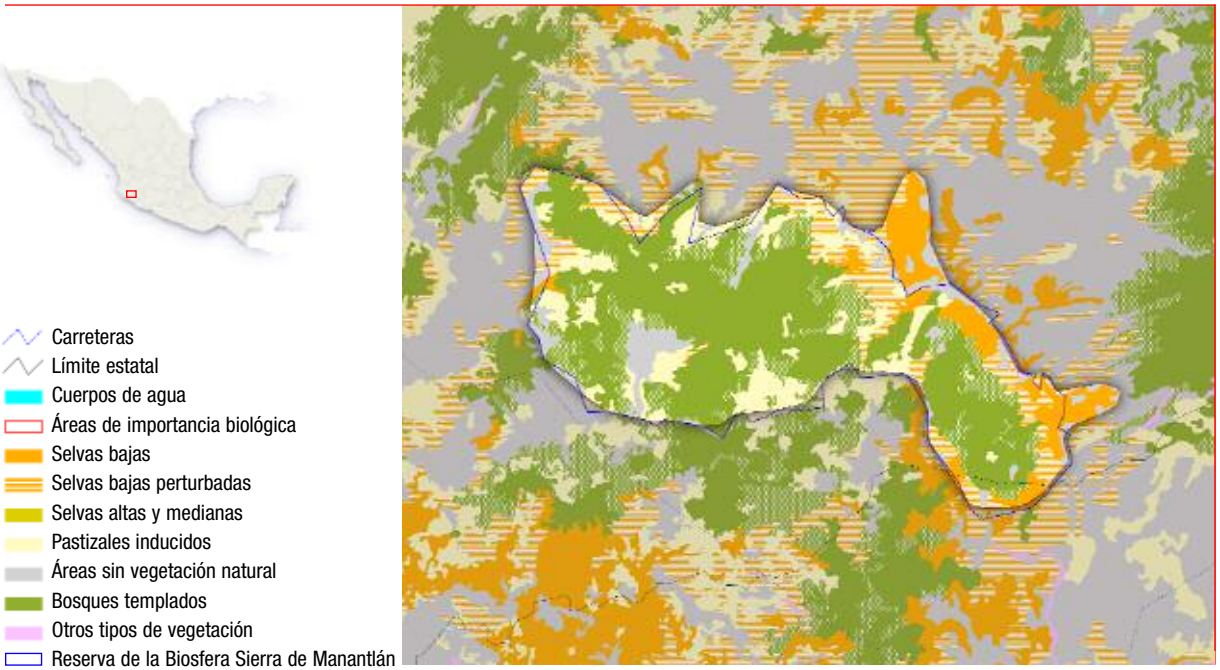
Oportunidades para su establecimiento

Existe un uso diversificado de los recursos naturales de la región, lo que constituye una fuente de aprendizaje acerca del uso tradicional de los mismos y representa experiencias que deben ser retomadas en los programas de investigación de la reserva. Chamela-Cuixmala es la única reserva constituida en la costa de Jalisco, y una de las pocas Reservas de la Biosfera destinadas a la protección de las selvas secas en México.

Es un refugio para el alto número de especies endémicas, así como de aquellas consideradas como amenazadas o en peligro de extinción (Ceballos *et al.*, 1999; Noguera *et al.*, 2002). Por otra parte es necesario fomentar proyectos de investigación en todas las áreas, con mayor énfasis en los grupos de invertebrados.

Sierra de Manantlán, Jalisco y Colima

Edgard Mason-Romo, Lourdes Martínez y Eduardo Santana C.



Ubicación geográfica

La Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán (RBSM) se encuentra en la región centro-occidente del Pacífico, entre los Estados de Jalisco y Colima, abarcando parte de los municipios de Autlán, Cuautitlán, Casimiro Castillo, Tolimán y Tuxcacuesco en Jalisco; así como los municipios de Minatitlán y Comala en el Estado de Colima.

La reserva se encuentra en la interfase entre la Sierra Madre del Sur y la Sierra Madre Occidental donde abarca un gradiente altitudinal que va de los 400 a los 2860 msnm (INE, 2000b; UNESCO, 1988). En la porción occidental el gradiente es más marcado. La parte más baja corresponde al valle de La Resolana (Casimiro Castillo, Jalisco) siendo los puntos más altos los cerros de Las Capillas (el centro

geográfico de la reserva), el cerro El Muñeco y el Alto de San Jerónimo, todos con altitudes alrededor de los 2800 msnm. El relieve de la porción occidental de la RBSM es complejo, con cauces, barrancas, cantiles y pendientes muy inclinadas; mientras que la porción central, en su parte más alta, está compuesta por lomeríos y planicies así como planicies aluviales en los arroyos de Cuzalapa, El Tecolote, La Hierbabuena y Manantlán. La porción oriental está formada por dos montañas, el Cerro de Enmedio, que abruptamente sube de los 700-1000 msnm a los 2000-2300 msnm, dividiendo las regiones occidental y oriental, y el Cerro Grande que pasa de los 600 a los 2500 msnm; las laderas de estas elevaciones están compuestas por depresiones y un sistema de cavernas que incluye la quinta caverna vertical más profunda del continente (INE, 2000b).

Su ubicación en la zona de transición entre las regiones neártica y neotropical, el marcado gradiente altitudinal, la influencia de la sombra orográfica y la cercanía con la costa son causantes de la gran diversidad biológica y climática de la Sierra de Manantlán, en la cual se presentan dos grupos climáticos A y C que comprenden desde temperaturas promedio de 27.2 °C en las zonas bajas del occidente hasta 16 °C en las serranías de mayor altitud. La precipitación en la RBSM abarca desde los 600-800 mm en la porción norte (ej. Tolimán, Autlán) hasta los 1,700 mm en la porción suroeste (Cuautitlán y parte de la subcuenca de Cuzalapa). El periodo de lluvias es de aproximadamente cuatro meses, desde mediados de junio hasta principios de octubre, el mes más lluvioso varía dependiendo de la zona, en el norte y noreste corresponde a julio mientras que en la porción ubicada hacia la costa es septiembre. (INE, 2000b)

Palmita (*Zamia loddigesii*). Foto: Lucio Lozada

Coordenadas

La Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán se encuentra entre las coordenadas 19°20' y 19°43' lati-

tud Norte; 103°49' y 104° 27' longitud Oeste (UNESCO, 1988).

Tamaño

La reserva ocupa una extensión de 139 577 hectáreas. La zona núcleo abarca 41 901 hectáreas y está dividida en tres secciones: Manantlán-Las Joyas (34 521 ha), El Tigre (3 385 ha) y Cerro Grande (3 993 ha). El resto de la reserva se encuentra constituida por zonas de amortiguamiento (Secretaría de Gobernación, 1987). Aproximadamente el 90% de la sierra se encuentra en Jalisco y el restante 10% en Colima (INE, 2000b)

Importancia

La Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán fue decretada el 5 de marzo de 1987 por el gobierno federal, encabezado por Miguel de la Madrid, y posteriormente, en 1988, fue incorporada a la Red Internacional de Reservas del Programa del Hombre y la Biosfera (MAB) de la UNESCO (INE, 2000b).

Por su ubicación geográfica y su complejidad altitudinal, geológica, edáfica y climática, la Sierra de Manantlán alberga una alta diversidad biológica, así como un gran número de especies endémicas de diversos taxa. Esta sierra es además un importante productor de agua para las poblaciones rurales y urbanas en su zona de influencia. Por estas razones ha sido denominada como región prioritaria (terrestre e hidrológica) para la conservación en el país (Ceballos y García, 1995; Ceballos *et al.*, 1998; INE, 2000b; Jardel *et al.* 2003).

Un suceso que detonó la creación de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán fue el descubrimiento del teosinte perenne, *Zea diploperennis*, por investigadores de la Universidad de Guadalajara y la Universidad de Wisconsin-Madison (Iltis *et al.*, 1979; Santana C. *et al.*, 1997). Esta especie, además de ser importante para comprender la filogenia del maíz (*Zea mays*) resultó ser inmune o resistente a las principales plagas virales y micoplasmáticas que afectaban al maíz comercial (INE, 2000b). El *Zea diploperennis* se convirtió en un símbolo internacional de la necesidad de conservar la diversidad genética en áreas silvestres lo que ocasionó que el gobierno del Estado de Jalisco y la Universidad de Guadalajara crearan la Estación Científica Las Joyas (Cuevas y Jardel, 2004) como centro de investigación y conservación a largo plazo. Fue la primera reserva de México en

Selva seca en Manantlán. Foto: Ramon Cuevas

incorporar como objetivo central la conservación de la diversidad biológica asociada a los sistemas agrícolas tradicionales (Graf *et al.*, 2003;INE, 2000b; Santana C. *et al.*, 1989).

Dentro de la reserva se presentan nueve tipos de vegetación (INE, 2000b) en orden decreciente por su superficie y porcentaje: bosque de encino caducifolio (27 476 ha, 19.6%), bosque de encino-bosque mesófilo de montaña (2 847 ha, 18.5%), bosque tropical caducifolio (25 743 ha, 18.4%), bosque de pino-encino (21 734 ha, 15.6%), matorral-pastizal (15 733 ha, 11.3%), pastizales y agricultura de ladera (14 384 ha, 10.3%), agricultura permanente, riego y temporal (3 735 ha, 2.7%), bosque tropical subcaducifolio (2 952 ha, 2.1%) y bosque mesófilo de montaña (2 066 ha, 1.5%). La flora vascular de la Sierra de Manantlán incluye más de 2,900 especies pertenecientes a 981 géneros y 181 familias, lo cual representa entre el 35-40% de la flora de Jalisco y el 10% de la del país. El 50% de estas especies son consideradas endémicas al país y más de 30 especies son endémicas a la sierra. Alrededor de 50 especies de las descritas están en alguna categoría de protección, destacando las familias Cactaceae, Orchidaceae y Poaceae con 8, 19 y 15 especies respectivamente (INE, 2000b; Vázquez *et al.*, 1995). La reserva incluye 163 especies (52 géneros y 18 familias) de helechos y plantas afines, siendo *Cheilanthes palleiosis* y *Elaphoglossum manantlense* endémicas a la sierra y *Adianthum mcvaugii* y *Anemia multiplex* endémicas al occidente de México. Cuevas-Guzmán y Nuñez (1988) señalan que Sierra de Manantlán es el único lugar del Estado de Jalisco donde se encuentran helechos arborescentes: *Cyathea costaricensis* y *C. mexicana*.

Rata arborícola (*Nyctomys sumichrasti*). Foto: Gerardo Ceballos

Las gimnospermas de la sierra están representadas por 14 especies, entre las cuales destacan, por su rareza, la cícada *Zamia loddigesii* y el árbol *Podocarpus reichei* que tiene en esta área su límite de distribución; también se encuentran dos especies de *Abies* y 11 del género *Pinus*, (INE, 2000b) las cuales

resaltan por su importancia económica y biológica, en especial siendo México el país más diverso en pinos en el mundo (Farjon, 1996). En el caso de las dicotiledóneas se encuentran 1 968 especies (716 géneros y 140 familias) de las cuales tienen especial importancia las especies recientemente descritas en la sierra como: *Magnolia iltisiana*, *Populus guzmanantlensis*, *Rondeletia manantlensis*, *Bernardia santanae* y *Triunfetta ganophora* (INE, 2000b), dos especies del género *Physalis* (Vargas *et al.*, 2001) y diez del género *Tibouchina* (Todzia, 1999). Asimismo, las especies pertenecientes al género *Quercus* tienen importancia económica al ser utilizadas como leña por los centros poblacionales presentes en la región. En la sierra se han registrado 629 especies, 208 géneros y 19 familias de monocotiledóneas, siendo la familia Poaceae la más diversa con 221 especies, Orchidaceae con 181 y Cyperaceae con 54 especies. Sobresalen *Agrostis novogaliciana*, *Digitaria paniculata*, *Tradescantia burchii* y *Zea diploperennis* como especies endémicas de la región (INE, 2000b).

El bosque tropical caducifolio es el más diverso en especies de plantas y ocupa casi una cuarta parte de la reserva haciendo de esta área natural protegida una de las más importantes para la conservación de este tipo de vegetación en México (Santana C. y Cuevas, 1997). Se han desarrollado tesis, publicaciones y estudios técnicos sobre el bosque tropical y su biota en la Sierra de Manantlán y sus inmediaciones (Benz *et al.*, 1994; Cuevas *et al.*, 1998; Guerra, 2005; Sánchez V. *et al.*, 2002; Vázquez *et al.*, 1995). Sus especies más comunes son: *Amphipterigyum adstringens*, *Bursera* spp., *Ceiba pentandra*, *Celtis caudata*, *Cercidium praecox*, *Cochlospermum vitifolium*, *Fouqueria formosa*, *Guaiacum coulteri*, *Heliocarpus terebinthaceus*, *Jacaratia mexicana*, *Lysiloma acapulcensis*, *L. microphyllum*, *Pithecellobium acatlense* y *Pseudobombax ellipticum*.

En el caso de la fauna la sierra también se distingue por su gran diversidad y elevado número de especies endémicas y en alguna categoría de riesgo. Se han reportado 110 especies de mamíferos, de las cuales 21% son endémicas al país. Hay dos subespecies endémicas a la sierra: el meteorito *Microtus mexicanus neveriae* y la tuza *Cratogeomys gymnurus russelli* (Ceballos y Oliva, 2005; INE, 2000b). En la reserva se encuentran aproximadamente 10 especies en alguna categoría de protección (Ceballos y Oliva, 2005; INE, 2000b; Semarnat, 2002).

Se tienen reportadas 336 especies de aves, pertenecientes a 44 familias, lo cual significa aproximadamente el 36% de las aves presentes en el país. De éstas, 36 especies son endémicas a México. Algunas de las especies amenazadas que se presentan en la región son: *Aquila chrysaetos*, *Amazona finschi*, *Ara militaris* y *Penelope purpurascens*.

Los reptiles y anfibios registrados en la reserva corresponden a aproximadamente 85 especies pertenecientes a 15 familias. A pesar de ser un grupo poco estudiado en la región, se sabe que hay 13 especies endémicas a la región occidente y centro del país (ej. *Crotalus basiliscus*, *Ctenosaura pectinata* y *Syrrhophus modestus*). En la reserva se encuentran cuatro especies en alguna categoría de riesgo: *Boa constrictor*,

Crotalus lannomi (microendémica de la región), *Ctenosaura pectinata* y *Heloderma horridum* (INE, 2000b).

En la Sierra de Manantlán se han reportado 16 especies (ocho familias) de peces, trece de ellas nativas y cuatro de ellas endémicas a la región. Esto representa el 4% de las especies del país. En la cuenca del río Ayuquila, tres familias de peces alcanzan su limite de distribución continental (INE, 2000b). Los peces e invertebrados de esta cuenca se utilizaron para desarrollar los primeros índices de integridad biótica (IBIs por sus siglas en inglés) en el país (Lyons *et al.*, 1995; Weigel *et al.*, 2002).

Los artrópodos de la región han sido poco estudiados, pero se han encontrado 238 familias correspondientes a 31 órdenes, así como 7 órdenes de arácnidos y 9 géneros de crustáceos. En la región han sido descritas alrededor de 30 especies de insectos nuevas para la ciencia (INE, 2000b).

Amenazas

La Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán es un área que, a pesar de estar protegida por la legislación federal, reconocida a nivel internacional y formar parte de una red de investigación científica a largo plazo, está amenazada por distintas causas (INE, 2000b). La gestión de un área socialmente compleja requiere de mecanismos de gestión efectivos y eficientes, con un reconocimiento de la población local del valor de las instituciones de conservación. La

Tlacuachín (*Tlacuatzin canescens*). Foto: Gerardo Ceballos

irregularidad de la distribución de los asentamientos humanos genera presión de manera desigual en los recursos de la región. En la zona centro y sur de la reserva las poblaciones humanas han tendido a disminuir, mientras que han aumentado la región norte. (INE, 2000b). La deforestación es causada principalmente por el avance de la frontera agrícola y ganadera y la degradación de los bosques fue producto de los aprovechamientos forestales mal llevados y actualmente de los incendios forestales y la ganadería extensiva (INE, 2000b).

La distribución desigual de la ganadería y la inequitatividad en la tenencia de la tierra han causado, además de conflictos sociales producto de la desigualdad, también perturbaciones ecológicas y fragmentación de la cobertura vegetal en las distintas regiones de la sierra. Esto aunado al elevado índice de analfabetismo y baja escolaridad en algunas zonas más pobres genera no solo deterioro ambiental sino también inestabilidad social (INE, 2000b).

Los incendios forestales provocados en la parte central de la sierra por el establecimiento de cultivos ilegales como marihuana y amapola, cuya producción va encaminada a cubrir la demanda de los mercados de estupefacientes en los Estados Unidos, y en las partes periféricas por la agricultura de cuamil, representan una amenaza para la protección de la vegetación nativa. Gran parte de la superficie de la reserva tiene pendientes pronunciadas, por lo cual el rendimiento y duración de las zonas de cultivo es menor y por lo tanto la agricultura se encuentra restringida; esto aunado a las crisis económicas locales y los costos de los herbicidas y químicos causan que los campos sean abandonados después de algunos ciclos agrícolas. Por tal situación se explora el impulso de cultivos más viables como los cafetales y plantíos de frutales (INE, 2000b).

La tala intensiva y clandestina ha disminuido notablemente, y los aprovechamientos forestales se realizan bajo las directrices de planes de manejo. Aún así, las explotaciones pasadas de especies maderables como los cedros (*Cedrela odorata* y *C. salvadorensis*), la caoba (*Swietenia humilis*), la rosa morada y la primavera (*Tabebuia rosea* y *T. donnei-smithii*), el barcino (*Cordia eleagnoides*), y la parota (*Enterolobium cyclocarpum*) produjeron una disminución de sus poblaciones las cuales no se han recuperado aún. (INE, 2000b).

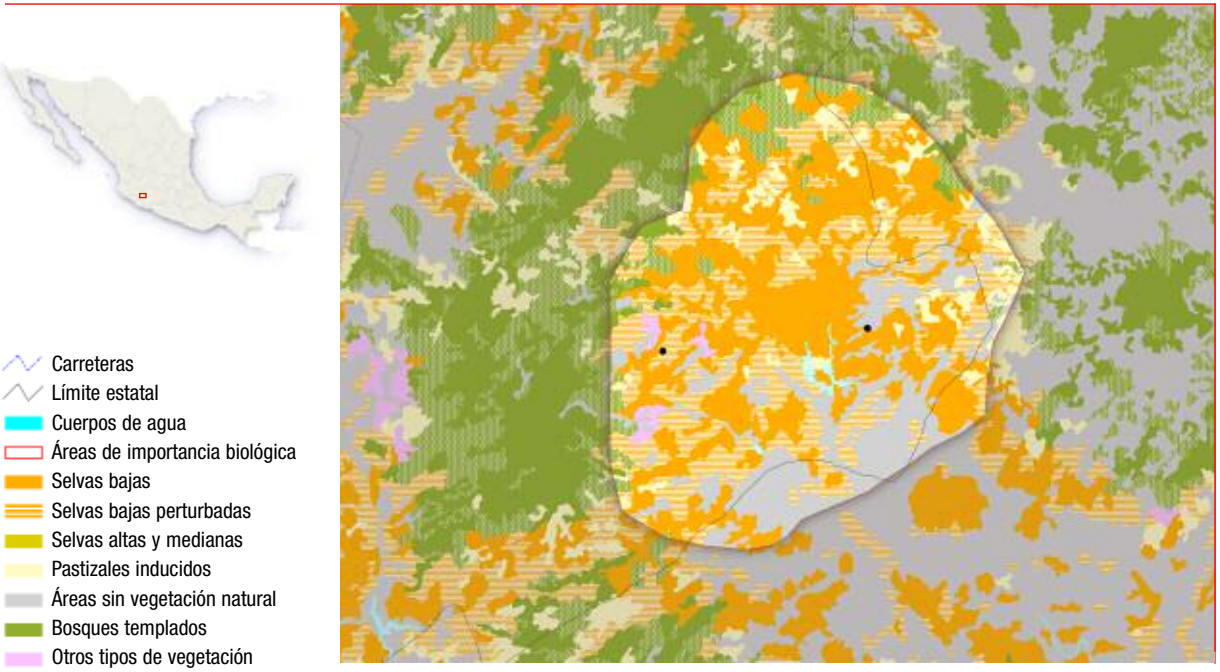
La cacería furtiva, la venta y la captura ilegal de especies comercialmente atractivas son una amenaza latente en la zona especialmente para los grandes mamíferos, las aves, algunos reptiles, las orquídeas y las cactáceas. La utilización de especies silvestres de distintos taxa por las poblaciones humanas es muy amplia (Benz *et al.*, 1994; Santana C. *et al.*, 1990) y se remonta a tiempos precolombinos. Su influencia se puede inferir de la estructura de la vegetación actual de la región: rodales de especies adaptadas al fuego, áreas dominadas por especies valiosas como *Brosimum alicastrum* y la ausencia, en amplias zonas, de maderas preferidas por los pobladores (Ej. *Cedrela odorata* y *Enterolobium cyclocarpum*).

Oportunidades para su establecimiento

La Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán (RBSM) fue producto de dos procesos paralelos: la lucha campesina contra compañías madereras que robaban sus recursos forestales y las iniciativas de conservación de la Universidad de Guadalajara (Graf *et al.*, 2003; Jardel *et al.*, 2003; Santana C. *et al.*, 1989). El contexto socio-ambiental de la RBSM es muy complejo ya que además de la complejidad ecológica anteriormente descrita, la reserva se ubica en terrenos que pertenecen a 32 comunidades agrarias y un número menor de pequeños propietarios. Dentro del polígono de la reserva viven aproximadamente 8 860 personas y en sus inmediaciones hay alrededor de 30 393 habitantes. Asimismo, en el área de influencia de la reserva se encuentran cerca de 691 901 habitantes que de manera indirecta o directa influyen en la reserva (INE, 2000b). Esto ha originado que se desarrollen modelos innovadores de gestión del territorio y manejo de la reserva que incluyen entre sus componentes programas de educación ambiental y comunicación social (Castillo y Toledo, 2000), proyectos de manejo comunitario de recursos forestales (Jardel, 1998; Jardel, *et al.*, 2006), plataformas de participación campesinas en la toma de decisiones (Graf *et al.*, 2003), gestión de la bioregión de influencia a nivel de gobiernos municipales (Graf *et al.*, 2006), investigación ecológica a largo plazo (Cuevas y Jardel, 2004; Martínez Rivera *et al.*, 2000) y la construcción de alianzas con institutos de investigación y grupos sociales (Santana *et al.*, 2005). Todos estos programas dirigidos a cubrir los tres objetivos de una reserva de la biosfera: conservación, desarrollo social y educación/investigación.

Los Chorros del Varal, Jalisco y Michoacán

José Carmen Soto y Esteban Martínez



Ubicación geográfica

Se localiza en la región centro oriente de la República Mexicana; fisiográficamente forma parte del Eje Neovolcánico Transversal y de la Depresión del Balsas (subcuenca del Río Tepalcatepec) y altitudinalmente se sitúa entre los 600 y 2,500 msnm. Esta área se ubica en los municipios de Tepacaltepec, Buenavista Tomatlán, Tancítaro, Peribán, Los Reyes, Tocumbo y Cotija en Michoacán; y los municipios de Jilotitlán de Dolores, Manuel M. Diéguez, Tamazula de Gordiano, Mazamitla y Valle de Juárez en Jalisco.

Coordenadas

El área se enmarca entre las coordenadas extremas 19°05'00''-19°50'00'' latitud Norte y 102°20'00''-103°05'00'' longitud Oeste.

Tamaño

La región abarca una superficie de cerca de 300 000 hectáreas.

Importancia

La gran variación ambiental determina la presencia de tipos de vegetación propios de las zonas templadas en transición con otras de afinidad termófila pero con rasgos muy peculiares en su composición florística y fisonomía.

Con excepción de la flora Novo Galiciana (Mc Vaugh, 1974), no existen estudios florísticos de la región; hay, sin embargo, varios trabajos de vegetación (Labat, 1987; Leavenworth, 1946; Rzedowski y Mc Vaugh, 1966). Particularmente Labat describió aspectos ecológicos y la composición florística de las comunidades vegetales existentes en la zona de Michoacán.

En un estudio realizado por el Gobierno de Michoacán se determinaron dos tipos de vegetación presentes en el área: selva seca y selva espinosa caducifolia.

La selva seca está representada por especies como: *Bursera copallifera*, *Celtis iguanaea*, *Cyrtocarpa procera*, *Diphysa floribunda*, *Jacquinia pungens*, *Malpighia mexicana*, *Plumeria rubra*, *Pseudobombax ellipticum*, *Crataeva palmer*i, *C. tapia*, *Guazuma ulmifolia*, *Cordia dentata*, *Bursera simaruba*, *Lysiloma divaricata*, *Acacia coulteri*, *Crescentia alata*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Caesalpinia vesicaria*, *Ceiba aesculifolia*, *Diospyros cuneata*, *Guaiacum coulteri*, *Hampea trilobata*, *Maclura tinctoria*, *Piscidia carthagenensis*, *Lysiloma acapulcensis* (tepehuaje), *Bursera bipinnata* (copalillo) y *Bumelia celastrina* (rompezapato; Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente, 2004).

Selva seca. Foto: Gerardo Ceballos

En cuanto a la selva espinosa caducifolia, las especies dominantes principales en esta zona son *Pithecellobium flexicaule*, *Phyllostylon brasiliense* y *Acacia unijuga*. Asimismo, el estrato arbustivo está formado por numero-

sas especies, entre las cuales están: *Achatocarpus nigricans*, *Bumelia verruculosa*, *Capparis incana*, *Cephalocereus palmeri*, *Colubrina reclinata*, *Croton glabellus*, *Helietta parviflora*, *Karwinskia humboldtiana*, *Morisonia americana*, *Phyllanthus micrandrus*, *Psidum ehrenbergii*, *Trichilia havanensis*, *Yucca treculeana*, *Zanthoxylum fagara*, *Parkinsonia praecox*, *Prosopis laevigata*, *Bursera odorata*, *Capparis incana*, *Cyrtocarpa procera* y *Amphipterygium adstringens* (Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente, 2004).

Respecto a la fauna, se tiene reportada la presencia de mamíferos como tejón (*Nasua narica*), cacomixtle (*Bassariscus astutus*), nutria (*Lontra longicaudis*), tlacuache (*Didelphis virginiana*), armadillo (*Dasypus novemcinctus*) y conejo de monte (*Sylvilagus floridanus*); reptiles como coralillo (*Micrurus distans michoacanensis*) y serpiente cascabel (*Crotalus basiliscus*); anfibios como *Ollotis occidentalis*, *Lithobates montezumae* y *Ambystoma* spp.; y aves como tecolotes (*Otus trichopsis*), mosquero cardenalito (*Pyrocephalus rubinus*) y el tapacaminos (*Caprimulgus vociferus*) (Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente, 2004).

Amenazas

Las principales amenazas para la vegetación en esta área son la expansión intensiva de la agricultura (huertas de aguacate y cultivos de caña de azúcar) y la ganadería, así como el desarrollo turístico debido a la belleza del paisaje.

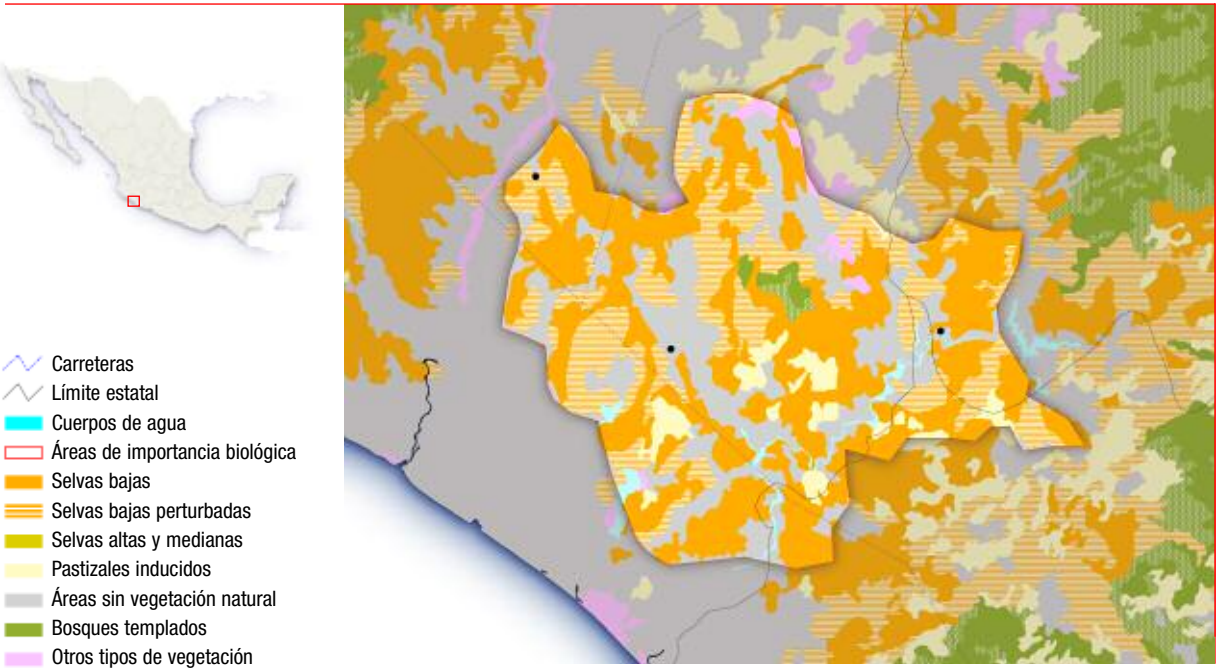
Oportunidades para su establecimiento

Es un área con interesantes ecotonos y mosaicos de vegetación causados por los bruscos cambios de altitud al descender del Eje Neovolcánico Transversal a la Depresión del Balsas; asímismo hay gran abundancia de endemismos en varias familias botánicas. Se requieren más estudios de flora y fauna del lugar.

Tlacuache (*Didelphis virginiana*). Foto: Humberto Bahena

Colima Centro, Colima, Jalisco y Michoacán

Andrés García



Ubicación geográfica

Las selvas secas del centro de Colima se ubican ligeramente hacia la porción suroeste del Estado y están localizadas en la provincia fisiográfica denominada Planicie Costera Suroccidental que comprende desde San Blas en Nayarit hasta Acapulco en Guerrero. Se sitúan en la subprovincia Sierras de la Costa de Jalisco y Colima, de la Provincia Sierra Madre del Sur (Cervantes *et al.*, 1990). La región es predominantemente montañosa y su relieve está dominado por lomeríos y algunas planicies aluviales. El área de las selvas secas del centro de Colima forma parte de tres municipios: Armería, Manzanillo y Tecomán; algunas de las poblaciones aledañas al área son Los Reyes, La Atravezada, La Tropicana y La Peña (Armería); Agua Blanca y Arroyo Seco (Manza-

nillo); y Rancho El Chamizal y El Vergel (Tecomán). Por su extensión y orientación, el área se localiza aproximadamente de 15 a 30 kilómetros al noreste y sureste de Manzanillo, Colima.

Coordenadas

El paisaje está dominado por pequeños lomeríos y valles cubiertos por selva seca y vegetación de arroyo respectivamente. El área puede localizarse entre las coordenadas extremas de 180°92' a 19°20' de latitud Norte y 103°93' y 104°22' longitud Oeste.

Tamaño

Las selvas secas del centro de Colima ocupan un área de 25 390 hectáreas en buen estado de conservación de acuerdo al último inventario nacional forestal (Semarnat, 2000).

Importancia

La región ha sido poco estudiada y no se conocen a la fecha publicaciones desarrolladas en esta área en particular. Junto a estas selvas se desarrollan, de manera muy cercana, otros tipos de vegetación como son la selva mediana subperenifolia, bosques de encino y zonas de cultivo. Si bien no hay inventarios de flora y fauna, se han mencionado como las principales especies de la selvas secas de Colima a las siguientes: *Acacia cochliacantha*, *Albizia occidentalis*, *Amphipterygium adstringens*, *Bursera penicillata*, *B. kerberi*, *B. grandifolia*, *B. denticulata*, *B. odorata*, *Caesalpinia platlyloba*, *Ceiba aesculifolia*, *Cochlospermun vitifolium*, *Cordia elaeagnoides*, *Cyrtocarpa procera*, *Erioxylum palmeri*, *Gliricidia sepium*, *Heliocarpus terebenthinaceus*, *Lonchocarpus eriocarinalis*, *Lysiloma microphyllum*, *Piptadenia constricta*, *Plumeria mollis*, *Senna atomaria*, y *Trichilia colimana* (Cuevas-Arellano, 2002).

Por algunas colectas y observaciones personales realizadas en la zona y por su cercanía con las regiones de Manantlán y Chamela es de esperarse que esta región albergue una considerable diversidad de vertebrados terrestres. Se han registrado más de 10 especies de anfibios como *Rhinella arenarum*, *Incilius marmoreus*, *Pachymedusa dacnicolor*, *Smilisca baudinii*, *Smilisca fodiens*, *Exerodonta smaragdina*, *Tlalocohyla smithii* y *Gastrophryne usta*, pero esta cifra podría incrementarse ya que la región se encuentra dentro de los intervalos de distribución de especies de las selvas secas registradas en Chamela y Manantlán (García y Ceballos, 1994; INE, 2000). Se han registrado más de 18 especies de reptiles aunque deben existir muchos más; entre estas especies se encuentran lagartijas como *Anolis nebulosus*, *Aspidocelis communis* y *Aspidocelis lineatissima*, *Sceloporus melanorhinus*, *S. pyrocephalus* y *S. utiformis*; *Heloderma horridum* y algunas serpientes como *Crotalus basiliscus*, *Manolepis putnami* y *Thamnophis valida*.

Es importante señalar que muy cerca de la región, en las selvas secas del municipio de Ixtlahuacan al norte de Tecomán, se encuentra la localidad tipo de la víbora nariz de puerco (*Porthidium hespere*) (Campbell y Lamar, 2004); ésta es una especie endémica de México y podría encontrarse en las región descrita aquí. De acuerdo a Arizmendi *et al.* (2002)

y Ceballos y Miranda (2000) existen alrededor de 85 especies de aves y 59 de mamíferos que habitan las selvas secas de Chamela por lo que muchas de ellas podrían estar presentes en la región. Entre éstas pueden mencionarse especies de aves como *Buteo jamaicensis*, *Ortalis poliocephala*, *Zenaida asiatica* y *Passerina leclancherii*; y de mamíferos como *Tlacuatzin canescens*, *Pternontus personatus*, *Glossophaga soricina*, *Urocyon argenteus* y *Puma concolor*. Recientemente se registró el oso hormiguero (*Tamandua mexicana*) en el Estado (Burton y Ceballos, 2006).

Amenazas

Las selvas secas de Colima, como las del resto de México y del Neotrópico son el ecosistema más amenazado por la deforestación y la fragmentación (Ceballos *et al.*, 1999). En el caso específico de Colima, si bien las selvas secas son el principal tipo de vegetación, es uno de los Estados que registran una mayor tasa de transformación (Cuevas-Arellano, 2002).

Oportunidades para su establecimiento

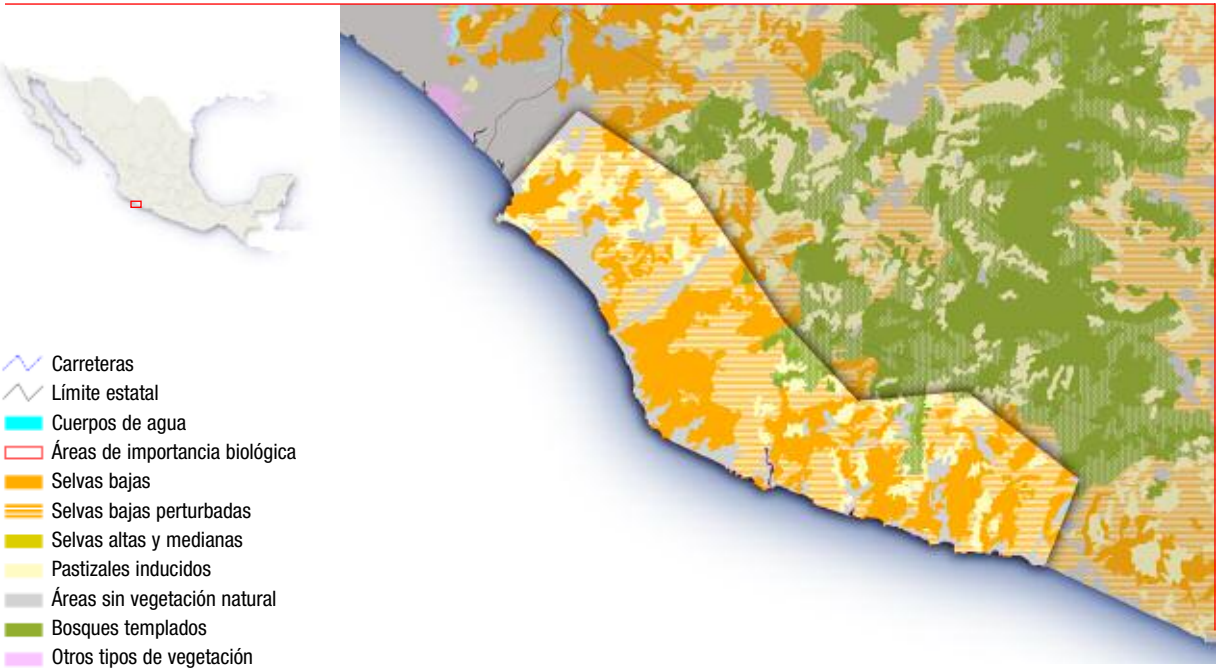
Con la excepción de las selvas secas ubicadas en Cerro Grande, dentro de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán en el Municipio de Comala, no existen otras áreas importantes de selva seca bajo protección oficial. Por su estado de conservación y su importancia biológica, la protección de las selvas secas del centro de Colima debe ser una prioridad.

Ardilla (*Spermophilus annulatus*). Foto: Gerardo Ceballos

Boa (*Boa constrictor*). Foto: Gerardo Ceballos

Cuenca del Río Coahuayana, Michoacán

José Carmen Soto y Esteban Martínez



Ubicación geográfica

Se localiza en la región fisiográfica de la Sierra Madre del Sur, en el suroeste de México. Comprende el angosto litoral del Estado de Michoacán, parte de la Sierra de Coalcoman y la cuenca del río Coahuayana. El litoral michoacano constituye una unidad fisiográfica bien definida, separada de la cuenca del río Coahuayana. Políticamente se encuentra en los Estados de Michoacán y Colima. Altitudinalmente abarca la cota de los cero a los 1600 msnm comprendiendo los municipios de Lázaro Cárdenas, Arteaga, Aquila, Coalcoman, Chinicuila y Coahuayana en Michoacán; y Tecomán e Ixtlahuacán, Colima. Las poblaciones

más cercanas son Lázaro Cárdenas, Playa Azul, Caleta de Campos, Pomaro, La Placita, Aquila y Coahuayana en Michoacán; y Cerro de Ortega, cofradía de Morelos, Ixtlahuacán y Tecomán, en Colima.

Amate (*Ficus* sp.). Foto: Gerardo Ceballos

Coordenadas

El área se localiza entre las coordenadas extremas 18°00'- 19°05' latitud Norte y 102°10'- 103°45' longitud Oeste.

Tamaño

La superficie aproximada del área es de 50 450 hectáreas.

Importancia

De las escasas colectas realizadas se deduce una flora muy rica en endemismos. Se encuentra un género nuevo de Burseraceae, dos especies nuevas de *Esenbeckia*, cuatro especies nuevas de *Buhoneria*, una nueva especie de *Lonchocarpus* y otra más del género *Jatropha*. Existen relictos de selva mediana subperenifolia cerca de Coahuayana. La Flora Novogaliciana (Mc Vaugh, 1974) incluye parte de esta región; no se conocen otros estudios florísticos de esta área. Respecto a la vegetación, Rzedowski y Mc Vaugh (1966), la incluyen en forma superficial en su vegetación de Nueva Galicia, además existen colectas esporádicas de algunos colectores como Mociño y Sessé, Rzedowski, Mc Vaugh, Martínez y Soto. No obstante la vegetación se desconoce en su mayoría, sobre todo en las partes altas de la Sierra Madre del Sur.

Existen pocos inventarios de la fauna de la región. A pesar de eso, se conocen alrededor de 70 especies de mamíferos como el oso hormiguero (*Tamandua mexicana*), el jaguar (*Panthera onca*), el ocelote (*Leopardus pardalis*), y la nutria (*Lontra longicaudis*). Entre las aves se han registrado la guaca-

maya verde (*Ara militaris*) y el loro (*Amazona finchii*). Los reptiles y anfibios son aparentemente diversos y se han registrado especies como el escorpión (*Heloderma horridum*) y el cocodrilo (*Crocodylus acutus*).

Amenazas

Las principales amenazas son el turismo, la deforestación y el cambio en el uso del suelo.

Oportunidades para su establecimiento

Debido a que solo en años recientes el litoral michoacano se ha comunicado, existen amplias zonas de vegetación primaria de selvas bien conservadas, aún poco conocidas. Probablemente el área costera de Michoacán constituye la extensión más grande en México de selvas bajas y medianas bien conservadas con escasos medio de comunicación y fisiográficamente muy abrupta.

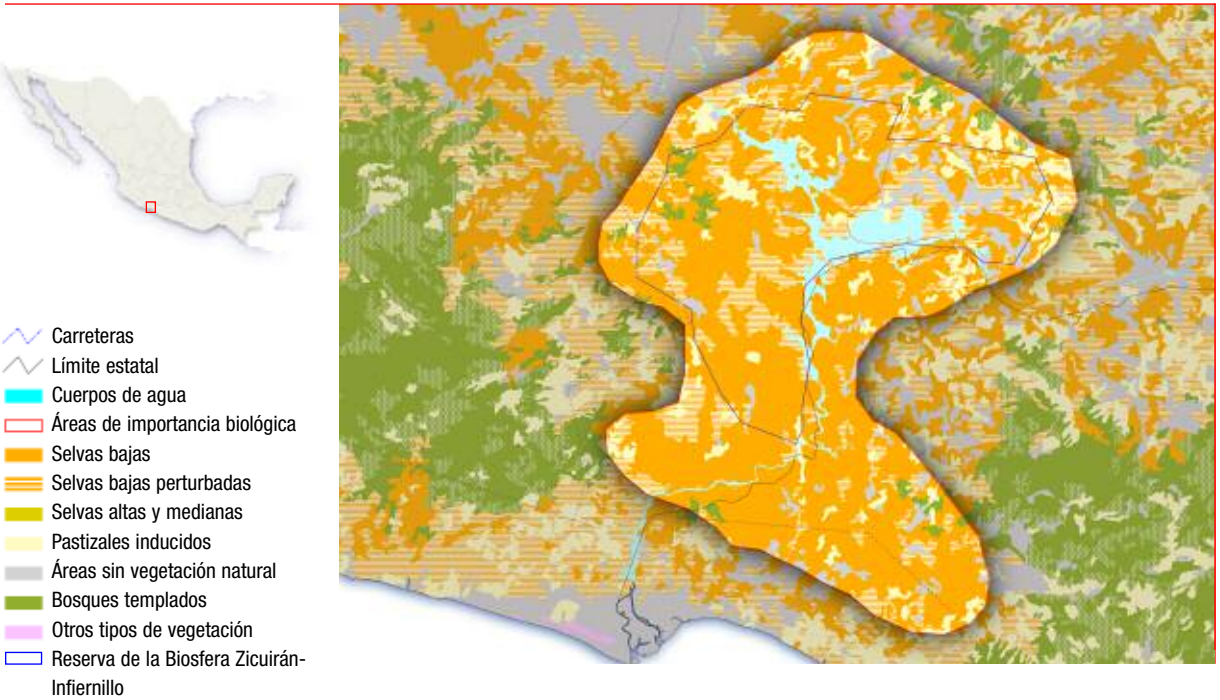
Iguana negra (*Ctenosaura pectinata*). Foto: Gerardo Ceballos

Perico guayabero (*Amazona finschii*). Foto: Gerardo Ceballos

Cocodrilo de río (*Crocodylus acutus*). Foto: Gerardo Ceballos

El Infiernillo, Michoacán y Guerrero

José Carmen Soto, Jaime Jiménez y César Sánchez



Ubicación geográfica

Incluye los alrededores de la presa El Infiernillo en porciones de importancia diversa; se encuentra en la provincia fisiográfica Depresión del Balsas y comprende los municipios de Arteaga, Lázaro Cárdenas, La Huacana, Huetamo, Tumbiscatío y Turicato en Michoacán; y los de Unión y Zirándaro en Guerrero. En Michoacán la porción noroccidental lo ocupa el poblado de General Francisco Villa (Las Cruces); al norte, Las Estancias, Palma de Huaro, El Varal y Los Cimientos; al nororiente El Timbinal, La Fragua, El Barco, La Mesa y El Guajolote; al oriente está San Jerónimo; al occidente El Pajal, La Otatera, Los Bermejos y Las Juntas; y al extremo suroccidental están Las Juntas, El Cayaquito, El Guayabo y El Ranchito.

Los tipos de suelo predominantes en el área son feozem háplico y litosol, los cuales están asociados a la selva seca presente en el área.

El clima es cálido y seco; la zona más seca corresponde al área más baja en la región de Infiernillo con 500 mm de precipitación anual, casi la mitad de lo que llueve en la zona de La Huacana que tiene un poco más de 900 mm. El patrón de lluvias es estacional y se concentra en los meses de junio a septiembre (Conanp, 2006).

Coordenadas

La región esta incluida en un cuadrante entre las coordenadas 18°10' -18°45' latitud Norte y 101°15' - 102°15' longitud Oeste.

Tamaño

La región comprende una superficie de aproximadamente 430 000 hectáreas.

Importancia

La región constituye la Región Terrestre Prioritaria 116 debido a la alta proporción de taxa endémicos así como plantas y mamíferos de distribución restringida; y está incluida en la región hidrológica 18 correspondiente a la cuenca del Balsas (Arriaga *et al.*, 2000; Conanp, 2006).

De los tipos de vegetación presentes, el más ampliamente distribuido es el de la selva baja caducifolia y subcaducifolia, sseguido de la vegetación secundaria de los anteriores tipos de vegetación.

Zorra gris (*Urocyon cineroargenteus*). Foto: Gerardo Ceballos

Tiene numerosos endemismos locales, regionales y nacionales entre los que destacan las especies de *Bursera* ya que son los árboles ecológicamente dominantes en esta selva seca. *B. paradoxa* y *B. sarukhanii* son endemismos locales y dominan en las partes más cálidas de la zona; ésto es común a toda la Cuenca del Balsas pero en cada localidad existen endemismos específicos. Asimismo existe una alta proporción de selva seca con cactáceas columnares con *Stenocereus quevedonis* y pequeñas porciones de bosque espinoso; además en las cañadas y curso de los ríos se presentan bosques en galería. Cabe mencionar que también hay pastizales inducidos y cultivos.

Existe un registro (inédito) de 760 especies entre las cuales muchas son endémicas a la porción occidental de la Cuenca Occidental del Río Balsas; algunos ejemplos son *Bursera paradoxa**, *B. sarukhanii**, *B. coyucensis*, *B. infernidialis**, *Jatropha stephani**, *J. jaimejimenezii**, *J. galvanii**, *Lonchocarpus balsensis*, *L. huetamoensis* subsp *huetamoensis*, *L. longipedunculatus*, *Manihot mcvaughii**, *Caesalpinia mcvaughii**, *Ferocactus lindsayi*, *Mamillaria beiselii*, *Opuntia bensonii*, *Pachycereus mercadoi* (especie nueva inédita), *Peniocereus lazaro-cardenasii**, *Peniocereus tepalcatepecanus* y *Rhacoma managuatillo**, entre otras. Las especies marcadas por asterisco son estrictamente endémicas a la zona de interés.

En cuanto a la diversidad de mamíferos, la Conanp (2006) realizó un estudio en el área en el cual se obtuvieron 600 registros de 49 especies correspondientes a 8 órdenes, 21 familias y 45 géneros. Los murciélagos son el grupo mejor representado con 19 especies y después los carnívoros con 14. Se reportó la presencia de 6 especies endémicas para México (*Notiosorex crawfordi*, *Spilogale pygmaea*, *Glossophaga morenoi*, *Musonycteris harrisoni*, *Osgoodomys banderanus* y *Peromyscus spicilegus*) y una para Michoacán (*Rhogeessa mira*). Asimismo se registraron 12 especies con algún estado de conservación, dos de ellas en peligro de de extinción, éstas son el oso hormiguero y el ocelote.

Lagartija (*Sceloporus pyrocephalus*) Foto: Gerardo Ceballos

Lagartija topo (*Bipes* sp) Foto: Gerardo Ceballos

En el área también hay registros de aves como *Cyanocomsa parellina*, *Thryotorus sinaloa* y *Trogon criteolus*; y reptiles y anfibios como S*celoporus pyrocephalus*, *S. melanorhinus*, *Urosaurus bicarinatus*, *Bipes canaliculatus*, *Smilisca baudinii*, y *Rana forreri*.

Amenazas

La principal amenaza en esta área es el impacto de las actividades humanas sobre la selva baja caducifolia y subcaducifolia el cual se refleja en la fragmentación y destrucción del hábitat; el reemplazo de la selva seca por pastizales introducidos con fines pecuarios (ganadería), así como la apertura de áreas para la agricultura de temporal están amenazando su conservación.

Desde el punto de vista de la explotación forestal, la selva seca no es muy importante, dado que por la talla y forma de los árboles que la conforman, no presentan características deseables para el comercio, pero hay que destacar que a nivel local, a falta de materiales mejores, se usa la madera de muchas especies para la construcción, fabricación de objetos artesanales, muebles, combustible y otros propósitos diversos (Conanp, 2006).

Asimismo, los cultivos ilegales (marihuana) han aumentado el deterioro, esto aunado al incremento del poder adquisitivo ha incrementado la densidad de ganado y la apertura de nuevas áreas al cultivo legal e ilegal (incluso con riego) haciendo un círculo vicioso que acelera la pérdida de la cubierta vegetal. Es importante mencionar que se abrirá una carretera que atravesará a la región lo que representa una amenaza potencial para la conservación del área.

Oportunidades para su establecimiento

El 30 de noviembre de 2007 se decretó esta área como Reserva de la Biosfera e incluye 265 117.7816 hectáreas.

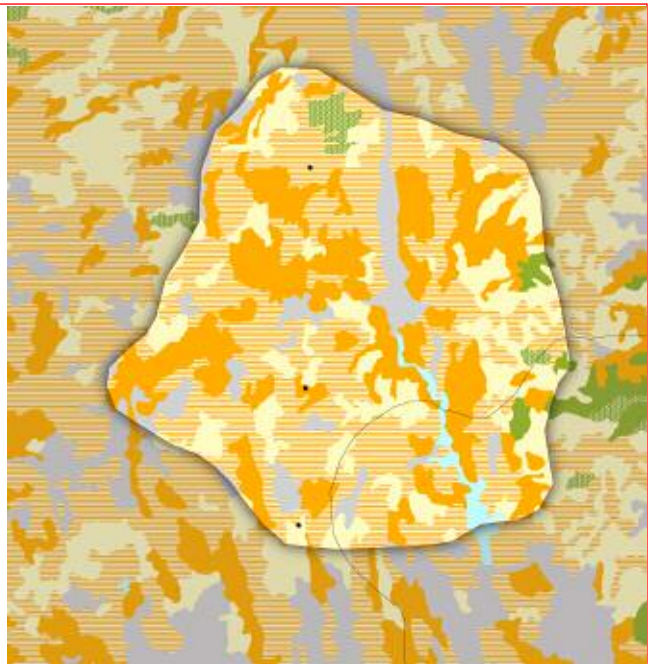
La zona corresponde al tipo de vegetación conocido como selva seca, que representa el tipo de vegetación más ampliamente representado en México y que se encuentra en grave riesgo de perderse ya que una proporción alta de la superficie cubierta por esta vegetación se ha destruido por cambio de uso de suelo, o se ha sustituido por vegetación secundaria (Conanp, 2006).

El principal problema que resolvería la declaratoria de la zona propuesta como ANP, sería el de la pérdida de la biodiversidad; y adicionalmente, el decreto ayudaría a ordenar el territorio y las actividades de uso de suelo y recursos naturales, promoviendo el desarrollo de actividades productivas compatibles con la protección y que a su vez generen bienestar para los habitantes de la zona.

Cuenca del Río Cutzamala, Michoacán y Guerrero

José Carmen Soto y Esteban Martínez

Carreteras
Límite estatal
Cuerpos de agua
Áreas de importancia biológica
Selvas bajas
Selvas bajas perturbadas
Selvas altas y medianas
Pastizales inducidos
Áreas sin vegetación natural
Bosques templados
Otros tipos de vegetación



Ubicación geográfica

Se sitúa al suroeste de la República Mexicana. Fisiográficamente corresponde a la Depresión del Balsas formando parte de las subcuencas de los ríos Cutzamala y Tacámbaro en el este y sureste del Estado de Michoacán y pequeñas partes de los estados de Guerrero y el Estado de México. Presenta un gradiente altitudinal entre los 250 y 1800 msnm. Su relieve es montañoso con escasos valles angostos y de poca extensión donde la selva seca es el principal tipo de vegetación aunque también se registra bosque de encino y amplias extensiones de áreas de cultivo. Políticamente comprende parte de los municipios michoacanos de Tzitzio, Villa Madero, Tacámbaro, Turicato, Carácuaro, Nocupétaro, Tuzantla, Tiquicheo, Huetamo y San Lucas; del Estado de

Guerrero sólo porciones de los municipios de Cutzamala y Pungarabatos. Respecto al Estado de México, aunque quedan comprendidos en esta área varios municipios (Valle de Bravo, Ixtapan del Oro, Santo Tomás, Otzoloapan, Zacazomapan, Temascaltepec y Tejupilco) no se toman en cuenta debido a que de esta parte de la cuenca ya existen abundantes colectas (Hinton y Matuda) y un estudio florístico (Martínez, 1956). Las principales poblaciones cercanas al área son Benito Juárez, Susupuato, Tazantla,Tiquicheo, Carácuaro, Nocupétaro, Huetamo y San Lucas, en Michoacán; y Cutzamala y Ciudad Altamirano en Guerrero.

Cría de iguana negra (*Ctenosaura pectinata*). Foto: Andrés García

Coordenadas

Esta área se ubica en los 18° 30' - 19° 30' latitud Norte y 100°35' - 100°25' longitud Oeste.

Tamaño

La superficie aproximada del área es de 450 000 hectáreas.

Importancia

Presenta una amplia gama de variantes de selva seca con una gran riqueza en su composición florística, debido a la diversidad ambiental. Se han realizado algunos estudios preliminares de vegetación (Soto, 1987). El tipo de vegetación dominante es la

Chachalaca (*Ortalis poliocephala*). Foto: Gerardo Ceballos

Murciélago (*Musonycteris harrisoni*) Foto: Marco Tschapka.

selva seca con sus distintas variantes ecológicas; en menor grado se presenta el bosque de encino de afinidad termófila. Se conocen cerca de 200 especies endémicas de las familias Leguminosae y Burseraceae; aunque la riqueza de endemismos se extiende también a otras familias como Euphorbiaceae, Rubiaceae, Compositae, Cucurbitaceae y Cactaceae. La protección de esta zona contribuye en la conservación de los mantos acuíferos del sistema Cutzamala.

Amenazas

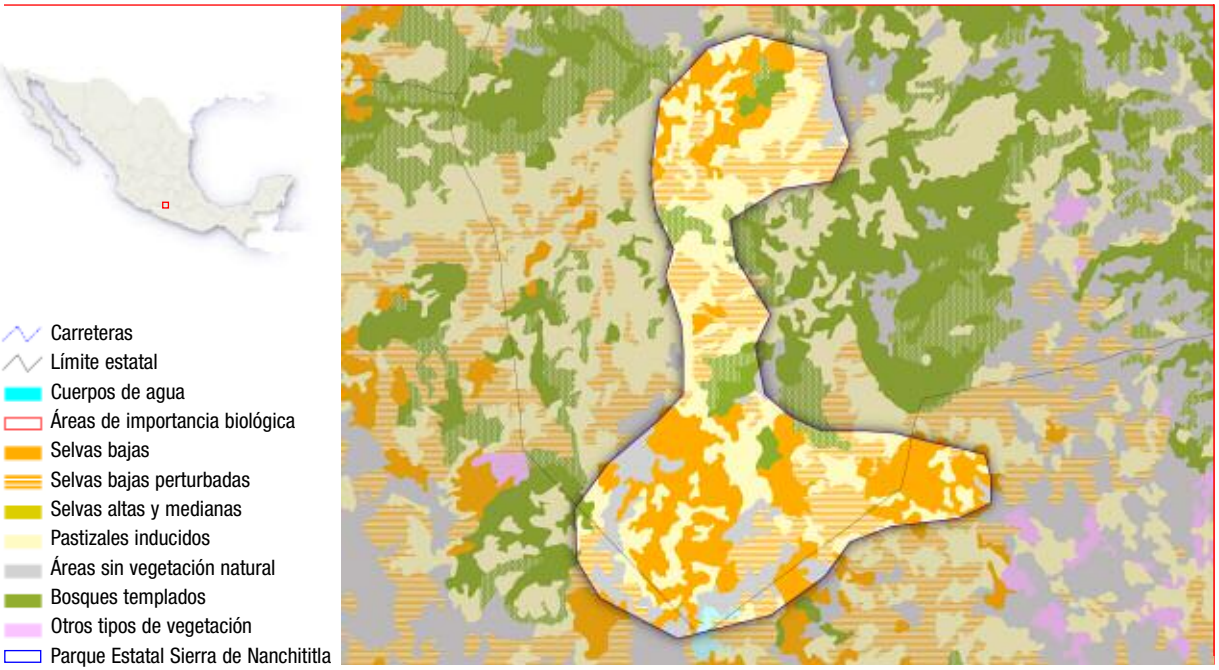
Las principales amenazas son el rápido incremento de la población humana, la ganadería extensiva, la agricultura, el establecimiento de monocultivos en forma extensiva (huertas de guayabo, melón, sandía y pepino), y la rápida contaminación de arroyos y ríos por pesticidas.

Oportunidades para su establecimiento

Algunos sitios se encuentran bien conservados debido al aislamiento de las vías de comunicación sin embargo es necesario desarrollar estrategias de conservación y protección del área a largo plazo.

Sierra de Nanchititla, Estado de México

Irma Salazar, Octavio Monroy-Vilchis y Gerardo Ceballos



Ubicación geográfica

Se localiza al suroeste del Estado de México, la mayor parte en el municipio de Luvianos (95%) en los límites con los Estados de Michoacán y Guerrero, dentro de la subprovincia Depresión del Balsas, provincia Sierra Madre del Sur. Tiene una altitud que varía de los 300 hasta los 2 100 msnm. Existen áreas bien conservadas de selva seca hacia la parte norte de la sierra entre los 300 y 1400 msnm donde se encuentran pendientes de 35° a 45° que hacen difícil su acceso; se localiza sobre suelos tipo feozem lúvico y litosol principalmente (Zepeda, 1994). Entre las localidades cercanas se encuentran Peña El Órgano Sur en el Municipio de General Canuto Neri en Guerrero y El Salitre en el municipio de Tlatlaya en el Estado de México.

Coordenadas

Aproximadamente entre los 19° 00' - 18° 30' latitud Norte y 100°30' - 100°00' longitud Oeste.

Tamaño

Comprende una superficie de aproximadamente 70 000 hectáreas.

Importancia

Las variaciones altitudinales y su localización, como parte de la depresión del Balsas, le han conferido a la región una importancia ecológica por la gran variedad de hábitats y por lo tanto la gran variedad de especies de flora y fauna, encontrándose varias de ellas en la NOM-059.

La vegetación predominante en la parte baja de la sierra es selva seca, entre los 700 y 1400 msnm, donde especies dominantes del paisaje son las de los géneros *Bursera (Bursera bicolor*, *Bursera bipinnata*, *Bursera kerberi* y *Bursera trimera*) y *Ficus (Ficus cotinifolia* y *Ficus petiolaris*). Debido a la accidentada topografía de la región y al declive latitudinal que llega hasta los 2100 msnm, también se pueden encontrar otros tipos de vegetación como son el bosque de encino, bosque de pino-encino, y en algunas cañadas húmedas se puede encontrar bosque mesófilo de montaña entre los bosques de pino-encino y encino. Zepeda (1994) reporta para la vertiente sur de la sierra un inventario de 296 especies, las cuales están incluidas en 87 familias y 214 géneros de los cuales 266 especies son fanerógamas (234 dicotiledóneas y 32 monocotiledóneas) y 30 son pteridofitas y plantas afines.

La herpetofauna está integrada por 20 especies de anfibios y 28 de reptiles, que representan el 25% de la herpetofauna estatal (Casas-Andreu y Aguilar-Miguel, 2005); entre las que destacan *Heloderma horridum* y *Lampropeltis triangulum* (Monroy-Vilchis *et al.*, 2005).

De aves se tiene el registro de 143 especies (el

Ardilla (*Spermophilus adocetus*). Foto: Gerardo Ceballos

Escorpión (*Heloderma horridum*). Foto: Gerardo Ceballos

35.04% de la avifauna estatal) de las cuales 23 son especies endémicas de México o se encuentran catalogadas en alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059. Entre las especies importantes para la región se encuentran *Cercomacra tyrannina*, *Henicorhina leucophrys* y *Pipilo erythrophthalmus* (Gassier, 1997).

En cuanto a mamíferos se presentan 5 especies de felinos (Sánchez *et al.*, 2002) y recientemente se tiene el primer registro de jaguar para el Estado (Sánchez, O *et al.*, 2002). Hay 48 especies de mamíferos terrestres presentes en la sierra, lo que corresponde al 47% de la mastofauna estatal (Monroy-Vilchis *et al.*, obs. pers).

Amenazas

Las amenazas principales son los incendios forestales así como la extracción de madera verde ya sea con permiso o sin permiso por parte del gobierno (Monroy-Vilchis obs. pers.). Otras de menor impacto son la ganadería (ganado vacuno y caprino) y después la agricultura (maíz) en las áreas de mayor extensión que son las selvas secas; en las áreas de poca pendiente la vegetación ha sido reemplazada por pastos y leguminosas principalmente (Aguilar, 1993; Zepeda, 1994).

Oportunidades para su establecimiento

La región esta decretada como una reserva estatal; además cuenta con una estación biológica que esta a cargo de la Universidad Autónoma del Estado de México y el Gobierno del Estado de México. Finalmente, entre ambas instituciones están llevando a cabo el programa de Manejo y Conservación de la Sierra.

Jaguar (*Panthera onca*). Foto: Octavio Monroy

Sierra de Montenegro, Morelos

David Valenzuela, Topiltzin Contreras-MacBeath
y Fernando Jaramillo

Ubicación geográfica

Se encuentra en la porción central de Morelos, en los municipios de Yautepec, Jiutepec, Emiliano Zapata y Tlaltizapán.

Coordenadas

Se localiza entre los 18°41' - 18°55' latitud Norte y los 99°05' - 99°11' longitud Oeste.

Tamaño

Abarca una superficie de aproximadamente 7 238 hectáreas.

Importancia

Es uno de los últimos reductos de selva seca relativamente conservada en Morelos que además constituye un puente o corredor biológico que conecta las

475

dos áreas naturales protegidas más grandes de Morelos (que son prácticamente las únicas zonas que aún conservan la vegetación natural del Estado), al norte el Corredor Biológico Chichinautzin y al sur la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla (Jaramillo *et al.*, 2000). En la Sierra de Montenegro se encuentra representada cerca del 60% de la flora y fauna morelense, muchas de estas especies tienen importancia económica, alimenticia y medicinal.

La vegetación en la Sierra de Montenegro, aún presenta porciones importantes en buen estado de conservación, por lo cual sería conveniente proteger estas áreas de las actividades encaminadas al cambio de uso del suelo. Las especies dominantes fisonómicamente distribuidas son: *Conzattia multiflora*, *Lysiloma divaricata*, *L. acapulcensis*, *Bursera* spp, *Leucaena sculenta*, *Ceiba parvifolia*, *Ceiba aesculifolia*, *Amphipterygium adstringens*, *Ipomoea wolcottiana*, *Comocladia engleriana* y *Pseudosmodingium perniciosum* (Boyás, 1992).

Cardón (*Pachycereus* spp). Foto: Topiltzin Contreras

Se han registrado 81 especies de mamíferos, 231 de aves y 53 de reptiles (Jaramillo *et al.*, 2000). Varias de ellas consideradas como raras, amenazadas o en peligro de extinción (Contreras-MacBeath *et al.*, 2004). Algunas especies presentes en el área son anfibios como *Bufo marmoreus*; reptiles como *Aspidoscelis communis*, *Sceloporus horridus* y *Heloderma horridum*; aves como *Columbina inca*, *Melanerpes chrysogenys* y *Callocitta formosa*; y mamíferos como *Artibeus jamaicensis*, *Balantiopteryx plicata*, *Baiomys musculus*, *Liomys irroratus*, *Bassariscus astutus* y *Urocyon cinereoargenteus*.

Amenazas

Sobreexplotación de especies maderables, cacería, incremento de asentamientos irregulares y el avance de la mancha urbana debido a la gran cercanía a núcleos poblacionales, particularmente en el municipio de Jiutepec, en donde la tasa de crecimiento anual es muy alta. También hay diversos problemas de ubicación de límites que han generado litigios aún en proceso. Asimismo en la zona hay una industria cementera que potencialmente representa un riesgo para la conservación del área al generar desmontes importantes (CEAMA, 2007).

Oportunidades para su establecimiento

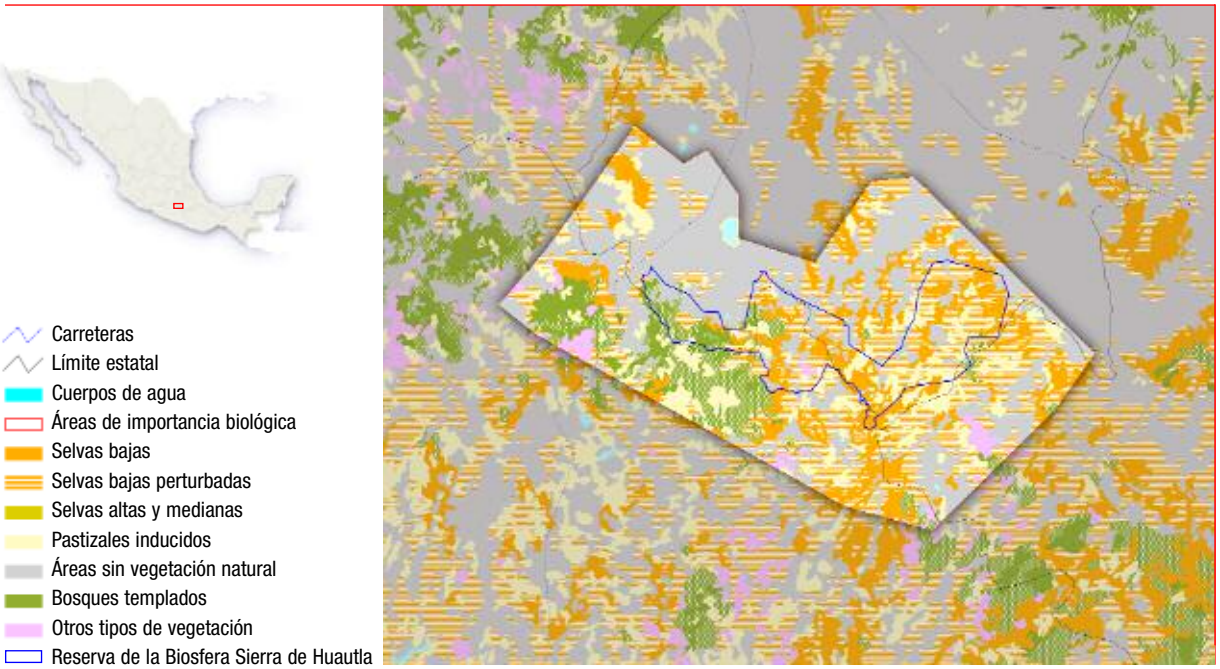
La zona ya es una Reserva Estatal desde 1998 (CEAMA, 2007) y se han generado estudios sobre ella desde hace algunos años. Hay un convenio de trabajo para su conservación entre la UAEM y los gobiernos municipales y el estatal, que han conformado un Comité Técnico Interinstitucional. En el Programa de Ordenamiento EcológicoTerritorial del Estado de Morelos, la Sierra de Montenegro se ha considerado un área de fragilidad alta y una subregión de importancia para la conservación con calidad ambiental media (Sedesol, 2000).

Culebra arroyera (*Drimarchon corais*). Foto: Jorge Sigala

Rana (*Hyla smithi*). Foto: David Valenzuela

Sierra de Huautla, Morelos, Guerrero y Puebla

David Valenzuela, Oscar Dorado y Rolando Ramírez



Ubicación geográfica

Incluye tres regiones contiguas de Morelos, Guerrero y Puebla. En la zona sur de Morelos, la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, abarca parte de los municipios de Amacuzac, Puente de Ixtla, Jojutla, Ciudad Ayala, Tlaquiltenango y Tepalcingo. El límite sur de la reserva colinda con Puebla y Guerrero (Dorado *et al.*, 2005)

En Guerrero, abarca la zona montañosa al Noreste del Estado colindante con Morelos, en los municipios de Buenavista de Cuellar y Huitzuco de los Figueroa. Puede ubicarse como el macizo montañoso al Sureste de Taxco, al Norte de Huitzuco de los Figueroa y al norte de Chaucingo. Incluye las montañas aledañas a Coaxcaclan y Quetzalapa (Dorado y De la Maza, 1998).

En Puebla, abarca la región más al norte del oeste del Estado, colindante con Morelos. Comprende la zona montañosa ubicada en parte de los municipios de Teotlaco y Jolalpan y la zona al noroeste y norte de la carretera entre Teotlaco y Huachinantla. Se incluyen en ésta zona los pequeños poblados de El Salado y Cuajinicuila (Dorado y De La Maza, 1998).

Coordenadas

La REBIOSH, en Morelos, se incluye en un cuadrante entre las coordenadas 18°20' y 18°34' latitud Norte y 98°51' y 99°210' longitud Oeste (Dorado *et al.* 2005). El área propuesta en Guerrero, se incluye en un cuadrante entre las coordenadas 18°15' y 18°27' latitud Norte y 99°04' y 99°20' longitud Oeste. El área propuesta en Puebla se incluye en un cuadrante entre las coordenadas 18°15' y 18°30' latitud Norte y 98°42' y 99°04' longitud Oeste

Tamaño

La REBIOSH en Morelos tiene una superficie de 59 030 hectáreas; por su parte las regiones colindantes con Guerrero y Puebla que se proponen, tienen una superficie aproximada de 40 000 hectáreas cada una (Dorado y De la Maza, 1998; Dorado *et al.*, 2005). Esto representa una región continua cubierta por selva seca en buen estado de conservación de un tamaño aproximado de 140 000 hectáreas.

Importancia

La Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla fue decretada el 8 de septiembre 1999 y en octubre de 2006 recibió el reconocimiento MAB-UNESCO.

La zona propuesta quizá representa la región continua cubierta por selva seca en buen estado de conservación más grande de toda la Cuenca del Río Balsas, particularmente de la Cuenca Alta del Balsas.

Un 43% de la región propuesta, correspondiente a Morelos, ya se ha decretado como una Reserva de la Biosfera, por lo que al priorizar la conservación de los polígonos complementarios aumenta la probabilidad de conservación de una porción representativa y muy significativa de las selvas secas de la Cuenca del Balsas.

Selva seca en la Sierra de Huautla. Foto: David Valenzuela

La mayor parte de los criterios que fundamentan la conservación de la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, Morelos, son aplicables para promover la conservación en conjunto de toda esta región.

La vegetación dominante en más del 90% de la zona es la selva seca y es posible encontrar además algunas áreas con selva mediana subcaducifolia, encinares y un manchón pequeño de pinos.

A la fecha se tienen registradas 13 especies endémicas de la Sierra de Huautla: la planta *Brongniartia vazquezii* (Fabaceae), 12 especies de escarabajos *Cratomorphus huautlensis* sp. nov., *Plateros huautlensis*, *P. doradoi*, *P. rodriguezae* sp. nov., *Pyropygodes huautlae* gen. y sp. nov., *Photinus pararuficollis* sp. nov., *P. amoenoides* sp. nov., *P. toledoi* sp. nov., *P. moralesae* sp. nov., *P. saniphallos* sp. nov., *P. morelosensis* sp. nov., *P. furcatus* sp. nov. (Coleoptera: Lampyridae) y una especie de bacteria fijadora de nitrógeno *Rhizobium huautlense.* Es muy factible que al intensificar los trabajos botánicos y faunísticos se encuentren no solo más especies sino también más especies endémicas a la zona (Dorado, 1983, 1989; Dorado *et al.*, 2005; Wang *et al.*, 1998; Zaragoza, 1996, 1999, 2000a, 2000b).

Para la REBIOSH se han registrado un total de 937 especies de plantas vasculares, incluidas en 449 géneros y 130 familias. Las familias más abundantes en cuanto a número de especies son Fabaceae, Poaceae, Asteraceae y Burseraceae (Dorado *et al.*, 2005).

Es necesario destacar que la familia Burseraceae encuentra en las selvas secas de la Cuenca del Balsas su mayor diversidad. En la zona de la Sierra de Huautla se han registrado 15 especies, todas ellas de gran importancia ecológica y económica.

Por otra parte la Sierra de Huautla, alberga un número muy importante de especies endémicas a México y otras endémicas exclusivas de las selvas secas mexicanas. Caso notable es el de los vertebra-

Cantil (*Agkistrodon bilineatus*). Foto: Oscar Dorado

Gorrión pecho amarillo (*Passerina leclancheri*). Foto: Jorge Siga

dos pues en la región se encuentran 34 especies de anfibios y reptiles, 16 de aves y 12 de mamíferos que son exclusivas de México. Además en el caso de las aves, se registran en la Sierra de Huautla 10 especies que son endémicas a la Cuenca del Balsas. En la Sierra de Huautla se han registrado poblaciones relictuales de 44 especies de mariposas (Dorado *et al.*, 2005).

La zona de la Sierra de Huautla es considerada por la Conabio como un área prioritaria para la conservación de aves AICA C-49 (Argote *et al.*, 1999) y también una región terrestre prioritaria (No. 120 Sierras de Taxco-Huautla; Arriaga *et al.*, 2000). En el caso de la fauna a la fecha se han registrado 8 especies de peces, 17 especies de anfibios, 53 especies de reptiles, más de 200 especies de aves, y 72 especies de mamíferos. En el caso de los insectos, estimaciones iniciales sugieren que podrían ocurrir aproximadamente 50 especies de odonatos, 230 de abejas, 14 de avispas sociales, 310 de escarabajos cerambícidos y al menos 33 géneros de hormigas. Es destacable el caso de las mariposas diurnas pues hasta ahora se han registrado 292 especies y se estima que éste número puede llegar a 330 especies (Alcaráz-Cruz *et al.*, 2004; Cadena, 2003; Chávez-Juárez *et al.*, 2004a, 2004b; De la Maza *et al.*, 1995a, 1995b; Dorado *et al.*, 2005; Lavalle, 2005; Orozco-Lugo, 2007; Rhodes, 2005; Sánchez y Romero, 1992; Urbina, 2002; Valenzuela *et al.*, 2002, 2004a, 2004b, 2006; Vargas *et al.* 1992).

Amenazas

En la región las principales amenazas son la ganadería extensiva de ganado vacuno, la transformación de la selva en praderas para ganado, la ganadería extensiva de caprinos y la extracción de leña. La transformación de la selva en zonas de agricultura por ahora es de baja intensidad pero es una amenaza latente que puede dispararse fácilmente. Por otra parte es necesario señalar que todas estas amenazas pueden, potencialmente, ser mucho más intensas si persiste la descoordinación interinstitucional y la promoción de políticas de desarrollo contradictorias a las políticas de conservación (Dorado, 1997; Dorado *et al.*, 2005).

Oportunidades para su establecimiento

Se tiene un avance muy importante en el conocimiento científico de la porción morelense de la zona propuesta. Se tienen también algunos trabajos de reconocimiento botánico y faunístico para las por-

Ratón espinoso (*Liomys irroratus*). Foto: David Valenzuela

ciones de Guerrero y Puebla. Además en ambos Estados existe una buena disposición para trabajar en ésta zona y para implementar estrategias de conservación ya sea conformar áreas naturales protegidas o de otra índole.

Por otra parte existe un grupo de investigación importante y en proceso de consolidación en el Centro de Educación Ambiental e Investigación Sierra de Huautla, de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos que está trabajando en la zona llevando a cabo tanto estudios ecológicos como de trabajo comunitario y desarrollando proyectos productivos como parte de las estrategias de conservación que requiere la zona (Dorado, 1997; Maldonado, 1987, 1997). En la porción morelense existen dos estaciones biológicas, una con capacidad para cerca de 100 personas y otra pequeña con capacidad para unas 8 personas, que ofrecen las facilidades logísticas principales para que investigadores de la UAEM y de otras instancias académicas puedan llevar a cabo proyectos de investigación.

Selva seca bien conservada en la Sierra de Huatla. Foto: David Valenzuela

Acahuizotla, Guerrero

Ernesto Velázquez

Ubicación geográfica

Se encuentra entre la ciudad de Chilpancingo y Tierra Colorada, al oriente de la carretera 95 México-Acapulco. Las localidades cercanas a esta área son Mazatlán, Lagunillas, El Salado, Acahuizotla, El Ocotito, Agua de Obispo, Zacaxtlahuacán, Coaxtlahuacán y San Roque (Flores, 1990; Zamudio, 1986). La región se caracteriza por una topografía muy accidentada que comprende desde los 800 a los 2 600 msnm. Se presentan dos formaciones geológicas: Agua de Obispo y Morelos, compuestas principalmente por rocas sedimentarias, calizas e ígneas intrusivas pertenecientes al Cretácico. El clima predominante es el semicálido-semihúmedo A(C) w2 (w) ig, con un promedio anual de temperatura de 22 °C y un promedio anual de 1 373 mm de precipitación.

Coordenadas

Se ubica entre las coordenadas 17°17' - 17°25' latitud Norte y 99°22' - 99°28' longitud Oeste.

Tamaño

La superficie aproximada del área es de 17 000 hectáreas.

Importancia

La selva seca, ubicada entre los 800 y 1 800 msnm, es la que ocupa la mayor superficie. Destacan especies como *Pseudosmodingium perniciosum*, *Pseudobombax ellipticum*, *Lysiloma acapulcense*, *L. divaricata*, *Bursera bipinnata*, *B. xochipalensis*, *Cyrftocarpa procera* y *Neobuxbaumia mezcalensis* entre otros. Cabe destacar la presencia de *Bursera bonetii*, sujeta a protección especial (Diego y Zamudio, 1982-1983; Flores, 1990). También se presentan manchones de bosque de encino entre los 800 y los 2300 msnm, con especies como *Quercus glaucescens*, *Q. magnoliifolia* y *Q. elíptica*, mezcladas con *Arbutus xalapensis*, *Curatella americana* y *Byrsonima crassifolia*. El bosque de pinos se distribuye entre los 1 000 y 2 600 msnm y presenta dominancia de *Pinus oocarpa* y *P. pringlei*; es notable la presencia en estos bosques de *Zamia loddigessi*, especie amenazada, y de *Comarostaphylis discolor*, sujeta a protección especial. En las partes bajas de las cañadas se establece el bosque de galería donde son notables *Ficus cotinifolia*, *F. glabrata*, *Licaria capitata*, *Salis bonplandiana* y *Lysiloma acapulcense* (Diego y Zamudio, 1982-1983; Flores, 1990). Las especies *Tapura mexicana* (Dichapetalaceae) y *Schistophragma*

Selva seca. Foto: Rosa María Fonseca

pusilla (Scrophulariaceae) se han registrado únicamente en esta zona (Verduzco y Rodríguez, 1995; Zamudio, 1986).

No existe información precisa sobre las especies de la fauna presentes en el área. Sin embargo, pueden citarse algunas especies de probable ocurrencia de mamíferos como *Odocoileus virginianus* y *Didelphis virginiana*; asimismo especies de herpetofauna como *Anolis nebulosus*, *Aspidocelis deppeii*, *A. guttata*, *Boa constrictor*, *Smilisca baudinii*, y *Pachymedusa dacnicolor*.

Rana arborícola (*Smilisca baudinii*). Foto: Gerardo Ceballos

Amenazas

Las amenazas más importantes, por el área que afectan, son la ganadería extensiva y los desmontes para agricultura. Existe una fuerte presión en la selva por actividades como la explotación de plantas medicinales y la cacería.

Oportunidades para su establecimiento

Por su historia geológica, su accidentada topografía, tipos de vegetación y por la presencia de especies en diferentes categorías de conservación según la NOM-059-ECOL-2001 sería conveniente que se pudiera declarar Área Natural Protegida.

Cantil (*Agkistrodon bilineatus*). Foto: Gerardo Ceballos

Cañón del Zopilote, Guerrero

Jaime Jiménez, Ramiro Cruz, Martha Martínez
y Susana Valencia

Ubicación geográfica

Incluye regiones vecinas de los Estados de Guerrero, Morelos y Puebla. Al norte, en Morelos, se localiza la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla; al sur, en Guerrero, ocupa los municipios de Buenavista de Cuellar (una parte), Huitzuco de los Figueroa, Atenango del Río, Copalillo y algunos bordes de Tepecoacuilco de Trujano, Mártir de Cuilapan, Zitlala y Ahuacuotzingo; y al noreste ocupa una pequeña área dentro del Estado de Puebla. La altitud varía entre los 600 y 1000 msnm. Con respecto a las localidades cercanas se pueden mencionar en el extremo sur (margen izquierdo del Río Mezcala) a Coacoyul y San Juan las Joyas, hacia el extremo suroeste a San Juan Tecuixiapan, hacia el extremo noroeste Papalutla en Guerrero; mientras que en los lími-

tes de Morelos están Cuahuilotla y Chaucingo, y en los límites con Puebla están Cruz de Palma, Temalac y Atlapa.

Coordenadas

El área propuesta para Guerrero se incluye en un cuadrante entre las coordenadas 18°28' - 17°49' de latitud Norte y 98°52' - 98°24' de longitud Oeste.

Tamaño

La porción guerrerense ocupa un área aproximada de 54 000 hectáreas.

Importancia

Se encuentra categorizada como Región Terrestre Prioritaria debido a la presencia de selva seca en buen estado de conservación y a que es un área de alta diversidad de especies y rica en endemismos, al

Selva baja. Foto: Gerardo Ceballos

menos al nivel de plantas vasculares, anfibios y reptiles (Arriaga *et al.*, 2000).

Las selvas secas de la porción guerrerense tienen registradas 751 especies de plantas vasculares pertenecientes a 378 géneros y 107 familias. Las familias Compositae, Leguminosae, Graminae y Euphorbiaceae ocupan los primeros lugares en diversidad. La porción guerrerense aloja una parte importante de selva seca bien conservada y diferente a la hallada en la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, Morelos, sobre todo en los márgenes del río Balsas y en las porciones aledañas a Atenango del Río, como lo atestigua la presencia de 11 especies endémicas de distribución muy restringida.

La selva seca esta dominada por las especies del género *Bursera*, relegando a la familia Leguminosae a segundo plano, tal como lo señala Miranda (1947) para la Cuenca del Balsas; éste es un hecho único en el mundo ya que la familia Leguminosae domina en este tipo de vegetación. Además 21 especies del género *Bursera*, de las 22 registradas para la zona, son endémicas para la República Mexicana. Excepcionalmente se ha encontrado que llegan a compartir (en vegetación primaria) el predominio ecológico con *Neobuxbaumia mezcalensis* (Cactaceae), *Cyrtocarpa procera*, *Jatropha elbae* (Euphorbiaceae) y *Ceiba parviflora* (Bombacaceae).

Los endemismos conocidos de la región para el Estado de Guerrero son: *Beucarnea hiriarteae*, *Bursera bonetti*, *B. suntui*, *Fouqueria leonilae*, *Caesalpinia epifanoi*, *Hecthia mooreana*, *Jatropha elbae*, *J. tlalcozotitlanensis*, *Justicia zopilotensis*, *Ruellia fruticosa* y *Tetramerium glutinosum*. Los datos disponibles parten de cuatro trabajos regionales en Atenango del Río, Papalutla, San Francisco Ozomatlan y Tlalcozotitlan, de modo que una exploración completa desembocaría en una mayor riqueza florística.

Cocuile (*Piscidia carthagenensis*). Foto: Lucio Lozada

Si bien no existen estudios faunísticos particulares para esta zona, se puede mencionar que por ejemplo en la Sierra de Huautla, zona protegida muy cercana a esta área, se han reportado aproximadamente 177 especies de aves, registrándose 57 de ellas en la selva seca. De esta manera algunas especies de aves de posible ocurrencia en esta región serían *Parabuteo unicinctus*, *Columbina inca* y *Melanerpes chrysogenys*. Algunas especies de mamíferos de la región son el tlacuache (*Didelphis virginiana*), coyote (*Canis latrans*) y ardilla (*Sciurus collaei*). Entre los anfibios se han registrado ranas (*Pachymedusa dacnicolor*, *Smilisca baudinii*); y reptiles como S*celoporus horridus* y *Urosaurus bicarinatus*.

Amenazas

Las principales amenazas son la ganadería extensiva, la agricultura y la extracción de leña. Además, no existe ninguna reserva decretada en la zona, de modo que el proceso de eliminación de la cobertura vegetal avanza aceleradamente. Otro tipo de amenaza es la posible construcción de una presa (San Juan Tetelcingo) que afectaría los bordes bajos del río Balsas.

Oportunidades para su establecimiento

Existe un conocimiento florístico general y se conocen cuatro regiones florísticamente bien caracterizadas, tal vez sea un buen comienzo para proponer una estrategia de conservación de la zona ya que además tiene las selvas secas mejor conservadas del área Atenango del Río-Sierra de Huautla. La principal defensa de la selva seca es lo abrupto de regiones extensas y la ausencia de un suelo adecuado para la agricultura, sin embargo, la ganadería puede intensificarse y deteriorar progresivamente a la vegetación. Es interesante anotar que en algunos cerros como el de La Víbora y de la Cruz, en el municipio de Atenango, los pobladores regulan la caza del venado y según ellos mismos existen dos especies de felinos (Ofelia Delgado, tesista, observó en la noche a un felino mediano, pero no pudo reconocer de que tipo). En estas circunstancias es viable la posibilidad de conservar esta peculiar zona de la Cuenca Oriental Alta del río Balsas.

Rana arborícola (*Pachymedusa dacnicolor*).
Foto: Gerardo Ceballos

Cerro del Tepehuaje, Guerrero

Heliot Zarza, Jesús Pacheco y Gerardo Ceballos

Ubicación geográfica

El cerro del Tepehuaje esta ubicado en la provincia fisiográfica denominada Sierra Madre del Sur, que se extiende desde Cabo Corrientes hasta el Istmo de Tehuantepec, próxima al litoral del Océano Pacífico. Se sitúa en la cuenca del río Papagayo, la más importante de esta región y la cual reúne las aguas de los ríos Omitlán, Azul o Petaquillas y Papagayo, formando así parte del Sistema Hidrológico Costa de Guerrero. Su relieve esta dominado por lomeríos y algunas planicies aluviales que se presentan, especialmente, en las desembocaduras de arroyos y ríos. El basamento esta formado por rocas metamórficas cubiertas de depósitos de suelo residuales, de talud y aluviones. La altitud varía entre 200 y 3 000 msnm, siendo el intervalo altitudinal dominante entre los

500 y 1000 msnm (60%) seguido de 1000 a 1 500 msnm (20%). Es una región con cañadas profundas y una topografía irregular (Hernández y Ortiz, 2005; Navarro, 1999).

El cerro del Tepehuaje se localiza en el municipio Juan N. Escudero, a 50 kilómetros al sur de la ciudad de Chilpancingo, Guerrero.

Coordenadas

El área se localiza entre las coordenadas extremas 17°08' - 17°06' latitud Norte y 99°33' - 99°50' longitud Oeste.

Tamaño

El área prioritaria tiene una superficie aproximada de 1 115 hectáreas.

Importancia

La región del cerro del Tepehuaje es importante porque presenta una gran diversidad de hábitats que proveen un mosaico de condiciones de aridez y humedad en esa accidentada topografía. Estas interacciones hacen que la región mantenga una gran riqueza de especies de flora y fauna, y de especies endémicas, algunas de las cuales se encuentran ame-

Cerro de Tepehuaje en época de lluvias. Foto: Gerardo Ceballos

nazadas o en peligro de extinción.

Dentro de la región, una de las áreas mejor conservadas es el cerro del Tepehuaje; esta área mantiene varios tipos de vegetación entre los que destacan la selva seca, la selva mediana subperennifolia y el matorral xerófilo. Las especies vegetales características de la selva seca son *Aspidosperma megalocarpa*, *Astronium graveolens*, *Bursera arborea*, *Exothea paniculata*, *Luehea candida*, *Pterocarpus acapulcensis* y *Trichilia glabra*; de la selva mediana subperennifolia son *Peltogyne mexicana, Brosium alicastrum*, *Orbignya cohuene*, *Sciadodrendrom excelsum* y *Tabebuia donell-smith*; y del matorral xerófilo son *Acacia hindsii, Bursera arborea*, *Nopalea karwinskiana* y *Agave* spp. De estos, la selva seca es el menos representado en México y además presenta altas tasas de deforestación (Rzedowski, 1978, 1998).

Cabe resaltar la importancia de especies endémicas como *Louteridium rzedowskii*, *Peltogyne mexicana* y *Neobuxbaumia multiareolata;* asimismo están presentes tres nuevas especies hasta ahora conocidas de una o dos localidades por lo que se les considera

Cerro de Tepehuaje en época de secas. Foto: Gerardo Ceballos

microendémicas y vulnerables a la extinción: *Hippocratea* sp., *Jatropha* sp. y *Cnidoscolus* sp. las cuales se han encontrado solamente en la selva mediana subperennifolia, la selva seca y el matorral xerófilo del cerro del Tepehuaje (CFE, 2004).

Al igual que la flora, la diversidad faunística y el grado de endemismo en el área son altos para los diferentes grupos taxonómicos. La riqueza de vertebrados terrestres se estima en 305 especies. Los anfibios y reptiles están representados por 8 y 28 especies respectivamente, de las cuales cuatro son endémicas de México y cinco están en la categoría de amenazada (CFE, 2004; Semarnat, 2002); cerca de 239 especies de aves se han reportado para el área, la mayoría son especies residentes (70%) y el resto migratorias, 13 son endémicas y 19 especies se encuentran en alguna categoría de riesgo (CFE, 2004; Navarro, 1999; Semarnat, 2002); con respecto a los mamíferos se reportan 30 especies, de las cuales 5 son endémicas a México y por lo menos 3 especies están amenazadas o en peligro de extinción (Ceballos y Oliva, 2005; CFE, 2004; Semarnat, 2002).

Arbusto (*Jatropha* sp.). Foto: Lucio Lozada

Entre las especies de vertebrados notables por su importancia biológica, económica y/o por encontrarse en alguna categoría de riesgo se enlistan algunas especies de anfibios como la rana *Rana* sp. "forma Papagayo" especie de distribución restringida a las riberas del río Papagayo, *Rana forreri*, y el sapo joya (*Bufo gemmifer*). Entre los reptiles se encuentran la lagartija (*Anolis taylori*), iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) y escorpión (*Heloderma horridum)*. Entre las aves se puede mencionar al vireo enano (*Vireo nelsoni*), el vireo gorra negra (*Vireo atricapillus*), el loro cabeza amarilla (*Amazona oratrix*), el colibrí de cola blanca (*Eupherusa poliocerca*), la tangara de cabeza roja (*Piranga erythrocephala*), carpintero corona gris (*Piculus auricularis)*, el papamoscas jaspeado (*Deltarhynchus flammulatus)* y el toquí de collar (*Pipilo ocai guerrerensis*). Finalmente, entre los mamíferos se pueden mencionar al zorrillo pigmeo (*Spilogale pygmaea*), tlacuachín (*Tlacuatzin canescens*), conejo mexicano (*Sylvilagus cunicularius)*, el jaguar (*Panthera onca)* y el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus)*.

Amenazas

El cerro del Tepehuaje posee especial importancia por su gran diversidad biológica haciendo de éste un sitio prioritario para la conservación en el Estado de Guerrero. Aunque el grado de deforestación y fragmentación que se ha registrado en esta zona no es grave, puede generar repercusiones a mediano plazo sobre la biodiversidad local como ha ocurrido con la mayoría de las especies arbóreas de valor comercial y especies de fauna usadas como fuente de alimento u ornato, y que en la actualidad son escasas.

A nivel espacial, los mayores impactos por la deforestación son en la selva mediana subperennifolia y en el matorral xerófito ya que son los que mantienen una mayor diversidad biológica, número de especies endémicas y donde se han registrado nuevas especies. La eliminación de la cobertura forestal para establecer cultivos de maíz, jamaica o de flores ornamentales, propicia que después de un tiempo los terrenos se vuelvan infértiles, sean abandonados y sean dominados por leguminosas espinosas como *Acacia cochliacantha* y *A. famesiana*.

Entre los taxa afectados y que son prioritarios para la conservación se encuentran las especies *Hippocratea* sp., *Jatropha* sp., *Cnidoscolus* sp. *Cnidoscolus tenuilobus*, *Peltogyne mexicana* y *Louteridium rzedowskii*.

Referente a la fauna del cerro del Tepehuaje y sus alrededores se han reportado especies endémicas amenazadas por la sobreexplotación del comercio, como el perico guayabero (*Amazona finschii*), loro cabeza amarilla (*Amazona orathryx*) y gorrión pecho amarillo (*Passerina leclancherii)*. Existen especies que se encuentran en riesgo como el halcón (*Falco femoralis*) y el vireo enano (*Vireo nelsoni*). Las especies endémicas como la chachalaca (*Ortalis poliocephala*), la codorniz (*Philortyx fasciatus*) y el perico guayabero (*Amazona finschii)* se encuentran amenazadas también. En cuanto a los mamíferos, el zorrillo pigmeo (*Spilogale pygmaea*) y la rata (*Hodomys alleni*) se encuentran entre las especies endémicas de la selvas secas del oeste de México. Entre las especies de reptiles endémicas que se encuentran amenazadas están la serpiente (*Leptophis diplotropis*), la iguana negra (*Ctenosaura pectinata*), el escopión (*Heloderma horridum*) y la tortuga casquito (*Kinosternon integrum*). La disminución de la biodiversidad local, es un claro ejemplo de especies probablemente extintas debido al tráfico y la sobreexplotación de sus poblaciones.

La parte alta de la cuenca del río Papagayo se encuentra bien conservada, sin embargo el crecimiento urbano de Chilpancingo puede generar serios problemas hacia la cuenca baja donde las principales amenazas son la deforestación debido al incremento de campos agrícolas y ganaderos, la sobreexplotación de pozos y la contaminación del agua; repercutiendo obviamente en los recursos naturales y biodiversidad de la región del cerro del Tepehuaje (Arriaga *et al.*, 1998).

Oportunidades para su establecimiento

En la región no existe ninguna área natural protegida ni región terrestre prioritaria, con excepción de un Área de Importancia para la Conservación de las

Aves Acahuizotla-Agua del Obispo al noreste del cerro del Tepehuaje (Arriaga *et al.*, 2000; Navarro, 1999). El sitio está dentro de la región hidrológica prioritaria Río Papagayo (Arriaga *et al.*, 1998).

Palo colorado (*Aspidosperma megalocarpa*). Foto: Jesús Pacheco

Existe un uso diversificado de los recursos naturales de la región, lo que constituye una fuente de aprendizaje acerca del uso tradicional de los mismos que debe ser retomada en los programas de investigación de la reserva. Es necesario fomentar proyectos de investigación en todas las áreas y con mayor énfasis en los grupos de invertebrados.

El Estado de Guerrero posee una gran diversidad biológica, sin embargo la superficie de las áreas naturales protegidas es menor al 1% de la superficie total del Estado, por lo cual el establecimiento del área protegida del cerro del Tepehuaje sería un gran avance en la conservación de la biodiversidad.

Rata (*Hodomys alleni*). Foto: Gerardo Ceballos

La Vainilla, Guerrero

Nelly Diego

Ubicación geográfica

Se localiza en el municipio de José Azueta de Guerrero. La zona pertenece a la subprovincia fisiográfica Costas del Sur de la provincia Sierra Madre del Sur y forma parte de la unidad geomorfológica Lomeríos de la Planicie Pacífica (INEGI, 1985). El relieve de la zona es muy heterogéneo. La mayor extensión de la zona se sitúa sobre calizas de Cretácico inferior con zonas cársticas y otros sitios donde la caliza no aflora. Esta localidad es atravesada por varias corrientes de agua, la mayoría de tipo estacional; sólo de corriente permanente esta el arroyo La Vainilla que se une al Río El Calabazal que es tributario del Río Ixtapa. Al norte se tiene como límite el parteaguas formado por los cerros Los Mangos y presenta un intervalo altitudinal que va de 200 a 800 msnm.

Coordenadas

El área se localiza entre las coordenadas extremas 17°41' - 17°42'30'' latitud Norte y 101°31'30" - 101°33' longitud Oeste.

Tamaño

La superficie aproximada del área es de 350 hectáreas.

Importancia

Se presentan básicamente tres tipos de vegetación: selva seca, selva mediana, y bosque de galería. La zona de selva seca está restringida a los afloramientos pedregosos de caliza, principalmente en las laderas del cerro El Mango; está representada por una asociación de *Bursera sarcopoda*, *Neobuxbaumia tetezo*, *Plumeria rubra* y *Euphorbia tanquahuete*, con árboles de 10 a 15 metros de alto y algunas especies emergentes con alturas de 20 metros o más como *Cedrela oaxacencis*, *Hura polyandra* y *Swietenia humilis*. La selva mediana se establece tanto en laderas y cañadas como en planicies y forma un dosel cerrado con alturas de 20 a 35 metros, con dominancia de *Brosimum alicastrum*, *Oxandra laceolata*, *Aspidosperma megalocarpon*, *Dalbergia granadillo*, *Diphysa robinoides* y *Swietenia humilis*. Los árboles que crecen en los bordes de los cuerpos de agua forman el bosque de galería, con algunos elementos diferentes a los que se presentan en la vegetación del entorno, tales como *Calophyllum brasiliense*, *Ficus maxima, Licaria cervantesii*, *Annona squamosa*, entre otros. Es necesario conservar la vegetación y el arroyo La Vainilla como fuente de abastecimiento de agua a las poblaciones vecinas. Gallardo (1996) menciona especies cuya distribución está concentrada en dos o tres Estados de la planicie costera del Pacífico como *Chalema synanthera*, *Bursera attenuata*,

Selva seca. Foto: Nelly Diego Pérez

Lagartija (*Anolis nebulosus*). Foto: Gerardo Ceballos

Dioscorea preslii y *Manfreda chamelensis*, por lo que es básico considerar su conservación.

Entre las especies de herpetofauna de posible ocurrencia en el área se pueden citar a *Sceloporus melanorhinus*, *S. pyrocephalus*, *Urosaurus bicarinatus*, *Hyla smaragdina*, *Smilisca baudinii* y *Bufo marmoreus*.

Amenazas

Es necesario mencionar que hay tendencia a la pérdida de la superficie arbolada por la perturbación constante por el pastoreo y recolección de leña.

Oportunidades para su establecimiento

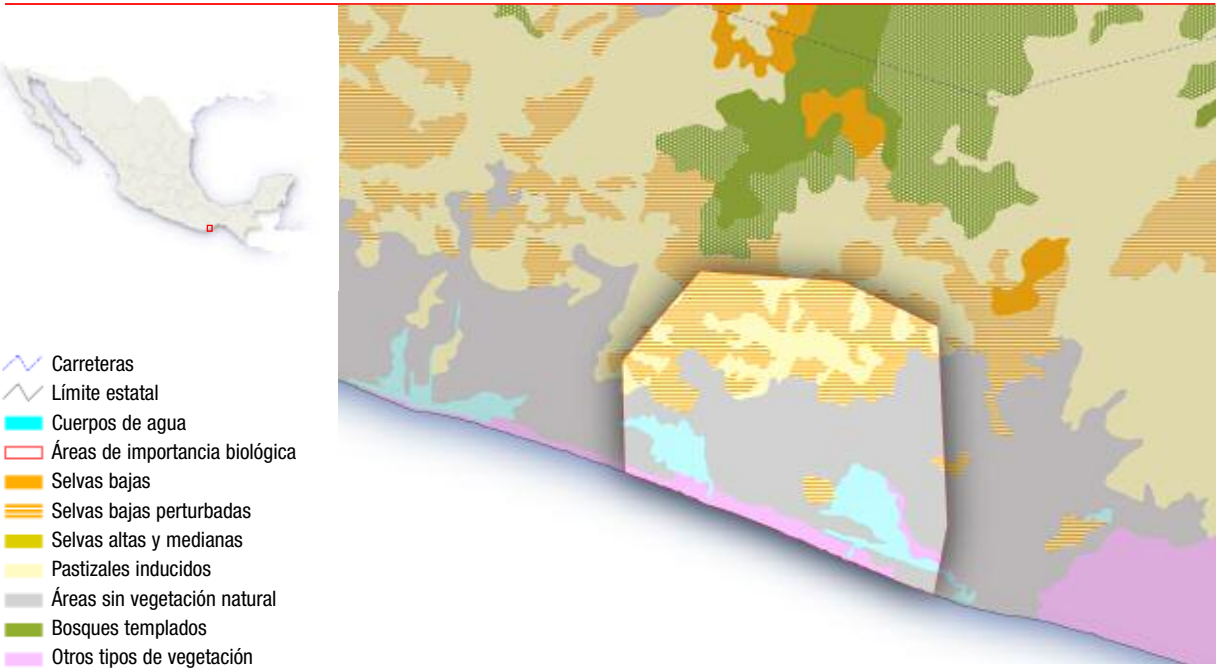
Los tipos de vegetación presentan un alto grado de conservación, esto es evidente por la presencia de plantas nativas como *Brosium alicastrum*, *Oxandra laceolata*, *Aspidosperma megalocarpon* y otras que dominan la zona. Entre las plantas amenazadas que se desarrollan en el área están *Astronium graveolens*, *Spondias radlkoferi*, *Licania arborea*, *Epidendrum cystosomun* y *Mastichodendron capiri*. Se encuentra una especie amenazada y endémica que es *Bursera arborea*. También es importante por la riqueza de especies epífitas de las familias Bromeliaceae, Piperaceae y Ochidaceae. Ha sido propuesta como parque ecológico, pero es necesario lograr que sea decretado oficialmente.

Yaya (*Oxandra lanceolata*). Foto: Claudia Gallardo

Trogon (*Trogon citreolus*). Foto: Jorge Vega

Nuxco, Guerrero

Rosa María Fonseca



Ubicación geográfica

La zona se encuentra en el municipio de Tecpan de Galeana, al sureste de la cabecera municipal, en la Costa Grande de Guerrero, está limitada al norte por la carretera Acapulco-Zihuatanejo, al sur por el océano Pacífico; al este por el río Tecpan y al oeste por el río San Luis. Incluye los poblados Nuxco, Tenexpa, La Zarza y La Vinata; así como las lagunas Nuxco y El Plan.

Coordenadas

Se encuentra en las coordenadas extremas 17°15'- 17°08' latitud Norte y 100°55'- 100°39' longitud Oeste.

Tamaño

La zona es una franja de aproximadamente 25 kilómetros de largo paralela a la costa del Pacífico, con una anchura en promedio de 7.5 kilómetros.

Importancia

Existen varios tipos de vegetación en el área, entre los que destaca el bosque tropical caducifolio con una característica muy peculiar: es una comunidad muy densa y de baja estatura, algunas especies típicamente arbóreas alcanzan tan sólo entre 1.5 y 2.5 metros de altura; entre las especies más importantes se encuentran *Bursera arborea*, *Bursera excelsa*, *Caesalpinia cacalaco*, *Capparis incana*, *Celtis iguanea*, *Crataeva tapia*, *Crescentia alata*, *Chysobalanus icaco*, *Dyospiros riojae*, *Dyospiros oaxacana*, *Forchahammeria pallida*, *Pithecellobium lanceolatum*, *Anacardium occidentale*, *Leucaena leucoceophala*, *Lonchocarpus eriocarinalis*, *Phyllanthus* sp., *Prosopis juliflora*, *Tabernaemontana amygdalifolia* y *Trichilia hirta*.

Fruto de ciruelo (*Spondias mombin*). Foto: Gerardo Ceballos

Los arbustos son muy abundantes y dan un aspecto aún más denso a la vegetación. Algunos de los registrados en la zona son *Hintonia standleyana*, *Hippocratea excelsa*, *Eugenia rekoi*, *Capparis flexuosa*, *C. verrucosa*, *Coccoloba liebmannii*, *C. venosa*, *Rauvolfia ligustrina*, *R. tetraphylla*, *Rechia mexicana*, *Senna occidentales*, *S. pallida*, *Tabernaemontana amigdalifolia*, *Jaquinia aurantiaca*, *Xylosma flexuosa*, *Acacia farnesiana*, *A. cochliacantha*, *A. cornigera*, *A. macracantha*, *Amyris balsamifera*, *Casearia corymbosa*, *Byttneria aculeata*, *Randia aculeata*, *R. guerrerensis*, *R. malacocarpa*, *R. thurberi* y *Thevetia peruviana*.

Se ha registrado la presencia de hierbas pertenecientes a las siguientes especies: *Stylosanthes viscosa*, *Hybanthus mexicana*, *Diodia apiculata*, *Aniseia martinicensis*, *Bromelia pinguin*, *Ipomoea minutiflora*, *Merremia umbellata*, *Merremia quinquefolia*, *Rivina humilis*, *Dactyloctenium aegiptium*, *Gomphrena decumbens*, *Sanvitalia procumbens*, *Spermacoce suaveolens* y *Scoparia dulcis*.

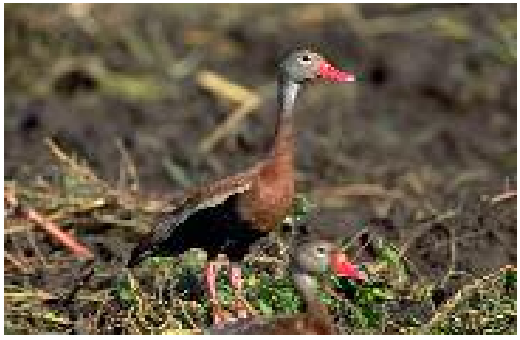
Asimismo, están presentes cactáceas de hasta cuatro metros de alto de las especies *Acanthocereus pentagonus*, *Stenocereus quevedonis*, *Penniocereus fosterianus*, *Nopalea cochnillifera* y *Nopalea karwinskiana*. Tanto por la baja talla de la vegetación como por la abundancia de elementos de la familia Cactaceae en sitios un tanto rocosos se puede hablar de matorral xerófilo.

A la orilla de las lagunas se presenta el manglar donde se desarrollan como elementos dominantes *Avicennia germinans*, *Conocarpus erecta*, *Laguncularia racemos* y *Rhizophora mangle*; además de árboles de *Bravaisia integerrima* y ejemplares de *Acrostichum danaeifolium*, el helecho de los manglares. La vegetación acuática y subacuática está constituida por especies como *Annona glabra*, *Pistia stratiotes*, *Crinum erubescens*, *Nymphoides indica*, *Thalia geniculata*, *Sagittaria lancifolia*, *Nymphaea ampla* y *Marantha arundinacea*; y se desarrolla en sitios donde la corriente de los ríos es lenta o en charcas producidas durante la época lluviosa del año. Se desarrolla también el tular de *Typha domingensis*, con numerosas ciperáceas.

Por último también se encuentra la vegetación halófila, principalmente en la barra arenosa que separa el mar y las lagunas con especies como *Distichlis spicata*, *Chamaecrista flexuosa*, *Chamaecrista hispidula*, *Ipomoea pes-capra*e y *Opuntia* sp.

En relación a la fauna del lugar, la laguna El Tular y sus alrededores, ha sido propuesta por Navarro (1998) como zona que debe ser protegida junto con otras lagunas del estado en virtud de que constituyen sitios de gran importancia para la invernación de aves acuáticas migrantes (Anatidae, Caradriformes) y además los ambientes terrestres y semiacuáticos circundantes contienen poblaciones importantes de especies endémicas al Pacífico como *Deltarhynchus flammulatus*, *Passerina leclancherii* y *Rhodinocichla schistacea*. Asimismo, en el área se han registrado especies como *Crypturellus occidentalis*, *Cyanocorax sanblasianus*, *Euphonia goldmani* y *Uropsida pacifica* que se consideran endémicas de la costa del Pacífico desde Sinaloa y Nayarit hasta Acapulco, en Guerrero. Otras especies que han sido reportadas para la zona son *Cryptarellus occidentalis*, *Tityra griseiceps*, *Ortatis poliocephala*, *Phylortyx fasciatus*, *Cardinalis carneus* y *Cyanthus doubledayi*; las dos últimas se encuentran solamente en la costa de Guerrero y Oaxaca y tienen como límite norte la desembocadura del Balsas.

Se han registrado en la zona de Tecpan *Hyla sartori* e *H. smithi* (Saldaña de la Riva, 1987) además de otras especies de anfibios y reptiles. De acuerdo con



Pichichi (*Dendrogcygna autumnalis*). Foto: Gerardo Ceballos

los pobladores del lugar se encuentran en vida libre ejemplares de *Crocodylus acutus* que es la especie reportada para esta región (Saldaña de la Riva, 1987).

En la laguna de Nuxco se han registrado al menos 19 especies de peces (Mañón, 1985) entre los que están *Gerres cinereus*, *Anchovia macrolepidota*, *Anchoa mandeoloides* y *Dormitator latifrons*.

La conservación de esta área es de particular importancia debido a la diversidad de tipos de vegetación así como la cantidad de especies concentradas en una sola área.

Amenazas

Los servicios turísticos, el desarrollo de agricultura, el cultivo de coco y la ganadería son las principales amenazas para el área.

Mamona (*Bipes canaliculatus*). Foto: Gerardo Ceballos

Oportunidades para su establecimiento

Los habitantes del lugar presentan un particular interés en la conservación del área y han enfocado sus esfuerzos en mantener el área libre de contaminación pues el agua potable la obtienen del río San Luis, por lo que ellos mismos cuidan la flora y fauna del lugar.

Murciélago (*Saccopteryx bilineata*). Foto: Claudio Contreras

El Veladero, Guerrero

Lucio Lozada

Ubicación geográfica

El Parque Nacional El Veladero se localiza en la región de la Costa Chica del Estado de Guerrero y pertenece al municipio de Acapulco de Juárez. Además abarca la zona de La Roqueta. Limita al sur con la ciudad de Acapulco y al norte con el cerro El Veladero. Se localiza dentro de la provincia fisiográfica de la Sierra Madre del Sur registrándose principalmente rocas metamórficas, rocas intrusivas y graníticas del Cretácico. La altitud llega hasta los 500 msnm. Los principales tipos de suelo son el solonchak gléyico, el regosol eútrico, el litosol y el feozem gleyico. Los principales ríos de la región incluyen el Papagayo, Nexapa, Marquelia, Copala y Ometepec. El tipo de clima corresponde al Aw (g) ig, clima tropical subhúmedo con lluvias en verano y seco en

invierno, mientras que la temperatura promedio anual es de 27.8°C, con una máxima de 29 °C en agosto, y una mínima de 26.5 °C en enero. La precipitación anual es de 1,411 mm siendo septiembre el mes más lluvioso.

Coordenadas

Se ubica entre los 16°49' - 16°54' latitud Norte y 99°49'- 99°57' longitud Oeste.

Tamaño

Tiene una extensión aproximadamente de 3 159 hectáreas.

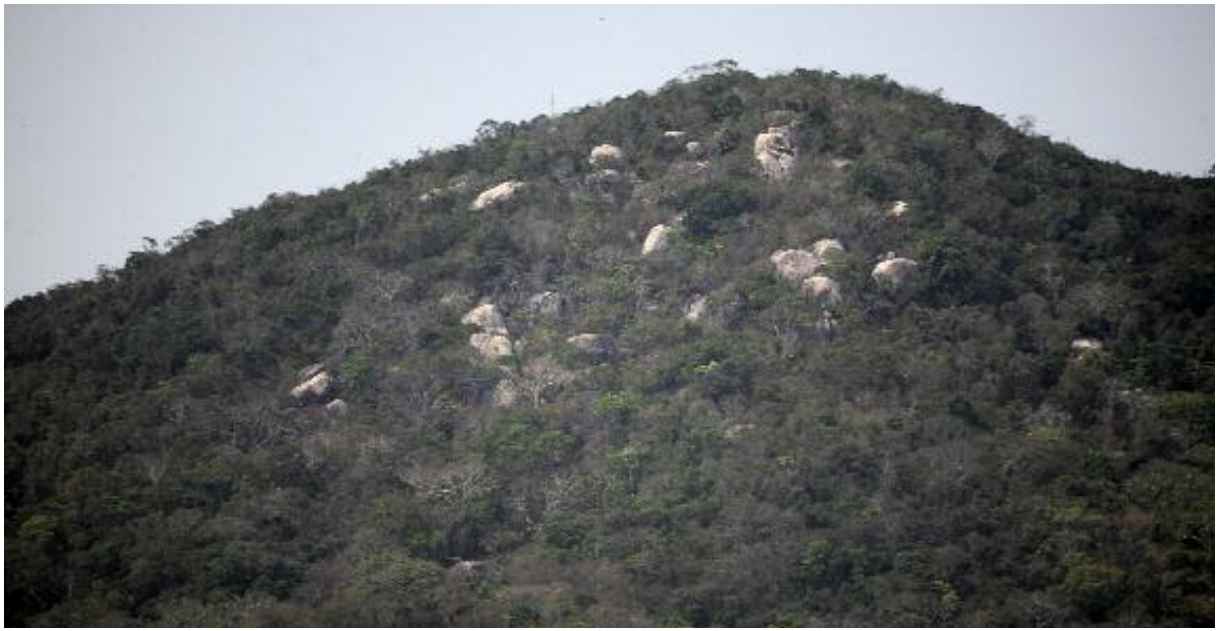
Importancia

El Veladero es un Parque Nacional que fue decretado el 17 de julio de 1980.

Existen tres tipos de vegetación: la selva seca, selva mediana subperenifolia y el encinar (Miranda y Hernández, 1963; Noriega, 1990). La selva seca se localiza al suroeste y sureste del parque y ocupa aproximadamente un 50% del área del mismo. Se compone de un estrato arbóreo hasta de 15 metros de alto dominado por *Spondias purpurea* y *Jacaratia mexicana*; y un estrato arbóreo inferior compuesto por *Antherylium floribundum*, *Amphipterygium adstrigens*, *Annona glabra*, *A. reticulata*, *Bursera arborea*, *B.*

Bahia de Puerto Marqués. Foto: Gerardo Ceballos

discolor, *Coccoloba acapulcensis*, *Plumeria rubra* y *Thevetia peruviana*. La selva mediana subcaducifolia presenta al menos dos variantes: una se encuentra en la transición de los encinares con estrato arbóreo dominado por *Belottia mexicana*, y hacia las partes bajas se encuentra una comunidad más diversa formada por *Acosmium panamense*, *Aspidosperma megalocarpon*, *Astronium graveolens*, *Bursera arborea*, *Ficus padifolia*, *Jacaratia mexicana*, *Pterocarpus acapulcensis* y *Spondias radlkoferi*; el estrato arbóreo bajo o arbustivo esta dominado por *Oxandra lanceolata* subsp. *macrocarpana* y *Zammia loddigesii*. La asociación de *Hymemaea courbaril* de la selva mediana subcaducifolia es única en México. La selva mediana subcaducifolia es la comunidad que tiene el mayor número de especies, principalmente arbóreas, en alguna categoría de protección según la NOM-059-ECOL-2001 de México. El encinar de El Veladero es la comunidad de este tipo más cercana a la costa dentro del Estado de Guerrero. Cabe mencionar que Acapulco y sus alrededores son la localidad tipo de muchas especies colectadas principalmente por Palmer y que desde ese entonces, no se han vuelto a colectar, como *Banisteriopsis acapulquensis* (Malpighiaceae) y *Wimmeria acapulquensis* (Celastraceae), sólo conocidas por los ejemplares tipo.



Parque Nacional El Veladero. Foto: Gerardo Ceballos

Los estudios sobre la fauna de la región son escasos por lo que falta mucho trabajo de inventario y sobretodo de la biología y ecología de las especies presentes en el área. Se pueden mencionar algunas especies de vertebrados terrestres como cojolita (*Penelope purpurascens*), águila pescadora (*Pandion haliaetus*), boa (*Boa constrictor*), garrobo (*Ctenosaura pectinata*), iguana verde (*Iguana iguana*) y el escorpión (*Heloderma horridum*).

Palo morado (*Peltogyne mexicana*). Foto: Gerardo Ceballos

Amenazas

Se considera que una de las principales amenazas para esta área es la fuerte presión demográfica debido principalmente a su cercanía al Puerto de Acapulco y las actividades turísticas. Otro problema es la existencia de asentamientos humanos irregulares en las cercanías del área que han provocado cambios en el uso del suelo con la consecuente transformación de las selvas a sistemas agrícolas o ganaderos.

Plumeria (*Plumeria rubra*). Foto: Lucio Lozada

Oportunidades para su establecimiento

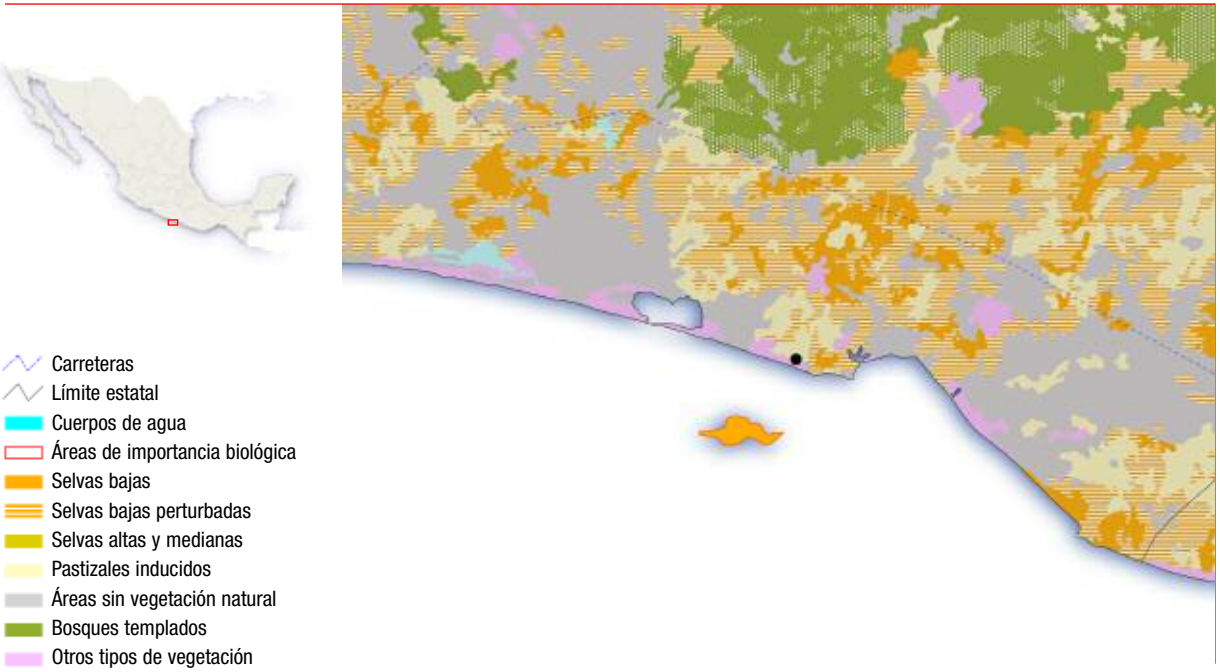
El Veladero es un Parque Nacional de manera que sólo se debe extender el área protegida hacia la zona de La Roqueta. Es necesario establecer un verdadero plan de manejo y la protección de este Parque Nacional debe ser una prioridad ya que su conservación se reflejará positivamente en el equilibrio ecológico de la Bahía de Acapulco.

Lagartija (*Anolis taylori*). Foto: Gerardo Ceballos

Zorrillo pigmeo (*Spilogale pygmaea*). Foto: Gerardo Ceballos

Isla de la Roqueta, Guerrero

Jesús Pacheco y Heliot Zarza



Ubicación geográfica

La isla de La Roqueta pertenece a la provincia fisiográfica de la Sierra Madre del Sur y a la subprovincia de Sierras Centrales de Oaxaca. Presenta rocas sedimentarias (calizas del Cretácico) que forman estratos gruesos fosilíferos y volcánicos básicos. La Isla de La Roqueta esta compuesta también por rocas ígneas intrusivas tipo granito-granodiorita del jurásico-cretácico clasificadas como plutónicas con un macizo rocoso fijo y con textura áspera al tacto.

Esta isla posee cinco playas: La playa Principal o de La Roqueta, playa Las Carmelitas y la playa de El Morro o Hierbabuena se encuentran localizadas en la parte noreste frente al canal de Boca Chica; mientras que la playa Los Enamorados y Las Palmitas se encuentran localizadas al noroeste. La Playa Princi-

pal mide aproximadamente 200 metros de longitud y es la única playa de tipo arenoso y sin piedras. Al oeste se encuentra localizada la Punta Coyuca. La parte sur de la isla se caracteriza por presentar numerosos acantilados, grietas y oquedades (Oseguera y Mancilla, 1986); mientras que en la parte noroeste de la isla se presentan pendientes pronunciadas (>45°) siendo la pendiente promedio registrada de 35.2° (García- Ibáñez *et al.*, 2004). En la Isla de La Roqueta existe un pequeño manantial de agua dulce, pero su suministro es insuficiente para satisfacer el abasto de agua requerido por los visitantes de la isla (González, 1986).

El clima es predominantemente cálido subhúmedo con lluvias en verano. La temperatura media anual es de 28 °C con una mínima de 22 °C. La precipitación pluvial varía de 1 500 a 2 000 mm siendo el mes más lluvioso septiembre y el más seco marzo.

Coordenadas

La isla de La Roqueta se encuentra ubicada al suroeste de la Bahía de Acapulco sobre el canal de Boca Chica frente a las playas de Caleta y Caletilla en el Municipio de Acapulco de Juárez en el Estado de Guerrero. El área se localiza entre las coordenadas 16°40'51' latitud Norte y 99°54'39'' longitud Oeste.

Selva seca en acantilado. Foto: Jesús Pacheco

Tamaño

Con una superficie de 71 hectáreas la isla de La Roqueta es un macizo de tierra de forma y relieve irregular de 1 800 m de largo y 900 m en su parte más ancha. El intervalo de altitud va del nivel del mar a los 110 msnm, ubicado este punto en el faro.

Importancia

La Isla de La Roqueta es uno de las últimas áreas en la Bahía de Acapulco, Guerrero que mantiene la cobertura vegetal natural y proporciona las condiciones ecológicas necesarias para mantener especies de flora y fauna típicas

de la región, a pesar de su reducida superficie (71 ha). Mantiene algunas especies características de selva seca y debido a sus condiciones naturales y de poco deterioro en el interior de la isla, este lugar es ideal como sitio de anidación y descanso de aves, algunas de ellas migratorias.

El tipo de vegetación dominante en la isla de La Roqueta es el bosque tropical subcaducifolio; durante la época de sequía, la mayoría de los árboles dejan caer sus hojas, aunque algunos son facultativos, es decir, dejan caer sus hojas si la sequía es muy prolongada o pronunciada (Rzedoswki, 1978). La flora es muy diversa, estimándose la presencia de 109 especies pertenecientes a 45 familias y de éstas solamente 14 se identificaron hasta género (Oseguera y Mancilla, 1986). Algunas de las especies más comunes de la isla son *Plumeria acutifolia*, *Bursera simaruba*, *Cochlospermum vitifolium* y *Byrsonima crassifolia*.

Al igual que la flora, la fauna presente en el área es muy diversa, si bien no existen catálogos completos para todos los grupos de vertebrados, en la región se han registrado hasta la fecha alrededor de 43 especies de vertebrados: 24 especies de aves, nueve especies de mamíferos, ocho especies de reptiles, y dos especies de anfibios. La isla de La Roqueta no presenta endemismos y tan solo dos especies de aves se encuentran en alguna categoría de riesgo, sin embargo, alberga especies propias de las selvas secas de México. Entre las especies más notables por su importancia biológica o por encontrarse en alguna categoría de riesgo se pueden mencionar especies de aves como los pelícanos (*Pelecanus occidentales*), fragatas (*Fragata magnificens*), águila pescadora (*Pandion haliaetus*), gavilanes (*Buteo platypterus*), urracas (*Calocitta formosa*) y gaviotas (*Larus californicus*, *Larus* sp.). En cuanto a los anfibios y reptiles se ha reportado la presencia de la iguana prieta (*Ctenosaura pectinata*), lagartijas (*Anolis nebulosus*, *Urosaurus bicarinatus*, *Cnemidophorus guttatus*), serpientes (*Salvadora mexicana*) y gekos (*Hemidactilus frenatus* y *Phyllodactylus lanei*). Son pocas las especies de mamíferos que se encuentran en la zona, sin embargo, debido a las condiciones de la isla, las especies silvestres dominantes de mamíferos son de talla pequeña y mediana entre las

Geko (*Hemidactilus frenatus*). Foto: Jesús Pacheco

que se encuentran coatí (*Nasua narica*), mapache (*Procyon lotor*), armadillo (*Dasypus novemcinctus*) y murciélagos principalmente especies frugívoras tales como *Artibeus jamaicensis*, *Carollia subrufa* y *Sturnira lilium*, e insectívoras como *Pteronotus* spp. y *Molossus* spp. (González, 1986).

Amenazas

Al igual que en muchas partes de la costa de México, la Bahía de Acapulco no escapa a la problemática de la sobrepoblación y el marcado contraste tanto social como económico. La Bahía de Acapulco se encuentra en su totalidad cubierta por asentamientos humanos donde se destacan la gran cantidad de hoteles; sin embargo, la isla de la Roqueta aunque se encuentra muy cercana a las playas de Caleta y Caletilla muy frecuentadas por el turismo, mantiene en muy buenas condiciones de conservación su flora original. La infraestructura turística de la isla se concentra en dos únicos restaurantes ubicados muy cerca de la playa principal de La Roqueta. Hay otro asentamiento no turístico en la parte mas elevada de la isla que es donde se encuentra el faro pero que compete en su totalidad a la Secretaría de Marina. En la punta sur de la isla por muchos años existió un zoológico que dejo de funcionar por lo que esta zona es la más impactada por el deterioro y abandono de la infraestructura del mismo.

Amate (*Ficus* sp). Foto: Jesús Pacheco

Aunque se puede considerar que la administración y el manejo de la isla ha sido el adecuado tanto por la Secretaría de Marina (según el acuerdo 11-06-81) como por la Armada de México, la Secretaría de Turismo y la Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales (García- Ibáñez *et al.*, 2004), existen amenazas que a mediano plazo pueden afectar directamente a la conservación de la flora y fauna de la isla. La amenaza principal es la introducción deliberada de fauna exótica como gatos, perros y burros los cuales caminan por los andadores y en los puntos turísticos de la isla (Playa Principal y el muelle);

estos animales se encuentran libres en el interior de la isla lo que causa un impacto profundo en la flora y fauna nativa. No se tienen avistamientos de rata gris (*Rattus norvegicus*) ni ratón (*Mus musculus*) pero las personas que se encuentran en los restaurantes comentan que si han tenido avistamientos de estas especies. Por su tamaño no existen proyectos carreteros ni de ampliación de la infraestructura que ya existe y no se practica la deforestación ni la caza de especies nativas; siendo esto un punto muy importante para los proyectos de conservación planeados por el gobierno del Estado de Guerrero. Aunque se han propuesto diversos proyectos para el desarrollo de la isla se considera que no son compatibles con los objetivos de la conservación.

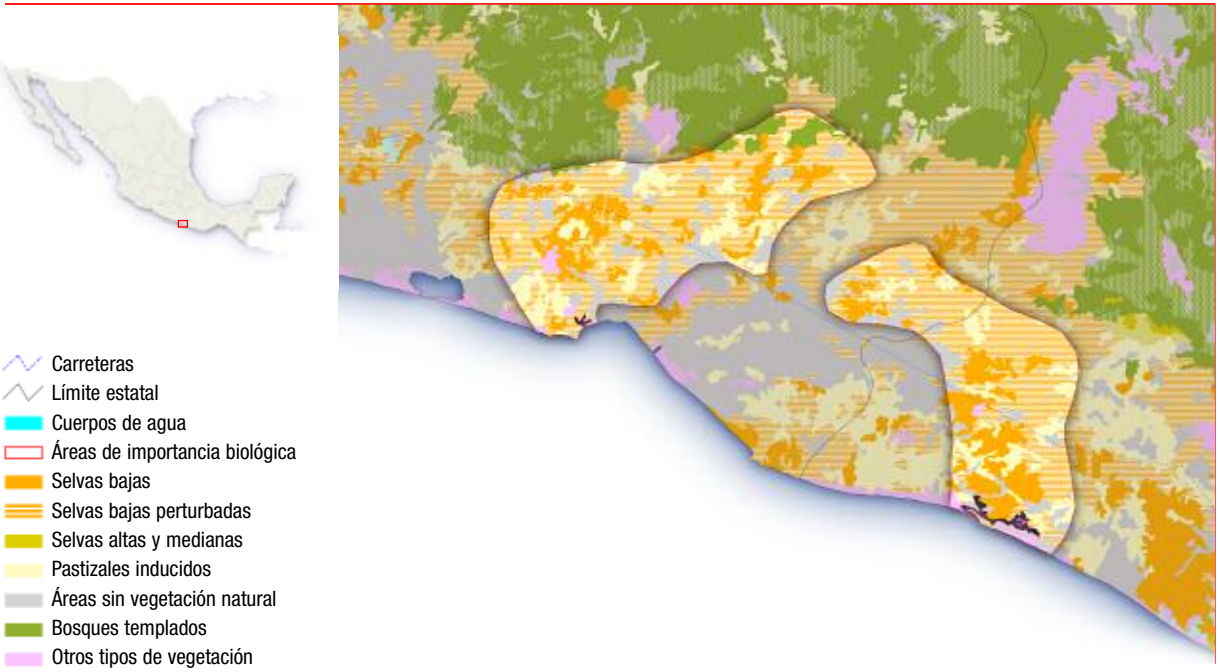
Oportunidades para su establecimiento

En 1981 La isla de La Roqueta fue declarada como Zona de Protección de Flora y Fauna y en 1998 la Coordinación de Áreas Naturales Protegidas (ANP) del Instituto Nacional de Ecología recomendó la transferencia de la custodia y administración de la isla al Gobierno del Estado de Guerrero, a través del Municipio de Acapulco. A partir de 1999 el Gobierno del Estado de Guerrero, decretó la isla de La Roqueta como Área de Protección Ecológica (en su parte terrestre) por su valor científico de flora y fauna, así como por su aptitud para el desarrollo turístico; sin embargo, son necesarias acciones tendientes a la protección, recuperación, restauración y fomento de proyectos de investigación de todas las áreas. En la actualidad la Asociación Ecológica y Pro-defensa de la Isla de La Roqueta A.C. tiene una propuesta de un proyecto para la creación de un Centro de Rescate y Rehabilitación de Especies Silvestres (Cerere) en la isla. La isla de La Roqueta representa una de las pocas áreas destinadas a la protección de las selvas secas de Guerrero.

Coatí (*Nasua narica*). Foto: Gerardo Ceballos

Pinotepa-Ometepec, Guerrero y Oaxaca

Nelly Diego y Mario Sousa



Ubicación geográfica

La zona pertenece a la provincia fisiográfica Costa Pacífica de la región Caribea (Rzedowski, 1978). En la zona hay cañadas y lomeríos aislados que se extienden hacia la planicie litoral. La zona propuesta forma un polígono que se localiza en el Río Copala, atraviesa Zoyatlán, Ometepec y San Juan Cacahuatepec en el Estado de Guerrero, así como Pinotepa Nacional y El Jícaro, en el margen de la laguna El Corralero en el Estado de Oaxaca. Se encuentra en un intervalo altitudinal que va desde el nivel del mar a los 500 msnm. Está situada sobre rocas del precámbrico, se trata de gneis bandeados y metamorfizados pertenecientes al complejo oaxaqueño y que se extienden desde San Marcos y Cruz Grande en el Estado de Guerrero hasta el Estado de

Oaxaca (Meza y López, 1997). Pertenece a la unidad mesoclimática muy cálida húmeda, con temperatura media anual mayor a los 26 °C y una precipitación de 1100 a 1 500 mm anuales (Meza y López, 1997); según García (1988) corresponde al tipo climático Awo. Los suelos son someros, principalmente de tipo cambisol, regosol y luvisol. Entre las localidades cercanas se pueden mencionar las poblaciones de Marquelia, Cuajinicuilapa, Huajintepec, Ometepec, San Juan Cacahuatepec y Azoyú.

Coordenadas

Se encuentra ubicada dentro de las coordenadas extremas 16°09'33" - 16°42'16" latitud Norte y 98°02'48" - 98°43'24" longitud Oeste.

Tamaño

Es un área aproximada de 120 000 hectáreas.

Importancia

La zona posee un gran valor histórico, fue visitada desde el siglo XVI por Francisco Hernández quien

Chara verde (*Cyanocorax inca*). Foto: Gerardo Ceballos

realizó algunos recorridos por lo que actualmente es la zona amuzga en la costa Chica del Estado de Guerrero (Somolinos, 1960). Goldman y Nelson, de 1892 a 1906, hicieron recorridos por el Estado de Guerrero, una de sus rutas fue Acapulco-Ometepec pasando por Copala y Marquelia (Goldman, 1951); la mayoría de sus colectas están en el extranjero y solo hay colectas parciales en el Herbario Nacional (MEXU).

La selva mediana subcaducifolia es el tipo de vegetación más difundido pero poco conocido. Pennington y Sarukhán (1968) anotan que en los límites con Oaxaca y Guerrero este bosque está compuesto por *Brosimun alicastrum*, *Bumelia persimilis*, *Manilkara zapota*, *Calycophyllum candidissimum*, *Pterocarpus acapulcensis* entre otras especies. Asociada a este tipo de vegetación se encuentra la selva seca, distribuida en las zonas menos húmedas, en laderas con orientación norte y oeste. González (1987) menciona para las cuencas de Copala y Marquelia, entre otras especies, a *Bauhinia ungulata*, *Genipa caruto* y *Andira inermis*. Otro tipo de vegetación son las dunas costeras o vegetación de playa con especies como *Ipomoea pes-caprae* y diferentes especies de *Randia* y *Coccoloba*. También se observan en la Barra de Tecoanapa pequeños manchones de mangle compuestos por *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Conocarpus erecta* y *Avicennia germinans*; cabe mencionar que estos mangles se encuentran catalogados por la Norma 0ficial Mexicana como especies bajo protección especial. En los márgenes de los ríos Quetzala, Cortijos y Santa Catarina la vegetación característica es el bosque de galería y la pre-

Iguana verde (*Iguana iguana*). Foto: Gerardo Ceballos

sencia de tulares y carrizales. Las comunidades vegetales antes mencionadas se presentan como un mosaico de vegetación secundaria mezcladas con gran cantidad de cultivos agrícolas de riego y de temporal que ocupan grandes extensiones, así como las sabanas inducidas producto de la perturbación intensa del bosque tropical subcaducifolio.

No existen inventarios faunísticos de la región, sin embargo se pueden mencionar algunas especies de vertebrados registradas o de posible ocurrencia en la región como el caso de las aves *Pandion haliaetus*, *Buteo nitidus*, *Aratinga canicularis* y *Tyrannus melancholicus*; los mamíferos *Sylvilagus cunicularius*, *Conepatus leuconotus* y *Tlacuatzin canescens*. Entre las especies de reptiles y anfibios se han registrado a *Heloderma horridum*, *Scelporus melanorhinus*, *Ameiva undulata*, *Hipopachus variolosus*, *Pachymedusa dacnicolor* y *Smilisca baudinii*.

Amenazas

La actividad principal de la zona es el cultivo del maíz, la cría de ganado y menos frecuente el desarrollo de huertos.

Oportunidades para su establecimiento

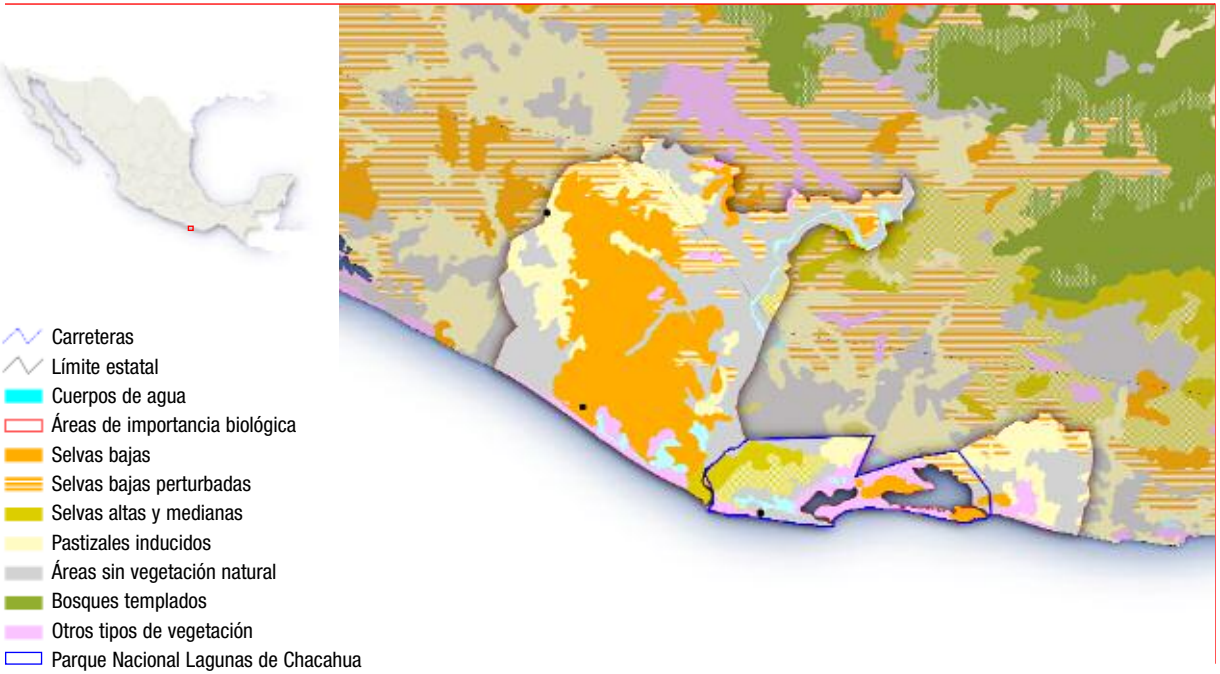
Es posible establecer un programa de conservación con los pobladores de la zona que incluya estrategias de desarrollo para ellos. Es una zona muy perturbada que es importante conservar por las especies endémicas que se han adaptado a la perturbación constante y persisten entre los potreros y zonas de cultivo, tal es el caso de *Caesalpinia nelsonii* especie que únicamente se ha colectado en esta zona y que en ninguna otra parte del país existe.

Armadillo (*Dasypus novemcinctus*). Foto: Gerardo Ceballos

Sapo común (*Bufo marinus*). Foto: Gerardo Ceballos

La Tuza-Chacahua, Oaxaca

Silvia Salas-Morales



Ubicación geográfica

Se localiza al oeste de la región de la Costa, en el Estado de Oaxaca, en la porción baja de la cuenca del río Verde, en los municipios de Santiago Jamiltepec, Santa María Huazolotitlán y San Pedro Tutultepec. La región registra una altitud que va desde el nivel del mar a los 200 msnm aunque en algunas áreas pequeñas se alcanzan los 400 msnm. Los principales tipos de vegetación son la selva seca, la selva mediana perennifolia, vegetación acuática, y manglar, aunque también existen extensiones importantes de tierras de cultivo.

Coordenadas

El área se ubica dentro de las coordenadas extremas 15°97' - 16°30' de latitud Norte y 97°48' - 97°97' de longitud Oeste.

Tamaño

La región comprende 10 662 hectáreas de la porción terrestre del Parque Nacional Lagunas de Chacahua y 20 300 ha del área adyacente a este parque conocida como La Tuza.

Importancia

El área Lagunas de Chacahua fue decretada como Área Natural Protegida con carácter de Parque Nacional el 9 de julio de 1937.

La selva mediana subcaducifolia, es el tipo de vegetación que mayor superficie ocupa en esta área, la cual representa la última gran extensión con este tipo de vegetación en la costa de Oaxaca. Se conoce poco de la composición florística de la parte correspondiente al área de La Tuza, mientras que el Parque Nacional no cuenta con un inventario. Esta área cuenta con varios cuerpos lagunares bordeados por una franja de manglares, los cuales representan un área de anidación y descanso para cientos de especies de aves migratorias y residentes. Su playa es una de las áreas más importantes en México para la anidación de la tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*), la cual se encuentra en grave riesgo de extinción. En sus lagunas todavía habita el cocodrilo (*Crocodylus moreletti*), especie erradicada de grandes áreas en el país.

Hasta 1976 se habían reportado para el área 136 especies de aves, 23 reptiles, 4 anfibios y 20 mamíferos, haciendo un total de 183 vertebrados terrestres, de los cuales 10 son considerados endémicos de México. Entre las especies de mamíferos más interesantes está el tapir (*Tapirus bairdii*), registrado

Selva seca en temporada de secas. Foto: Ivan Lira

recientemente en La Tuza, en la única localidad conocida al norte del Istmo de Tehuantepec en la Costa del Pacífico (Lira - Torres *et al.*, 2005); otras especies del área son el tigrillo (*Leopardus wiedii*), el puma (*Puma concolor*) y el puercoespín (*Coendu mexicanus*). Para el caso de reptiles y anfibios se han registrado al sapo común (*Chaunus marinus*), la ranita (*Tlalocohyla smithii*), la rana arborícola (*Smilisca baudinii*), la boa (*Boa constrictor*) y la iguana verde (*Iguana iguana*). Esta información no ha sido actualizada, pero se cree que ante la destrucción del Parque Nacional ha habido una masiva desaparición de especies, sobre todo por reducción y fragmentación de su hábitat.

Boa (*Boa constrictor*). Foto: Ivan Lira

Amenazas

El constante poblamiento de esta área y las necesidades que trae consigo el proceso es una de las amenazas más graves para las selvas, que además se incre-

Selva mediana. Foto: Ivan Lira

Rana (*Hyla smithi*). Foto: Gerardo Ceballos

menta con los recurrentes problemas sociales de la región. La falta de atención gubernamental al Parque Nacional Lagunas de Chacahua, durante décadas, ha resultado en la desaparición de la fauna mayor que habitaba estas tierras como el jaguar (*Panthera onca*), la fragmentación de sus selvas y el azolvamiento de sus lagunas. De manera general y al igual que en muchas otras áreas de México, el cambio de uso de suelo, la cacería, el tráfico de flora y de fauna y las actividades forestales clandestinas amenazan la permanencia de estas selvas de la costa de Oaxaca.

Oportunidades para su establecimiento

La disponibilidad de las actuales autoridades responsables de las áreas naturales de México representa un avance para retomar la conservación de las áreas decretadas hace mucho tiempo y olvidadas, las famosas áreas de papel. Actualmente se está trabajando en el Plan de Manejo del Parque y se han hecho grandes esfuerzos por incorporar a la población local en las acciones que se están implementando en el lugar, además de programas continuos de educación ambiental. El área Lagunas de Chacahua es ya un Parque Nacional por lo que la ampliación de éste hacia el área de La Tuza podría ser una estrategia de conservación muy importante, aunque el decreto por sí sólo no lo garantizaría.

Tapir (*Tapirus bairdii*). Foto: Ivan Lira

Huatulco, Oaxaca

Iván Lira y Gerardo Ceballos

Ubicación geográfica

El Parque Nacional Huatulco (PNH) fue establecido en 1998. Políticamente, la parte terrestre pertenece al municipio de Santa María Huatulco (SMH), en el Estado de Oaxaca dentro del territorio expropiado por Fonatur, por lo que la tenencia de la tierra es federal al igual que la parte marina e islas. Este Parque Nacional presenta elementos naturales que le confieren alta importancia para la conservación en el ámbito nacional e internacional de ecosistemas de selvas secas y arrecifes coralinos.

Por su posición latitudinal y la influencia de las aguas cálidas del océano Pacífico, Huatulco presenta un clima cálido subhúmedo con un porcentaje de lluvias en verano mayor al 90% y con una temperatura media anual de 28 °C. El régimen pluvial es

torrencial y de corta duración; la precipitación media anual está entre 1000 y 1500 mm siendo la temporada de lluvias durante el verano.

Forma parte del sistema natural que integra, junto con la región Copalita-Zimatán, una de las biorregiones más importantes del país.

Coordenadas

Se sitúa entre las coordenadas geográficas 15°39'12'' - 15°47'10'' de latitud Norte y 96°06'30'' - 96°15'00'' de longitud Oeste, ocupando el plano costero, las estribaciones de la Sierra Madre del Sur y la plataforma continental correspondiente (Semarnat, 2003).

Tamaño

El parque cuenta con una superficie de 11 890 ha, de las cuales 6 374 ha son terrestres y 5 516 ha pertene-

Bahía de Huatulco. Foto: Ivan Lira

cen a la zona marina. El área prioritaria está incluida dentro de la región terrestre prioritaria No. 129, Sierra Sur y Costa de Oaxaca (Arriaga *et al.*, 2000).

Importancia

A través del impulso de las autoridades municipales, estatales, comunales, sociedad civil, organizaciones no gubernamentales, instituciones académicas y federales, el 24 de julio de 1988 se decretó el Parque Nacional Huatulco, siendo una de sus características la de contar con un ambiente terrestre y otro marino.

La selva seca que se ubica en el polígono del Parque Nacional Huatulco presenta un buen estado de conservación y una biodiversidad elevada de flora y fauna, por lo que es esencial conservarla ante el avance del deterioro generalizado de sus ecosistemas causado por actividades agropecuarias y turísticas (Conanp-Semarnat, 2003). Se tienen registradas 430 especies de flora, 15 de anfibios, 291 de aves, 72 de reptiles y 61 de mamíferos incluyendo los marinos. Del total, 146 se encuentran bajo un estatus de protección de acuerdo a la NOM-059- Semarnat-2001 (I. Lira Torres, obs. per.).

Selva seca. Foto: Ivan Lira

Huatulco es considerada como una región importante para el mantenimiento de la biodiversidad arbórea del bosque tropical seco mesoamericano; las selvas secas son la comunidad vegetal con mayor distribución y número de especies comparada con las otras comunidades vegetales presentes en el área. Entre los árboles más comunes de la zona se encuentran cuachalalate (*Amphipterygium adstringens*), palo de arco (*Apoplanesia paniculata)*, papelillo (*Bursera simaruba*), palo iguanero (*Caesalpinia eriostachys*), pochote (*Ceiba aesculifolia*), panicua (*Cochlospermum vitifolium*), ciruelo (*Spondias purpurea*), *Comocladia engleriana*, *Gyrocarpus jatrophifolius*, *Lonchocarpus costrictus, Guetarda elliptica* y *Lysiloma microphyllum.* (Conanp-Semarnat, 2003).

En cuanto a las trepadoras y epífitas, éstas se restringen normalmente a cañadas y pequeños valles intermontanos. Algunas especies presentes son: *Ipomoea bracteata*, *Arrabidae litoralis, Cydista diversifolia* y *Combretum fruticosum*.

Las dunas costeras son una comunidad vegetal establecida a la orilla del mar sobre las playas arenosas del Parque Nacional Huatulco; las especies que predominan en el área son *Ipomoea pescaprae, Jauvea pilosa* y *Trianthema portulacastrum*.

En el área se pueden encontrar también especies arbustivas como *Prosopis juliflora*, *Ziziphus amole* y *Diospyros anisandra*; especies características de zonas

riparias como *Salix humboldtiana, Astianthus viminalis*, *Ficus cotinifolia, Pithecellobium dulce*, *Andira inermis* y *Enterolobium cyclocarpum* (guanacastle). Hay especies herbáceas como *Aristida curvifolia*, *Bouteloua repens, Chamaecrista americanum* y *Waltheria indica*; especies arbóreas características de pastizales como *Byrsonima crassifolia* (palo de nanche), *Curatella americana, Cochlospermum vitifolium* y *Comocladia engleriana* y especies de cactus principalmente columnares. (Semarnat, 2003).

Una comunidad vegetal importante en Huatulco es el manglar cuyo estrato arbóreo alcanza una altura de entre 2 y 25 m. En la zona predominan las especies *Rhizophora mangle*, *Conocarpus erecta* y *Laguncularia racemosa*.

En cuanto a la fauna del lugar, la selva seca incluye el mayor número de especies (38.5%) comparada con los otros tipos de vegetación (Conanp-Semarnat, 2003).

Las aves son el grupo con mayor número de especies reportado, de las cuales, el 60.1% se consideran residentes en la zona, el 34.4% migratorias en el invierno, 4.3% migratorias de paso y el 1.2% migratorias intratropicales y altitudinales. Algunos ejemplos de aves que son endémicas de México y se encuentran en riesgo de extinción son la calandria (*Icterus cucullatus*), loro cabeza amarilla (*Amazona orathryx*), troglodita sinaloense (*Thryotorus sinaloa*), tecolote del Balsas (*Otus seductus)*, carpintero pechileonado ojirojo (*Melanerpes crysogenys*) y chachalaca pacífica (*Ortalis poliocephala*). (Semarnat, 2003).

El grupo de los reptiles se encuentra representado

Tigrillo (*Leopardus wiedii*). Foto: Gerardo Ceballos

por especies como lagartijas escamosas (*Sceloporus siniferus* y *S. melanorhinus*), roñitos (*Urosaurus bicarinatus*), huicos (*Aspidoscelis deppei* y *A. guttatus*), salamanquesas (*Hemidactylus frenatus* y *Phyllodactylus lannei*), culebras (*Salvadora leminiscata*, *Oxybelis aeneus* y *Symphimus leucostomus*), culebra listada (*Conophis vittatus*), culebra arroyera (*Drymarchon corais*), teterete, tortuga casquito (*Kinosternon oaxacae*), y tortuga de monte (*Trachemys scripta*). Algunos ejemplos de reptiles y que se encuentran en alguna categoría de conservación, de acuerdo a la NOM-059-Semarnat-2001, son iguana negra (*Ctenosaura pectinata*), lagartija (*Coleonyx elegans*), iguana verde (*Iguana iguana*), tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*), culebra (*Leptodeira maculata*), coralillo (*Micrurus browni*) y chatilla (*Porthidium dunni*) (Semarnat, 2003).

Asimismo se pueden encontrar algunas especies de anfibios, entre los que destacan por encontrarse bajo alguna categoría de conservación, de acuerdo a la NOM-059-Semarnat-2001, el sapo (*Ollotis marmorea*) endémico, la rana arborícola (*Dendropsophus sartori*) y la rana trilobata (*Lithobates megapoda*).

En cuanto a los mamíferos, algunas de las especies reportadas para la zona de Huatulco son murciélagos frugívoros (*Artibeus lituratus*, *Artibeus jamaicencis*, *Sturnira lilium*, *Glossophaga soricina* y *Desmodus rotundus*), murciélago pescador (*Noctilio leporinus*), ardilla (*Sciurus aureogaster*), ratón de campo (*Liomys pictus*), rata jabalina (*Sigmodon mascotensis)*, tlacuache (*Didelphis virginiana*), conejo (*Silvilagus floridanus*), mapache (*Procyon lotor*), tejón (*Nasua narica*), tuza (*Orthogeomys grandis*), comadreja (*Mustela frenata*), armadillo (*Dasypus novemcinctus*), zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), coyote (*Canis latrans*), ocelote (*Leopardus pardalis*), pecarí (*Tayassu tajacu*), oso hormiguero (*Tamandua mexicana*), puma (*Puma concolor*) y venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*). De igual forma existen mamíferos terrestres observados en el PNH que se encuentran en alguna categoría de conservación, éstos son el puerco espín (*Coendou mexicanus*), jaguarundi (*Herpailurus yagouaroundi*), zorrillo pigmeo (*Spilogale pygmaea*), oso hormiguero (*Tamandua mexicana*), musaraña (*Cryptotis parva*) y cacomixtle (*Bassariscus sumichrasti)*. (Semarnat, 2003).

El área marina está compuesta por recursos naturales de importancia biológica, entre los que destacan las comunidades coralinas representativas del Pacífico sur, tortugas marinas y una variedad de especies de peces que se están deteriorando por las actividades pesqueras y turísticas que se realizan en el lugar de forma desordenada.

Los mamíferos marinos reportados para la costa de Oaxaca y el Parque Nacional Huatulco son delfín (*Tursiops truncatus*), delfín moteado (*Stenella attenuata*), delfín girador (*Stenella longirostris*), orca pigmea (*Feresa attenuata*), orca falsa (*Pseudorca crassidens*), delfín gris (*Grampus griseus)*, calderón negro (*Globicephala macrorhynchus*) y ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae)*.

Otras especies de vertebrados marinos que es posible localizar en el área marina del PNH son barrilete (*Euthynnus* sp.), roncador (*Polydactilus*

spp.), cazón (*Rhizoprionodon longurio*), huachinango (*Lutjanus peru*), bonito cocinero (*Carnax caballus*), jurel (*Caranx* sp.), salema (*Scatator* sp.), cornuda (*Sphyrna* sp.), palometa (*Selene jorobada*), curvina (*Cynoscion reticulatus*), pargo (*Lutjanus colorado*), marlín (*Makaira indica*), pez vela (*Istiophorus platypterus*), dorado (*Coryphaena hippurus*) y agujón (*Tylosuras* sp.) (Semarnat, 2003).

Dentro del PNH se localizan 18 comunidades coralinas formadas por 14 especies de corales hermatípicos: *Pocillopora damicornis, P. capitata*, *P. verrucosa*, *P. meandrina*, *P. eydouxi*, *P. inflatans*, *Pavonea gigantea*, *P. clivosa*, *P. varians*, *Porites panamensis*, *Psammocora* sp., *Leptoseris papyracea*, y *Diaseris distorta*. De estas especies, *Pocillopora eydouxi* forma algunas colonias aisladas en Violín y Chachacual, y constituye uno de los únicos registros para el Pacífico mexicano. Todas las formaciones coralinas de las bahías de Huatulco corresponden a la clasificación de arrecifes de franja ya que se encuentran en la cercanía de la costa. (Conanp-Semarnat, 2003).

Para el grupo de los moluscos, las especies endémicas de Huatulco son *Arene hindsiana, Calliosthoma aequisculptum*, *Rissoina stricta*, *Lapsyrigus mirisosirissa, Cerithium maculosum*, *Crucibulum monticulus, Anachis ritteri*, *Costoanachis sanfelipensis* y *Pirgochytara emersoni* (Semarnat, 2003). La presencia del caracol púrpura (*Plicopurpura pansa*) en la zona marina del PNH otorga una serie de valores culturales a esta región geográfica; el uso de su tinte por los grupos indígenas se remonta a tiempos prehispánicos cuando se utilizaba en el teñido de ropajes especiales, y como símbolo de fertilidad y poder.

El aprovechamiento de los recursos naturales arriba mencionados beneficia, por un lado, a la población local y regional mediante las actividades económicas que realizan representando una fuente de ingresos permanentes, y por otro lado, al turismo que puede disfrutar de una mayor calidad de los recursos naturales protegidos.

Amenazas

Entre los principales problemas de la región se encuentran la expansión de la frontera agropecuaria, los incendios forestales y la creación de nuevos centros de población, complejos habitacionales y turísticos.

Frecuentemente se practica la cacería de autoconsumo, la comercial y el tráfico de animales por pobladores de San Agustín, Piedra de Moros, Xuchitl El Alto, Arroyo Xuchitl y Santa María Huatulco. La primera constituye una alternativa de complemento a la dieta familiar y las dos últimas se llevan a cabo como alternativas de ingreso económico.

La cacería de autoconsumo es llevada a cabo prácticamente por todas las comunidades asentadas alrededor del Parque Nacional, aunque oficialmente la región presenta veda permanente al aprovechamiento de todas las especies de flora y fauna. En vista de que una alta proporción de especies enfrenta algún tipo de amenaza de extinción, una estrategia de conservación sería el establecimiento de Unidades de Manejo y Aprovechamiento (UMA) bajo estricta supervisión técnica o de personal capacitado, ya que se han hecho intentos de su establecimiento ante-

riormente por pobladores pero sin conocimiento sobre la biología y ecología de las especies a criar; además se debe considerar la implementación de los sistemas agrosilvopastoriles y agroforestales que al parecer son de los más benéficos para la conservación de la fauna silvestre. Debido a ésto es importante conducir investigaciones dirigidas a la integración de dichas acciones dentro del Parque Nacional (Conanp-Semarnat, 2003).

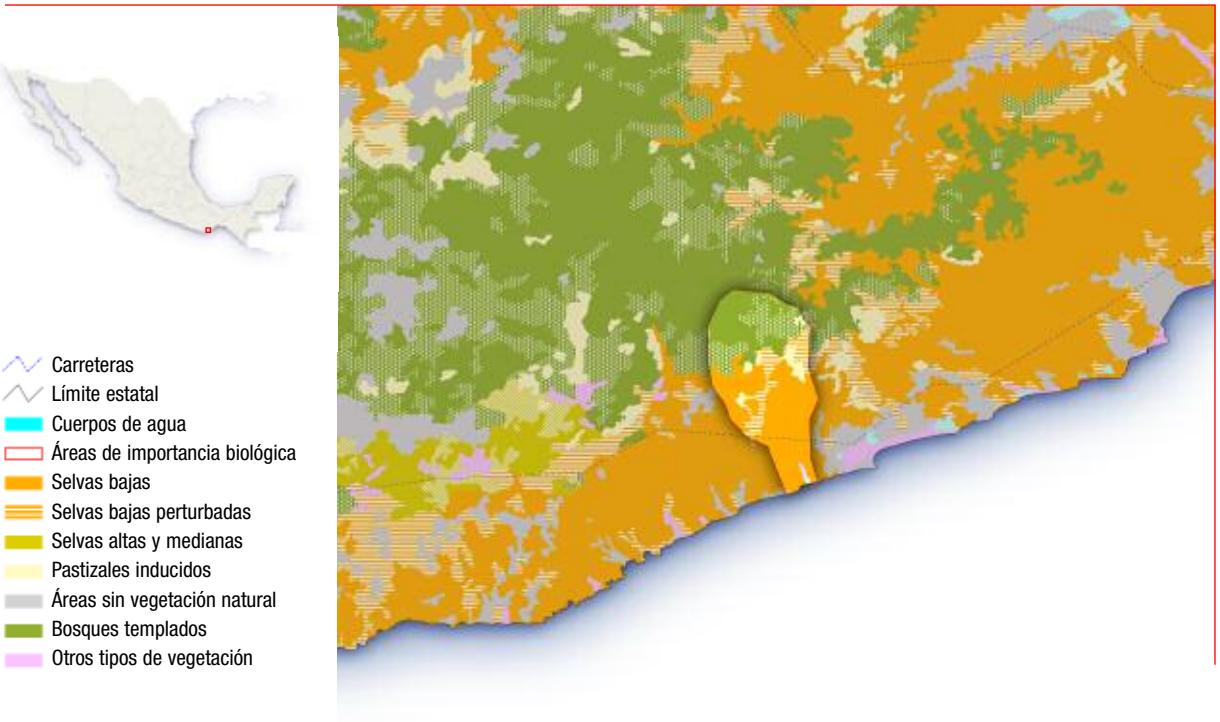
Oportunidades para su establecimiento

El reconocimiento de la interacción que se da entre el ambiente terrestre y marino dentro del Parque y la posibilidad de demostrar el esfuerzo de conservación de los comuneros de Santa María Huatulco con procesos de planeación más allá de los límites de la poligonal, alienta en mucho las posibilidades de construir de manera conjunta políticas y acciones que propicien bienestar social, desarrollo económico y manejo adecuado de los recursos naturales. Por esto en la actualidad se cuenta con un programa de manejo el cual permite reflexionar sobre la información que se encuentra disponible y las líneas de investigación que se deberán seguir para contribuir a mantener en buen estado los ecosistemas de la costa oaxaqueña.

Pobladores de Huatulco. Foto: Ivan Lira

Zimatán, Oaxaca

Silvia Salas-Morales y Ma. Antonieta Casariego-Madorell



Ubicación geográfica

El área de Zimatán se localiza en la región ubicada entre Santa Cruz, municipio de Santa Maria Huatulco, y Salina Cruz en el municipio del mismo nombre, en la costa de Oaxaca, abarcando una pequeña porción de la región del Istmo de Tehuantepec. Ocupa la porción noreste de la planicie costera de la vertiente del Pacífico donde se presenta un paisaje con pequeños lomeríos cubiertos por selva seca en contacto con bosques de encino en las estribaciones de la Sierra Madre del Sur. Esta área se encuentra en un intervalo altitudinal de 0 a 600 msnm. Se ubica en los distritos de Pochutla y Tehuantepec, en los municipios de Santo Domingo Tehuantepec, Magdalena Tequisistlán, Salina Cruz, San Miguel Tenango, San Pedro Huamelula, Santiago Astata y San Miguel del Puerto. Se presentan corrientes

rápidas y pozas de profundidad media, (Casariego-Madorell, 2004; Lloyd, 1992).

Coordenadas

El área se encuentra entre las coordenadas extremas 15°76' - 16°25' latitud Norte y 95°21' - 96°12' longitud Oeste.

Tamaño

El área tiene una superficie aproximada de 150 000 hectáreas.

Importancia

Esta área representa la última gran superficie continua de selvas tropicales secas que persisten en la costa de Oaxaca, ya que en la mayor parte de esta región han sido eliminadas (García *et al.*, 1992; Salas-Morales *et al.*, 2003).

Se han registrado más de 1300 especies de plantas para la porción oeste, entre las cuales se han determinado 22 especies nuevas y cinco registros nuevos para el Estado de Oaxaca; algunos ejemplos son *Lophostachys guatemalensis*, *Aristolochia anguicida* y

Zimatán. Foto: María Antonieta Casariego Madorell

Commiphora sarcopoda. Estas selvas cuentan además con especies endémicas como *Guinetia tehuantepecensis*, género nuevo recientemente descrito, y *Mimosa sousae*. En el área se han registrado 13 especies incluidas en la Norma Oficial Mexicana (NOM-059) que en general se distribuyen en las zonas más húmedas de estas selvas y otras se encuentran restringidas en su distribución o bien cuentan con pocos individuos. Las selvas tropicales secas de esta región se caracterizan por tener una gran variabilidad en su altura, la cual va de 8 a 25 m (Salas-Morales, 2002).

Se encuentran especies tanto de crustáceos como de peces importantes para la zona; ejemplo de esto es el pega piedra (*Gobiesox mexicanus*) que es una especie endémica que se encuentra bajo protección especial de acuerdo a la NOM-059-2001. Algunos de los crustáceos son importantes debido a que son una de las principales fuentes de alimentación de los lugareños, tal es el caso de los langostinos *(Macrobrachium americanum* y *M. acanthochirius*) y el cangrejo (*Pseudotelphusa* sp) (Casariego-Madorell, 2004).

En la zona se encuentran especies de anfibios tales como *Triprion spatulatus*, *Syrrhophus nitidus*, *Gastrophriyne usta* y *Lithobates sierramadrensis*. Entre los reptiles se encuentran *Ctenosaura oaxacana* y *Porthidium dunni*, endémicas para Oaxaca; así como *Loxocemus bicolor*, *Tantilla striata*, *Crotalus simus*, *Heloderma horridum*, *Phrynosoma asio* y *Xenosaurus*. Cabe mencionar que varias de las especies de anfibios y reptiles se encuentran dentro de la NOM-059-2001 (Casas-Andreu *et al.*, 2004).

Se han registrado más de 400 especies de aves, varias de ellas enlistadas en alguna de las categorías de la NOM-059-2001; algunos ejemplos son *Buteo nitidus*, *Amazona finschii* e *Icterus cucullatus* (Navarro *et al.*, 2004).

Geranospiza caerulescens. Foto: Gerardo Ceballos

Nutria de río (*Lontra longicaudis*). Foto: Gerardo Ceballos

Existen evidencias de que en estas selvas habitan varias especies de felinos como el jaguar (*Panthera onca*), el puma (*Puma concolor*), el ocelote (*Leopardus pardalis*) y el jaguarundi (*Herpailurus yagouaroundi*); asimismo se encuentran otros carnívoros como el coatí (*Nasua narica*) y el mapache (*Procyon lotor*). En esta zona habita la nutria (*Lontra longicaudis*) y también se pueden encontrar varias especies de roedores y murciélagos de importancia ecológica ya sea por su sensibilidad a la perturbación del hábitat o por sus movimientos migratorios; tal es el caso de los murciélagos *Leptonycteris yerbabuenae*, *Anoura geoffroyi* y *Tadarida brasiliensis*. Varias de las especies se encuentran amenazadas o en peligro de

Zimatán. Foto: María Antonieta Casariego Madorell

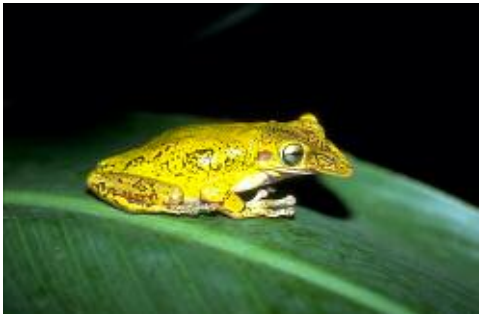
extinción (Briones-Salas y Sánchez-Cordero, 2004; Hernández-Chávez, 2003).

Amenazas

La principal amenaza de estas selvas es el cambio de uso de suelo, sobre todo en zonas de poca pendiente y suelos profundos ya que son ideales para el desarrollo de la agricultura y la ganadería. En esta área el desarrollo turístico mal encaminado representa una amenaza por sus efectos negativos directos e indirectos, tanto en la flora como en la fauna. La cacería furtiva, más no la de subsistencia, es otro factor de disturbio que debe ser considerado ya que tiene un alto impacto sobre las poblaciones de algunas especies, como el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) (Alfaro-Espinosa, 2000). El tráfico de aves, particularmente el de pericos, es otra amenaza para la fauna de esta región.

Oportunidades para su establecimiento

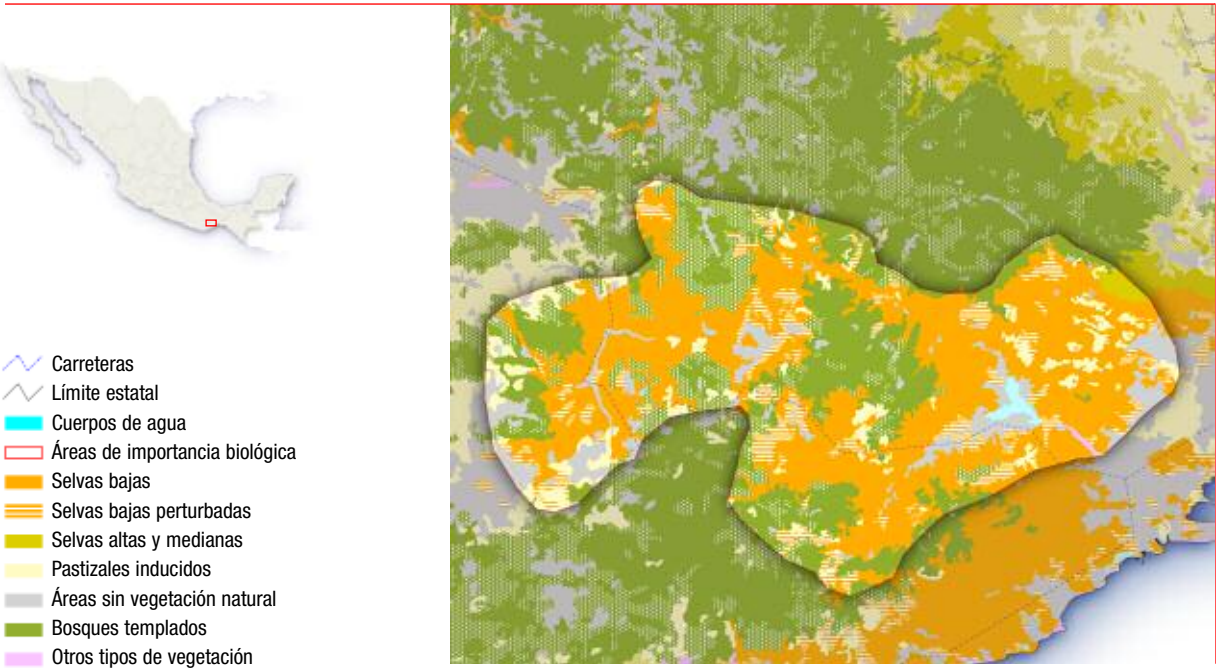
Desde 1999 se ha desarrollado un programa de difusión en los pueblos asentados en esta área con el fin de sensibilizar a la gente sobre la importancia de las selvas tropicales secas y su conservación. En varios pueblos ya existen iniciativas de conservar una parte de estas selvas y en otros hay una seria oposición a los aprovechamientos forestales con fines comerciales. En estas selvas el desarrollo de actividades como el turismo alternativo, son una opción económica que se les está brindando a estos pueblos y que le da un valor agregado al ecosistema.



Rana (*Tripion spatulatus*). Foto: Gerardo Ceballos

Cuenca del Río Tehuantepec, Oaxaca

Leticia Torres-Colín y Rafael Torres- Colín



Ubicación geográfica

La cuenca del Río Tehuantepec se sitúa en la región del Istmo, en el Estado de Oaxaca. La región se caracteriza por presentar terrenos planos interrumpidos en algunas partes por colinas bajas con pendientes relativamente suaves de terrazas y abanicos aluviales, y en otras partes por pendientes considerables y terrenos quebrados que rodean las montañas. Los suelos en su mayoría son litosoles con profundidades menores a los 10 cm y fluvisoles que son suelos poco desarrollados formados a partir de materiales acarreados en las partes bajas, hacia los márgenes del Río Tehuantepec. En toda el área se pueden identificar afloramientos de rocas en un 83%. El tipo de afloramiento rocoso más frecuente es el de rocas sedimentarias, la mayor parte son calizas del Cretácico

inferior y parte del superior; dentro de esta unidad se agrupa a la serie de calizas Nizanda-Lagunas constituida de cuerpos calcáreos, los cuales son usados para la fabricación de cal y morfológicamente constituyen sierras altas de relieve abrupto.

El clima predominante es del tipo Awö (w) ig, el más seco de los cálidos subhúmedos, cociente de P/T menos de 43.2, cálido subhúmedo, con lluvias en verano, con una precipitación del mes más seco menor de 60 mm y un porcentaje de lluvias menor de 5. El área está comprendida dentro del Distrito de Tehuantepec, zona limitada al N con el Distrito de Zacatepec Mixes; al S, SE y SO con el Océano Pacífico; al E con el Distrito de Juchitán y al O y NO con el Distrito de Yautepec.

Coordenadas

Se encuentra ubicado a los 16°00' - 16°48' de latitud Norte y los 95°00' - 95°45' de longitud Oeste.

Tamaño

Su extensión territorial es de aproximadamente 4 00 000 hectáreas.

Importancia

La cuenca del Río Tehuantepec es un área con una alta riqueza florística, contiene 780 (45.3%) de las 1 720 especies reportadas para el Distrito de Tehuantepec (Torres-Colin, *et al.*, 1997). Dentro de las familias más diversas se encuentran las Leguminosae, Asteraceae y Euphorbiaceae representadas por un 34% del total de la flora.

La selva seca se establece sobre una área de aproximadamente 3 000 km^2, con intervalos altitudinales que oscilan entre 100 y 1 050 m generalmente sobre laderas de cerros con relieve abrupto, y suelos de permeabilidad baja y media. Los árboles dominantes alcanzan alturas hasta de 15 m, en algunos estratos abundan especies espinosas, cactáceas columnares, además de algunas trepadoras y epífitas principalmente de las familias Bromeliaceae y

Agave (*Agave guiengola*). Foto: Rafael Torres Colin

Orchidaceae. Se encuentran más frecuentemente especies como *Acacia coulteri*, *Amphipterygium adstringens*, *Bucida macrostachya*, *Bursera excelsa*, *B. schlechtendalii*, *B. simaruba*, *Bumelia spiniflora*, *Ceiba parvifolia*, *Cresentia alata*, *Erythrina lanata*, *Esenbeckia berlandieri*, *Fouquieria formosa*, *Gyrocarpus mocinoii*, *Havardia campylacantha*, *Piptadenia flava*, *Pachycereus pecten-aboriginum*, entre otras (Torres-Colin, 1989).

Del total de las especies vegetales que existen en la zona, 23 de ellas son endémicas, entre las que destacan: *Agave guiengola*, *Brongniartia guiengolensis*, *Eupatorium guiengolense*, *Holographis leticiana*, *Mascagnia leticiana* y *Mimosa torresiae*. Existen varios reportes de plantas útiles entre los pobladores de la región. Ellos tienen un amplio conocimiento del uso de la flora local, entre los más importantes está la construcción de viviendas, muebles y objetos de artesanía; para ésto generalmente usan troncos de árboles pequeños como *Astronium graveolens*, *Cordia*

Puercoespín (*Coendu mexicanus*). Foto: Gerardo Ceballos

elaeagnoides, *Erythrina lanata* y *Gyrocarpus mocinoii*. Algunas otras plantas son comestibles *(Crotalaria mollicula*, *C. pumila*, *Leucaena lanceolata*, *Manihot oaxacana*, *M. rhomboidea*, *Ximenia americana*) y medicinales (*Crataeva tapia*, *Dorstenia drakena*, *Senna skinneri*).

No existen inventarios faunísticos del área sin embargo entre las especies de la herpetofauna se encuentran *Geagras redimitus*, *Masticophis mentovarius* y *Smilisca baudinii*.

Amenazas

La cubierta vegetal de esta región esta siendo transformada debido al desmonte para crear nuevas áreas pecuario-agrícolas, así como para la extracción de madera y explotación minera (principalmente mármol).

Oportunidades para su establecimiento

El estado actual de conservación se puede considerar como bueno; sin embargo es necesaria la creación de una reserva en donde se le dé una adecuada planificación tanto al uso de la vida silvestre como a las actividades rurales.

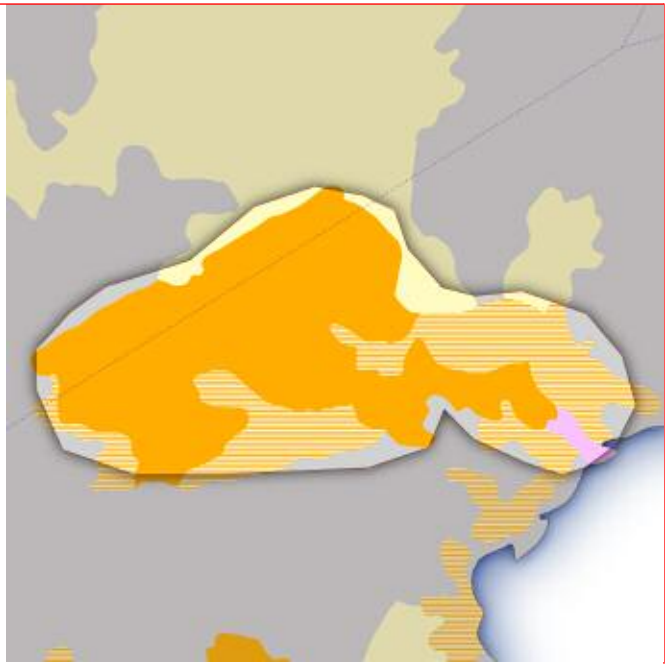
Holographis leticiana. Foto: Rafael Torres Colin

Besucona (*Hemidactylus frenatus*), especie introducida de Asia.
Foto: Gerardo Ceballos

Salina Cruz, Oaxaca

Mario Sousa

Carreteras
Límite estatal
Cuerpos de agua
Áreas de importancia biológica
Selvas bajas
Selvas bajas perturbadas
Selvas altas y medianas
Pastizales inducidos
Áreas sin vegetación natural
Bosques templados
Otros tipos de vegetación



Ubicación geográfica

Es un área pequeña compuesta de dunas y pequeños lomeríos cubiertos principalmente por selva seca que se localiza al oeste de la ciudad de Salina Cruz en la costa de Oaxaca. La altitud varía entre los 0 y 100 msnm. El intervalo promedio de la precipitación se ubica entre los 800 y 1200 mm anuales. Las localidades cercanas al área son Salina Cruz en el municipio del mismo nombre, La Fortuna y Puente San Blas en el municipio de San Blas Atempa, y Rancho Igu en el municipio de Santa María Xadani.

Coordenadas

El área se ubica entre las coordenadas extremas 16°02' - 16°40' de latitud Norte y 95°02' - 95°40' longitud Oeste.

Tamaño

La superficie aproximada del área es de 8 759 hectáreas.

Importancia

Si bien es un área poco estudiada botánicamente, los resultados preliminares de sus leguminosas (Sousa *et al.*, 2004) sugieren que este sitio podría albergar un importante número de taxones endémicos a las selvas secas como el género *Guinetia*, descrito por Rico y Sousa, en Rico *et al.* (1999). Algunas especies importantes en el área son *Guinetia tehuatepensis*, *Dalea sousae* y *Mimosa sousae*; y una variedad *Chamaecrista serpens* (L.) Greene var. *istmogenes* H. S. Irwin et Barneby. En el área hay selva secaa lo largo del arroyo que se forma durante las lluvias.

Algunas especies de mamíferos de probable ocurrencia en el área son *Lepus flavigularis* (especie endémica de México críticamente amenazada), *Canis latrans*, *Pteronotus parnellii* y *Odocoileus virginianus*. Algunos ejemplos de especies de reptiles son *Aspidoscelis deppii*, *Clelia scytalina* y *Scaphiodontophis annulatus.*

Amenazas

Las principales amenazas son su cercanía al puerto de Salina Cruz que la ha convertido en un basurero, así como las actividades de pastoreo y agricultura. El área se encuentra rodeada por sistemas de cultivos y zonas de asentamientos humanos. La fragmentación por cambios en el uso de suelo es una amenaza constante.

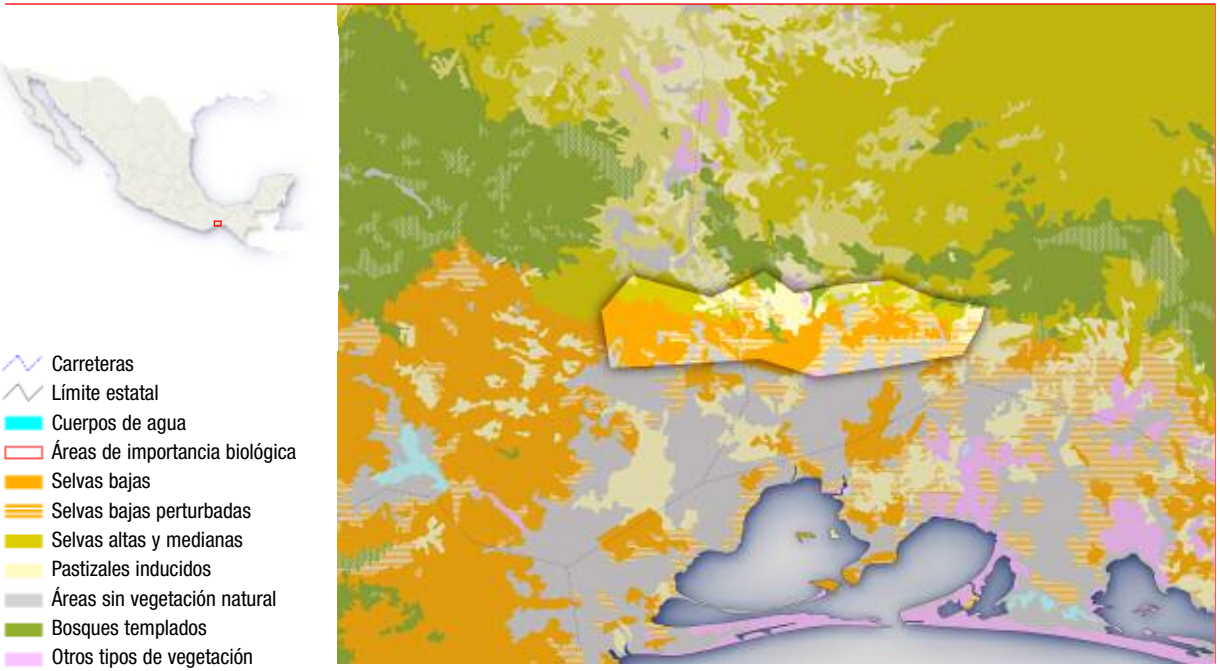
Oportunidades para su establecimiento

Por su tamaño y características es muy probable su establecimiento, además puede abarcar criterios como área de protección para la reproducción de tortugas marinas.

Liebre tropical (*Lepus flavigularis*). Foto: Arturo Carrillo Reyes

Nizanda, Oaxaca

Eduardo A. Pérez-García, Jorge Meave y Silvia Salas



Ubicación geográfica

La región Nizanda se localiza en el Istmo de Tehuantepec en el distrito de Juchitán, Oaxaca. Agrupa una serie de pequeñas sierras denominadas, comenzando en el oeste, Sierra Banderilla, Cordón la Cordillera, Sierra Tolistoque, y se continúa en el este hasta las partes bajas de los Chimalapas. La altitud varía entre los 0 y 800 msnm. Los núcleos poblacionales más importantes que bordean a esta región, siguiendo el mismo orden, son Santiago Laollaga, Cd. Ixtepec, Chivela, La Ventosa, Lázaro Cárdenas, La Venta, Santo Domingo Ingenio y San Miguel Chimalapa.

Coordenadas

El área de macizos de selva presenta una forma sig-

moide, pero se puede englobar en un rectángulo ubicado dentro de las coordenadas 95°15'- 95°40' latitud Norte y 16°35' - 16°40' longitud Oeste.

Tamaño

El área de estudio tiene una superficie aproximada de74 563 hectáreas.

Importancia

En un inventario florístico que incluye solamente los alrededores del poblado de Nizanda se registraron 747 especies de plantas vasculares (Pérez-García *et al.*, 2001); sin embargo, para esa misma localidad el inventario asciende actualmente a 900 especies (Pérez-García *et al.*, aceptado). Concentra especies prioritarias para la conservación, particularmente algunas plantas endémicas como *Agave nizandensis* (Agavaceae), *Barkeria whartoniana* y *Encyclia nizandensis* (Orchidaceae). Además, algunas de las plantas de esta región han sido utilizadas para la tipificación de varias especies como *Anthurium nizandense* (Araceae), *Cephalocereus nizandensis* (Cactaceae) y *Solandra nizandensis* (Solanaceae). La región Nizanda-Tolistoque comprende un mosaico ambiental

Cerro Naranjo. Foto: Eduardo A. Perez García

muy heterogéneo en donde, además de selva seca, se desarrollan otros tipos de vegetación, como bosque de galería, matorral espinoso e inerme, sabana, selva baja espinosa, selva mediana subperenifolia y subcaducifolia, así como vegetación acuática y subacuática. De igual forma, en los afloramientos calcáreos de la región se encuentra una vegetación xerófita particularmente importante por concentrar un gran número de endemismos y porque constituyen un buen sistema de estudio sobre la diversificación y el mantenimiento de la flora xerófita mexicana (Pérez-García y Meave, 2004).

Mono araña (*Ateles geoffroyi*). Foto: Gerardo Ceballos

Los grandes remanentes de vegetación permiten la existencia de fauna en un buen estado de conservación; por ejemplo, se encuentra aquí el registro actual más norteño, en la vertiente del Pacífico, de mono araña (*Ateles geoffroyi vellerosus*). En los alrededores de Nizanda se han registrado 12 especies de anfibios y 47 de reptiles, entre ellos: *Boa constrictor*, *Ctenosaura quinquecarinata*, *Heloderma horridum* y *Rhinochlemmys rubida* (Barreto-Oble, 2000). En la región de Nizanda se registraron 33 familias de aves representadas por 132 especies (Rodríguez-Contreras, 2004); entre éstas destacan *Harpyhaliaetus solitarius*, *Onychorhynchus coronatus* y *Aimophila sumichrasti* catalogadas como en peligro de extinción de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana (NOM-ECOL-059-2001). Asimismo, se registró la presencia de *Aratinga sternua*, *Amalia viridifrons*, *Dendroica chrysoparia* y *Passerina rositae* que se encuentran catalogadas como amenazadas y también se enlistaron ocho especies sujetas a protección especial.

Dada la particular ubicación geográfica en el Istmo de Tehuantepec, la región Nizanda-Tolistoque actúa como un importante corredor que ha permitido el contacto de las biotas propias de la vertiente

Atlántica con las de la Pacífica, y de las de las regiones del sur con las del centro y occidente del país.

Amenazas

Las principales causas de la pérdida de la cobertura vegetal son la agricultura y la ganadería. La cacería indiscriminada de animales silvestres, particularmente de iguanas negras (*Ctenosaura pectinata*) y venados (*Odocoileus virginianus*), ha repercutido sobre la defaunación local. Además, la industria cementera ha tenido un impacto notorio sobre los cerros calcáreos, al realizar actividades extractivas de la roca en superficies a cielo abierto. Las sabanas de la región son un tipo de vegetación natural que albergan una gran diversidad de plantas (más de 180 especies de plantas) y que aún se encuentran poco estudiadas (López-Olmedo, 2001). Estas sabanas están sujetas a incendios frecuentes provocados y al sobrepastoreo, y esto puede repercutir en la estructura y composición florística de estas comunidades. El gran desconocimiento de la biodiversidad de la sierra de Tolistoque puede ser una desventaja para decretarla como un área natural protegida.

Pitaya (*Cephalocereus nizandensis*). Foto: Eduardo A. Perez García

Oportunidades para su establecimiento

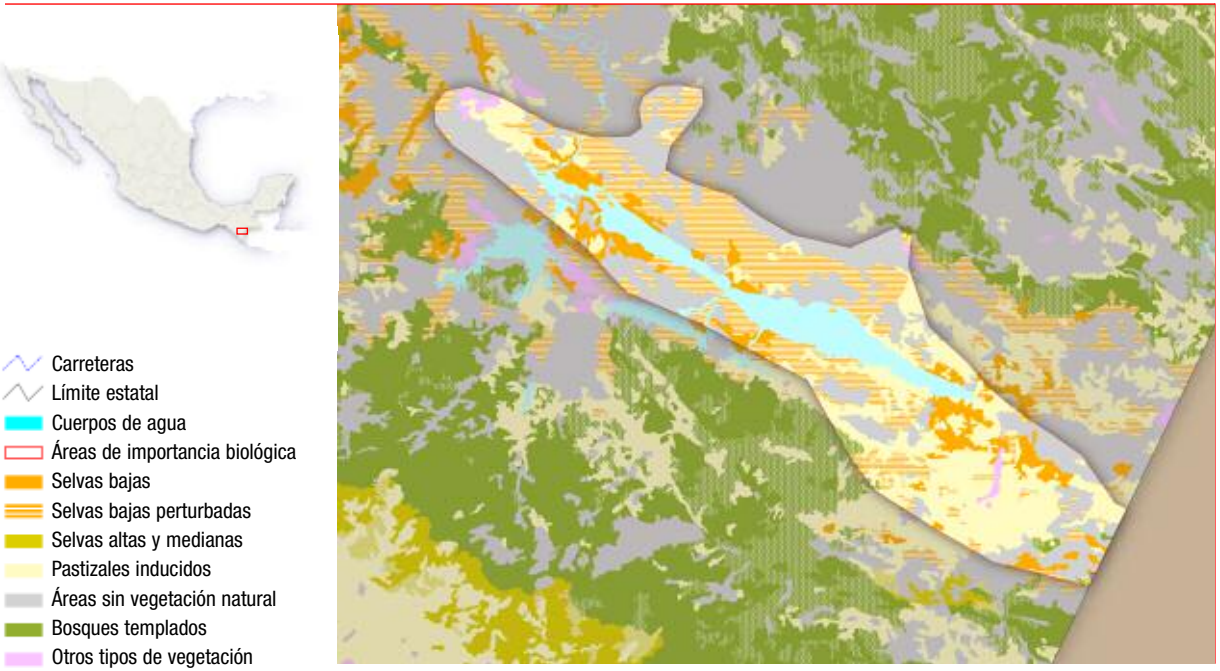
La densidad poblacional es relativamente baja en esta región, lo cual, junto con lo accidentado de su topografía, han permitido que se conserven grandes manchones de vegetación original. El Cerro Verde, ubicado en el ejido de Nizanda, ha sido incluido en el programa de áreas naturales protegidas de la Semarnat. Un estudio sobre la estructura y composición de la selva seca realizado en este cerro mostró que concentra un gran número de especies (Gallardo-Cruz, 2004; Gallardo-Cruz *et al.*, 2005). La región tiene un alto potencial de manejo de flora y fauna debido a su cercanía con centros urbanos de mediano tamaño, como Ciudad Ixtepec, Juchitán y Matías Romero. Los estudios realizados en Nizanda han aportado conocimiento valioso sobre los patrones de distribución tanto de las plantas como de reptiles y aves, lo cual permite generar estrategias más precisas para la conservación en la región. Aunado a lo anterior, la información de la vegetación ribereña (Lebrija-Trejos, 2001) y de la dinámica de la sucesión secundaria (Lebrija-Trejos, 2004) de la flora local deberían de ser utilizadas para el mejor diseño de estrategias de manejo y de restauración.

Tepalegua (*Barkeria whartoniana*). Foto: Eduardo A. Perez García

Perico verde (*Aratinga holochlora*). Foto: Ivan Lira

Depresión Central-Comalapa, Chiapas

Miguel Ángel Pérez-Farrera y Eduardo Espinoza



Ubicación geográfica

Esta área se extiende desde el cañón del río La Venta y el Cañón del Sumidero, en el oeste de la Depresión Central de Chiapas, hasta las poblaciones de Tzimol, Pujiltic, Amatenango de la Frontera y la parte baja de Motozintla, a lo largo de 280 kilómetros atravesando el Estado de Chiapas en dirección NO-SE. Su relieve es irregular, debido a que existe presencia de lomeríos y cerros pequeños, registrándose una altitud entre 200-650 msnm.

La zona está caracterizada por la presencia de estratos del Mesozoico, los cuales descansan sobre un complejo basal del Precámbrico y Paleozoico. En algunas áreas se pueden encontrar rocas sedimentarias del Cretácico medio y tardío y en menor proporción al terciario temprano (Reyes-García, 1995). La

mayor parte de la Depresión Central se caracteriza por tener suelos poco profundos, calizos y algunas áreas con afloramientos rocosos de cárstico, con buen drenaje. Los cauces fluviales más importantes son el Río Grijalva que atraviesa el Cañón del Sumidero, El Río Santo Domingo, Cuxtepec, Suchiapa, La Venta y Río Negro. El clima de la región es del tipo cálido subhúmedo (Aw) con lluvias en verano, con una temperatura media anual de 25 °C y una precipitación anual de entre 660-1809 mm (Reyes-García, 1995).

Esta región esta ubicada dentro de la región fisiográfica denominada Depresión Central de Chiapas compuesta por los municipios de Cintalapa, Jiquipilas, Villaflores, Villacorzo, La Concordia, Montecristo, Jaltenango, Ocozocoautla, Suchiapa, Chiapa de Corzo, Tuxtla Gutiérrez, Acalá, Pujiltic, Tzimol, Amatenango, Frontera Comalapa y las partes bajas de Motozintla.

Coordenadas

Se localiza entre las coordenadas 16°49' - 15°60' latitud Norte, 93°04' - 91°93' longitud Oeste.

Tamaño

Presenta una extensión aproximada de 50 000 hectáreas. Ocupa la octava parte de la superficie del Estado de Chiapas (Mülleried, 1957).

Importancia

Esta zona, por su tipo de vegetación y la historia de su uso de suelo ha sido una de las más transformadas de Chiapas (Breedlove, 1981). La selva seca fue, originalmente, el principal tipo de vegetación; sin embargo en la actualidad y debido a los cambios en el uso del suelo registrado en el área se encuentran grandes extensiones de sabana compuestas por *Acacia farnesiana* y *Mimosa tenuiflora* y áreas de cultivo de maíz y frijol.

Solamente algunas áreas permanecen sin alteraciones en donde puede encontrarse selva seca en buen estado de conservación; ésta se encuentra dominada en el estrato arbóreo por *Conclospermum vitifolium*, *Ceiba pentandra*, *Platymiscus dimorfandrum*, *Gauicum sanctum*, *Bursera excelsa*, *Bursera simaruba* y *Bucida macrostachya*; y en el estrato arbustivo y herbáceo pueden encontrarse *Justicia* sp., *Jacquinia* sp., *Byrsonimia crasifolia*, *Chamaedora glaucifoliaa*, *Dorstenia* y *Begonia* sp. En el cañón de la Venta, al noroeste del municipio de Ocozocoautla, existe una selva seca en donde se han encontrado los siguientes elementos: *Anthurium faustomirandae* (Pérez y Croat, 2001), *Beaucarnea goldmanii*, *Erythrea salvadorensis*, *Gaussia maya*, *Dracaena americana*, *Anthurium selebi* y *Chamaedorea glaucifolia*. En la selva seca del Cañón del Sumidero se encuentran otros elementos como: *Dioon chiapensis* sp nov (ined.) y *Agave kewensis*. Otros elementos adicionales de la selva seca de la Depresión Central son *A. congesta*, *Frurcraea macdougallii* (García-Mendoza, 2000), *Hetchtia meziana*, *Tillandsia chiapensis*, *Yucca guatemalensis*, *Acrocomia mexicana*, *Philodendron warszewiczii*, *Agave breedlovei*, *Xanthosoma mexicanum*, *Gauiacum sanctum*, *Dioon merolae* y *Agave its-*

mensis (García-Mendoza y Palma, 1993). Dentro de los elementos endémicos de la selva baja caducifolia de la Depresión Central de Chiapas se encuentran *Selenicereus mirandae*, *Cephalocereus apicephalium*, *Dioscorea sumiderensis*, *Euphorbia pseudofulva*, *Salvia Chiapensis*, *Conzattia chiapensis*, *Coursetia caribaea*, *Hybosema robustum*, *Lonchocarpus comitensis*, *Lonchocarpus martinezii*, *Chiococca sessilifolia*, *Randia chiapensis* y *Solanum chiapensis* (Reyes-García, 1995).

Como en muchas de las áreas donde se distribuye la selva baja en el país, los trabajos enfocados a fauna silvestre son muy escasos. Existen algunos trabajos en los que se menciona la herpetofauna de esta región y donde se registran por lo menos 85 especies para la región de la Depresión de Chiapas, con un 15% de endemismo y 39% de riesgo (García, 2006; Johnson, 1990). Entre los anfibios, destacan los géneros *Centrolenella*, *Agalychnis*, *Rhinophrynus*, *Pseudoeurycea* y *Dermophis*; y entre los reptiles se puede mencionar *Caiman*, *Celestus*, *Gerronotus*, *Mesaspis*, *Amastridium*, *Clelia*, *Ficimia*, *Geophis*, *Oxirhopus*, *Pituophis*, *Pseustes*, *Thamnophis*, *Xenodon*, *Gehyra*, *Phyllodactylus*, *Typhlops*, *Bothrops*, *Cerrophidion*, *Porthidium*, *Dermatemys* y *Trachemys*.

Se reportan 296 especies de aves para la región entre las que se incluyen 37 migratorias de invierno y 259 residentes. Dentro de éstas últimas se identifican 197 géneros pertenecientes a 16 órdenes y 39 familias. Entre las especies de aves más frecuentes en la región se pueden mencionar a *Elanus caeruleus*, *Zenaida asiatica*, *Otus guatemalae*, *Glaucidium minutissimum*, *Ciccaba virgata*, *Nyctidromus albicollis*, *Calidris alba*, *Nycticorax nycticorax*, *Caprimulgus ridgwayi*, *Cypseloides niger*, *Colibri thalassinus*, *Chlorostilbon canivetii*, *Aspatha gularis*, *Momotus momota*, *Hylocharis leucotis*, *Tilmatura dupontii*, *Rhynchocyclus brevirostris*, *Elaenia flavogaster*, *Catherpes mexicanus*, *Catharus aurantiirostris*, *Polioptila albiloris*, *Vireo solitarius*, *Parula pitiayumi*, *Granatellus venustus*, *Icterus pustulatus*, *Euphonia affinis*, *Pheuticus chrysopeplus* y *Tiaris olivacea*. Existe una migración periódica de algunas especies boreales de aves que invernan en el sur, pero también las hay de América del Sur que migran hacia el norte como los tinkiles y algunos vireos (Álvarez del Toro, 1971). También existen migraciones cortas locales que son, más que por reproducción, por alimentación según la estacionalidad de los frutos o abundancia de insectos en diferentes regiones florísticas. Ésta región a pesar de tener una gran extensión, no tiene, comparada con otras regiones semejantes, tal variedad de especies.

Por último, la región alberga alrededor de 96 especies de mamíferos representando a 23 familias. Prácticamente el 50% de la mastofauna de la región está compuesta por el orden Chiroptera (48 especies) que incluye especies de murciélagos característicos de la región como *Balantiopteryx plicata*, *Rhynchonycteris naso*, *Saccopteryx bilineata*, *Nyctinomops laticaudatus*, *Pteronotus davyi*, *Nyctinomops laticaudatus*, *Noctilio leporinus*, *Carollia brevicauda*, *C. perspicillata*, *Dermanura azteca*, *D. phaeotis*, *Glossophaga morenoi*, *Lonchorhina aurita*, *Micro-*

nycteris megalotis, *Mimon benettii*, *Phyllostomus stenops*, *Sturnira lilium*, *Lasiurus ega*, *L. intermedius*, *Myotis albescens*, *M. fortidens*, *M. keaysi*, *Pipistrelus subflavus* y *Rhogeessa tumida*. Algunos ejemplos de especies de mamíferos no voladores de mayor frecuencia en la región son *Didelphis marsupialis*, *Philander opossum*, *Chironectes minimus*, *Marmosa mexicana*, *Cryptotis merriami*, *Cabassous centralis*, *Dasypus novemcinctus*, *Dasyprocta punctata*, *Orthogeomys grandis*, *Heteromys nelsoni*, *Liomys salvini*, *Neotoma mexicana*, *Peromyscus guatemalensis*, *P. gymnotis*, *Reithrodontomys microdon*, *R. tenuirostris*, *Eira barbara*, *Mephitis macroura*, *Bassariscus sumichrasti*, *Nasua narica*, *Potos flavus* y *Mazama americana*.

Algunas especies de vertebrados de la región consideradas dentro de alguna categoría de riesgo incluyen anfibios como *Ollotis coccifer* y *Gastrophryne usta* así como algunas de reptiles *Heloderma horridum*, *Gymnophthalmus speciosus* y *Micrurus browni* (García, 2006). Entre las especies de aves dentro de esta categoría se puede mencionar a *Dactylortyx thoracicus*, *Amazilia viridifrons*, *Xenotricus callizonus*, *Strix varia* y *Tangara cabanisi*, mientras que entre los mamíferos se encuentran *Rhynchonycteris naso*, *Enchisthenes hartii*, *Myotis albescens*, *Lonchorhina aurita*, *Mimon benettii*, *Phyllostomus stenops*, *Trachops cirrhosus*, *Leptonycteris curasoae*, *Herpailurus yagouaroundi*, *Eira barbara*, *Tamandua mexicana*, *Bassariscus sumichrasti* y *Tayassu tajacu*.

Amenazas

Dentro de las amenazas más importantes se encuentran la ganadería extensiva, las técnicas de cultivo (roza-tumba-quema) y la agricultura. La vegetación de la parte este de la Depresión Central de Chiapas se encuentra bastante degradada principalmente debido a la agricultura, existiendo solamente algunos fragmentos de selva seca en la zona de la Frailesca. Recientemente se ha estimado que la superficie total de las selvas secas en relativamente buen estado de conservación no cubre más del 2% de la superficie total de la región (García, 2006).

Dentro de las alternativas de conservación se encuentra el ecoturismo ya que dentro del área hay zonas arqueológicas de origen zoque y chiapaneco en la parte oeste y centro de la Depresión Central, así como el cañón de la Venta y El Sumidero. Por otro lado existe la amenaza de extinción local de poblaciones de *D. merolae* debido a la destrucción de su hábitat por las técnicas actuales de cultivo de roza, tumba y quema y a la extracción de individuos adultos y semillas de las poblaciones naturales realizados por algunas comunidades de las Depresión Central dentro de las festividades de la Santa Cruz (Pérez-Farrera y Vovides, 2006).

Oportunidades para su establecimiento

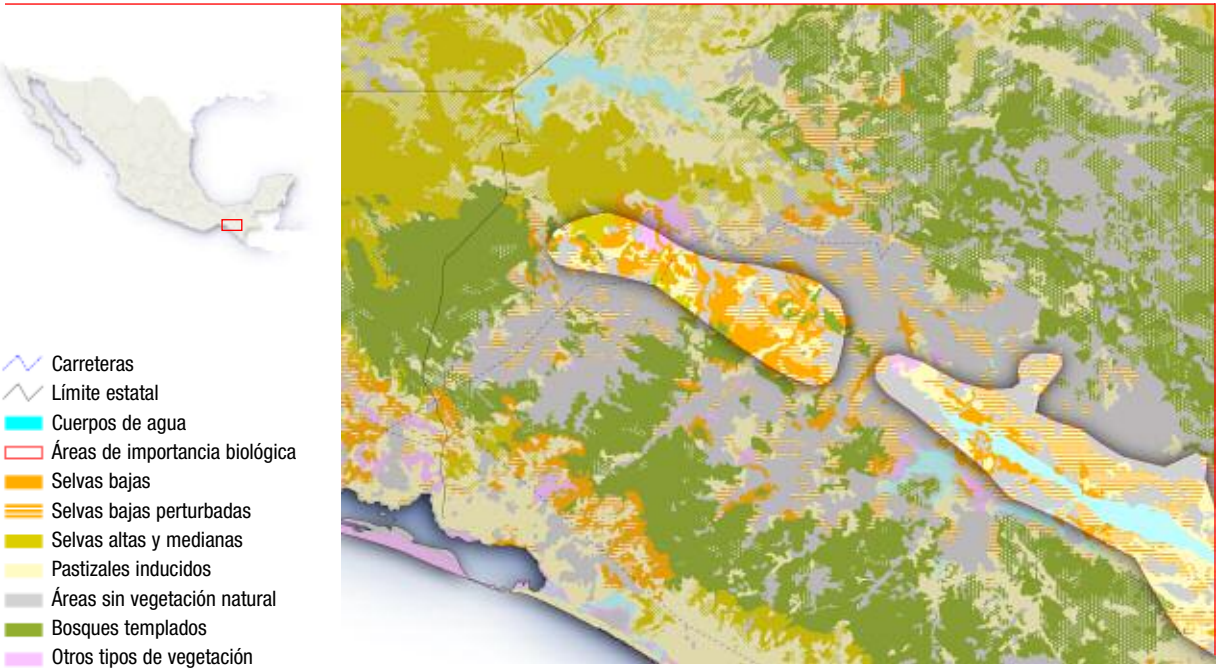
Existen dentro de esta área importantes zonas que pudieran conjuntarse con otras áreas naturales existentes. Existe dos áreas naturales protegidas, uno es el Parque Nacional Cañón del Sumidero que conserva una buena parte de la selva seca en la parte media de la Depresión Central y la otra es la Reserva de la Biosfera El Ocote que protege una parte de la selva seca de la parte oeste de esta misma área geográfica. La selva seca de la Depresión Central se caracteriza por la presencia de elementos centro y sudamericanos de sabana (Reyes-García, 1995).

Rosa morada (*Tabebuia rosea*) Fotos: Gerardo Ceballos

Arriba, cocodrilo (*Crocodylus moreletti*);
abajo, Nauyaca (*Botros atrox*) Fotos: Gerardo Ceballos

Valle de Jiquipilas, Chiapas

Miguel A. Pérez- Farrera e Ignacio Sánchez



Ubicación geográfica

El valle de Jiquipilas se localiza en el municipio del mismo nombre y abarca también parte del municipio de Cintalapa de Figueroa.

La región se caracteriza por ser un valle constituido por terrenos planos con lomeríos someros generalmente conformados de areniscas del Triásico. Las partes planas están conformadas principalmente de arena gruesa o media. Según Ferrusquia-Villafranca (1993) y SPP/INEGI (1980) los estratos geológicos del Mesozoico, Triásico-Jurasico y Cuaternario son los más importantes en el área, los cuales descansan sobre un complejo basal de edad Precámbrica y Paleozoica.

La zona es atravesada por el río La Venta. El clima es Aw" o(w)ig (cálido subhúmedo con lluvias en

verano), la precipitación promedio anual es de 1018 mm y la temperatura promedio anual de 25.4 °C (SPP/INEGI, 1980a). Los suelos del área son del tipo luvisol que son producto de la acumulación de arcilla, regosol que son depósitos bien drenados o casi arenas puras; también el litosol, el feozem y la rendzina están presentes (SPP/INEGI, 1980b). Limita al norte con la zona montañosa de la selva El Ocote, hacia el sur y oeste con la región montañosa de la Sierra Madre, y hacia el este con las montañas de la Gachupina, municipio de Ocozocoautla.

Coordenadas

Esta situado en la parte oeste de la Depresión Central de Chiapas, entre las coordenadas 16°23' 50'' latitud Norte, 93°51' longitud Oeste; 16° 34'57'' latitud Norte, 93°50'36'' longitud Oeste y 16°45'64'' latitud Norte, 93°23'19'' longitud Oeste; 16°30'25'' latitud Norte, 93°28'04'' longitud Oeste.

Pecarí (*Tayassu tajacu*). Foto: Eduardo Ponce Guevara

Tamaño

Su extensión territorial es de aproximadamente 61 371 km^2.

Importancia

Esta zona es muy importante por elementos endémicos, tales como *Dioon merolae, Agave itsmensis* (García-Mendoza y Palma, 1993), *A. ghiesbreghtii*, *Anthurium rionegrense* (Croat, 1983), *Melocactus ruestii*, *Mammilaria woburnensis*, *Selenicereus mirandae*, *Cephalocereus apicephalium*, *Euphorbia pesudofulva*, *Salvia chiapensis*, *Conzattia chiapensis*, *Lonchocarpus martinezii* (Reyes-García, 1995) y principalmente aquellos de las familias Asteraceae y Fabaceae (Reyes-García, 1995; Villaseñor, 1991). En este mismo valle se han registrado alrededor de 385 especies de plantas útiles, 303 géneros y 95 familias con 18 categorías de usos, de las cuales 114 especies son plantas medicinales y alrededor de 109 son plantas ornamentales (Pérez-Farrera y Vovides, 1997).

La vegetación predominante es selva seca dominada por *Plumeria rubra*, *Ceiba aesculifolia*, *Pseudobombax ellipticum*, *Byrsonima crassifolia*, *Mimosa tenuiflora*, *Bursera simaruba*, *B. excelsa*, *Bursera bipinnata*, *Cochlospermum vitifolium*, *Acacia pennatula*, *Hechita schootii*, *Agave itsmensis*, *Agave* sp., *Anthurium schlenchtendalii, Melocactus ruestii* y *Mammilaria* sp. En algunas áreas existe vegetación de galería,

principalmente en zonas húmedas y orillas de arroyos, dominado por sauces (*Salix* sp.). De igual forma se pueden encontrar grandes extensiones de sabana de tepescohuite (*Mimosa tenuiflora*) generalmente localizadas en un intervalo de 500-650 msnm.

La selva de la zona de Jiquipilas presenta algunas variantes que la diferencian de la zona adyacente que es la región de la Depresión Central. Esta región, a pesar de tener una extensión más reducida, posee un número mayor de especies pues muchas aves y reptiles son propios de la zona costera. También al parecer hay una influencia grande de especies neotropicales de la zona de selva húmeda del sur de los Estados de Veracruz y Tabasco y del sureste de Oaxaca, así como de algunas especies boreales aumentando la riqueza de especies.

Es posible que en la región existan más de 60 especies de anfibios, pudiéndose señalar ocurrencia en el área de algunas especies como *Ollotis marmorea*, *Eleutherodactylus amniscola*, *Leptodactylus melanonotus* y *Lithobates forreri*. Para el caso de los reptiles se pueden mencionar varias especies registradas como son *Enulius flavitorques, Leptophis diplotropis*, *Salvadora lemniscata*, *Tantilla rubra*, *Corytophanes hernandezi*, *Hemidactylus turcicus*, *Gymnophthalmus speciosus*, *Ctenosaura pectinata*, *C. similis*, *Iguana iguana*, *Loxocemus bicolor*, *Sceloporus internasalis*, *Urosaurus bicarinatus*, *Anolis tropidonotus*, *Scincella gemmingeri, Lepidophyma smithi* y *Xenosaurus grandis*; asimismo se encuentran los géneros *Boa*, *Coniophanes*, *Dryadophis*, *Drymobius*, *Lampropeltis*, *Masticophis*, *Oxybelis*, *Rhadinaea*, *Sibon*, *Thamnophis*, *Basiliscus*, *Coleonyx*, *Sphaerodactylus*, *Leptotyphlos*, *Sceloporus*, *Eumeces*, *Sphenomorphus*, *Cnemidophorus*, *Bothriechis* y *Kinosternon*.

En el grupo de aves, se registran 526 especies de las cuáles 104 son migratorias invernales. De 19 órdenes y 53 familias las especies más frecuentes son *Anas discors*, *Bombycilla cedrorun*, *Passer domesticus*, *Pelecanus erythrorhynchos*, *Podilymbus podiceps*, *Tyto alba*, *Trogon massena*, *Bolborhynchus lineola*, *Sphyrapicus varius*, *Hylophilus decurtatus*, *Phalacrocorax olivaceus*, *Lanius ludovicianus*, *Lipaugus unirufus*, *Cinclus mexicanus, Certhia americana*, *Larus philadelphia*, *Jacana espinosa*, *Buteo albonotatus*, *Columbina passerina*, *Leptotila verreauxi*, *Aratinga canicuiaris*, *Dromococcyx phasianellus*, *Morococcyx eriythropygus*, *Geococcyx velox*, *Bubo virginianus*, *Amazilia rutila*, *Heliomaster constantii*, *Trogon elegans*, *Momotus mexicanus*, *Tityra semifasciatm*, *Pyrocephalus rubinus*, *Myiarchus nuttingi*, *Contopus borealis*, *Empidonax albigularis*, *Tolmomyias sulphurescens*, *Camptostoma imberbe*, *Calocitta formosa*, *Thryothorus modestus*, *Salpinctes obsoletus*, *Mimus gilvus*, *Polioptila caerulea*, *Vireo bellii*, *Euphonia gouldi*, *Guiraca caerulea*, *Cyanocompsa perellina*, *Passerina versicolor*, *Arremonops rufivirgata* y *Amazilia viridiceps*. Algunos ejemplos de especies de aves dentro de alguna de las categorías de riesgo son: *Deltarhynchus flammulatus*, *Catharus occidentalis*, *Icterus gradacauda*, *Lophostrix cristata*, *Ortalis poliocephala*, *Calothorax pulcher* y *Amazona finschii*.

Los mamíferos de ésta región comprenden ocho familias y 58 especies de las cuáles se pueden men-

cionar: *Didelphis virginiana*, *Tlacuatzin canescens*, *Cryptotis merriami*, *Heteromys desmarestianus*, *Liomys salvini*, *Molossus molossus, Mormoops megalophylla*, *Pteronotus personatus*, *Anoura geoffroyi*, *Artibeus jamaicensis*, *Carollia subrufa*, *Chiroderma villosum*, *Desmodus rotundus*, *Glossophaga commissarisi*, *G. soricina*, *Phyllostomus discolor, Sturnira ludovici*, *Uroderma bilobatum*, *Eumops glaucinus, E. underwoodi*, *Tadarida brasiliensis*, *Ateles geoffroyi*, *Sciurus deppei*, *Neotoma mexicana*, *Oligoryzomys fulvescens*, *Oryzomys couesi*, *Peromyscus aztecus*, *P. levipes, P.mexicanus*, *Reithrodontomys mexicanus*, *Sigmodon hispidus*, *Spilogale angustifrons*, *Urocyon cinereoargenteus* y *Tayassu tajacu*.

Amenazas

La ganadería y la agricultura presentan un gran impacto en esta área. El sistema de roza-tumba-quema es perjudicial pues es la fuente principal de incendios.

Oportunidades para su establecimiento

Existen dentro de esta área importantes zonas que pudieran conjuntarse con otras áreas naturales. Son prácticamente las mismas señaladas para la Depresión Central, sólo que esta área puede extenderse hacia la costa, la Reserva de la Biosfera La Sepultura y una reserva estatal La Frailescana. Por otra parte se encuentra el ejido Andrés Quintana Roo, municipio de Jiquipilas, donde existe una reserva ejidal; en este lugar los últimos manchones de selva seca que se encuentran en las lomas son conservados y protegidos por agentes rurales. Esta área es de excepcional belleza debido al paisaje semidesértico que presenta y a su bosque de cicadas (*Dioon merolae*) que se localiza en los lomeríos del "Campanario", un área que se ubica a dos kilómetros al norte del ejido Andrés Quintana Roo. En este mismo ejido un proyecto de conservación y manejo de *Dioon merolae* se está llevando a cabo por campesinos de la comunidad (Pérez-Farrera, 2000). Este valle tiene una historia de uso y vegetación muy antigua, fue utilizado para realizar campos algodoneros por lo que en la actualidad muchas áreas persisten en forma de sabanas de *Mimosa tenuiflora* y *Acacia farnesiana.*

Bibliografía

AGROS, 1996. *Base de datos digital del VII Censo Agrícola Ganadero. Datos por Área Geoestadística Básica.* Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.

Aguilar, G., J.I. 1966. *Relación de unos aspectos de la flora útil de Guatemala*. 2ª ed. Topografía Nacional. Guatemala C.A.

Aguilar, O.C. 1993. La vegetación en el Estado de México. *Revista de la Escuela de Ciencias*. UAEMex. Año 1, Vol 1, No 1.

Aguilera, O.C. 1993. *Los ecosistemas del Parque Sierra Nanchititla*. Inédito. CEPANAF. Secretaría de Ecología. Gobierno del Estado de México. Escuela de Ciencias, UAEMex.

Aguilera, R.U., Navarrrete D. A., Alba M. P., y A. Zambrano. 1992. Los mamíferos de la Reserva de Nachititla, en el Estado de México, consideraciones ecológicas sobre la alimentación. *Memorias del XI Congreso Nacional de Zoología.* Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán

Aguilera, U., J. Ramírez, A. López, I. Salazar y O. Monroy. 1996. *Informe final del proyecto de investigación "Distribución espacial y temporal de los mamíferos de la Sierra de Nanchititla, Estado de México".* Inédito CIRB., Facultad de Ciencias y Coordinación de Estudios Avanzados. UAEMex.

Aguilera, U., R. Gassier, L. Ochoa, F. Méndez, R. Adaya e I. Salazar. 1991. Aspectos biológicos y ecológicos de la Ornitofauna de la Reserva de Nanchititla en el Estado de México. *Memorias del XI Congreso Nacional de Zoología.* Mérida, Yucatán.

Alcaráz-Cruz, H., J. Chávez-Juárez y D. Valenzuela. 2004. Geographic Distribution. Serpentes. *Coniophanes lateritius*. *Herpetological Review* 35:190

Alfaro-Espinosa, A. M. 2000. *Cacería de subsistencia en tres comunidades de la costa de Oaxaca*. Tesina. ITAO. Oaxaca, México.

Almazán, J., Sánchez, C. y M. de L. Romero. 2005. Registros sobresalientes de mamíferos del estado de Guerrero, México. *Acta Zoológica Mexicana,* 21:155-157

Álvarez-Castañeda, S.T. 1996. *Los mamíferos del Estado de Morelos*. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, La Paz, Baja California.

Álvarez, T. y F. Lachica. 1974. Zoogeografía de los vertebrados de México. 221- 275 Pp. En: *El Escenario Geográfico.* Instituto Nacional de Antropología e Historia, México D.F.

Álvarez, T., S.T. Álvarez-Castañeda, y J.C. López-Vidal. 1994. *Claves para los murciélagos de México*. Publicación Especial, Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur y Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN, 65 pp.

Aluja, M., A. Jiménez, J. Pinero, M. Camino, L. Aldana, M. E. Valdés, V. Castrejon, I. Jacome, A.B. Dávila y R. Figueroa. 1997. Daily activity patterns and within-field distribution of papaya fruit flies (Diptera: Tephritidae) in Morelos and Veracruz, Mexico. *Annals of the Entomological Society of America* 90:505-520.

Alvarado-Díaz, J. e I. Suazo-Ortuño. 1996. *Las Iguanas de México: Historia Natural y Conservación*. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y Fish and Wildlife Service, Morelia, Mich.

Álvarez-Cárdenas, S., P. Galina, A. González-Romero y A. Ortega. 1988. Herpetofauna. Pp. 167-184. En: *La Sierra de La Laguna de Baja California Sur*. (L. Arriaga y A. Ortega, eds). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. México, D.F.

Álvarez-Castañeda, S.T. y L.A. Méndez. 2005a. *Oryzomys nelsoni*. *Mammalian Species* 735:1-2.

Álvarez-Castañeda, S.T. y L.B. Méndez. 2005b. *Peromyscus madrensis*. *Mammalian Species* 774:1-3.

Álvarez del Toro, M. 1971. *Las Aves de Chiapas*. Editorial del Gobierno del Estado de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, México.

Álvarez Licona, N. 1998. Las islas Marías y la subcultura carcelaria. *Boletín Mexicano de Derecho Comparado*. núm. 91. Disponible en: <http://info.juridicas.unam.mx/publica/rev/boletin/cont/91/art/art1.htm>

American birds. 1971-1980. *Breeding bird censuses*. National Audubon Society, Inc., Nueva York.

American Ornithologists' Union. 1957. *Check-list of North American birds*. Amer. Ornith. Union, Baltimore, Maryland.

American Ornithologists' Union. 1998. *Check-list of North American birds.* Allen Press, Inc., Lawrence, Kansas.

Anderson, R.S. y J. Ashe. 2000. Leaf litter inhabiting beetles as surrogates for establishing priorities for conservation of selected tropical montane cloud forests in Honduras, Central America (Coleoptera: Staphylinidae, Curculionidae). *Biodiversity and Conservation* 9:617-653.

Andrade-Lima, D.1982. Present day forest refuges in northeastern Brazil. Pp. 245-251. En: *Biological Diversification in the Neotropics*. (G.T Prance, editor). Columbia University Press, Nueva York.

Arceo M.H. 2003. Regiones climáticas del estado de Sinaloa. Pp. 67-74. En: *Atlas de los Ecosistemas de Sinaloa*. L.J. Cifuentes y J. Gaxiola (eds.). El Colegio de Sinaloa.

Argote, A., T.P. Feria, A. Bueno, J. E. Pérez, G. Ramírez, M.

Martínez y J.E. Ramírez. 1999. AICA-C49 Sierra de Huautla. En: *Base de Datos de las AICAS*. (H. Benitez, C. Arizmendi y L. Marquez, eds) CIPAMEX, Conabio, FMCN y CCA. México.

Argote-Cortes, A., A. Bueno-Hernández, J.E. Ramírez, J.E. Pérez, G. Ramírez, M. Martínez-Ornelas, T.P. Feria-Arroyo y F. Urbina. 2000. Sierra de Huautla. En*: Áreas de importancia para la Conservación de las Aves en México* M.C. Arizmendi y L. Márquez-Valdelamar (eds.). CIPAMEX. México.

Arias, P. 2009. *Distribución, ecología, y conservación de* Xenomys nelsoni *(Rodentia: Muridae), especie endémica de las selvas secas de México*. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México.

Arias, D.M., O. Dorado y B. Maldonado. 2001. Biodiversidad e importancia de la selva baja caducifolia: Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla. *Biodiversitas* 7:7-10.

Arita, H.T. 1993. Riqueza de especies de la mastofauna de México. 109-128 Pp. En*: Avances en el estudio de los mamíferos de México* (R.A. Medellín y G. Ceballos (eds). Asociación Mexicana de Mastozoología, A.C., México.

Arita, H.T. 1997. The non-volant mammal fauna of Mexico: species richness in a megadiverse country. *Biodiversity Conservation* 6:787-795.

Arita,T.H. y G. Ceballos. 1997. Los mamíferos de México: Distribución y estado de conservación. *Revista Mexicana de Mastozoología* 2:33- 71.

Arita, H.T. y L. León-Paniagua. 1993. Diversidad de mamíferos terrestres. *Ciencias*, número especial 7:13-22

Arita, H. y C. Martínez del Río. 1990. Interacciones flor murciélago: un enfoque zoocéntrico. *Publicaciones especiales, Instituto de Biología.* 4:1-35

Arizmendi, M.C. 2001. Multiple ecological interactions: nectar robbers and hummingbirds in a highland forest in Mexico. *Canadian Journal of Zoology* 79:997-1006

Arizmendi, M.C. y L. Márquez-Valdelamar (eds.). 2000. *Áreas de importancia para la conservación de las aves de México*. CIPAMEX. México, D.F.

Arizmendi, M.C. y J.F. Ornelas. 1990. Hummingbirds and their floral resources in a tropical dry forest in Mexico. *Biotropica* 22:172-180

Arizmendi, C., L. Márquez-Valdelamar, y J. F. Ornelas. 2002. Avifauna de la región de Chamela, Jalisco. Pp. 287-329. En: *Historia Natural de Chamela*. A.F. Noguera, R.J. Vega, A.A. García y A.M. Quesada (eds.) Instituto de Biología, UNAM. México.

Arizmendi, A.M., H. Berlanga, L. Márquez, L. Navarijo, y F. Ornelas. 1991. *Avifauna de la región de Chamela, Jalisco*. Serie Cuadernos 4, Instituto de Biología, UNAM. México.

Arriaga, L. (editora). 1994. *Estrategia para la conservación de la Sierra de La Laguna*. Publicación Núm. 6. CIB. La Paz, BCS. México.

Arriaga, L. y A. Breceda. 1999. The tropical dry forests of the Cape Region of the Baja California Peninsula. Pp. 121-151. En: *Ecology and Management of Forests, Woodlands, and Shrublands in the Dryland Regions of the United States and Mexico: Perspectives for the 21st Century.* P.F. Ffolliott y A. Ortega-Rubio (eds.) University of Arizona-Cibnor, S.C.-USDA Forest Service.

Arriaga L. y J. Cancino. 1992. Prácticas pecuarias y caracterización de especies forrajeras en la selva baja caducifolia. Pp. 155-184. En*: Uso y manejo de los recursos naturales en la Sierra de la Laguna, Baja California Sur*. (A. Ortega, ed.) Pub. Núm. 5 del Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur, A.C. La Paz, México.

Arriaga, L. y J.L. León. 1989. The Mexican tropical deciduous forest of Baja California Sur: a floristic and structural approach. *Plant Ecology* 84:45-52.

Arriaga, L. y A. Ortega (eds.). 1988. *La Sierra de la Laguna de Baja California Sur*. Publicación 1. Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur A.C., La Paz, Baja California Sur, México.

Arriaga, L., V. Aguilar, J. Alcocer, R. Jiménez, E. Muñoz y E. Vázquez (coordinadores). 1998. *Regiones hidrológicas prioritarias*. Escala de trabajo 1:4 000 000. 2ª edición. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. *Regiones terrestres prioritarias de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.

Arroyo- Cabrales, J., Polaco, O., Wilson D. y A. Gardner. 2008. Nuevos registros de murciélagos para el estado de Nayarit, México. *Revista Mexicana de Mastozoología,* 12:141-162.

Asdell, S.A. 1964*. Patterns of Mammalian Reproduction*. Cornell University Press, Ithaca, Nueva York.

Audubon Field Notes. 1963-1970. *Breeding bird censuses*. National Audubon Society, Inc., Nueva York.

Axelrod, D.I. 1978. Evolution of the Madro Tertiary geoflora. *Botanical Reviews* 24:433-509.

Ayala, R. 1988. Abejas silvestres (Hymenoptera: Apoidea) de Chamela, Jalisco, México. *Folia Entomológica Mexicana* 77:395-493.

Ayala, D. 2001. *Aspectos ecológicos de* Xiphorhynchus flavi-

gaster *en el bosque tropical caducifolio de la Reserva de la Biosfera de Chamela-Cuixmala, Jalisco*. Tesis Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM. México.

Baker, R. 1967. Distribution of recent mammals along the Pacific coastal lowlands of the western hemisphere. *Systematic Zoology* 16:28-37.

Balvanera, P., E. Lott, G. Segura, C. Siebe y A. Islas. 2002. Patterns of diversity in a Mexican tropical dry forest. *Journal of Vegetation Science* 13:145-158.

Barkin, D. y C. Pailles. 2001. Colaboración con la comunidad para el ecoturismo: una estrategia de gestión sustentable de recursos regionales. *El Periplo Sustentable* 2. Accesible en <www.uaemex.mx/plin/psus/rev2>

Barlow, J.C. 1980. Patterns of ecological interactions among migrant and resident vireos on the wintering grounds. Pp. 79-107. En*: Migrant birds in the Neotropics: ecology, behavior, distribution, and conservation* A. Keast y E.S. Morton (eds.). Smithsonian Inst. Press, Washington, D.C.

Barradas, V. 1991. Radiation regime in a tropical dry deciduous forest in western Mexico. *Theoretical Applied Climatology* 44:57-64.

Barradas, V. y L. Fanjul. 1985. Equilibrio hídrico y evapotranspiración en una selva baja caducifolia de la costa de Jalisco, México. *Biótica* 10:199-218.

Barrera A. y M.E. Díaz-Batres. 1977. Distribución de algunos lepidópteros de la Sierra de Nanchititla, México, con especial referencia a *Tisiphone maculata* Hopffer. *Rev. Soc. Mex. Lep.* 3:17-28.

Barreto-Oble, D. 2000. *Análisis Ecológico y Distribucional de los Anfibios y Reptiles de la Región de Nizanda, Istmo de Tehuantepec, Oaxaca*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México.

Bat Conservation International (BCI) 2003*. Latin American Initiative*. Disponible en <www.batcon.org>

Becerra. J.X. 2005. Timing the origin and expansion of the Mexican tropical dry forest. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 102: 10919-10923.

Beck, D. y C. Lowe. 1991. Ecology of the beaded, *Heloderma horridum*, in a tropical dry forest in Jalisco, México. *Journal of Herpetology* 25:395-406.

Behle, W.H. y M.L. Perry. 1975. *Utah birds: Check-list, seasonal and ecological occurrence charts, and guides to bird finding*. Utah Museum of Natural History, Univ. of Utah, Salt Lake City, Utah.

Bell, H.L. 1980. Composition and seasonality of mixed-species feeding flocks of insectivorous birds in the Australian Capital Territory. *Emu* 80:227-232.

Beltrán M.J., M. Ramos y S. Valenzuela. Insectos de Sinaloa. Pp.253-261. En: *Atlas de la biodiversidad de Sinaloa*. L.J. Cifuentes y J. Gaxiola (eds.). El Colegio de Sinaloa.

Bentley, P.J. 1966. Adaptations of Amphibia to arid environments. *Science* 152:619-623.

Benz, B.F., F.J. Santana M., M.R. Pineda L., J. Cevallos E., L. Robles H. y D. de Níz L. 1994. Characterization of mestizo plant use in the Sierra de Manantlan, Jalisco-Colima, Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 14:23-41

Berlanga, H.A. 1991. *Las aves frugivoras de Chamela: su recurso vegetal y su papel en la dispersión de semillas.* Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM, México.

Beutelspacher, B.C. 1981. Lepidópteros de Chamela, Jalisco, México. I.-Rhopalocera. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 52:371-388.

Beutelspacher, B. C.1983. Mariposas diurnas de "El Chorreadero", Chiapas. (Insecta Lepidoptera) *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 33:341-366.

Bezaury-Creel, J.E., Ochoa Ochoa L.M. y J.F. Torres. 2007. *Áreas Naturales Protegidas del Distrito Federal y Municipales de México*. Conanp, Conabio, TNC y Pronatura. Actualización 2009, Versión 1.1.

Bezaury-Creel J.E., L. Ochoa Ochoa, J. Fco Torres. 2008. *Base de Datos Geográfica de Reservas Privadas y Sociales en México - Versión 1.0* The Nature Conservancy. 2 Capas ArcGIS 9.2 + 1 Capa Google Earth KMZ + 1 Archivo de Metadatos en texto.

Bezaury-Creel J.E., Torres, J.F. y L. Ochoa Ochoa. 2009. *Base de Datos Geográfica de Áreas Naturales Protegidas Federales de México*. Modificado y adaptado de Conanp. 1 Capa ArcGIS 9.2.

Bezaury-Creel J.R., L. Sotomayor, X. Li, S. Anderson, R. Sayre y B. Houseal. 2000. *Conservation of biodiversity in Mexico: Ecoregions, Sites and Conservation Targets-Synthesis of identification and Priority Setting Exercises*. Unpublished draft. The Nature Conservancy.

Binford, L.C. 1989. A distributional survey of the birds of the Mexican State of Oaxaca. American Ornithologist's Union. *Ornithological Monographs* Núm. 43.

BirdLife International. 2000. *Threatened Birds of the World*. Barcelona and Cambridge. Lynx Editions and BirdLife International.

Blaustein, A.R. y D.B. Wake. 1990. Declining amphibian populations: a global phenomenon. *Trends in Ecology and Evolution* 5:203-204.

Boyás D., J.C. 1992. *Determinación de la composición, estructura y productividad de las comunidades arbóreas del Estado de Morelos en base a unidades ecológicas.* Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. UNAM.

Breceda, A. 2005. *El mosaico de la vegetación de una selva baja caducifolia.* Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.

Breedlove, D.E. 1981. Introduction to the flora of Chiapas. En*: Flora of Chiapas.* (D.E. Breedlove, ed.). The California Academy of Sciences. San Francisco, California.

Breedlove, D.E. 1986. *Flora de Chiapas*. Listados Florísticos de México. Instituto de Biología, UNAM.

Briceño R., S. Guido, P. Wong y D. Ríos-Olmeda. 2002. *Informe Final del Proyecto "Ordenamiento Ecológico y Plan de Manejo de la franja costera Cerritos-Mármol con énfasis en la zona de Reserva para la Protección y Conservación de Tortugas Marinas "El Verde"*. Convenio UNAM-CIAD.

Briones-Salas, M. 2000. Lista anotada de los mamíferos de la región de La Cañada, en el valle de Tehuacán-Cuicatlán, Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana,* 81:83-103

Briones, S. M. y V. Sánchez-Cordero. 2004. Mamíferos Pp. 423-448. En: *Biodiversidad de Oaxaca* (A.J. García-Mendoza, M. J. Ordóñez y M. Briones-Salas, eds). Instituto de Biología, UNAM. México.

Briones-Salas, M.A., V. Sánchez-Cordero, y G. Quintero. 2001. Lista de mamíferos terrestres del norte del estado de Oaxaca, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 72:125-161.

Britton, P.L. 1974. Relative biomass of Ethiopian and Palaearctic passerines in west Kenya habitats. *Bull. Brit. Ornith. Club* 94:108-113.

Broadhead, E y H. Wolda. 1985. The diversity of Psocoptera in two tropical forests in Panama. *Journal of Animal Ecology* 54:739-754.

Brooks, S.J. 1989. Odonata collected from Guanacaste National Park, Costa Rica. *Notulae Odonatologicae* 3:49-52.

Brooks, D.M., R. J. Baker, R.J. Vargas, T. Tarifa, H. Aranibar y J.M. Rojas. A new species of *Oryzomys* (Rodentia: Muridae) from an isolated pocket of Cerrrado in eastern Bolivia. *Occasional Papers Museum of Texas Tech University* 241: 1-11.

Brower, L.P. y W. Calvert. 1981a. *Criterios para el establecimiento de Reservas Bióticas para la protección de los sitios de hibernación de la mariposa monarca en México.* Investigación sobre el Refugio de la mariposa monarca FAIDEM, Toluca, Estado de México. Informe mecanoescrito.

Brower, L.P. y W. Calvert.1981b. *Recomendaciones para la conservación de las áreas de hibernación de la mariposa monarca en México.* Investigación sobre el Refugio de la mariposa monarca FAIDEM, Toluca, Estado de México. Informe mecanoescrito.

Brown, J.H. 1995. *Macroecology*. University of Chicago Press. Chicago Illinois.

Brown, J.H. y A.C. Gibson. 1981. *Biogeography.* C.V. Mosby, St Louis.

Brown, J.H. y M.V. Lomolino. 1998. *Biogeography*. Sinuaer Associates. Massachusetts.

Brown, J.H., O.J. Reichman y D.W. Davison. 1979. Granivory in Deserts Ecosystems. *Ann. Rev. Ecol.Syst. 10:201-227.*

Brown K.S. 1978. Borboletas da Serra de Japi. Pp. 146. En: *Historia Natural da Serra do Japi.* Universidade Estadual de Campinas, Sao Paulo.

Brown K.S. 1979. *Ecología geografica e evoluçao nas florestas neotropicais.* Tesis, Universidade Estadual de Campinas, Campinas; Brasil.

Brown W.J., H.G. Real y D.K. Faulkner 1992. *Butterflies of Baja California*. Lep. Res. Found.

BSP-Biodiversity Support Program-Conservation International, The Nature Conservancy, Wildlife Conservation Society, World Resources Institute and World Wildlife Fund. 1995. *A Regional Analysis of Geographic Priorities for Biodiversity Conservation in Latin America and the Caribbean*. Biodiversity Support Program. Washington, D.C.

Bullock, S. 1986. Climate of Chamela, Jalisco, and trends in the south coastal region of Mexico. *Arch. Met. Geaph. Biocl*., Ser B 36:297-316.

Bullock, S.H. 2002. La fenología de plantas en Chamela. Pp. 491-498. En: *Historia Natural de Chamela.* F.A. Noguera, J. H. Vega-Rivera, A.N. García-Aldrete y M. Quesada-Avendaño (eds.) Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Bullock, S.H. y A. Solís-Magallanes. 1990. Phenology of canopy trees of a tropical deciduous forest in Mexico. *Biotropica* 22:22-35.

Bullock, S., H. Mooney y E. Medina (editores). 1995. *Seasonally dry forests*. Cambridge University Press, Cambridge.

Burgos, A.L. 1999. *Dinámica hidrológica del bosque tropical*

seco en Chamela, Jalisco, México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.

Burgos, A.L. 2004. *Estrategia para el abordaje ecosistémico de una investigación en restauración ecológica, aplicada al caso del bosque tropical seco de la región de Chamela.* Centro de Investigaciones en Ecosistemas, UNAM. Universidad Nacional Autónoma de México, Morelia, Michoacán.

Burgos, A.L. y J.M. Maass. 2004. Vegetation change associated with land-use in tropical dry forest areas of Western Mexico. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 104: 475-481.

Burnham, R.J. y A. Graham. 1999. The history of neotropical vegetation: new developments and status. *Ann. Missouri Bot. Gard*. 86:546-589.

Búrquez, A. y A. Martínez-Yrízar. En prensa. Conservación, transformación del paisaje y biodiversidad en el noroeste de México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*.

Búrquez, A. y A. Martínez Yrízar. 1997. Conservation and landscape transformation in Sonora. *Journal of the Southwest* 39:372-398.

Búrquez, A., A. Martínez-Yrízar y P.S. Martin.1992. From the high Sierra Madre to the coast: changes in vegetation along highway 16, Maycoba-Hermosillo. Pp. 239-252. En: *Geology and mineral resources of northern Sierra Madre Occidental, Mexico*. (K.F. Clark, J. Roldán-Quintana y R.H. Schmidt, eds). Guidebook. El Paso Geological Society, El Paso.

Búrquez, A., A. Martínez-Yrízar, R.S. Felger y D. Yetman. 1999. Vegetation and habitat diversity at the southern edge of the Sonoran Desert. Pp. 36-67. En: *Ecology of Sonoran Desert Plants and Plant Communities*. R.H. Robichaux (ed.). University of Arizona Press, Tucson Az.

Búrquez, A., A. Martínez Yrízar, M.E. Miller, K. Rojas, M.A. Quintana y D. Yetman. 1998. Mexican grasslands and the changing aridlands of Mexico: an overview and a case study in northwestern Mexico. Pp. 21-32. En: *The future of arid grasslands: identifying issues seeking solutions*. B. Telmann, D. Finch, C. Edminster y R. Hamre (eds.). Proceedings RMRS P 3, Fort Collins, CO. US Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Res. Stn.

Búrquez, A., M. Miller y A. Martínez Yrízar. 2002. Mexican Grasslands, Thornscrub and the Transformation of the Sonoran Desert by Invasive Exotic Buffelgrass (*Pennisetum ciliare*). En: *Invasive Species in Sonoran desert Communities.* B. Tellman (ed). University of Arizona Press, Tucson.

Burton, A. y G. Ceballos. 2006. Northern-most record of the collares anteater (*Tamandua mexicana*) form the Pacific slope of Mexico. *Revista Mexicana de Mastozología.* 10: 67-70.

Bye, R. 1995. Ethnobotany of the Mexican dry tropical forests. Pp. 423-438. En: *Seasonally dry tropical forests* (S. H. Bullock, H. A. Mooney, y E. Medina, eds). Cambridge University Press, Cambridge.

Byers, D. S. (ed.) 1967. *The Prehistory of the Tehuacan Valley. Vol I. Environment and subsistence*. University of Texas Press, Austin.

Cadena, M. 2003. *Efectos de la perturbación y estacionalidad en la comunidad de roedores en una selva baja caducifolia en Morelos, México*. Tesis de Licenciatura. Escuela de Ciencias, Universidad de Las Américas-Puebla.

Caldecott, J.O., Jenkins, M.D., Johnson, T.H. y B. Groombridge. 1996. Priorities for conserving global species richness and endemism. *Biodiversity and Conservation,* 5:699-727.

Campbell, J.A. 1998. *Amphibians and reptiles of Northern Guatemala, the Yucatan, and Belize*. University of Oklahoma Press, Norman.

Campbell, J.A. 1999. Distribution patterns of amphibians in Middle America. Pp.111-210. En: *Patterns of distribution of amphibians: a global perspective*. (Duellman, W.E., editor). The Johns Hopkins University Press. Baltimore.

Campbell, J.A. y W.W. Lamar. 2004. *The venomous reptiles of the western hemisphere*. Cornell University Press.

Campo, J., V.J. Jaramillo y J.M. Maass. 1998. Pulses of soil phosphorus availability in a Mexican tropical dry forest: effects of seasonality and level of wetting. *Oecologia* 115:167-172.

Campo, J., J.M. Maass y L. de Pablo. 2001. Intemperismo en un bosque tropical seco de México. *Agrociencia* 35:245-254.

Cantu, C., Wright, R.G., Scott, J.M y E. Strand. 2004a. Asssesment of current and proponed nature reserves of Mexico based on their capacity to Project geophysical features and biodiversity. *Biological Conservation,* 115:411-417.

Cantu, C., Wright, R.G., Scott, J.M. y E. Strand. 2004b. Assesing biodiversity in Nuevo Leon, Mexico: Are Nature Reserves the Answer?. *Natural Areas Journal*, 24:3

Cardoso da Silva, J.M. y D.C. Oren. 1993. Observations on the habitat and distribution of the Brazilian three- banded armadillo *Tolypeutes tricinctus*, a threatened Caatinga endemic. *Mammalia* 57: 149-51.

Carleton, M., Wilson, D.,Gardner, A. y M. Bogan. 1982. Distribution and systematic of *Peromyscus* (Mammalia:

Rodentia) of Nayarit, Mexico. *Smithsonian contributions to Zoology* 352:1-44.

Carranza, M., Sánchez, L., Pineda, M. y R. Cuevas. 2003. Calidad y potencial forrajero de especies del bosque tropical caducifolio de la Sierra de Manantlán, México. *Agrociencia*, 37:203-210. Colegio de Postgraduados. Texcoco, México.

Casalegno, S., L. Arriaga, C.M. Girard y M.F. Passini. 2000. Utilisation de donées de télédétection pour la caractérisation d´un écotone en région tropicale de montagne: Exemple dans la Sierra de La Laguna, Basse Californie Sud, Mexique. *Bulletin de la Societé Française de Photogrammétrie et Télédétection* 160:3-12.

Casariego-Madorell, M. A. 2004. *Abundancia relativa y hábitos alimentarios de la nutria de río (*Lontra longicaudis annectens*) en la costa de Oaxaca, México*. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. UNAM, México.

Casariego, M., R List y G. Ceballos. 2008. Tamaño poblacional y alimentación de la nutria de río (*Lontra longicaudis annectens*) en la costa de Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s) 24:179- 200.

Casas-Andreu, G. 1982. *Reptiles y Anfibios de la Costa Suroeste de Jalisco, con aspectos sobre su ecología y biogeografía.* Tesis doctoral. Facultad de Ciencias, UNAM, México.

Casas-Andreu, G.1992. Anfibios y reptiles de las Islas Marías y otras islas adyacentes de la costa de Nayarit, México. Aspectos sobre su biogeografía y conservación. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 63:95-112.

Casas-Andreu G. y X. Aguilar-Miguel. 2005. Herpetofauna de la Sierra de Nanchititla, Estado de México, México, lista, distribución y conservación. *Ciencia ergo sum* 12:144-151.

Casas-Andreu, G. y M.A. Gurrola-Hidalgo. 1993. Comparative ecology of two species of *Cnemidophorus* in coastal Jalisco, Mexico. Pp. 133-149. En: *Biology of whiptail lizards (genus* Cnemidophorus*).* (J.W. Wright y L.J. Vitt, editores). Herpetologists' league special publication Núm. 3. Oklahoma.

Casas-Andreu, G., F. Méndez de la Cruz y X. Aguilar-Miguel. 2004. Anfibios y reptiles Pp. 375-390. En: *Biodiversidad de Oaxaca* (A.J. García-Mendoza, M. J. Ordóñez y M. Briones-Salas, eds). Instituto de Biología, UNAM. México.

Castellanos, J., J.M. Maass y J. Kummerow. 1991. Root biomass of a tropical deciduous forest. *Plant and Soil* 24:270-274.

Castellanos, J., V.J. Jaramillo, R.L. Sanford Jr. y J.B. Kauffman. 2001. Slash-and-burn effects on fine root biomass and productivity in a tropical dry forest ecosystem in Mexico. *Forest Ecology and Management* 148:41-50.

Castillo, A. y V.M.Toledo. 2000. Applying ecology in the Third World: the case of Mexico. *BioScience* 50: 66-76.

Castillo, P.E., P. Lehtonen, V. Sosa y R. Escobar. 1989. *Proyecciones de los principales indicadores forestales de México a largo plazo (1988-2012).* Reporte Interno, Subsecretaria Forestal. Coopertation Proyect México-Finland. SARH. México.

Castillo, A., A. Magaña, A. Pujadas, L. Martínez, y C. Godínez. 2005. Understanding the interaction of rural people with ecosystems: a case study in a tropical dry forest of Mexico. *Ecosystems* 8: 630-643.

Castro del R.A. 2003. El marco geológico del estado de Sinaloa. Pp. 49-52. En: *Atlas de los Ecosistemas de Sinaloa*. L.J. Cifuentes y J. Gaxiola (eds.). El Colegio de Sinaloa.

Castro G., I. Locker, V. Russel, L. Cornwell y E. Fajer. 2000. *¿Donde se invierte en Conservación? Una Evaluación del Financiamiento para la Biodiversidad en América Latina y el Caribe.* Biodiversity Support Program. WWF. Washington D.C.

CEAMA (Comisión Estatal del Agua y Medio Ambiente). 2007. *Reserva estatal Sierra de Montenegro*. Disponible en: <www.ceamamorelos.gob.mx/secciones/ambiente/a_nat_protegidas/aprotegidas/Paginas/MonteNgr.htm>

Ceballos, G. 1989. *Population and community ecology of small mammals in tropical forest from western México.* Tesis Doctoral. Universidad de Arizona, Tucson EUA.

Ceballos, G. 1990. Comparative natural history of small mammals in tropical forest in western México. *J. Mammalogy, 71:263-266.*

Ceballos, G. 1995. Vertebrate diversity, ecology, and conservation in Neotropical dry forests. Pp. 195-220. En: *Seasonally dry tropical forests.* S. H. Bullock, H. A. Mooney y E. Medina (eds.). Cambridge University Press, Cambridge.

Ceballos, G. 2007. Conservation priorities for mammals in megadiverse Mexico: the efficiency of reserve networks. *Ecological Applications*, 17: 569-578.

Ceballos, G. y J. H. Brown. 1995. Global patterns of mammalian diversity, endemics, and endangerment. *Conservation Biology* 9:559-568.

Ceballos, G. y C. Chávez.1994. *Mamíferos y Aves del Estado de México*. Centro de Ecología, UNAM. Inédito.

Ceballos, G. y P. Ehrlich. 2006. Global mammal distributions, biodiversity hotspots, and conservation. *Proceedings of the National Academy of Sciences,* 103: 19374-19379

Ceballos, G. y A. García. 1995. Conserving Neotropical biodiversity: the role of dry forest in western Mexico. *Conservation Biology* 9:1349-1356.

Ceballos, G. y A. García. 1996. La selva baja: biodiversidad única en peligro. *Ocelotl* 5:4-9.

Ceballos, G. y L. Márquez Valdelamar. 2000. *Las aves de México en peligro de extinción*. Instituto de Ecología, UNAM. México, DF.

Ceballos, G. y R. Medellín. 1988. *Diclidurus albus*. *Mammalian Species*, 316: 1-4.

Ceballos, G. y A. Miranda. 1986. *Los mamíferos de Chamela, Jalisco*. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología, México, D.F.

Ceballos, G y A. Miranda. 2000. *Guía de Campo de los Mamíferos de la Costa de Jalisco*. Fundación Ecológica de Cuixmala. UNAM. México.

Ceballos G. y D. Navarro.1991. Diversity and conservation of Mexican mammals. Pp.167-198. En: *Topics in Latin American mammalogy: history, biodiversity, and conservation*. M.A. Mares y D.J. Schmidly (eds.). University of Oklahoma Press, Norman.

Ceballos, G. y G. Oliva. 2005. *Los mamíferos silvestres de México*. Conabio, Fondo de Cultura Económica, México.

Ceballos, G. y P. Rodríguez.1993. Patrones de endemicidad en los mamíferos de México. Pp. 75-99. En: *Avances en el Estudio de los Mamíferos de México*. R. A. Medellín y G. Ceballos (eds.) Asociación Mexicana de Mastozoología, México.

Ceballos, G. y O. Sánchez. 1994. Wildlife diversity and conservation in tropical America. Pp. 255-284. En: *Tropical Ecosystems*. M. Balakrishnan, S.W. Bie y R. Borgstrom (eds.) Oxford and IBH Publishing Co., Nueva Delhi.

Ceballos, G., J. Arroyo-Cabrales y R.A.Medellín. 2002. Mamíferos de México. Pp. 377-413. En: *Diversidad y Conservación de los Mamíferos Neotropicales*. (G. Ceballos y J.A.Simonetti, eds) Conabio-UNAM. México DF.

Ceballos, G., Arroyo-Cabrales, J. y R.A. Medellín. 2002b. The mammals of México: composition, distribution, and status. *Occasional Papers of the Museum of Texas Tech University*, OP-218.

Ceballos, G., A. García y P. Rodríguez. 1994. *Plan de Manejo de la Reserva de la Biosfera de Chamela-Cuixmala*. Fundación Ecológica de Cuixmala. UNAM, México.

Ceballos, G., P. Rodríguez y R.A. Medellín. 1998. Assessing conservation priorities in megadiverse Mexico: mammalian diversity, endemicity, and endangerment. *Ecological Applications* 8:8-17.

Ceballos, G., H. Zarza y M. Steele. 2002. *Xenomys nelsoni*. *Mammalian Species*, 704: 1-3.

Ceballos, G., Arroyo-Cabrales, J., Medellín R. y Domínguez-Castellanos, Y. 2005. Lista actualizada de los mamíferos de México. *Revista Mexicana de Mastozoología,* 9:21-71.

Ceballos, G., C. Chávez, R. List y H. Zarza. 2007. Conservación y manejo del jaguar en México: estudios de caso y perspectivas. Conabio-UNAM-Alianza WWF Telcel. México, D.F.

Ceballos, G., T.H. Fleming, C. Chávez y J. Nassar. 1997. Population dynamics of *Leptonycteris curasoae* (Chiroptera: Phyllostomidae) in Jalisco, Mexico. *Journal of Mammalogy* 78:1220-1230.

Ceballos G., J. Arroyo, R. Medellín, L. Medrano y G. Oliva. 2005. Diversidad y conservación de los mamíferos de México. Pp. 21-66. En: *Los mamíferos silvestres de México*. (G. Ceballos y G. Oliva (Coords). FCE-Conabio.

Ceballos, G., A. Szekely, A. García, P. Rodríguez y F. Noguera. 1999. *Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala*. Instituto Nacional de Ecología. Semarnap, México.

Cervantes, F.1997. *Sylvilagus graysoni*. *Mammalian Species* 559:1-3.

Cervantes, A.F. y L. Yépez. 1995. Species richness of mammals from the vecinity of Salina Cruz, Coastal Oaxaca, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 66: 113-122.

Cervantes, L., J.M. Maass y R. Domínguez. 1988. Relación lluvia-escurrimiento en un sistema pequeño de cuencas de selva baja caducifolia. *Ingeniería Hidráulica en México. Segunda época* 1:30-42.

Cervantes Gutiérrez, V., M. López González, N. Salas Nava, y G. Hernández Cárdenas. 2001. *Técnicas para propagar especie nativa de la selva baja caducifolia y criterios para establecer áreas de reforestación*. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.

Cervantes-Zamora, Y., S.L. Cornejo-Olgín, R. Lucero-Márquez, J.M. Espinoza-Rodríguez, E. Miranda-Viquez y A. Pineda-Velázquez. 1990. Provincias Fisiográficas de México. En: *Atlas Nacional de México*. Clasificación de Regiones Naturales de México II, IV.10.2. Vol. II. Escala 1:4 000 000. Instituto de Geografía, UNAM. México

CITES. 1989. *Appendices I, II, and III to the Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora*. U.S. Fish and Wildlife Service, Washington, DC.

CNA. 2004. *Estadísticas del Agua en México*. Comisión Nacional del Agua, México, D.F.

Coeeco. Consejo Estatal de Ecología. Por una desarrollo sustentable. 2003. *Declaratoria y Manejo de Los Chorros del Varal, en el municipio de Los Reyes*.

Collar, N.J., M.J. Crosby y A.J. Stattersfield. 1994. Birds to watch 2: the world list of threatened birds. Cambridge: BirdLife International. *BirdLife Conservation Series* No. 4.

Collier, G.A., D.C. Mountjoy, y R.B. Nigh. 1994. Peasant agriculture and global change. *BioScience* 44:398-407.

Comisión Federal de Electricidad. 2004. *Proyecto Hidroeléctrico La Parota, Guerrero. Manifiesto de Impacto Ambiental.* Informe Final. Comisión Federal de Electricidad, México.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp). 2006. *Estudio previo justificativo para el establecimiento del área natural protegida "Reserva de la Biosfera Zicuirán-Infiernillo" Michoacán.* Conanp.

Conabio. 2007. <www.conabio.gob.mx>

Conanp. 2007. <www.conanp.gob.mx/sig>

Conservación Internacional. *Estudio previo justificativo para el Área Natural Protegida (ANP) en Sierra de Vallejo.* Disponible en <www.conservacion.org.mx/pages/archivos.html>

Contreras-MacBeath, T., E. Anzures V., J.C. Boyás D., J. Conde L. y F. Solares A. 2004. Conservación. En: *La Diversidad Biológica en Morelos: Estudio del Estado*. (T. Contreras-MacBeath, J.C. Boyás y F. Jaramillo, editores). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México.

Cooke, W.W. 1904. Distribution and migration of North American warblers. *U.S. Dept. of Agriculture Biol. Survey* (Bull. 18), Washington, D.C.

Corbert, P.S. 1999. *Dragonflies: behavior and ecology of Odonata.* Comstock Publishing Associates, Nueva York.

Cordero, P. 2005. *Percepciones sociales sobre el deterioro ambiental y la restauración ecológica: un estudio del Centro de Investigaciones en Ecosistemas.* Universidad Nacional Autónoma de México, Morelia, Michoacán.

Corona-López, A.M. 1999. *Patrones de riqueza y abundancia del orden Coleoptera en dos regiones con bosque tropical caducifolio en México: Chamela y San Buenaventura, Jalisco*. Tesis de Licenciatura inédita, Universidad de Ciencias y Artes del Estado de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez, Chis.

Cotler, H., E. Durán y C. Siebe. 2002. Caracterización morfoedafológica y calidad de sitio de un bosque tropical caducifolio. Pp. 17-79. En: *Historia Natural de Chamela*. F.A. Noguera, J.H. Vega, A.N. García-Aldrete y M. Quesada (eds.). Instituto de Biología, UNAM, México.

Cox, G.W. y M.D. Atkins. 1979. *Agricultural Ecology*. WH Freeman and Company, San Francisco.

Croat, T.B. 1978. *Flora of Barro Colorado Island.* Stanford University Press, Stanford, California.

Croat, T.B. 1983. Chromosome numbers in genus *Anthurium* (Araceae) II. *Amer. J. Bot*. 70: 858-871.

Crowson, R.A. 1973. A review of the classification of Cantharoidea (Coleoptera), with the definition of two new families, Cneoglossidae and Omethidae. *Revista de la Universidad de Madrid* 21:35-77.

Croxall, J. P. 1976. The composition and behavior of some mixed-species bird flocks in Sarawak. *Ibis* 118:333-346.

Cruz, A. E., E. Espinoza, I. Lira y A. Canseco. En Prensa. Mamíferos de la Reserva de la Biosfera "La Sepultura" Chiapas, México. *Tropical Biology.*

Cuevas, E. 1995. Biology of the belowground system of tropical dry forests. Pp. 362-383. En: *Seasonally dry forests*. (S. Bullock, H. Mooney y E. Medina, editores). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom.

Cuevas-Arellano, H. B. 2002. *Cambio de la cobertura y del uso del suelo en el Estado de Colima (1976-1993-2001).* Tesis de Licenciatura, Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.

Cuevas G.R. y E.J. Jardel. 2004. *Flora y vegetación de la Estación Científica Las Joyas*. Universidad de Guadalajara. México.

Cuevas G.R., N.M. Núñez L., L. Guzmán H. y F. J. Santana M. 1998. El bosque tropical en la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, Jalisco-Colima, México. *Boletín del Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara* 5:445-491.

Cuevas-Guzmán, R. B. T. y N.M. Nuñez. 1988. *Taxonimía de los pinos de la Sierra de Manantlán Jalisco*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Agronomía, Universidad de Gualdalajara. Zapopan, Jalisco.

Cupul M. F. 2003. Un vistazo a la avifauna sinaloense. Pp. 375-379. En: *Atlas de la biodiversidad de Sinaloa.* L.J. Cifuentes y J. Gaxiola (eds.). El Colegio de Sinaloa.

Challenger, A. 1998. *Utilización y Conservación de los Ecosistemas Terrestres de México. Pasado, Presente y Futuro*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México D.F.

Chávez, C. 1996. *Análisis estadístico de la temporalidad de especies de murciélagos en Chamela, Jalisco, México*. Trabajo Final. Especialización en Estadística Aplicada. UNAM. México, D.F.

Chávez, C. y G. Ceballos. 1998. Diversidad y conservación de los mamíferos del Estado de México. *Revista Mexicana de Mastozoología,* 3:113-134.

Chávez, C. y G. Ceballos. 2001. Diversidad y abundancia de murciélagos en selvas secas de estacionalidad contrastante en el oeste de México. *Revista Mexicana de Mastozoología* 5: 27-44.

Chávez, C. y G. Ceballos. 2002. New records of dry forest's mammals from the state of México. *Revista Mexicana de Mastozoología,* 6:90-98.

Chávez, C y G. Ceballos. 2006. *Memorias del Primer Simposio. El jaguar mexicano en el siglo XXI: Situación Actual y Manejo*. Conabio-Alianza WWF Telcel-UNAM. México.

Chávez, C., Aranda, M. y G. Ceballos. 2005. Jaguar (*Panthera onca*). Pp 367-370. En: *Los mamíferos silvestres de México* (G. Ceballos y G. Oliva, eds). Conabio-UNAM-Fondo de Cultura Económica, México D.F.

Chávez-Juárez, J., H. Alcaráz-Cruz y D. Valenzuela. 2004a. Geographic Distribution. Anura. *Rana zweifeli*. *Herpetological Review* 35: 185.

Chávez-Juárez, J., H. Alcaráz-Cruz y D. Valenzuela. 2004b. Geographic Distribution. Anura. *Spea hammondi (erróneamente publicado cómo multiplicata)*. *Herpetological Review* 35: 185.

Chávez-Leon, G. 1995. Land use and conservation status of Neotropical migrants in Michoacán, Mexico. Pp. 139-149. En*: Conservation of Neotropical migratory birds in Mexico*. M.H. Wilson y S.A Sade (eds.) Maine Agricultural and Forest Experiment Station. Misc. Publ. 727

Chávez M. 1988. *Mariposas de Dzibichaltún, Yuc.* (Listado) Mecanoescrito.

Chemsak, J.A. y F.A. Noguera. 1996. Annotated checklist of the Cerambycidae of the Estación de Biología Chamela, Jalisco, México (Coleoptera), with descriptions of new genera and species. *Folia Entomológica Mexicana* 89:55-102.

Chipley, R.M. 1980. Nonbreeding ecology of the Blackburnian Warbler. Pp. 309-317. En*: Migrant birds in the Neotropics: ecology, behavior, distribution, and conservation*. A. Keast y E. S. Morton (eds.). Smithsonian Inst. Press, Washington, D.C.

Davidowitz, G. y M.L. Rosenzweig. 1998. The latitudinal gradient of species-diversity among North-American grasshoppers (Acrididae) within a single habitat: a test of the spatial heterogeneity hypothesis. *Journal of Biogeography* 25:553-560.

Davidson, E.A., P.A. Matson, P.M Vitousek, R. Riley, K. Dunkin, G. García-Méndez y J.M. Maass. 1993. Processes regulating soil emissions of NO and N_2O in a seasonally dry tropical forest. *Ecology* 74:130-139.

Davis, D.E. 1946. A seasonal analysis of mixed flocks of birds in Brazil. *Ecology* 27:168-181.

Davis, M.B 1986. Climatic instability, time lags, and community disequilibrium. Pp. 269-284. En: *Community Ecology*. J. Diamond y T.J. Case (eds.). Harper y Row, Nueva York.

De Ita-Martínez, C. 1983. *Patrones de producción agrícola en un ecosistema tropical estacional en la Costa de Jalisco.* Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM, México.

De Ita-Martínez, C., y V.L. Barradas. 1986. El clima y los patrones de producción agrícola en una selva baja caducifolia de la costa de Jalisco, México. *Biótica* 11: 237-245.

De León, A. 2005. *Fenología y disponibilidad de fruta carnosa en la Sierra de Huautla, Morelos.* Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

De la Maza E.J. 1977. Estudio sobre el género *Diaethria* Billberg, en México. *Rev. Soc. Mex. Lep*. 3: 5-17.

De la Maza E.J., R. Cadena y C. Piguerón. 2003. *Estado Actual de las Áreas Naturales Protegidas de América Latina y el Caribe*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente- Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Quercus Consultoría Ecológica S.C.

De la Maza E. J., A. White L y R. de la Maza E. 1991. La Fauna de Mariposas de México. Parte II. Hesperioidea (Lepidoptera-Rhopalocera). *Rev. Soc. Mex. Lep*. 14: 3-44.

De la Maza E.J., J. White L. y A. White L. 1987. Observaciones sobre el polifenismo femenino de *Baronia brevicornis* Salv. con descripción de una nueva subespecie del estado de Chiapas, México. *Rev. Soc. Mex. Lep.* 11: 3-14.

De la Maza E.R. 1975. Notas sobre lepidópteros de Rancho Viejo y Tepoztlán, Mor. México. (Papilionoidea). *Rev. Soc. Mex. Lep*. 1:42-61.

De la Maza E. R.1976. Notas sobre lepidópteros de Rancho Viejo y Tepoztlán, Mor. México. (Hesperioidea). *Rev. Soc. Mex. Lep*. 2: 15-23.

De la Maza E. R.1980. Las poblaciones centroamericanas de Parides erithalion (Boisd.) Papilionidae. *Rev. Soc. Mex. Lep.* 5: 51-74.

De la Maza E. R.1981. *Los Rhopalocera de un transecto entre el Eje Neovolcánico y la costa del Pacífico.* Primer Congreso Internacional de Lepidopterología. Cocoyoc, Morelos, México. Sociedad Mexicana de Lepidopterología y Lepidopterist´s Society. (Mecanografiado).

De la Maza E.R.1988. Rhopalocera del sur del Altiplano

Potosino, Estados de Guanajuato y San Luis Potosí, México. *Rev. Soc. Mex. Lep.* 12: 3-34.

De la Maza E.R.1992. *Rhopalocera de Majagua, Manzanillo, Colima*. (Mecanoescrito).

De la Maza E.R. (En prep.1). Comparación de la fauna de Lepidópteros diurnos entre un área silvestre y una degradada en el centro del Estado de Morelos, México.

De la Maza E.R. (En prep.2). Las cañadas y su papel como refugio de lepidópteros en épocas climáticas adversas.

De la Maza E.R. (En prep. 3). Listado de las especies de Rhopaloceros mexicanos, preferencia climática, endemismo y distribución.

De la Maza E.R. y D. Gutiérrez C. 1992. Rhopaloceros de Quintana Roo, su distribución, origen y evolución. *Rev. Soc. Mex. Lep.* 15: 32, 35-36.

De la Maza E.R. y J. de la Maza E. 1993. Mariposas de Chiapas. *Serie Chiapas Eterno*. Gobierno del Estado. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

De la Maza E.R. y J. de la Maza E. (En prensa). Las poblaciones de *Parides iphidamas* (Fabricius, 1793) en México, reconsideración de *P. iphidamas incandescens (*Butler) y descripción de dos nuevas subespecies.

De la Maza E.R. y R. Turrent D. 1985. Mexican Lepidoptera: Eurytelinae I. *Publ. Esp. Soc. Mex. Lep.* 4: 37, 42 mapas, 19 láminas.

De la Maza E.R. y A. White L. 1990. Rhopalocera de la Huasteca Potosina, distribución, composición, origen y evolución. *Rev. Soc. Mex. Lep.* 13: 29-88

De la Maza E.R., J. de la Maza E. y A. White L. 1989. La Fauna de Mariposas de México. Parte I.-Papilionoidea (Lepidoptera-Rhopalocera). *Rev.Soc. Mex. Lep*. 12: 37-98.

De la Maza E.R., *et al.* 1995a. Exploración de factores compensatorios que permiten el refugio de rhopalocerofauna higrofila en cinco cañadas de clima subhúmedo en Morelos, México. *Rev. Soc. Mex. Lep.* XVI. 1: 1-63

De la Maza E.R., *et al.* 1995b. La horofauna refugiada en la Cañada de "La Toma", Morelos, México. *Rev. Soc. Mex. Lep*. XV. 2: 1-35.

De la Maza R.R. 1987. *Mariposas Mexicanas.* Fondo de Cultura Económica, México, D.F.

De la Maza R.R. y R. de la Maza E. 1978. Notas sobre la familia Papilionidae en México: 1.-San Nicolás Tolentino, Mex. *Bol. Soc. Mex. Lep*. 4:3-7.

De Sucre, M. 1984. *Aspectos biológicos de la Avifauna de Bejucos, Municipio de Tejupilco del Estado de México*. Tesis profesional. ENEP Iztacala. UNAM.

DeVries J. P. 1987. *The butterflies of Costa Rica and their natural history.* Princeton University Press; Princeton N.J.

Del Amo, S. y A. Gómez-Pompa (eds.). 1985. *Regeneración de selvas II*. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Editorial Alhambra Mexicana, México, D.F.

Delgado, L. 1989. *Fauna de coleópteros lamelicornios de Acahuizotla, Guerrero, México*. Tesis de Licenciatura inédita, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F.

Deloya, C. y M.A. Morón. 1994. *Listados Faunísticos de México V. Coleópteros lamelicornios del Distrito de Jojutla, Morelos, México (Melolonthidae, Scarabaeidae, Trogidae y Passalidae).* Instituto de Biología, UNAM, México, D.F.

Des Granges, J. L. 1978. Organization of a tropical nectar feeding bird guild in a variable environment. *The Living Bird* 17:199-236

Diario Oficial de la Nación. 2000. *Decreto por el que se declara área natural protegida con el carácter de Zona de Conservación de Flora y Fauna la Meseta de Cacaxtla, ubicada en los municipios de San Ignacio y Mazatlán, Sinaloa*.

Díaz. S.V. 1997. *Dinámica de nitrógeno y fósforo en la hojarasca de una selva baja caducifolia en Chamela, Jalisco, México*. Tesis de Licenciatura. ENEP Iztacala, UNAM, México.

Diego, N. y G. Zamudio. 1982-1983. *Estudio florístico y de vegetación de las zonas de Agua de Obispo y Acahuizotla, Guerrero*. Reporte de Biología de Campo. Facultad de Ciencias, UNAM.

Diego P.N., R.M. Fonseca, L. Lozada y F. Lorea. 1993. Vegetación de las Lagunas Costeras y zonas inundables del Estado de Guerrero, México. *Brenesia* 39-40: 7-28.

Dinerstein, E., D.M. Olson, D.J. Graham, A.L. Webster, S.A. Primm, M.P. Bookbinder, y G. Ledec. 1995. A conservation assessment of the terrestrial ecoregions of Latin America and the Caribbean. En: *The World Bank and the World Wildlife Fund Publication*. Washington, D.C.

Dinerstein E., G. Powel, D. Olson, E. Wikramanayeke, R. Abel, C. Loucks, E, Underwood, T. Allnutt, W. Wettengel, T. Ricketts, H. Strand, S. O'Connor, y N. Burgess. 2000. *A workbook for conducting biological assessments and developing biodiversity visions for ecoregion-based conservation. Part 1: Terrestrial Ecoregions*. World Wildlife Fund, Conservation Scyience Program. Washington D.C.

Dirzo, R. 1994. *Diversidad de la Flora de México*. Cemex y Agrupación Sierra Madre. México.

Dirzo, R. y A. Miranda. 1990. Contemporary neotropical defaunation and forest structure, function and diversity. A

sequel to John Terborg. *Conservation Biology* 4: 444-447.

Dirzo, R. y A. Miranda. 1991. Altered patterns of herbivory and diversity in the forest understory: A case study of the possible consequences of contemporary defaunation. Pp.272-287. En: *Plant-Animal Interactions: Evolutionary Ecology in tropical and temperate regions.* (P.W.Price, T.M. Lewinsohn, G.W. Fernandes y W.W.Benson, eds). Wiley, Nueva York.

Dobson, A.P., Rodriguez, J.P., Roberts, W.M. y D.S. Wilcove. 1997. Geographic distribution of endangered species in the United States. *Science,* 275:550-553.

Domínguez-Castellanos, Y. y G. Ceballos. 2005. Un registro notable de tigrillo (*Leopardus wiedii*) en la Reserva de la Biosfera Chamela - Cuixmala, Jalisco. *Revista Mexicana de Mastozoología*, 9: 146-149.

Dorado, R.O. 1983. *La subfamilia Mimosoideae (Familia Leguminosae) en el Estado de Morelos*. Tesis. Escuela de Ciencias Biológicas, UAEM, Cuernavaca.

Dorado, R.O. 1989. *Brongniartia vazquezii*, a new species from the State of Morelos, México. *Syst. Bot*. 14:20-23. El Programa Internacional de Educación Ambiental 1992-1993. Contaco Vol. XVII, Núm. 1. Marzo-1992.

Dorado, R.O. 1997. Sustainable development in the tropical deciduous forests of Mexico: myths and realities. Pp. 263-278. En: *Global genetic resources: access, ownership, and intellectual property rights*. K.E. Hoagland y A.Y. Rossman (eds.). Association of Systematic Collections, Washington, D.C.

Dorado, R.O. 2000. Conservación de la biodiversidad en el México rural: Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, Morelos. Pp. 166-185. En: Los sistemas agroforestales de Latinoamérica y la Selva baja caducifolia en México. (Monroy, H., H. Colin y J.C. Boyas D., eds) UAEM. Cuernavaca.

Dorado, O. y De la Maza, R. (coordinadores). 1998. *Documento técnico justificativo para la creación de la Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla- Cerro Frío*. INE (Instituto Nacional de Ecología, Semarnap) y Ceamish (Centro de Educación Ambiental e Investigación Sierra de Huautla, UAEM.

Dorado, O., B. Maldonado, D.M. Arias, V. Sorani, R. Ramírez, E. Leyva y D. Valenzuela. 2005. *Plan de manejo y conservación de la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla.* Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas de la Semarnat. México, D.F.

Ducks Unlimited de México (DUMAC) 2003. *Lugares para cazar y pescar*. Disponible en: <www.dumac.org/dumac/outdoors/cazaypesca.htm>

Duellman, W.E. 1958. A preliminary analysis of the herpetofauna of Colima, México. University of Michigan. *Occasional Papers of the Museum of Zoology* 589: 1-22.

Duellman, W.E. 1960. A distributional study of the amphibians of the Isthmus of Tehuantepec, México. University of Kansas Publications. *Museum of Natural History* 13: 19-72.

Duellman, W.E. 1965a. A biogeographic account of the herpetofauna of Michoacán, México. University of Kansas Publications. *Museum of Natural History* 15:627-709.

Duellman, W.E. 1965b. *Engystomops pustulosus*. *Pub. Mus. Nat. Hist. Univ. Kansas* 15:577-614.

Duellman, W.E. 1990. Herpetofauna in Neotropical rain forests comparative composition, history, and resource use. Pp. 455-505. En: *Four Neotropical Rain Forests* (A.H. Gentry, ed.). Yale University Press, New Haven.

Duellman, W.E. 1995. Temporal Fluctuations in Abundances of Anuran Amphibians in a Seasonal Amazonian Rain-Forest. *Journal of Herpetology* 29:13-21.

Duellman, W.E. 2001. *Hylid frogs of Middle America*. Volumen I. Society for the Study of Amphibians and Reptiles.

Duellman, W.E. y R. Thomas. 1996. Anuran amphibians from seasonally dry forest in southeastern Peru and comparisons of the anuran among sites in the upper Amazon Basin. *Occasional Papers of the Natural History Museum*, University of Kansas 180:1-34.

Duellman, W. E. y L. Trueb. 1994. *Biology of Amphibians*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore.

Durán, E., P. Balvanera, E.J. Lott, G. Segura, D. Rosas, A. Islas, y M. Franco. 2002. Composición, estructura y dinámica de la vegetación. Pp. 443-472. En: *Historia Natural de Chamela*. F.A. Noguera, J. Vega y M. Quesada (eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.

Ehrlich, P. R. 1988. The loss of biodiversity: causes and consequences. Pp. 21-27. En: *Biodiversity*. (E. O. Wilson, ed.). National Academy Press, Washington, D. C.

Eisenberg, J.F. 1981. *The Mammalian Radiations: A Study in Evolution and Adaptation*. Chicago University Press. Chicago.

Eisenberg, J.F. 1989. *Mammals of the Neotropics*. Vol. I The Northern Neotropics. University of Chicago Press, Chicago.

Eisenberg, J.F. y K.H. Redford. 1979. A biogeographical analysis of the mammalian fauna of Venezuela. Pp. 31-38. En: *Vertebrate ecology in the neotropics* (J.F. Eisenberg, ed.) Smithsonian Institution Press, Washington.

Elgood, J.H., R.E. Sharland y P. Ward. 1966. Palaearctic migrants in Nigeria. *Ibis* 108:84-116.

Ellingson, L.J., J.B. Kauffman, D.L. Cummings, R.L. Sanford Jr. y V.J. Jaramillo. 2000. Soil N dynamics associated with deforestation, biomass burning, and pasture conversion in a Mexican tropical dry forest. *Forest Ecology and Management* 137:41-51.

ENEP-Iztacala. UNAM. 1998. *Resultados preliminares del proyecto: Flora y Fauna del Parque Natural Nanchititla.* México D.F.

Erwin, T.L. 1982. Tropical forests: their richness in coleoptera and others arthropod species. *The Coleopterists Bulletin* 36:74-75.

Erwin, T.L. 1983. Beetles and other insects of tropical forest canopies at Manaus, Brazil, sampled by insecticidal fogging. Pp. 59-79. En: *Tropical rain forest: ecology and management.* S.L. Sutton, T.C. Whitmore y A.C. Chadwick (eds.). Blackwell Press, Oxford.

Erwin, T.L. y J.C. Scott. 1980. Seasonal and patterns trophic structure, and richness of Coleoptera in the tropical arboreal ecosystem: fauna of the three *Luetea seemannii* Triana and Planch in the Canal Zone of Panama. *The Coleopterist Bulletin* 34:305-322.

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*: Diversidad biológica de México: orígenes y distribución* (T. P. Ramammorty, R. Bye, y A. Lot, Compiladores). Instituto de Biología, UNAM, México, D.F.

Espinosa, F., B.G. 1987. *Contribución al conocimiento de la familia Begoniaceae en el Estado de Guerrero*. Tesis. Facultad de Ciencias. UNAM.

Espinosa, E., Cruz, E., Lira, I. e I. Sánchez. 2002. Mamíferos de la reserva de la biosfera La Sepultura, Chiapas, México. *Revista Mexicana de Mastozoología*, 6:42-59

Esteban, J. R. 1986. *Contenido mineral de la hojarasca en una selva baja caducifolia en la costa de Jalisco, México.* Tesis de Licenciatura. ENEP Zaragoza, UNAM, México.

Fairbanks, D.H. Reyers, K.B. y A.S. van Jaarsveld. 2001. Species and environment representation: selecting reserves for the retention of avian diversity in KwaZulu-Natal, South Africa. *Biological Conservation*, 98:365-379.

Faith, D.P., Carter, G., Cassis, G., Ferrier, S. y L. Wilkie. 2003. Complementarity, biodiversity viability analysis, and policy-based algorithms for conservation. *Environmental Science and Policy*, 6:311-328.

Farjon, A. 1996. Biodiversity of *Pinus* (Pinaceae) in Mexico: speciation and paleo-endemism. *Botanical Journal of the Linnean Society* 121: 365-384.

Felger, R.S., Johnson, M. B. y Wilson, M. F. 2001. *The trees of Sonora, Mexico*. Oxford University Press, Oxford.

Feria, A. T. P. 2001. Patrones de distribución de las aves residentes de la Cuenca del Balsas. Tesis de Maestría, México, D.F., Facultad de Ciencias, UNAM.

Fernández N.R., C. Rodríguez J., M. L. Arreguín S. y A. Rodríguez J. 1998. Listado Florístico de la Cuenca del Río Balsas, México. *Polibotánica* 9: 1-151.

Ferrusquía-Villafranca, I.1993. Geology of Mexico: a synopsis. Pp. 3-108. En: *Biological diversity of Mexico: origins and distributions* (T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa, eds) Oxford University Press, Nueva York.

Fischer, A. G. 1960. Latitudinal variation in organic diversity. *Evolution* 14:64-81.

Fitzpatrick, J.W. 1980. Wintering of North American tyrant flycatchers in the Neotropics. Pp. 67-78. En: *Migrant birds in the Neotropics: ecology, behavior, distribution, and conservation*. A. Keast y E. S. Morton (eds.). Smithsonian Inst. Press, Washington, D.C.

Flannery, K.V. 1985. Los orígenes de la agricultura en México: las teorías y las evidencias. Pp. 237-266. En: *Historia de la Agricultura, Época Prehispánica, Siglo XVI.* T. Rojas Rabiela y W.T. Sanders (eds.) Vol. I. INAH, México.

Fleming, T.H. 1971a. Numbers of mammal species in North and Central American forest communities. *Ecology* 54: 555-563.

Fleming, T.H. 1971b. Population ecology of three species of neotropical rodents. University of Michigan. *Miscellaneous Publications of the Museum of Zoology*: 143: 1-77.

Fleming, T.H. 1974. The population ecology of two species of Costa Rican heteromyid rodents. *Ecology* 55: 493-510

Fleming, T.H. 1977. Response of two species of tropical heteromyid rodents to reduced food and water availability. *Journal of Mammalogy* 58: 102-106.

Fleming, T. y R. Hooker. 1975. *Anolis cupreus*: The response of a lizard to tropical seasonality. *Ecology* 56:1243-1261.

Fleming, T., Nuñez, R., y L. Sternberg. 1993. Seasonal changes in the diets of migrant and non-migrant nectarivorous bats as revealed by carbon isotope analysis. *Oecologia* 94: 72-75

Flores, H. 1990. *Estudio florístico y cartográfico de la vegetación de la región Agua de Obispo-Chapolapa, Guerrero*. Tesis. Facultad de Ciencias, UNAM.

Flores, M.G., X. Jiménez, F. Madrigal, F. Moncayo y F. Takaki. 1971. *Memorias del mapa de tipos de vegetación de la República Mexicana.* Secretaría de Recursos Hidráulicos. México, D.F.

Flores Villela, O. 1991. *Análisis de la distribución de la herpetofauna de México*. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F.

Flores Villela, O.1993a. Herpetofauna Mexicana: lista anotada de las especies de anfibios y reptiles de México, cambios taxonómicos recientes y nuevas especies. *Carnegie Museum of Natural History, Special Publications* 17:1-73.

Flores Villela, O. 1993b. Herpetofauna of Mexico: distribution and endemism. Pp.253-280. En: *Biological diversity of Mexico: origin and distribution* (Ramamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lott y J. Fa, editores). Oxford University Press, Nueva York.

Flores, V. O. y P. Geréz. 1988. *Conservación en México; síntesis sobre vertebrados terrestres, vegetación y uso del suelo.* INIREB-CI.

Flores, V. O. y P. Geréz. 1994. *Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo*. 2ª Edición. Conabio-UNAM, México.

Flores-Villela, O. y P. Geréz. 1994. *Conservación en México: Síntesis sobre vertebrados terrestres, vegetación y uso del suelo.* Instituto Nacional de Investigaciones Sobre Recursos Bióticos y Conservación Internacional, Xalapa, Veracruz, México.

Flores Villela, O., Ochoa Ochoa, L. y C.E.Moreno. 2005. Variación latitudinal y longitudinal de la riqueza de especies y la diversidad beta de la herpetofauna Mexicana. Pp. 143-152 En: *Sobre biodiversidad: el significado de las diversidades alfa, beta y gamma*. G. Halffter, J. Soberón, P. Koleff y A. Melic (eds.). Monografías Tercer Milenio Vol. 4 Sociedad Entomológica Aragonesa, Zaragoza, España.

Flores O. y A. Navarro. 1993. Un análisis de los vertebrados terrestres endémicos de Mesoamérica en México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* Vol. Esp. (XLIV): 387-395.

Foley, J.A., R. DeFries, G.P. Asner, C. Barford, G. Bonan, S.R. Carpenter, F. S. Chapin, M.T. Coe, G. C. Daily, H K. Gibbs, J.H. Helkowski, T. Holloway, E.A. Howard, C.J. Kucharik, C. Monfreda, J.A. Patz, I. C. Prentice, N. Ramankutty y P.K. Snyder. 2005. Global consequences of land use. *Science* 309: 570-574.

Frankie, G.W. 1975. Tropical forest phenology and pollinator plant coevolution. Pp. 192-209. En: Coevolution of Plants and Animals. (L.E. Gilbert y P.H. Raven, eds). University of Texas Press, Austin.

Frankie, G.W., Baker, H.G. y Opler, P.A. 1974. Comparative phenological studies of trees in tropical dry and wet forests in the lowlands of Costa Rica. *Journal or Ecology* 62: 881-919.

Freeman H.A. 1969. Systematic review of the Megathymidae. *Jour. Lep. Soc*. 23:4-54.

Freeman H.A.1973. A review of the Amblyscirtes with description of a new species from Mexico. *Jour. Lep. Soc.* 27:30-55.

Friedmann, H., L. Griscom y R.T. Moore. 1957. Distributional check-list of the birds of Mexico. Part II. *Pacific Coast Avifauna* 33.

Gaines, S.D. y J. Lubchenco. 1982. A unified approach to marine-plant herbivore interactions. II. Biogeography. *Annual Review of Ecology and Systematics* 13:111-138.

Galicia L., F. García-Oliva y J. López-Blanco. 1995. Efecto de la estructura jerárquica del relieve en la distribución de las características físicas de los suelos en una cuenca tropical estacional mexicana. *Boletín de Investigaciones Geográficas* 3:53-65.

Galicia, L., J. López-Blanco, A.E. Zarco-Arista, V. Filips y F. García-Oliva. 1999. The relationship between solar radiation interception and soil water content in a tropical deciduous forest in Mexico. *Catena* 36:153-164.

Galina, P., A. González-Romero, G. Arnaud, S. Gallina y S. Alvarez-Cárdenas. 1988. Mastofauna. Pp. 209-228. En: *La Sierra de La Laguna de Baja California Sur*. Arriaga, L. y A. Ortega (eds.). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. México.

Galindo, C., Sánchez, A. y R. Quijano. 2004. Population dynamics of a resident colony of *Leptonycteris curasoae* (Chiroptera:Phyllostomidae) in Central Mexico. *Biotropica,* 36:382-391.

Gallardo, C. 1996. Parque Ecológico La Vainilla, Zihuatanejo, Guerrero. Pp. 61. En: *Estudios florísticos de Guerrero*. N.Diego-Pérez y R.M. Fonseca (eds.). Facultad de Cien - cias, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Gallardo-Cruz, J.A. 2004. *Efecto de la Orientación y la Altitud Sobre la Heterogeneidad Vegetacional en el Cerro Verde, Nizanda (Oaxaca), México*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.

Gallardo-Cruz, J.A., J.A. Meave y E.A. Pérez-García. 2005. Estructura y composición de la selva baja caducifolia del Cerro Verde, Nizanda (Oaxaca), México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 76:19-35.

Gallo, J.P. y A. Casariego. 2005. *Lontra canadensis*. Pp. 372-373. En: *Los Mamíferos Silvestres de México*. G. Ceballos

y G. Oliva (eds.). FCE y Conabio. México.

García, A.N. 1986. Especies de Psocoptera (Insecta), de las islas María Madre y San Juanito, Nayarit. *Acta Zoológica Mexicana* 13:1-29.

García, A. 1996. *Estudio de la actividad diurna y anual de* Sceloporus melanorhinus, Sceloporus utiformis*,* Anolis nebulosus *y* Urosaurus bicarinatus *de Chamela, Jalisco, México.* Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias, México, D.F.

García, A. 2000. *Latitudinal patterns of diversity in the Neotropics, the case of the Mexican tropical dry forest herpetofauna.* Presentado en la reunión conjunta de la Ecological Society of America y la British Ecological Society, del 10 al 13 de abril en Orlando, Florida.

García, A. 2002a. Sceloporus utiformis. En: *Historia Natural de Chamela*. (S. Bullock, F. Noguera y A. García-Aldrete, editores). Instituto de Biología. UNAM. México D.F.

García, A. 2002b. Sceloporus melanorhinus. En: *Historia Natural de Chamela*. (S. Bullock, F. Noguera y A. García-Aldrete, editores). Instituto de Biología. UNAM. México D.F.

García, A. 2003. *Biogeography, Ecology and Conservation of Tropical Dry Forest Herpetofauna in Western Mexico*. Doctoral Dissertation, University of New Mexico, Albuquerque, Nuevo Mexico.

García, A., 2006. Using Ecological Niche Modeling to Identify Diversity Hotspots of the Herpetofauna of Pacific Lowlands and Adjacent Interior Valleys of Mexico. *Biological Conservation* 130:25-46

García, R.G.F. 2000. *Mamíferos silvestres de la región noroccidental del Estado de Colima, México.* Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México. 122 pp.

García, A. y G. Ceballos. 1994. *Guía de campo de los reptiles y anfibios de la costa de Jalisco*. Fundación Ecológica de Cuixmala, A. C. e Instituto de Biología, UNAM. México, D.F.

García, A., G. Ceballos y M. Valtierra-Azotla. En revisión. Seasonality, habitat heterogeneity and the community structure of a tropical dry forest herpetofauna in Western México. *Biotropica*.

García, A., Solano-Rodriguez, H., y O. Flores-Villela. 2007. Patterns of alpha, beta and gamma diversity for the Herpetofauna of Pacific Lowlands and Adjacent Interior Valleys of Mexico. *Animal Biodiversity and Conservation*, 30:169-177.

García, E. 1988. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. (Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Offset Larios, 4a.Ed. México.

García, E. y P. Mosiño. 1968. *Los climas de Baja California*. Memorias del Decenio Hidrológico Internacional. Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.

García, G., S. Salas., L. Schibli., R. Aguilar., S. Acosta y A. Salazar. 1992. *Análisis de la vegetación y usos actuales del suelo en el Estado de Oaxaca*, *Fase I (Costa y Sierra Sur).* Informe técnico SERBO, AC.

García-Ibáñez, S., R. Flores-Garza., P. Flores-Rodríguez y A. Valdez. 2004. Densidad y tallas de *Plicopurpura patula pansa* relacionadas con el sustrato y oleaje en la costa rocosa de Guerrero, México*.* Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. México. *Hidrobiología*. 2: 127-136

García-Méndez, G., J.M. Maass, P. Matson y P. Vitousek. 1991. Nitrogen transformations and nitrous oxide flux in a tropical deciduous forest in México. *Oecologia* 88:362-366.

García-Mendoza A. 2000. Revisión taxonómica de las especies arborescentes de Furcraea (Agavaceae) en México y Guatemala. *Bol. Soc. Bot.México* 66:113-129.

García-Mendoza A. y F. Palma.1993.Una nueva especie de Agave (Agavaceae, subgénero *Agave*) de Oaxaca y Chiapas, México. *Sida*.15:565-568.

García-Oliva, F. y J.M. Maass. 1998. Efecto de la transformación de la selva a pradera sobre la dinámica de los nutrientes en un ecosistema tropical estacional en México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 62:39-48.

García-Oliva, F., A. Camou, y J.M. Maass. 2002. El clima de la Región Central de la costa del Pacífico Mexicano. Pp. 3-10. En: *Historia Natural de Chamela*. F.A. Noguera, J.H. Vega, A. N. García-Aldrete y M. Quesada. (eds.). Instituto de Biología, UNAM, México.

García-Oliva, F., E. Ezcurra y L. Galicia. 1991. Pattern of rainfall distribution in the Central Pacific Coast of Mexico. *Geografiska Annaler* 73:179-186.

García-Oliva, F., J.M. Maass y L. Galicia. 1995. Rainstorm analysis and rainfall erosivity of a seasonal tropical region with a strong cyclonic influence on the Pacific coast of Mexico. *Journal of Applied Meteorology* 34:2491-2498.

García-Oliva F., R.L. Sanford Jr. y E. Kelly. 1999a. Effects of slash-and-burn management on soil aggregate organic C and N in a tropical deciduous forest. *Geoderma* 88:1-12.

García-Oliva, F.R.L. Sanford Jr. y E. Kelly. 1999b. Effect of burning of tropical deciduous forest soil in Mexico on the microbial degradation of organic matter. *Plant and Soil* 206:29-36.

García-Oliva, F., B. Sveshtarova y M. Oliva. 2003. Seasonal effects on soil organic carbon dynamic in a tropical deciduous forest ecosystem in western Mexico. *Journal of Tropical Ecology* 19:179-188.

García-Oliva, F., I. Casar, P. Morales y J.M. Maass. 1994. Forest-to-pasture conversion influences on soil organic carbon dynamics in a tropical deciduous forest. *Oecologia* 99:392-396.

García-Trejo, E. y Navarro, A.G., 2004. Patrones biogeográficos de la riqueza de especies y el endemismo de la avifauna en el oeste de México. *Acta Zoologica Mexicana* (n.s.), 20: 167-185.

Garrido, R.R.D. 1980. *La distribución geográfica de los murciélagos de la Costa de Michoacán, México*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 114 pp.

Gassier, R. 1997. *Contribución al conocimiento de la Ornitofauna de la Reserva Ecológica de Nanchititla*. Inédito. Facultad de Ciencias. UAEMex-CEPANAF.

Gaston, K.J. 1991. The magnitude of global insect species richness. *Conservation Biology* 5:283-296.

Gaston, K.J. y T.M. Blackburn. 1996. Conservation Implication of geographic range size-body size relationships. *Conservation Biology*, 10:638-646.

Gaston, K.J., I.D. Gauld y P. Hanson. 1996. The size and composition of the hymenopteran fauna of Costa Rica. *Journal of Biogeography* 23:105-113.

Gentry, H.S. 1942. Rio Mayo Plants. *Carnegie Institution of Washington Publication* 527, Washington D.C.

Gentry, A.H. 1982. Patterns of Neotropical plant species diversity. *Evolutionary Biology* 15: 154

Gentry, A.H. 1988. Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 75:1-34.

Gentry, A.H. 1995. Diversity and floristic composition of Neotropical dry forests. Pp. 146-194. En: *Seasonally dry forests*. S.H. Bullock, H.A. Mooney y E. Medina (eds.). Cambridge University Press, Nueva York.

Giardina, C.P., R.L. Sanford Jr. y I.C. Dockersmith. 2000. Changes in soil phosphorus and nitrogen during slash-and-burn clearing of a dry tropical forest. *Soil Science Society of America Journal* 64:399-405.

Gillespie, T.W. y H. Walter. 2001. Distribution of bird species richness at a regional scale in tropical dry forest of Central America. *Journal of Biogeography* 28: 651-662.

Gillespie, T.W., A. Grijalva, y C.H. Farris. 2000. Diversity, composition and structure of tropical dry forests in Central America. *Plant Ecology* 147:37-47.

Glanz, W.E. 1990. Neotropical mammal densities: how unusual is the community on Barro Colorado Island, Panamá. Pp. 455-505. En: *Four Neotropical Rain Forests*. (A.H Gentry, ed.) Yale University Press, New Haven.

Godínez, C. 2003. *Percepciones del sector turismo sobre el ambiente, los servicios ecosistémicos y las instituciones relacionadas con la conservación del ecosistema de selva baja caducifolia en la costa sur de Jalisco.* Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.

Godman F.D. 1901. *Biología Centrali Americana.* Suplemento, tomo 20, Dulach & Co. Londres, Inglaterra.

Godman F.D. y O. Salvin. 1889-90. *Biología Centrali-Americana Insecta, Lepidoptera, Rhopalocera.* Dulach & Co. Londres, Inglaterra. 2 y 3:782

Goldman, E.A. 1951. Biological investigations in Mexico. *Smithsonian misc. Coll*. (Washington D.C.) 115:1-476.

González B.M., I. Sapiéns y V. Salomón. 2002. Mamíferos terrestres de Sinaloa. Pp. 399-406. En: *Atlas de los Ecosistemas de Sinaloa*. L.J. Cifuentes y J. Gaxiola. (eds.). El Colegio de Sinaloa.

González Capistran, Ma. E. 1986. *Contribución al estudio ecológico de la isla La Roqueta, Acapulco, Gro., para una propuesta de un museo ecológico local*. Tesis de Licenciatura en Biología. Universidad Autónoma de México, México.

González, C. 1987. Contribución al conocimiento de la vegetación de las Cuencas Copala y Marquelia en la Costa Chica de Guerrero. *Serie Técnico Científica* 15:4-31. Universidad Autónoma de Guerrero. Chilpancingo.

González, F. 2000. Pava cojolita (*Penelope purpurascens*). Pp. 139-141. En: *Las aves de México en peligro de extinción*. G. Ceballos y L. Márquez. (eds.). Fondo de Cultura Económica, México.

González M. A., S. Anta, Y. Lara. J. Bezaury-Creel, F. Martínez, L. M. Ochoa -Ochoa. 2008. *Base de Datos Geográfica de Núcleos Agrarios con Ordenamiento Comunitario del Territorio en México, Versión 2.0*. Grupo Autónomo para la Investigación Ambiental A.C., Estudios Rurales y Asesoría A.C. (ERA), Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible A.C. (CCMSS), The Nature Conservancy, Iniciativa Ambiental Cuencas: USAID, CI, FMCN, Pronatura A.C., TNC, WWF. 2 capas ArcGis 9.2 + 1 Capa Google Earth KMZ + 1 Capa de metadatos en texto.

González, P.C. 1992. *El manejo del fuego en el sistema de roza, tumba y quema en la selva baja caducifolia de Cha-*

mela, Jalisco. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM, México.

González, S.E. 1997. Odonata. Pp. 245-255. En: *Historia Natural de los Tuxtlas*. E. González Soriano, R. Dirzo y R. C. Vogt (eds.). Instituto de Biología, UNAM y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

González, S.E. 2002. *Leptobasis melinogaster* spec. nov., a new species from Mexico (Zygoptera: Coenagronidae). *Odonatologica* 31:181-185.

González, S.E., O. Delgado Hernández y G. L. Harp. 2004. Libélulas de la Estación de Biología Chamela, Jalisco (Insecta: Odonata). En: *Arácnidos e Insectos de Chamela*. R. Ayala y A.N. García-Aldrete (eds.). Instituto de Biología, UNAM.

González-Ruiz, T. 2001. *Fijación simbiótica de nitrógeno por leguminosas de un ecosistema tropical estacional.* Tesis de Maestría. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional. México.

González-Ruiz, N., J. Navarro-Frías y T. Álvarez. 2000. Notas sobre algunos nuevos registros de murciélagos del Estado de México, México. *Vertebrata Mexicana,* 9:1-6.

González-Ruiz, N., J. Navarro-Frías y J. Arroyo-Cabrales. 2002. Registros adicionales de roedores para el Estado de México, México. *Revista Mexicana de Mastozoología*, 6:104-108

Goodwin, G.G. 1969. Mammals from the State of Oaxaca, Mexico in the American Museum of Natural History, *Bull. Mus. Nat, Hist.*141:1-270 Nueva York.

Gordon, I. y M. Cobblah. 2000. Insects of the Muni-Pomadze Ramsar site*. Biodiversity and Conservation* 9:479-486.

Gordon, J.E., y A.C. Newton. 2006. The potential misapplication of rapid plant diversity assessment in tropical conservation. *Journal for Nature Conservation* 14:117-126.

Gordon, C.E. y J.F. Ornelas. 2000. Comparing endemism and habitat restriction in Mesoamerican tropical deciduous forest birds: implications for biodiversity conservation planning. *Bird Conservation International* 10:289-303.

Gordon, J.E., E. Bowen-Jones, y M.A. González. 2006. What determines dry forest conservation in Mesoamerica? Pp. 343-357 en: *Neotropical savannas and seasonally dry forests; plant diversity, biogeography, and conservation*. R. T. Pennington, G. P. Lewis, y J. A. Ratter (eds.). CRC Press, Boca Raton, Florida.

Gordon, J.E., W.D. Hawthorne, A. Reyes-García, G. Sandoval, y A. J. Barrance. 2004. Assessing landscapes: a case study of tree and shrub diversity in the seasonally dry tropical forests of Oaxaca, Mexico and southern Honduras. *Biological Conservation* 117:429-442.

Graf, S., E. Santana, E. Jardel, M. Gómez, y S. García. 2003. La Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán. Pp. 135-153. En: *Capacidades necesarias para el manejo de areas protegidas en América Latina y el Caribe*. J. Carabias, J. De la Maza y R. Cadena (eds.). TNC, WCPA, UICN.

Graf, S., E. Santana, L. Martínez, S. García y J. Llamas, 2006. Collaborative governance for sustainable water resources management: the experience of the inter-municipal initiative for the integrated management of the Ayuquila River Basin, Mexico. *Environment and Urbanization. International Institute for Environment and Development*. 18:297-313.

Graham A. 1977. The Tropical Rain Forest near its northern limits in Veracruz, México: recent and ephemeral?. *Bol. Soc. Mex. Bot.* 36:13-21.

Graham, R.W. 1986. Response of mammalian communities to environmental changes during the late Quatemary. Pp. 300-313. En: *Community Ecology*. J. Diamond y T.J. Case. (eds.). Harper y Row, Nueva York.

Graham, R.W. y D. Dilcher. 1995. The Cenozoic record of tropical dry forest in northern Latin America and the southern United States. Pp. 124-145. En: *Seasonally Dry Tropical Forest*. Bullock, S., H. Mooney y E. Medina (eds.). Cambridge University Press, Cambridge.

Graham, R.W. y E.L. Lundelius Jr. 1984. Coevolutionary disequilibrium and Pleistocene extinctions. Pp. 223-249. En: *Quaternary Extinctions*. P.S. Martin y R.G. Klein (eds.) University of Arizona Press, Tucson.

Grant, P. R. e I. Mc T. Cowan. 1964. A review of the avifauna of the Tres Marias Islands, Nayarit, Mexico. *Condor* 66:221-228.

Grayson, A. J.1871. On the physical geography and natural history of the islands of Tres Marias and of Socorro, off the western coast of Mexico. *Proc. Boston. Soc. Nat. Hist.* 14:261-302.

Greenberg, R. 1987. Seasonal foraging specialization in the worm-eating warbler. *Condor* 89:158-168

Greig-Smith, P.W. 1978. The formation, structure and function of mixed-species insectivorous bird flocks in west African savanna woodland. *Ibis* 120:284-297.

Gual Díaz, M. 1995. *Estudios florísticos de Guerrero. Núm. 6. Cañón del Zopilote (Area Venta Vieja)*. Facultad de Ciencias, UNAM, México.

Guerra C., E.A. 2005. *Estructura del bosque tropical caducifolio en condiciones contrastantes de exposición y altitud en el Cerro Colorado, Autlán de Navarro, Jalisco, México*.

Tesis profesional. Centro Universitario de la Costa Sur, Universidad de Guadalajara. Autlán de Navarro, Jalisco, México.

Guerrero, S. y F. Cervantes. 2003. Lista comentada de los mamíferos terrestres del estado de Jalisco, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 89:93-110

Guilbert, E.M., M. Baylac y J. Najt. 1995. Canopy arthropod diversity in a New Caledonia primary forest sampled by foggin*. The Pan-Pacific Entomology* 71:3-12.

Gutiérrez, A.R. 1993. *La ganadería extensiva en el trópico seco mexicano: causas, consecuencias y manifestaciones en su medio social.* Tesis de Licenciatura. Facultad de Filosofía y Letras, UNAM, México.

Guyer, C. 1990. The herpetofauna of La Selva, Costa Rica. Pp. 455-505. En: *Four Neotropical Rain Forests* (A. H Gentry, ed.) Yale University Press, New Haven.

Guzmán E.P. 1976. Algunas observaciones sobre Lepidópteros de Chalma, Estado de México. *Rev. Soc. Mex. Lep.* 2:49-53.

Halffter G. 1976. Distribución de los insectos en la Zona de Transición Mexicana, relaciones con la entomofauna de Norteamérica. *Folia Entom. Mex*. 35:64.

Hall, E.R. 1981. *The Mammals of North America*. Second edition. John Wiley and Sons. Nueva York.

Hammond, E.H. 1954. A geomorphic study of the Cape Region of Baja California. *University of California Publications in Geography* 10: 45-112.

Harper, J.L. 1977. *Population Biology of Plants*. Academic Press.London.

Hartshorn, G.S. 1983. Plants. Pp. 118-157. En: Costa Rican Natural History. (D.H. Janzen, ed.) University of Chicago Press, Chicago

Heithaus, E.R., Fleming, TH. y P.A. Opler. 1975. Foraging patterns and resource utilization in seven species of bats in a seasonal tropical forest. *Ecology* 56: 841-854.

Hemsley, W.B. 1879-1888. Botany. En: *Biología Centrali-Americana*. F.D. Godwin y O. Salvin (eds.) R.H. Porter, London. 5 vols.

Hernández, X.E. 1955. Apuntes para una clase de Botánica. *Boletín Sociedad Botánica de México*. 18: 25-38.

Hernández-Chávez, B. A. 2003. *Estructura y diversidad de la comunidad de murciélagos de la cuenca del río Zimatán en la costa de Oaxaca*. Tesis de Licenciatura. Los Reyes Iztacala, UNAM, México.

Hernández, J.R. y Ortiz M. A. 2005. Análisis morfoestructural de las cuencas hidrológicas de los río Sabana y Papagayo (Tercio Medio-Inferior), Estado de Guerrero, México. *Investigaciones Geográficas* 56:7-25.

Herrera, C. M. 1979. Ecological aspects of heterospecific flock formation in a Mediterranean passerine bird community. *Oikos* 33:85-96.

Higgins L. G. 1981. Revision of *Phyciodes* Hübner and related genera with review and classification of the Melitaeinae. *Bull. British Museum*, *Entomology series* 43:241

Higgins L.G. y N.D. Riley. 1973. *Guía de campo de las mariposas de España y de Europa.* Ed. Omega, Barcelona, España.

Hilton-Taylor, C. (Compilador). 2000. *IUCN Red List of Threatened Species*. IUCN, Gland, Suiza y Cambridge.

Hoage, R.J. (editor). 1987. *Animal extinctions: what everyone should know*. Smithsonian Institution Press. Washington, D.C.

Hoffmann C.C. 1940-1941. Catálogo Sistemático y Zoogeográfico de los Lepidópteros Mexicanos. Partes I y II. *Publ. Esp. Soc. Mex. Lep*. 1:1976.

Howe H. W. 1975. *Butterflies of North America.* Doubleday & Co. Inc. Garden City, Nueva York.

Howell, D.J. 1983. *Glossophaga soricina* (Murciélago lengua larga, Nectar bat). Pp. 472-474. En: Costa Rican Natural History. (D.H. Janzen, ed.) University of Chicago Press, Chicago.

Howell, S. y S. Webb. 1995. *A Guide to the Birds of Mexico and Northern Central America.* Oxford University Press, Oxford.

Hubbell, S.P. 1979. Tree dispersion, abundance, and diversity in a tropical rain forest. *Science* 203: 1299-1309.

Hutto, R.L. 1980. Winter habitat distribution of migratory land birds in western Mexico, with special reference to small, foliage-gleaning insectivores. Pp. 181-203. En: *Migrant birds in the Neotropics: ecology, behavior, distribution, and conservation*. A. Keast y E.S. Morton (eds.). Smithsonian Inst. Press, Washington, D.C.

Hutto, R L. 1985. Habitat selection by nonbreeding, migratory landbirds, Pp. 455-476. En: *Habitat selection in birds* (M.L. Cody, ed.). Academic Press, Inc., Nueva York.

Hutto, R.L. 1986. Migratory landbirds in western Mexico: a vanishing habitat. *Western Wildlands* 11:12-16.

Hutto, R L. 1987. A description of mixed-species insectivorous bird flocks in western Mexico. *Condor* 89:282-292.

Hutto, R.L. 1988. Foraging behavior patterns suggest a possible cost associated with participation in mixed-species bird flocks. *Oikos* 51:79-83.

Hutto, R.L. 1989. The effect of habitat alteration on migratory land birds in a west Mexican tropical deciduous forest: a conservation perspective. *Conservation Biology* 3:138-148.

Hutto, R.L. 1992. Habitat distribution of migratory landbird species in western Mexico. Pp. 221-239. En*: Ecology and conservation of Neotropical migrant landbirds.* J.M. Hagan y D.W. Jonhston (eds.). Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.

Hutto, R.L. 1995. Can patterns of vegetation change in western Mexico explain population trends in western neotropical migrants? Pp. 48-58. En*: Conservation of Neotropical migratory birds in Mexico*. M. H. Wilson y S. A Sade (eds.) Maine Agricultural and Forest Experiment Station. Misc. Publ. 727.

Hutto, R.L., S.M. Pletschet y P. Hendricks. 1986. A fixed-radius point count method for nonbreeding and breeding season use. *Auk* 103:593-602.

Ibarra-Manríquez, G., J. L. Villaseñor, y R. Durán G. 1995. Riqueza de especies y endemismo del componente arbóreo de la Península de Yucatán, México. *Bol. Soc. Bot. Méx*. 57:49-77

Ibarra-Manríquez, G., J.L. Villaseñor, R. Durán, y J. Meave. 2002. Biogeographical analysis of the tree flora of the Yucatán Peninsula. *J. Biogeography* 29:17-29.

Iltis, H.H, J.F. Doebley, R. Guzmán y M.B. Pazy. 1979. *Zea diploperenis (*Graminea): a new species from Mexico. *Science* 203:186-188.

INE. Instituto Nacional de Ecología. 2000a. *Proyecto para la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de los* Crocodylia *en México.* Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, México, D.F.

INE. Instituto Nacional de Ecología. 2000b. *Programa de Manejo Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán*. 1ª edición. México, D.F.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1985. Carta Geológica. Hoja E14-7-10. Zihuatanejo. Guerrero.

INEGI.Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Carta Topográfica 1: 50 000. Mazatlán. E14C38.

INEGI.Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Carta Geológica 1: 1 000 000.

INEGI.Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Carta de Climas 1: 500 000 Acapulco 14Q VII. Universidad Nacional Autónoma de México.

INEGI. Instituto Nacional de Geografía y Estadística. 2005. *Uso del suelo y vegetación de México 1:250 000*. Serie III. México.

INEGI. 2007. *Anuario Estadístico del Estado de Sinaloa*.

INEGI-Conabio-INE. 2002. *Ecorregiones terrestres de México 1:1,000,000*. México.

Iñiguez, L. y E. Santana.1993. Patrones de distribución y riqueza de especies de los mamíferos del occidente de México. 65-86 Pp. En: *Avances en el Estudio de los Mamíferos de México*. R. A. Medellín y G. Ceballos (eds.) Asociación Mexicana de Mastozoología, México.

IPCC. 2001. *Climate Change 2001: Synthesis Report.* Intergovernmental Panel on Climate Change.

Islas, P. 2003. *Dinámica de carbono y nitrógeno del suelo en una pradera con uso intensivo en un ecosistema tropical estacional mexicano.* Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias, UNAM, México.

IUCN (International Union for Conservation of Nature) 2008. *Red list of threatened species*. Disponible en <www.iucnredlist.org/>

Jackson, R.B., J. Canadell, J.R. Ehleringer, H.A. Mooney, O.E. Sala y E.D. Schulze. 1996. A global analysis for root distributions for terrestrial biomes. *Oecologia* 108:389-411.

Janson, C.H. y L.H. Emmons. 1990. Ecological structure of the nonflying mammal community at Cocha Cashu biological station. Manu National Park, Perú. Pp. 455-505. En: *Four Neotropical Rain Forests*. (A. H Gentry, ed.). Yale University Press, New Haven.

Janzen, D.H. 1967. Synchronization of sexual reproduction of trees within the dry season in Central America. *Evolution* 21:620-637.

Janzen, D.H. 1976. The microclimate differences between a deciduous forest and adjacent riparian forest in Guanacaste providence. *Brenesia* 8:29-33.

Janzen, D.H. 1982a. Removal of seeds from horse dung by tropical rodents: influence of habitat and amount of dung. *Ecology* 63:1887-1900.

Janzen, D.H. 1982b. Attraction of liomys mice to horse dung and the extintion of this response. *Animal Behavior* 30:483-489.

Janzen, D.H. (ed.) 1983. *Costa Rica Natural History*. Chicago University Press. Chicago. Jalisco, México. Fundación Ecológica Cuixmala y Universidad Nacional Autónoma de México.

Janzen. D.H. 1986. Mice, big mammals, and seeds. it matters who defecates what where. Pp. 251-271. En: *Frugivores and seed Dispersal*. A. Estrada y T. H. Fleming (eds.). Dr. W. Junk, Dordrecht.

Janzen, D.H. 1988. Tropical dry forests: The most endangered major tropical ecosystem. Pp. 130-137. En: *Biodiversity*. E.O. Wilson y F. M. Peters (eds.) National Academy Press, Washington, D.C.

Janzen, D.H. y R. Liesner. 1980. Annotated check-list of plants

of lowland Guanacaste Province, Costa Rica, exclusive of grasses and non-vascular cryptogams. *Brenesia* 18:15-90.

Janzen, D.H. y T.W. Schoener. 1968. Differences in insect abundance and diversity between wetter and drier sites during a tropical dry season. *Ecology* 49:98-110.

Janzen. D.H. y D.E. Wilson. 1983. Mammals. Pp. 426-442. En: Costa Rican Natural History. (D.H. Janzen, ed.) University of Chicago Press, Chicago.

Jaramillo-Villalobos, V. 1994. *Revegetación y reforestación de las áreas ganaderas en las zonas tropicales de México.* SARH, Subsecretaría de Ganadería. Cotecoca. México.

Jaramillo, V.J. y R.L. Sanford Jr. 1995. Nutrient cycling in tropical deciduous forests. Pp. 346-361. En: *Seasonally dry tropical forests*. S.H. Bullock, H.A. Mooney y E. Medina (eds.). Cambridge University Press, Cambridge.

Jaramillo, V.J., J.B. Kauffman, L. Rentería-Rodríguez, D.L. Cummings y L.J. Ellingson. 2003. Biomass, carbon, and nitrogen pools in Mexican tropical dry forest landscapes. *Ecosystems* 6:609-629.

Jaramillo, F., J. Conde, M.G. Torres, E.T. Contreras, H. Sevilla, C. Balcazar, H. Santos, H.J. Hernández, M. Ramírez, R.Catalán, F. García y P. Bastida. 2000. Gestión para la planificación y manejo de la Reserva Estatal Sierra de Montenegro para la conservación de la selva baja caducifolia en la región central del Estado de Morelos, México. Pp. 519-532. En: *Los Sistemas Agroforestales de Latinoamérica y la Selva Baja Caducifolia en México*. R. Monroy, H. Colín y J. Boyas (eds.) Instituto de Investigaciones para la Cooperación Agrícola, CIB-UAEM, INIFAP.

Jardel, E.J. 1998. Efectos ecológicos y sociales de la explotación maderera de los bosques de la Sierra de Manantlán. Pp. 231-251. En: *El Occidente de México: arqueología, historia y medio ambiente. Perspectivas regionales*. R. Ávila, J.P. Emphoux, L.G. Gastélum, S. Ramírez, O. Schöndube y F. Valdez (eds.). Actas del IV Coloquio Internacional de Occidentalistas. Universidad de Guadalajara / Instituto Francés de Investigación Científica para el Desarrollo en Cooperación (ORSTOM). Guadalajara.

Jardel, E.J., E. Santana C. y S.H. Graf M. 2006. Investigación científica y manejo de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán. Pp. 127-153. En: *Manejo, conservación y restauración de recursos naturales en México.* K. Oyama y A. Castillo (eds.) Siglo XXI-Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.

Jardel, E., S. Graf, E. Santana, y M. Gómez. 2003. Managing core zones in mountain protected areas in Mexico: The Sierra de Manantlán Biosphere Reserve. En: *Managing Mountain Areas: Challenges and Responses for the 21st Century.* D. Harmon y G.L. Worboys (eds.) Andromeda Editrice.

Jardel, E.J., R. Ramírez-Villeda, F. Castillo-Navarro, S. García-Ruvalcaba, O.E. Balcázar M, J. C. Chacón M. y J. E. Morfín R. 2006. Manejo del Fuego y restauración de bosques en Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, México. Pp. 216-242. En: *Incendios Forestales*. G. Flores, J.G. y D.A. Rodríguez-Trejo (eds.) Mundi Prensa y Conafor. México D.F. y Madrid.

Jason, C.H., J.Terborgh y L.H. Emmons. 1981. Non-flying mammals as pollinating agents in Amazonian forest. *Biotropica 13:1-6.*

Jáuregui, E.1987. *Vulnerabilidad de la costa NW de México a los ciclones tropicales del Pacífico Nororiental*. Memorias de la meteorología, un modelo de cooperación internacional. SARH, México.

Jehl, J.R. Jr. 1974. The near-shore avifauna of the middle American west coast. *Auk* 91:681-699.

Jenkins D.W. 1983. Neotropical Nymphalidae 1. Revision of *Hamadryas*, *Bull. All. Mús*. 81:146.

Jenkins D.W.1984. Neotropical Nymphalidae 2. Revision of *Myscelia*. *Bull. All. Mus*. 87: 64.

Jenkins D.W.1986. Neotropical Nymphalidae 5. Revision of *Epiphile*. *Bull. All. Mus*. 101:70.

Jenkins D.W.1990. Neotropical Nymphalidae 8. Revision of *Eunica*. *Bull. All. Mus*. 131:1-177.

Jiménez-González, J., E. Morales, M.A. Altamirano, R. Megchón, G. Velasco, G. Cartas, F.M. Gómez y M. Tuz. 2000. La Encrucijada. En*: Áreas de importancia para la Conservación de las Aves en México*. M.C. Arizmendi y L. Márquez-Valdelamar (eds.). CIPAMEX. México, D.F.

Johnson, J.D. 1990. Biogeographical aspects of the herpetofauna of the Central Depression of Chiapas, Mexico, with comments on surrounding areas. *Southwestern Naturalist* 35: 268-278.

Karr, J.R. 1976. On the relative importance of migrants from the north temperate zone in tropical habitats. *Wilson Bull.* 88:433-458.

Karr, J.R., Robinson S.K., Blake, J.G. y R.O. Jr. Bierregaard. 1990. Birds of four Neotropical forests. Pp. 455-505. En: *Four Neotropical Rain Forests* (A.H Gentry, ed.). Yale University Press, New Haven.

Kauffman, D.M., y M.R. Willing. 1998. Latitudinal patterns of mammalian species richness in the New World: the effects

of sampling method and faunal group. *Journal of Biogeography* 25:795-805.

Kauffman, J.B., M.D. Steele, D.L. Cummings y V.J. Jaramillo. 2003. Biomass dynamics associated with deforestation, fire, and conversion to cattle pasture in a Mexican tropical dry forest. *Forest Ecology and Management* 176:1-12.

Keast, A. 1980. Spatial relationships between migratory parulid warblers and their ecological counterparts in the Neotropics. Pp. 109-130. En*: Migrant birds in the Neotropics: ecology, behavior, distribution, and conservation.* A. Keast y E. S. Morton (eds.). Smithsonian Inst. Press, Washington, D.C.

Kelly, J.F., y R.L. Hutto. 2005. An East-West comparison of migration in North American wood warblers. *Condor* 107:197-211.

Kerley, G.I.H., Pressey, R.L., Cowling, R.M, Boshoff, A.F. y R. Sims-Castley. 2003. Options for the conservation of large and medium-sized mammals in the Cape Floristic Region hotspot, South Africa. *Biological Conservation* 112:169-190.

Kitching, R.L., D. Li y N.E. Stork. 2001. Assessing biodiversity 'sampling packages': how similar are arthropod assemblages in different tropical rainforests?. *Biodiversity and Conservation* 10:793-813.

Knapp, S. 2002. Assessing patterns of plant endemism in neotropical uplands. *Botanical Review* 68:22-37.

Krizman, R.D. 1972. *Environment and season in a tropical deciduous forest in northwestern Mexico*. Ph.D. Dissertation. University of Arizona, Tucson.

Kummerow, J., J. Castellanos, J.M. Maass y M. Larigauderie. 1990. Production of fine roots and the seasonality of their growth in a Mexican deciduous dry forest. *Vegetatio* 90:73-80.

Labat, J.N. 1987. Structures et degradations de la foret mesophile de pins de la Sierra Tarasque, Michoacan, Mexique. *Bulletin d'Ecologie*. 18: 97-106.

Lack, D. 1944. Ecological aspects of species-formation in passerine birds. *Ibis* 86:260-286.

Lack, D. 1971. *Ecological isolation in birds*. Harvard Univ. Press, Cambridge, Massachusetts.

Lack, D., y P. Lack. 1972. Wintering warblers in Jamaica. *Living Bird* 11:129-153.

Lamas M.G. 1979. Los Dismorphiinae (Pieridae) de México, América Central y las Antillas. *Rev. Soc. Mex. Lep.* 5:3-38.

Lara, G.T.M. (ed.). 1996. *Historias de mis Abuelos*. Desarrollo educativo y cultural de la costa de Jalisco, México, D.F.

Latreille, P.A. 1829. Les crustacés, les arachnides et les insectes, distribués en famille naturelles. *Ouvrage formant les tomes 4 et 5 de celui de M. le Baron Cuvier sur le Règne Animal* (deuxième édition) 1:584

Lavalle, A. 2005. Diversidad y distribución espacial de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla y su uso como bioindicadores. Tesis de Licenciatura. Escuela de Ciencias, Universidad de Las Américas-Puebla.

Lavín M.P., O. Hinojosa y D. Lazcano. 2002. Anfibios y reptiles del estado de Sinaloa. Pp. 311-319. En: *Atlas de la Biodiversidad de Sinaloa*. L.J. Cifuentes y J. Gaxiola (eds.). El Colegio de Sinaloa.

Lawrence, J. F. 1982. Coleoptera. Pp 482-553. En: *Synopsis and Classification of Living Organisms.* S.P. Paker (ed.) Vol. 2 McGraw-Hill, Nueva York.

Lawrence, J. F., A.M. Hastings, M.J. Dallwitz, T.A. Paine y E.J. Zurcher. 1999. *Beetles of the World. A key and information system for families and subfamilies*. Csiro Entomology Camberra, Australia (CD).

Lawton, J.H. 1993. Range, population abundance and conservation. *Trends in Ecology and Evolution* 8:409-413.

Lawton, J.H., M. MacGarvin y P.A. Heads. 1987. Effects of altitude on the abundance and species richness of insect herbivores on bracken. *Journal of Animal Ecology* 56:147-160.

Leavenworth, W.C. 1946. A preliminary study of the vegetation of the region between Tancitaro and the rio Tepalcatepec, Michoacan, Mexico. *American Midland Naturalist* 36:137-206.

Lebrija-Trejos, E.E. 2001. *Análisis estructural de la vegetación ribereña en la región de Nizanda, Oaxaca, México.* Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.

Lebrija-Trejos, E.E. 2004. *Secondary succession in a tropical dry forest of southern Mexico*. Tesis de Maestría, Wageningen University. Wageningen, Holanda.

Lee, J.C. 1996. *The amphibians and reptiles from the Yucatan Peninsula*. Cornell University Press.

Lenz, L.W. 1995. Plants of the Tres Marias Islands, Nayarit, Mexico. *Aliso* 14:19-34

León de la Luz, J.L., J.J. Pérez Navarro; M. Domínguez L. y R. Domínguez C. 1999. Flora de la Región del Cabo de Baja California Sur*. Listados Florísticos de México XVIII*. Instituto de Biología, UNAM, México.

León, L., A.L. Martínez, M.G. Torres, E.M. Figueroa, A.H. Flores, L. Garduño, B.M., González, M. Mayorga, A. Mata, E.A. Pérez, L. Ríos, M.S. Valencia, E.V. Contreras y V. Villavicencio. 1990. *Estudio faunístico preliminar de la zona de Ocuilan y sus alrededores, Estado de México y Morelos*.

Biología de Campo, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, UNAM, México.

Leonard, E. 2001. Ganadería y construcción territorial en el trópico seco mexicano. Raíces y fracasos de una reforma agraria. Pp. 197-209. En: *Historia Ambiental de la Ganadería en México.* (L. Hernández, ed.). Institut de Recherche pour le Dévelopment / Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, México.

Leopold, A.S. 1950. The vegetation zones of Mexico. *Ecology* 31:507-518.

Leopold, A.S. 1959. *Wildlife in Mexico*. Univ. California Press, Berkeley, California.

Leopold, A.S. 1965. *Fauna Silvestre de México.* Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, México.

Lerdau, M., J. Whitbeck y N.M. Holbrook. 1991. Tropical deciduous forest: death of a biome. *Trends in Ecology & Evolution* 6:201-202.

Levings, S.C. y D.M. Windsor. 1984. Litter moisture content as a determinant of litter arthropod distribution and abundance during the dry season on Barro Colorado Island, Panama. *Biotropica* 16:125-131.

Levings, S.C. y D.M. Windsor. 1985. Litter arthropod populations in a tropical deciduous forest: relationships between years and arthropod groups. *Journal of Animal Ecology* 54:61-69.

Leyden, B.W. 1984. Guatemalan forest synthesis after pleistocene aridity. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 81:4856-4859.

Linares, J. 2001. Nuevas especies del género Ateleia (Leguminosae: Papilionoideae) de México y Centroamérica. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica* 72:85-114.

Lira, I. 2006. Abundancia, densidad, preferencia de hábitat y uso local de los vertebrados en La Tuza de Monroy, Santiago Jamiltepec, Oaxaca. *Revista Mexicana de Mastozoología* 10:41-66

Lira, I., Naranjo, E. y M. Chargoy. 2005a. Ampliación del área de distribución de *Tapirus bairdii* Gill 1865 (Perissodactyla: Tapiridae) en México. *Acta Zoológica Mexicana* 21:107-110.

Lira, I., Mora, L., Camacho, M. y R. Galindo. 2005b. Mastofauna del cerro de La Tuza, Oaxaca. *Revista Mexicana de Mastozoología* 9:6-20.

Lister, B. y A. García. 1992. Seasonality, predation, and the behaviour of a tropical mainland anole. *Journal of Animal Ecology* 61:717-733.

Lobato García, J.M. 2000. *Importancia de las zonas de arroyo para las aves del bosque tropical caducifolio del oeste de Jalisco.* Tesis Licenciatura, ENEP-Iztacala, UNAM. México.

López Olmedo, L.I. 2001. *Estructura y composición florística de las sabanas de la región de Nizanda y Chivela, Istmo de Tehuantepec (Oaxaca), México.* Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM. México.

López Ornat, A. y J.F. Lynch. 1990. Landbird communities of the coastal dune scrub in the Yucatan Peninsula: species composition, ecology, and zoogeographic affinities. *Vida Silvestre Neotropical* 2:21-31.

Lott. E.J. 1985. La Estación de Biología Chamela, Jalisco*. Listados Florísticos de México III*. Instituto de Biología, UNAM. México.

Lott, E.J. 1993. Annoted checklist of the vascular flora of the Chamela bay region, Jalisco, Mexico. *Occasional Papers of the California Academy of Sciences* 148:1-60.

Lott, E.J. 2002. Lista anotada de las plantas vasculares de Chamela-Cuixmala. Pp. 99-136. En: *Historia natural de Chamela*. F.A. Noguera, J.H. Vega Rivera, A.N. García Aldrete y M.Q. Avendaño (eds.) Instituto de Biología UNAM, México.

Lott, E.J. y T.H. Atkinson. 2002. Biodiversidad y fitogeografía de Chamela-Cuixmala, Jalisco. Pp. 83-97. En: *Historia natural de Chamela*. F.A. Noguera, J.H. Vega Rivera, A.N. García Aldrete y M.Q. Avedaño (eds.) Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Lott, E.J. y T.H. Atkinson. 2006. Mexican and Central American seasonally dry tropical forests: Chamela-Cuixmala, Jalisco, as a focal point for comparison. Pp. 315-342. En: *Neotropical savannas and seasonally dry forests; plant diversity, biogeography, and conservation*. R.T. Pennington, G.P. Lewis y J.A. Ratter (eds.). CCR Press, Boca Raton, Florida.

Lott, E., S.H. Bullock y A. Solís-Magallanes. 1987. Floristic diversity structure of upland and Arroyo forest of Coastal Jalisco. *Biotropica* 19: 228235.

Lowery, G.H., Jr., y B.L. Monroe, Jr. 1968. Vol. 14. En: *Checklist of birds of the world* (R.A. Paynter, Jr., ed.). Museum Comp. Zool., Cambridge, Massachusetts.

Lyons, S.K. y M.R. Willig. 1999. A hemispheric assessment of scale dependence in latitudinal gradients of species richness. *Ecology* 80:2483-2491.

Lyons, J., S. Navarro-P., P.A. Cochran, E. Santana C., y M. Guzmán-A. 1995. Index of biotic integrity based on fish assemblages for the conservation of streams and rivers in west-central Mexico. *Conservation Biology* 9:569-584.

Lubin. Y.D. y G.G. Montgomery. 1981. Defenses of *Nasuitermes*

termites (Isoptera, Termitidae) against *Tamandua* anteaters (Edentata, Myrmecophagjdae). *Biotropica* 13: 66-76.

Lugo, A.E. 1988. Estimating reductions in the diversity of tropical forests species. Pp. 51-57. En: *Biodiversity*. (E.O. Wilson, ed.) National Academy Press, Washington.

Llorente B.J. 1988. Las poblaciones de *Rhetus arcius* en México con notas sobre las subespecies sudamericanas (Lepidoptera: Lycaenidae, Riodininae). *Ann. Inst. Biól.* UNAM; 58 Ser. Zool. 1:241-258.

Llorente, B.J.y J.J. Morrone (eds.). 2002. *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento.* Vol. III. Universidad Nacional Autónoma de México.

Llorente B.J., H. Descimon y K. Johnson 1993. Taxonomy and biogeography of Archaeoprepona demophoon in Mexico with description of a new subspecies. *Tropical Lepidoptera* 4:31-36.

Llorente, B.J., A.N. García-Aldrete y E. González (eds.). 1996. *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.

Llorente, B.J., E. González S. y N. Papavero (eds.). 2000. *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento Vol. II*. Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Lloyd, R. 1992. *Pollution and freshwater fish*. A Buckland Foundation Book. United States of America.

MA. (Millenium Assessment). 2003. *Ecosystems and Human Well-being: a Framework for Assessment*. Island Press, Washington, D.C.

MA. (Millenium Assessment). 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, D.C.

Maass, J.M. 1995. Tropical deciduous forest conversion to pasture and agriculture. Pp: 399-422. En: *Seasonally Dry Tropical Forests*. S.H. Bullock, H.A. Mooney y E. Medina (eds.). Cambridge University Press.

Maass, J.M., C.F. Jordan y J. Sarukhán. 1988. Soil erosion and nutrient losses in seasonal tropical agroecosystems under various management techniques. *Journal of Applied Ecology* 25:595-607.

Maass, J.M., A. Martínez-Yrízar, C. Patiño y J. Sarukhán. 2002. Distribution and annual net accumulation of aboveground dead phytomass and its influence on throughfall quality in a Mexican tropical deciduous forest ecosystem. *Journal of Tropical Ecology* 18:821-834.

Maass, J.M., V. Jaramillo, A. Martínez-Yrízar, F. García-Oliva, A. Pérez-Jiménez y J. Sarukhán. 2002. Aspectos funcionales del ecosistema de selva baja caducifolia en Chamela, Jalisco. Pp. 525-542. En: *Historia Natural de Chamela*. F.A. Noguera, J.H. Vega, A.N. García-Aldrete y M. Quesada (eds.). Instituto de Biología, UNAM, México.

Maass, J.M., P. Balvanera, A. Castillo, G.C. Daily, H.A. Mooney, P. Ehrlich, M. Quesada, A. Miranda, V.J. Jaramillo, F. García-Oliva, A. Martínez-Yrizar, H. Cotler, J. López-Blanco, J.A. Pérez-Jiménez, A. Búrquez, C. Tinoco, G. Ceballos, L. Barraza, R. Ayala y J. Sarukhán. 2005. Ecosystem services of tropical dry forests: insights from long-term ecological and social research on the Pacific Coast of Mexico. *Ecology and Society* 10:17.

McArthur, R. H. 1958. Population ecology of some warblers of northeastern coniferous forests. *Ecology* 39:599-619.

McArthur, R. y E.O. Wilson. 1967. *The theory of Island Biogeography*. Princeton University Press, Princeton.

MacNeish, R. S. y M. W. Eubanks. 2000. Comparative analysis of the Rio Balsas and Tehuacán models for the origins of maize. *Latin American Antiquity* 11.

MacPherson, E., y C.M. Duarte. 1994. Patterns in species richness, and latitudinal range of Atlantic fishes. *Ecography* 17:242-248.

Maldonado, A.B. 1987. Conocimiento y uso de los recursos florísticos en el ejido de Quilamula, municipio de Tlaquiltenango, Morelos. *Expresión Universitaria* Núm. 17. Universidad de Morelos.

Maldonado, A.B. 1997. *Aprovechamiento de los recursos florísticos de la Sierra de Huautla, Morelos. México*. Tesis de Maestría, UNAM.

Mañón, S. 1985. *Caracterización limnológica del sistema lagunar costero del Estado de Guerrero, México.* Notas Tesis Licenciatura. UNAM, Facultad de Ciencias.

Mares, M.A. 1985. Mammal fauna of xeric habitats and the great American interchange. Pp. 489-520. En: *The Great American Biotic Interchange*. F.G. Stehli y S.D. Webb (eds.). Plenum Publishing Corporation, Nueva York.

Mares, M.A. 1986. Conservation in South America: problems, consequences, and solutions. *Science* 233:734-739.

Mares, M.A. 1992. Neotropical mammals and the myth of Amazonian diversity. *Science* 255:976-979.

Mares, M.A. y Ojeda, R.A. 1982. Patterns of diversity and adaptation in South American hystricognath rodents. Pp. 393-432. En: *Mammalian Biology in South America*. M.A. Mares y H.H. Genoways (eds.) Pymatuning Laboratory of Ecology, University of Pittsburgh, Linesville.

Mares, M.A. y D.J. Schmidly (eds.) 1991. *Latin American Mammalogy: history, biodiversity, and conservation.* University of Oklahoma Press, Norman.

Mares, M.A., R.A. Ojeda y R. Barquez. 1989. *Guide to the Mammals of Salta Province, Argentina*. University of Oklahoma Press, Norman.

Mares, M.A., M.R. Willig y T.E. Jr. Lacher. 1985. The Brazilian caatinga in South American zoogeography: tropical mammals in a dry region. *Journal of Biogeography* 12: 57-69.

Mares, M.A., M.R. Willig, K.E. Streilein y T.E. Jr. Lacher. 1981. The mammals of northeastern Brazil: a preliminary assessment. *Annals of the Carnegie Museum* 50: 81-135.

Margules, C. R. y R.L. Pressey. 2000. Systematic selection planning. *Nature* 405:243-253.

Martin, P.S. y R.G. Klein. (eds.) 1984. *Quaternary Extinctions*. University of Arizona Press, Tucson.

Martin, P.S., Yetman, D., Fishbein, M., Jenkins, P., Van Devender, T. R. y Wilson, R. K. 1998. *Gentry's Rio Mayo plants. The tropical deciduous forest & environs of northwest Mexico*. University of Arizona Press, Tucson.

Martínez R., L.M., A. Carranza M. y M. García. 2000. Aquatic Ecosystem Pollution of the Ayuquila River, Biosphere Reserve Sierra de Manantlan. Pp. 165-182. En: *Aquatic Ecosystem of Mexico: Status and Scope*. M. Munawar, S. Lawrence, I.F. Munawar y D. Malley (eds.). Ecovision World Monograph Series. Backhuys Pyblishers. Leiden, The Netherlands.

Martínez-Yrízar, A. 1980. *Tasas de descomposición de materia orgánica foliar de especies arbóreas de selvas en clima estacional.* Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM, México.

Martínez-Yrízar, A. 1995. Biomass distribution and primary productivity of tropical dry forests. Pp. 326-345. En: *Seasonally dry tropical forests*. S.H. Bullock, H.A. Mooney y E. Medina (eds.). Cambridge University Press, Cambridge.

Martínez-Yrízar, A. y J. Sarukhán. 1990. Litterfall patterns in a tropical deciduous forest in Mexico over a five-year period. *Journal of Tropical Ecology* 6:433-444.

Martínez-Yrízar, A., Búrquez, M. y Maass, M. 2000. Structure and functioning of tropical deciduos forest in Western Mexico. Pp. 19-35. En: *The tropical deciduos forest of Alamos: biodiversity of a threatened ecosystem in Mexico.* R.H. Robichaux y D. Yetman (eds.) University of Arizona Press, Tucson.

Martínez-Yrízar, A., M. Maass, L.A. Pérez-Jiménez y J. Sarukhán. 1996. Net primary productivity of a tropical deciduous forest ecosystem in western Mexico. *Journal of Tropical Ecology* 12:169-175.

Martínez-Yrízar, A., J. Sarukhán, A. Pérez-Jiménez, E. Rincón, J.M. Maass, A. Solís-Magallanes y L. Cervantes. 1992. Above-ground phytomass of a tropical deciduous forest on the coast of Jalisco, México. *Journal of Tropical Ecology* 8:87-96.

Massera, O., M.J. Ordóñez y R. Dirzo. 1992. Carbon emissions from deforestation in México: Current situation and long-term scenarios. En: *Carbon Emissions and Sequestration in Forests: Case Studies from Seven Developing Countries.* W. Makundi y J. Sathaye (eds.). Vol. IV: México. Report No.LBL-32759, Energy and Environment Division, Lawrence Berkeley Laboratory-US. Environmental Protection Agency, Berkeley, California.

Massera, O.R., M.J. Ordóñez y R. Dirzo. 1997. Carbon emissions from Mexican forests: current situation and long term scenarios. *Climatic Change* 35:265-295.

Massera O.R., A. Ghilardi, R. Drigo y M. Trossero. 2006. WISDOM: a GIS based supply demand mapping tool for woodfuel management. *Biomass & Bioenergy* 30: 618-637

Mason, E. 2005. *Efectos de la perturbación del hábitat y la estacionalidad climática en la dieta de* Liomys irroratus *(Gray, 1868) en una selva seca del sur del Estado de Morelos*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

May, R.M. 1988. How many species are there on Earth?. *Science* 241:1441-1449.

McCoy, E.D. y E.F. Connor. 1980. Latitudinal gradients in species diversity in North American mammals. *Evolution* 34: 193-203.

McNeely, J.A., K.R. Miller, W.V. Reid, R.A. Mittermeier y T.B. Wemer. 1990. *Conserving the World's Biological Diversity.* International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, Gland, Switzerland.

McVaugh, R. 1961. Euphorbiaceae novae Novo-Galicianae, *Brittonia* 13:145-205.

McVaugh, R. 1974. Fagaceae Flora Novo-Galiciana. *Contributions from the University of Michigan Herbarium* 12:1-93.

McVaugh, R. 1983. *Gramineae, Fl. Novo-Galiciana; a descriptive account of the vascular plants of western Mexico*. Vol. 14. Univ. of Michigan Press, Ann Arbor.

McVaugh, R. 1987. *Leguminosae. Flora Novo-Galiciana, a descriptive account of the vascular plants of Western Mexico.* Vol. 5. University of Michigan Press, Ann Arbor.

Meave, J., M. Kellman, A. MacDougall y J.Rosales. 1991.

Riparian habitats as tropical forest refugia. *Global Ecology and Biogeography Letters* 1: 69-76

Medellín, R. 1992. *Community structure and conservation of mammals in a Mayan tropical rain forest and abandoned agricultural fields.* Ph. D. Thesis, University of Florida, Gainesville.

Medellín, R. A. *et al*. 1997. *Identificación de los murciélagos de México*. Asociación Mexicana de Mastozoología, A.C. Publicaciones Especiales. Núm. 2.

Medellín R., G. Ceballos y H. Zarza. 1998. Spilogale pygmaea. *Mammalian Species* 600:1-3.

Medina, E. 1995. Diversity of life forms of higher plants in neotropical dry forests. Pp. 221-242. En: *Seasonally dry tropical forests.* S.H. Bullock, H.A. Mooney y E.Medina (eds.) Cambridge Univ. Press. Cambridge.

Medina, T.T. 1997. *Los mamíferos de Colima*. Tesis de Licenciatura. Reporte Final. Ciencias Biológicas y de la Salud. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. pp. 74.

Menalled, F.D. y J.M. Adamolli. 1995. A quantitative phytogeographic analysis of species richness in forest communities of Paraná River Delta, Argentina. *Vegetation* 120:81-90.

Mendoza, A. 1997. *Heterogeneidad ambiental, dinámica de poblaciones y estructura de comunidades de pequeños mamíferos en una selva tropical caducifolia*. Tesis de Maestría Facultad de Ciencias. UNAM. México.

Mengel, R.M. 1964. The probable history of species formation in some northern wood warblers (Parulidae*). Living Bird* 3:9-43.

Meza, A.L. y J. López. 1997. Vegetación y mesoclima de Guerrero. *Estudios florísticos en Guerrero*. Facultad de Ciencias, UNAM. México.

Miles, L., Newton, A.C., DeFries, R.S., Ravilious, C., May, I., Blyth, S., Kapos, V. y J.E. Gordon. 2006. A global overview of the conservation status of tropical dry forests. *Journal of Biogeography*, 33:491-505.

Miller, A.H. 1951. An analysis of the distribution of the birds of California. *Univ. Calif. Publ. Zool.* 50:531-644.

Miller, A.H. 1963. Seasonal activity and ecology of the avifauna of an American equatorial cloud forest. *Univ. Calif. Publ. Zool.* 66:1-78.

Miller L. 1972-78. Revision of the Euptychiini (Satyridae) 1. Introduction and Paramacera Butler. *Bul. All. Mús* 8:11. 2. Cyllopsis Felder. *Bul. All. Mus.* 20:98. 3.-Megisto Hübner. *Bull. All. Mus*. 33:18-22. 4.-Pindis Felder. *Bull. All. Mus.* 50:4.

Miranda, A. 1996. La selva tropical estacional: entre la vida y la muerte. Tropical seasonal forests: between life and death. *Ocelotl* 5: 28-35.

Miranda, F. 1943. Estudios sobre la vegetación de México, IV. Algunas características de la flora de la vegetación de la zona de Acatlán, Puebla. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 14:407-421.

Miranda, F. 1947. Estudios sobre la vegetación de México. V.-Rasgos de la vegetación en la Cuenca del Río Balsas. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat*. 8:95-114.

Miranda, F. y E. Hernández-Xolocotzi. 1963. Los Tipos de Vegetación de México y su Clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 23. C.P. SARH. México.

Mittermeier, R.S. 1988. Primate diversity and the tropical forests: Case studies from Brazil and Madagascar and the importance of megadiversity countries. Pp. 145-154. En: *Biodiversity*. E.O. Wilson y P.M. Peters (eds.). National Academy Press, Washington D.C.

Mittermeier R.A., N. Meyers, P. Róbles-Gil y C. Goettsch. 1999. *Biodiversidad amenazada: Las Ecorregiones Terrestres Prioritarias del Mundo*. Cemex-Agrupación Sierra Madre S.C.-Conservación Internacional. Mexico.

Mittermeier R.A., C. Goettsch, P. Róbles-Gil, J. Pilgrim, G. Fonseca, T. Brooks y W. Konstant. 2002. *Areas Silvestres: Las últimas regiones vírgenes del mundo*. Cemex-Agrupación Sierra Madre S.C.-Conservación Internacional. México.

Monastersky, R. 1993. The deforestation debate. *Science News* 144:26-27.

Mooney, H.A., S.H. Bullock y E. Medina. 1995. Introduction. Pp. 1-8. En: *Seasonally Dry Tropical Forests* S.H. Bullock, H.A. Mooney y E. Medina (eds.). Cambridge University Press, Cambridge.

Monroy-Vilchis O, O. Hernández-Gallegos y F. Rodríguez-Romero. 2005. Heloderma horridum horridum unusual habitat. *Herpetological Review*. 36:450.

Morales-Barrera, M.A. 2000. *Análisis de la Odonatofauna (Insecta: Odonata) de la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, Morelos.* Tesis de Licenciatura inédita, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Cuernavaca.

Morales Pérez, L. 2002. *Efectos de la modificación del hábitat sobre la avifauna terrestre de la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala y sus alrededores.* Tesis Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM. México.

Moreau, R.E. 1952. The place of Africa in the Palaearctic migration system. *Journal of Animal Ecology.* 21:250-271.

Moreau, R.E. 1972. *The Palaearctic-African bird migration systems*. Academic Press, Inc., Nueva York.

Morrone, J. y T. Escalante. 2002. Parsimony analysis of ende-

micity (PAE) of mexican terrestrial mammals at different area units: when size matters. *Journal of Biogeography* 29:1095-1104.

Mosiño, A.P. 1958. Una clasificación de las configuraciones del flujo aéreo superior de México. *Ingeniería Hidráulica* 12:29-54.

Moynihan, M. 1962. The organization and probable evolution of some mixed species flocks of Neotropical birds. *Smithsonian Misc. Coll*. 143:1-140.

Moynihan, M. 1979. Geographic variation in social behavior and in adaptations to competition among Andean birds. *Nuttall Ornith. Club* 18:1-162.

Mülleried, F.K.G. 1957. *La Geología de Chiapas, México*. Ediciones del Gobierno del Estado de Chiapas. México.

Mullins D. 1987. *Sonora Butterflies and Skipers*. Annotated Checklist. (Mecanoescrito)

Murphy, P.G. y A. Lugo. 1986. Ecology of tropical dry forest. *Annual Review of Ecology and Systematics* 17:67-88.

Murphy, P.G. y A.E. Lugo. 1986. Structure and biomass of a subtropical dry forest in Puerto Rico. *Biotropica* 18:89-96.

Murphy, P.G. y A.E. Lugo. 1995. Dry forest of Central America and the Caribbean. Pp. 9-34. En: *Seasonally dry forests*. S. Bullock, Mooney, H. y E. Medina (eds.) Cambridge University Press, Cambridge.

Myers, N. 1988. Tropical forests and their species: going, going...?. Pp. 28-35. En: *Biodiversity*. E.O. Wilson (ed.) National Academy Press, Washington.

Myers, N. 1992. Synergisms: joint effects of climate change and other forms of habitat destruction. Pp. 344-354. En: *Global warming and biological diversity*. R.L. Peters y T.E. Lovejoy (eds.). Yale University Press. New Haven.

Myers, N., E.A. Mittermeier, C.G. Mittermeier, G.A. da Fonseca y J. Kent. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403:853-858.

Naranjo, E.J. 1990. *Los mamíferos silvestres de la Depresión Central de Chiapas: aspectos etnozoológicos y evaluación de hábitat.* Escuela de Biología, Instituto de Ciencias y Artes de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

Naranjo, E.J. 2002. *Population ecology and conservation of ungulates in the Lacandon Forest, Mexico*. Tesis doctoral, University of Florida, Gainesville.

Nava-Mendoza, M., L. Galicia y F. García-Oliva. 2000. Efecto de dos especies de árboles remanentes y de un pasto en la capacidad amortiguadora del pH del suelo en un ecosistema tropical estacional. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 67:17-24.

Navarro Sigüenza, A.G. 1998. *Distribución geográfica y ecológica de la avifauna del Estado de Guerrero, México.* Tesis Doctorado UNAM, Facultad de Ciencias.

Navarro, S. A. 1999. AICA: C-24, Acahuizotla-Agua del Obispo. En: *Base de Datos de las AICAS* (H. Benítez, C. Arizmendi y L. Márquez, eds). Cipamex, Conabio, FMCN y CCA. Disponible en <www.conabio.gob.mx>

Navarro, A. y P. Feria-Arroyo. 2000. Cañón del Zopilote. En: *Áreas de importancia para la Conservación de las Aves en México* M.C. Arizmendi y L. Márquez-Valdelamar (eds.). CIPAMES. México.

Navarro, A.G., E.A. García-Trejo., A. Towsend Peterson y V. Rodríguez-Contreras. 2004. Aves Pp. 391-421. En: *Biodiversidad de Oaxaca* A.J. García-Mendoza, M.J. Ordóñez y M. Briones-Salas (eds). Instituto de Biología, UNAM. México.

Navarro C., C. López y J. Gallo. 2005. Occurrence of jaguar (*Panthera onca*) in Sinaloa, México. *The Southwestern Naturalist* 50 (1):106

Neck, F.J. 1978. Climatic regimes resulting in unusual ocurrences of Rhopalocera in 1968. *Jour. Lep. Soc.* 32:111-116.

Nelson, E.W. 1899. Mammals of the Tres Marias Islands. *North American Fauna* 14:14-19

Nicolay S.S. 1976. Review of the Hübnerian genera *Panthiades* and *Cycnus*. *Bull. All. Mus*. 35:8, 12, 21.

Noguera, F.A. y J.A. Chemsak. 1996. Cerambycidae (Coleoptera). Pp. 381-400. En: *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento*. J. Llorente-Bousquets, A.N. García-Aldrete y E. González (eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México.

Noguera, F.A., J.H. Vega Rivera, A.N. García Aldrete y M. Quesada Avedaño (eds.). 2002. *Historia natural de Chamela*. Instituto de Biología, UNAM, México.

Noguera, F.A., S. Zaragoza-Caballero, J.A. Chemsak, A. Rodríguez-Palafox, E, Ramírez-García, E. González-Soriano y R. Ayala. 2002. Diversity of the family Cerambycidae (Coleoptera) of the Tropical Dry Forest of Mexico, I. Sierra de Huautla, Morelos. *Annals of the Entomological Society of America* 95:617-627.

Nolasco, A.L. Lira, I. y G. Ceballos. 2007. Ampliación del área de distribución histórica del tapir (*Tapirus bairdii*) en el Pacífico mexicano. *Revista Mexicana de Mastozoología* 11:91-94.

Noriega, N.E. 1990. *Estudio florístico del Parque Nacional el Veladero, Acapulco, Guerrero.* Tesis Licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias. UNAM. México.

Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994. Protección ambiental, Especies nativas de México de flora y fauna silvestres, Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio, Lista de especies en riesgo. En: *Diario Oficial de la Federación, órgano del gobierno constitucional de los Estados Unidos Mexicanos*. 6 de marzo del 2002. México. D.F.

Northern, J.R. 1964. Notes on the owls of the Tres Marias Islands, Nayarit, Mexico. *Condor* 67:358.

O'Connor, R.J. 1981. Habitat correlates of bird distribution in British census plots. *Stud. Avian Biol*. 6:533-537.

Ojasti, J. y F. Dallmeier. 2000. *Manejo de fauna silvestre Neotropical*. Smithsonian Institution/Man and Biosphere Program, Washington, D.C.

Olson, D., E. Dinerstein, R. Abell, T. Allnutt, C. Carpenter, L. McClenachan, J. D'Amico, P. Hurley, K. Kassem, H. Strand, M. Taye y M. Thieme. 2000. *The Global 200: A Representation Approach to Conserving the Earth's Distinctive Ecoregions*. Word Wildlife Fund.

Olson, D.M., E. Dinerstein, E.D. Wikramanayake, N.D. Burgess, G.V.N. Powell, E.C. Underwood, J. A. D´Amico, I. Itoua, H. E. Strand, J.C. Morrison, C.J. Loucks, T.F. Allnutt, T. H. Ricketts, Y. Kura, J. F. Lamoreux, W.W. Wettengel, P. Hedao, y K. R. Kassem. 2001. Terrestrial ecoregions of the world: a new map of life on earth. *Bioscience* 51:933-938.

Ordóñez, D.M. y Flores, V.O. 1995. Áreas Naturales protegidas. *Pronatura* 43.

Orme, C.D. *et al*. 2005. Global hotspots of species richness are not congruent with endemism or treta. *Nature,* 436:1016-1019.

Ornelas, J.F. y M.C. Arizmendi. 1995. Altitudinal migration: implications for the conservation of the Neotropical migrant avifauna of western Mexico. Pp. 98-112. En*: Conservation of Neotropical migratory birds in Mexico*. M.H. Wilson y S.A. Sader (eds.). Maine Agricultural and Forest Experiment Station, Miscellaneous Publication 727.

Ornelas, J.F., M.D. Arizmendi *et al*. 1993. Variability Profiles For Line Transect Bird Censuses in a Tropical Dry Forest in Mexico. *Condor* 95:422-441.

Orozco-Lugo, C.L. 2007. Efecto de la perturbación del hábitat en la comunidad de murciélagos insectívoros de selva baja caducifolia. Tesis de Maestría. Maestría en Ciencias Biológicas (Biología Ambiental), Posgrado en Ciencias Biológicas, UNAM. México, D.F.

Ortiz, A.T. 2001. *Estructura arbórea en sitios perturbados y caracterizados por la presencia de* Mimosa arenosa *(Willd.) Poir. var.* leiocarpa *(D.C.) Barneby, en el bosque tropical seco de la costa de Jalisco, México.* Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, México.

Ortega Reyes, J. 2004. Mastofauna de la Presa de Cajón de Peñas, Tomatlán, Jalisco. *Revista Mexicana de Mastozoología* 8:9-20. 2004.

Ortega-Huerta, M. y T. Peterson. 2004. Modelling spatial patterns of biodiversity for conservation prioritization in Northeastern Mexico. *Diversity and Distribution* 10:39-54.

Ortiz-Martínez, T. y V. Rico-Gray. 2007. Spider monkeys (*Ateles geoffroyi vellerosus*) in a tropical deciduous forest in Tehuantepec, Oaxaca, Mexico. *The Southwestern Naturalist* 52:393-399.

Oseguera, C.J. y J.C. Mancilla. 1986. *Identificación Taxonómica de especies dominantes de la flora de la Isla de La Roqueta, Acapulco, Guerrero*. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Guerrero. Chilpancingo, Guerrero.

Osorio, O., A. Valiente-Banuet., P. Dávile y R. Medina. 1996. Tipos de vegetación y diversidad b en el Valle de Zapotitlán de las Salinas, Puebla, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 59:35-58.

Painter, M. y W.H. Durham. 1995. *The Social Causes of Environmental Destruction in Latin America*. The University of Michigan Press. Ann Arbor. Michigan.

Palacio-Prieto, J.L., G. Bocco, A. Velásquez, J.F. Mas, F. Takaki-Takaki, A. Victoria, L. Luna-González, G. Gómez-Rodríguez, J. López-García, M. Palma Muñoz, I. Trejo-Vázquez, A. Peralta Higuera, J. Prado-Molina, A. Rodríguez-Aguilar, R. Mayorga-Saucedo y F. González Medrano. 2000. La condición actual de los recursos forestales en México: resultados del Inventario Forestal Nacional 2000. *Investigaciones Geográficas* 43:183-203.

Parker, T.A., D.F. Stotz y J.W. Fitzpatrick. 1996. *Ecological and distributional databases for Neotropical birds*. Chicago University Press.

Pearson, D.L. y J.A. Derr. 1986. Seasonal patterns of lowland forest floor arthropod abundance in southeastern Peru. *Biotropica* 18: 244-256.

Pennington, T.D. y J. Sarukhán. 1968. *Manual para la identificación de campo de los principales árboles tropicales de México.* INIF. ONU.

Pennington, T. D., y J. Sarukhán. 1998. *Árboles Tropicales de México*. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Pennington, R.T., G.P. Lewis y J.A. Ratter. 2006. An overview of the plant diversity, biogeography and conservation of

neotropical savannas and seasonally dry forests. Pp. 1-29. En: *Neotropical savannas and seasonally dry forests*; *plant diversity, biogeography, and conservation*. R.T. Pennington, G.P. Lewis y J.A. Ratter (eds.). CRC Press, Boca Raton, Florida.

Pennington, R.T., D. Prado y C. Pendry. 2000. Neotropical seasonally dry forest and Pleistocene vegetation changes. *Journal of Biogeography* 27:261-273

Peralta Gómez, S. 1995. *Estudios florísticos de Guerrero. Núm. 5. Cañón del Zopilote (Area Papalotepec)*. Facultad de Ciencias, UNAM, México.

Peralta Gómez, S., N. Diego-Pérez y M. Gual-Díaz. 2000. *Listados florísticos de México. XIX. La Costa Grande de Guerrero*. Instituto de Biología, UNAM. México.

Pérez, E.P. 1993. *Ganadería y campesinado en Sonora. Los poquiteros de la Sierra Norte*. Consejo Nacional para la Cultura y las Artes. Mexico.

Pérez, G.A. 1996. *Coleopterofauna procedente del follaje de una selva baja caducifolia en la región de Chamela.* Tesis de Licenciatura inédita. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Pérez M.A. y T. Croat. 2001. A new species of *Anthurium* (Araceae) from Chiapas, Mexico. *Novon* 11:88-91

Pérez-García, E.A. y J. Meave. 2004. Heterogeneity of xerophytic vegetation of limestone outcrops in a tropical deciduous forest region. *Plant Ecology* 175:147-163.

Pérez-García, E.A., J. Meave y C. Gallardo. 2001. Vegetación y flora de la región de Nizanda, Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México. *Acta Bot. Mex*. 56:19-88.

Pérez-García, E.A., Meave J. y J.A. Gallardo-Cruz. Aceptado. Diversidad y diferenciación florística en un paisaje complejo del trópico estacionalmente seco del sur de México. En: *Conversaciones sobre diversidad biológica: el significado de alfa, beta y gamma.* G. Halffter, J. Soberón, A. Melic Blas y P. Koleff Osorio (eds.). Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.) y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio).

Pérez-Gil, R., F. Jaramillo, A.M. Muñiz y M.G. Torres. 1995. *Importancia económica de los vertebrados silvestres de México*. PG-7 Consultores y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio). México.

Pérez-Farrera M.A. 2000. A new record of *Anthurium sarukhanianum* (Araceae) to Chiapas, Mexico with additional notes on vegetative morphology. *Aroideana* 23:26-30.

Pérez-Farrera, M.A. y A.P. Vovides.1997. *Manual para el cultivo y propagación de cycadas.* INE-Semarnap, México, D.F.

Pérez Farrera M.A. y A.P. Vovides. 2006. The ceremonial use of the threatened "espadaña" cycad (*Dioon merolae*, Zamiaceae) by a community of the Central Depression of Chiapas, México. *Bol. Soc. Bot. Mex*. 78:107-113

Periódico Oficial "El Estado de Sinaloa".2002. *Decreto que declara área natural protegida de jurisdicción local, con el carácter de zona sujeta a conservación ecológica, la región conocida como El Mineral de Nuestra Señora de la Candelaria. Culiacán,* Sinaloa 27 de Marzo. Núm. 038

Pescador-Rubio, A., A. Rodríguez-Palafox y F.A. Noguera. 2002. Diversidad y estacionalidad de Arthropoda. Pp. 183-201. En: *Historia Natural de Chamela.* F.A. Noguera, J. H. Vega-Rivera, A.N. García-Aldrete y M. Quesada-Avendaño (eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Pesman, M.W. 1962. *Meet flora Mexicana*. Dale S. King, Publisher, Globe, Arizona.

Peters, C., S.E. Purata, M. Chibnick, B. Brosi, A. M. López y M. Ambrosio. 2003. The life and times of *Bursera glabrifolia* (H.B.K.) Eng. in Mexico: a parable for ethnobotany. *Economic Botany* 57:432-441.

Peterson, A.T., A.G. Navarro-Siguenza, B.E. Hernández-Baños, G. Escalona-Segura, F. Rebón-Gallardo, E. Rodríguez-Ayala, E.M. Figueroa-Esquivel y L. Cabrera-García. 2003. The Chimalapas Region, Oaxaca, México: a high-priority region for bird conservation in Mesoamerica. *Bird Conservation International* 13:227-253.

PNUMA. 2004. *Perspectivas del medio ambiente en México. GEO México 2004*. Programa de la Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat), México.

PNUMA-CEPAL. 2001. *La sostenibilidad del desarrollo en América Latina y el Caribe: desafíos y oportunidades*. LC/G2145 (CONF90/3)

Polaco, O.J. y R. Muñiz-Martínez. 1987. Los murciélagos de la Costa de Michoacán, México. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biologicas* 3:63-89.

Polaco, O. J., J. Arroyo-C. y J. K. Jones Jr. 1992. Noteworthy records of some bats from Mexico. *Texas Journal of Science* 44:331-338.

Pouch, F.H., R.M. Andrews, J.E. Cadle, M.L. Crump, A.H. Savitzky, y K. D. Wells. 1998. *Herpetology*. Prentince-Hall, Inc. NJ.

Poulin, B., G. Lefebvre y R. McNeil. 1994. Diets of land birds from northeastern Venezuela. *Condor* 96:354-367.

Powell, G.V.N. 1980. Migrant participation in Neotropical

mixed species flocks. Pp. 477-483. En*: Migrant birds in the Neotropics: ecology, behavior, distribution, and conservation*. A. Keast y E.S. Morton (eds.). Smithsonian Inst. Press, Washington, D.C.

Powell, G.V.N. 1985. Sociobiology and the adaptive significance of interspecific foraging flocks in the Neotropics. *Ornith. Monogr*. 36:713-732.

Prado, D.E. y P.E. Gibbs. 1993. Patterns of species distributions in the dry seasonal forests of South America. *Annals of the Missouri Botanical Garden*. 80:902-927.

Prance, G.T. (ed.) 1982. *Biological Diversification in the Neotropics*. Columbia University Press, Nueva York.

Pressey, R.L., Humphries, C.J., Margules, C.J., Vane-Wright, C. J. y P.H. Williams. 1993. Beyond opportunism: Key principles for systematic reserve selection. *Trends in Ecology and Evolution* 8:124-128.

Quesada, M., K.E. Stoner, V. Rosas-Guerrero, C. Palacios-Guevara y J.A. Lobo. 2003. Effects of habitat disruption on the activity of nectarivorous bats (Chiroptera: Phyllostomidae) in a dry tropical forest: implications for the reproductive success of the neotropical tree *Ceiba grandifolia*. *Oecologia* 135:400-406.

Quigley, M.F. y W.J. Platt. 2003. Composition and structure of seasonally deciduous forests in the Americas. *Ecological Monographs* 73:87-106.

Quiroz, H.C. 1998*. Las mujeres y los hombres de la sal. Un proceso de producción y reproducción cultural en la costa chica de Guerrero.* Universidad Iberoamericana, México, D.F.

Raisz, E. 1964. *Landforms of Mexico.* 2a edición. Geography Branch, Office of Naval Research, Cambridge, Massachusetts.

Ramamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lott y J. Fa (editores). 1993. *Biological diversity of Mexico: Origin and Distribution.* Oxford University Press, Nueva York, EUA.

Ramírez-Bautista, A., 1994. Manual y claves ilustradas de los anfibios y reptiles de la región de Chamela, Jalisco, México, México. *Cuadernos del Instituto de Biología* Núm. 23, UNAM. México.

Ramírez-Bautista, A., 1995. *Demografía y reproducción de la lagartija arborícola* Anolis nebulosus *de la región de Chamela, Jalisco.* Tesis doctoral. Universidad Nacional Autónoma de México. México.

Ramírez-Bautista, A. y M. Benabib. 2001. Perch height of the arboreal lizard *Anolis nebulosus* (Sauria: Polychrotidae) from a tropical dry forest of México: effect of the reproductive season. *Copeia* 2001:187-193.

Ramírez-Bautista, A. y A. García. 2002. Diversidad de la herpetofauna de la región de Chamela. Pp. 251-264. En: *Historia Natural de Chamela* (F. Noguera, J.H. Vega-Rivera, A.N. García-Aldrete y M. Quesada-Avendaño, editores). Instituto de Biología, UNAM. México

Ramírez-Bautista, A. y L. J. Vitt. 1997. Reproduction in the lizard *Anolis nebulosus* (Polychrotidae) from the Pacific coast of Mexico. *Herpetologica* 53:423-431.

Ramírez-Bautista, A. y L.J. Vitt. 1998. Reproductive biology of *Urosaurus bicarinatus* (Sauria:Phrynosomatidae) from a tropical dry forest of Mexico. *Southwestern Naturalist* 43:381-390.

Ramírez-Bautista, A., C. Balderas-Valdivia *et al*. 2000. Reproductive ecology of the whiptail lizard *Cnemidophorus lineatissimus* (Squamata: Teiidae) in a tropical dry forest. *Copeia* 3:712-722.

Ramírez-García, E. 1997. "Syrphidae". Pp. 371-373. En: *Historia Natural de los Tuxtlas*. E. González, R. Dirzo y R. Vogt (eds.). Instituto de Biología e Instituto de Ecología, UNAM. México.

Ramírez-García, E. y M.A. Sarmiento-Cordero. 2004. Syrphidae (Diptera) de la Estación de Biología Chamela. En: *Arácnidos e Insectos de Chamela*. R. Ayala y A.N. García-Aldrete (eds.). Instituto de Biología, UNAM.

Ramírez-Pulido, J., A. Martínez y G. Urbano. 1977. Mamíferos de la Costa Grande de Guerrero, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 48:243-292.

Ramamoorthy, T., Bye, R. y F. John. 1993. *Biological diversity of México: origins and distribution*. Oxford University Press. Nueva York.

Ramos-Elorduy, J., y J. M. Pino Moreno. 2004. Los Coleoptera comestibles de México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 75:149-183.

Rand, A.S. y C.W. Myers. 1990. The herpetofauna of Barro Colorado Island, Panamá: an ecological summary. Pp. 455-505. En: *Four Neotropical Rain Forests* (A. H Gentry, ed.) Yale University Press, New Haven.

Rappole, J.H., E.S. Morton, T.E. Lovejoy, III y J.L. Ruos. 1983. *Nearctic migrants in the Neotropics.* USDI Fish and Wildf. Serv. Washington, D.C.

Redford, K.H. y J.F. Eisenberg. 1992. *Mammals of the Neotropics, Vol. II The southern cone*. University of Chjcago Press, Chicago.

Redford, K.H. y G.A.B. da Fonseca. 1986. The role of gallery forests in the zoogeography of the cerrado's non-volant mammals. *Biotropica* 18: 126-135.

Redford, K.H. y J.H. Robinson. 1991. Subsistence and commercial uses of wildlife in Latin America. Pp. 6-2. En: *Neotropical Wildlife Use and Conservation*. J.G. Robinson y K.H. Redford (eds.) University of Chicago Press, Chicago.

Redford, K.H., A. Taber y J.A. Simonetti. 1990. There is more to biodiversity than the tropical rain forests. *Conservation Biology* 4:328-330.

Reid, F.A. 1997. *A field guide to the mammals of Central America and Southeast Mexico*. Oxford University Press, Nueva York.

Rendón, H. 2002. *Extracción de varas de* Croton septemnervius *McVaugh (Euphorbiaceae) de un bosque tropical caducifolio y efecto del corte en su capacidad de rebrote en la Costa de Jalisco, México.* Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Colima, Colima.

Rentería, L.Y., V.J. Jaramillo, A. Martínez-Yrízar y A. Pérez-Jiménez. 2005. Nitrogen and phosphorus resorption in trees of a Mexican tropical dry forest. *Trees, structure and function* 19:431-441

Renton, K. 2001. Lilac-crowned parrot diet and food resource availability: resource tracking by a parrot seed predator. *Condor* 103:62-69.

Renton, K. y J.H. Vega Rivera. 2001. *Trogon citreolus*. En: *Historia Natural de Chamela*. F.A. Noguera, J.H. Vega Rivera, A. García Aldrete y M. Quesada (eds.). Instituto de Biología, UNAM. México.

Retana, O. y C. Lorenzo.2002. Lista de los mamíferos terrestres de Chiapas. Endemismo y estado de conservación. *Acta Zoológica Mexicana* 85:25-49

Reyes-García A. 1995. *Lista de especies y afinidad florística de la selva baja caducifolia de la Depresión Central de Chiapas*. Tesis de Licenciatura. UNAM, México, D.F.

Reyes-García, A. y M. Sousa S. 1997. *Depresión Central de Chiapas, la selva baja caducifolia*. Listados Florísticos de México XVII.

Reyna T. T. 2003. Biogeografía de Sinaloa. Pp. 25-38. En: *Atlas de los Ecosistemas de Sinaloa*. L.J. Cifuentes y J. Gaxiola (eds.). El Colegio de Sinaloa.

Rhode, K. 1992. Latitudinal gradients in species diversity: the search for the primary cause. *Oikos* 65:514-527.

Rhodes, A. 2005. *Estructura y diversidad espacio temporal de la comunidad de murciélagos con relación a gradientes ambientales en la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla*. Tesis de Licenciatura. Escuela de Ciencias, Universidad de Las Américas-Puebla.

Ricketts, T. 2004. Tropical forest fragments enhance pollinator activity in nearby coffee crops. *Conservation Biology* 18:1-10.

Rico A., M.L., M. Sousa S. y S. Fuentes S. 1999. *Guinetia*: a new genus in the tribe Ingeae (Leguminosae: Mimosoideae) from México. *Kew Bulletin* 54: 975-981.

Rincón, E., Álvarez, M., González, D., Huante, P. y A. Hernández. 2000. *Restauración en selvas bajas caducifolias*. Instituto de Ecología. Universidad Nacional Autónoma de México.

Robichuax, R. H., y D. A. Yetman (editores). 2000. *The tropical deciduous forest of Alamos: biodiversity of a threatened ecosystem in Mexico.* University of Arizona Press.

Robinson, J.G. y E.L. Bennett (eds.). 2000. *Hunting for sustainability in tropical forests*. Columbia University Press, Nueva York.

Rodrigues, A.S.L. y K.J. Gaston. 2002. Optimisation in reserve selection procedures - Why not? *Biological Conservation* 10:123-129.

Rodrigues, A.S.L., Andelman, S.J., Bakarr, M.I., Boitani, L., Brooks, T.M., Cowling, R.M., Fishpool, L.D.C., da Fonseca, G.A.B., Gaston, K.J., Hoffmann, M., Long, J.S., Marquet, P.A., Pilgrim, J.D., Pressey, R.L., Schipper, J., Sechrest, W., Stuart, S.N., Underhill, L.G., Waller, R.W., Watts, M.E.J. y Yan, X. 2004. Effectiveness of the global protected area network in representing species diversity. *Nature* 428:640-643.

Rodríguez, R. 1988. Avifauna. Pp. 185-208. En: *La Sierra de La Laguna de Baja California Sur*. Arriaga, L. y A. Ortega (eds.). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. México, D.F.

Rodríguez, L.B. y J.E. Cadle. 1990. A preliminary overview of the herpetofauna of Cocha Cashu, Manu National Park, Perú. Pp. 455-505. En: *Four Neotropical Rain Forests*. (A.H Gentry, ed.) Yale University Press, New Haven.

Rodríguez-Contreras, V. 2004. *Distribución de las Aves en Nizanda, Istmo de Tehuantepec, Oaxaca*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.

Rodríguez-Palafox, A. y A.M. Corona. 2002. Lista de artrópodos de la región de Chamela, Jalisco, México. Pp. 203-232. En: *Historia Natural de Chamela*. F. Noguera, J. A. Vega-Rivera, A.N. García-Aldrete y M. Quesada-Avendaño (eds.). Instituto de Biología, UNAM.

Rodríguez, P., Soberón, J. y H. Arita. 2003. El componente de la diversidad beta de los mamíferos de México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.), 89:241-259.

Roig, V. 1991. Desertification and distribution of mammals in the southern cone of south America. Pp. 239-279. En: *Latin American Mammalogy: history, biodiversity, and con-*

servation. M.A. Mares y D.J. Schmidly (eds.) University of Oklahoma Press, Norman.

Romme, W.H. y D.G. Despain 1989. Historical perspective on the Yellowstone fires of 1988. *BioScience* 39:695-699.

Rosenzweig, M. L. 1995. *Species diversity in space and time*. Cambridge University Press. Cambridge, Great Britain.

Rubio, R.Y. 2001. *Caracterización del hábitat de la guacamaya verde (*Ara militaris*) en Cosalá Sinaloa, México.* Informe Técnico Final. Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza. Clave del proyecto C-1-97/4.

Rubio R.Y. 2003. Riqueza biológica del bosque tropical seco. Pp. 287-295. En: *Atlas de los Ecosistemas de Sinaloa*. L.J. Cifuentes y J. Gaxiola (eds.). El Colegio de Sinaloa.

Rubio R.Y. y J.A. Beltrán. 2003. Problemática ambiental del bosque tropical seco en Sinaloa. Pp. 329-360. En: *Sinaloa y su ambiente: visiones del presente y perspectivas*. Q.C. Karam y J.L. Beraud (cords.). Editorial UAS.

Rubio Y., F. Avilez y J. Sánchez M. 2008. Inventario avifaunístico del municipio de Cosalá, Sinaloa. México. Pp. 74. En: *Memorias del IX Congreso Nacional y XV Simposio Nacionales de Ornitología*. Sociedad Mexicana de Ornitología. Puebla.

Ruiz-Luna, A. y C.A. Berlanga-Robles. 2003. Land use, land cover changes and coastal lagoon surface reduction associated with urban growth in northwest Mexico. *Landscape Ecology* 18:159-171.

Russell, S.M. 1980. Distribution and abundance of North American migrants in lowlands of northern Colombia. Pp. 249-252. En*: Migrant birds in the Neotropics: ecology, behavior, distribution, and conservation*. A. Keast, y E.S. Morton (eds.). Smithsonian Institution Press, Washington, DC.

Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Editorial Limusa. México.

Rzedowski, J. 1990. Vegetación Potencial. *Atlas Nacional de México, Sección Naturaleza*. Hoja IV.8.2. Vol II. Mapa escala: 1:4 000 000. Instituto de Geografía. UNAM. México.

Rzedowski, J. 1991. El endemismo en la flora fanerogámica mexicana: una apreciación analítica preliminar. *Acta Botánica Mexicana* 15:47-64.

Rzedowski, J, 1998. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. Pp. 129-145. En: *Diversidad Biológica de México: orígenes y distribución*. T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.). Instituto de Biología, UNAM. México.

Rzedowski, J. y G. Calderón. 1987. El Bosque tropical caducifolio de la región mexicana del Bajío. *Trace* Núm. 12.

Rzedowski, J. y R. McVaugh. 1966. La Vegetación de Nueva Galicia. *Contributions from the University of Michigan Herbarium* 9:1-123.

Sabogal, C. 1992. Regeneration of tropical dry forest in Central America, with examples from Nicaragua. *Journal of Vegetation Science* 3:407-416

Sader, S.A., G.V.N. Powell y J.H. Rappole. 1991. Migratory bird habitat monitoring through remote sensing. *International Journal of Remote Sensing* 12:363-372.

SAHOP. 1981. *Cartas de uso potencial del suelo, unidades ambiental, topográfica y geológica*. Ecoplan del Puerto Industrial de Salina Cruz, Oaxaca, claves A-12, C-54, C-63, C-64, C-72, C-73, C-74 escala 1:50 000.

Salas-Morales, S.H. 2002. *Relaciones entre la heterogeneidad ambiental y la variabilidad estructural de las selvas tropicales secas de la costa de Oaxaca, México.* Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, UNAM. México.

Salas-Morales, S.H., A. Saynes-Vásquez y L. Schibli. 2003. Flora de la costa de Oaxaca, México: lista florística de la región de Zimatán. *Bol. Soc. Bot. Méx*. 72:21-58.

Saldaña de la Riva, L. 1987. *Herpetofauna del Estado de Guerrero, México.* Tesis Licenciatura, UNAM, Facultad de Ciencias.

Salomonsen, F. 1955. The evolutionary significance of bird-migration. *Dan. Biol. Medd*. 6:1-62.

Sampaio, E.V.S. 1995. Overview of the Brazilian caatinga. Pp.35-63. En: *Seasonally Dry Tropical Forest*. Bullock, S., H. Mooney y E. Medina (eds.). Cambridge University Press, Cambridge.

Sánchez, H.C. y M.L. Romero. 1992. Mastofauna silvestre del Ejido El Limón, Municipio de Tepalcingo, Morelos. *Universidad: Ciencia y Tecnología* 2:87-95.

Sánchez Hernández, C. y M. L. Romero Almaraz. 1995. *Mastofauna silvestre del área de reserva Sierra de Huautla*. Autónoma del Estado de Morelos, Cuernavaca, Morelos.

Sánchez O., J. Ramírez-Pulido, U. Aguilera-Reyes y O. Monroy-Vilchis. 2002. Felid records from the State of México, México. *Mammalia* 66:289-294.

Sánchez-V., L.R., G. Hernández V., M.A. Carranza M., M.R. Pineda L., R. Cuevas G. y F. Aragón C. 2002. Estructura arbórea del bosque tropical caducifolio usado para la ganadería extensiva en el norte de la Sierra de Manantlán, México. Antagonismo de Usos. *Polibotánica* 13:25-46.

Sánchez Hernández, C., M.L. Romero Almaraz, R. Owen, A. Núñez Garduño y R. Lopez Wilchis. 1999. Noteworthy records of mammals from Michoacan, México. *The Southwestern Naturalist* 44: 231-235.

Sánchez Hernández, C., M. L. Romero-Alvarez, G. D. Schnell,

M.L. Kennedy, T.L. Best, R.D. Owen y C. López-González. 2002. Bats of Colima, Mexico: new records, geographic distribution and reproductive condition. Occas. Papers. *Oklahoma Museum of Natural History,* 12:1-23

Santana C.E. y R. Cuevas G. 1997. La Sierra de Manantlán, clave en la conservación de las selvas bajas. *Ocelotl* 5:16- 19.

Santana C., B.F. Benz y L. Sánchez-Velasquez. 1997. El valor de la Biodiversidad: *Zea diploperennis* y la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán. Pp. 269-271. En: *Ciencia Ambiental y Desarrollo Sostenible*. E.C. Enkerlin, G. Cano, R.A. Garza y E. Vogel (eds.). Thomson Editores. México.

Santana C.E., R. Guzmán M. y E. Jardel P. 1989. The Sierra de Manantlán Biosphere Reserve: the difficult task of becoming a catalyst for sustained development. Pp. 212-222. En: *Proceedings of the Symposium on Biosphere Reserves*. Gregg, W.P., S.L. Krugman y J.D. Wood (eds.). IV World Wilderness Congress, Estes Park, Colorado, 1987. U.S. Department of the Interior, Natl. Park Service, Atlanta, Georgia.

Santana C.E., L.I. Iñiguez Dávalos y S. Navarro P. 1990. Utilización de la fauna silvestre por las comunidades rurales de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán. *Tiempos de Ciencia* 18:36-43

Santana C.E., S. Graf Montero, E. Jardel Peláez, L. Rivera Cervantes y M. Gómez. 2005. Alianza estratégica entre institutos académicos y dependencias gubernamentales para la implementación de proyectos de conservación y desarrollo: el caso de Manantlán. Pp. 109-116. En: *Desarrollo y Consolidación de los modelos académicos de los centros universitarios en la universidad de Guadalajara 1994-2004*. (Victor M. Rosario Muñoz y Elia Marum Espinoza, eds). Sección del capítulo Proceso de Conformación del Centro Universitario de la Costa Sur.

Saravia-Toledo, C. 1985. La tierra pública en el desarrollo futuro de las zonas áridas- estado actual y perspectivas. Pp. 115-140. En: *IV Reunión de Intercambio Tecnológico en Zonas Áridas y Semiáridas*. Centro Argentino de Ingenieros Agrónomos. Buenos Aires.

SARH-INIF. (Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos-Instituto Nacional de Investigaciones Forestales). 1975-1979. *Cartografía Estatal de Uso del Suelo de la República Mexicana*. Escala. 1: 500 000. SARH. México

Sarmiento, G. 1975. The dry plant formations of South America and their floristic connections. *Journal of Biogeography* 2: 233-251.

Sarukhán, J. y R. Dirzo., (editores). 1995. *México ante los retos de la biodiversidad*. Conabio. México, D.F.

Sarukhán J. y G. García. 2003. Hacia un mejor conocimiento de la Biodiversidad en Sinaloa. Pp. 13-24. En: *Atlas de los Ecosistemas de Sinaloa*. L.J. Cifuentes y J. Gaxiola (eds.). El Colegio de Sinaloa.

Sarukhán, J., Soberón J. y Larson-Guerra, J. 1996. Biological conservation in a high beta diversity country. Pp. 246-263. En: *Biodiversity, science and development: toward a new partnership*. E. di Castri y T. Younes (eds.).

Sauceda, L.R. y M.P. Gómez. 2003. La actividad agrícola y su impacto en el medio ambiente. Pp. 417-426. En: *Atlas de los Ecosistemas de Sinaloa*. L.J. Cifuentes y J. Gaxiola (eds.). El Colegio de Sinaloa.

Savage, J.M. 1982. The enigma of the Central American herpetofauna: dispersal or vicariance?. *Annals from the Missouri Botanical Garden* 69:464-547.

Schall, J.J., y E.R. Pianka. 1978. Geographical trends in numbers of species. *Science* 201:679-686.

Schlesinger, J.H. 1997. *Biogeochemistry. An analysis of global change*. Second Edition. Academic Press, Londres.

Schmidly, D.J. y R.D. Bradley. 1995. Morphological variation in the Sinaloan mouse *Peromyscus simulus*. *Revista Mexicana de Mastozoología*, 1:44-58.

Schwalbe, C.R., y C.H. Lowe. 2000. Amphibians and reptiles of the Sierra de Los Alamos. Pp. 172-199. En: *The tropical deciduous forest of Alamos: biodiversity of a threatened ecosystem in Mexico* (Robichuax, R.H., y D.A. Yetman, editores). University of Arizona Press.

Scott, N. J. y S. Limerick. 1983. Reptiles and amphibians. Pp. 351-425. En: *Costa Rican Natural History* (D.H. Janzen, editor). The University of Chicago Press, Chiacago.

Scott, N.J. y J.W. Lovett. 1975. A collection of reptiles and amphibians from the Chaco of Paraguay. University of Connecticut. *Occasional Papers* 3: 257-266.

Scott, J.M., F.Davis, B. Csuti, R. Noss, B. Butterfield, C. Groves, H. Anderson, S. Caicco, F. D'Erchia,T.C. Edwards, Jr., J. Uliman y R.G. Wright. 1993. Gap Analysis: a geographic approach to the protection of biological diversity. *Wildlife Monographs* 123:141.

Secretaría de Gobernación. 2000. Decreto por el que se declara área natural protegida, con el carácter de Reserva de la Biosfera, el archipiélago conocido como Islas Marías, ubicado en el mar territorial mexicano del Océano Pacífico con una superficie total de 641,284-73-74.2 hectáreas. *Diario Oficial de la Federación*.

Secretaría de Planeación y Desarrollo. 2001. *Estudio Técnico Para Fundamentar la Declaratoria de Área Natural*

Protegida del Mineral de Nuestra Señora de La Candelaria, Cosalá, Sinaloa, México. Gobierno del Estado de Sinaloa. 55 p.p.

Secretaria de Urbanismo y Medio Ambiente. 2004. *Estudio técnico justificativo de Los Chorros del Varal, Municipio de Los Reyes, Michoacán.* Gobierno del Estado de Michoacán.

Sedesol (Secretaría de Desarrollo Social). 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 de la Federación*, 438:2-60.

Sedesol (Secretaría de Desarrollo Social). 2000. *Programa estatal de ordenamiento territorial del Estado de Morelos*. Memoria Técnica. Disco compacto editado por el Gobierno del Estado de Morelos y la UAEM.

Semarnap. 1994. Norma oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994, que establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos sobre la biodiversidad que se ocasionen por el cambio del uso del suelo de terrenos forestales a agropecuarios. *Diario Oficial de la Federación*, 28 de febrero de 1994. México, D.F.

Semarnap (Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca). 2000. *Inventario Nacional Forestal*. México, D.F.

Semarnat. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio- Lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación*, 6 de marzo del 2002. México, D.F.

Semarnat. 2002. *Metodología para la Revisión y Validación de la Cartografía de la Deforestación en Bosques y Selvas Periodo 1993-2000*. Estado de Sinaloa.

Semarnat (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2003. *Sistema de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre*. <www.semarnat.gob.mx/vs/suma_actualizado.shtml>, 18 de julio de 2003.

Semarnat. 2003. *Programa de Manejo Parque Nacional Huatulco*. Conanp. México.

Shaw, C.A. y H.G. McDonald. 1986. First record of the giant anteater (Xenarthra, Myrmecophagidae) in North America. *Science* 236: 186-188.

Short, L.L. 1974. A zoogeographical analysis of the South American Chaco avifauna. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 154:165-352

Shreve, F. 1934. Vegetation of the northwestern coast of Mexico. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 61:373380.

Shreve, F. 1937. Lowland vegetation of Sinaloa. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 64:605613.

Sick, H. 1965. A fauna do Cerrado. *Arquivos de Zoologia, Sao Paulo* 12: 71-93.

Simpson, G.G. 1964. Species density of North American recent mammals. *Systematic Zoology* 13:57-73.

Simpson, B.B. y J. Haffer, J. 1978. Speciation patterns in Amazonian forest biota. *Annual Review of Ecology and Systematics* 9: 497-518.

Skagen, S.K., J.F. Kelly, C. van Riper, III, R. L. Hutto, D.M. Finch, D.J. Krueper y C.P. Melcher. 2005. Geography of spring landbird migration through riparian habitats in southwestern North America. *Condor* 107:212-227.

Slud, P. 1964. The birds of Costa *Rica. Bulletin of the American Museum of Natural History* 128: 1-430.

Smith, H.M. 1941. Snakes, frogs and bromelians. *Chic. Nat*. 4:35-43.

Smythe, N. 1983*. Dasyprocta punctata* and *Agouti paca* Pp. 463-465. En: *Costa Rican Natural History* (D.H. Janzen, ed.). University of Chicago Press, Chicago

Solis, M., J.A. 1980. *Leguminosas de Chamela, Jal*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM, México.

Somolinos D'Ardois, G. 1960. Vida y obra de Francisco Hernández. Pp. 97-482. En: *Obras Completas Hernández, F*. vol. 1. Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Soto M.C. y E. Jáuregui E. 1968: *Cartografía de los elementos bioclimáticos en la República Mexicana*. Instituto de Geografía, UNAM.

Soto N., J C. 1987. *Las Plantas medicinales y su uso tradicional en la Cuenca del Río Balsas: Estados de Michoacán y Guerrero, México.* Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM, México.

Sousa S., M. 1986. Fabaceae. Pp. 90-112. En: *Flora de Chiapas* (Breedlove, D.E. ed.). Listados Florísticos de México. IV, Instituto de Biología, UNAM.

Sousa S., M. y A. Delgado S. 1993. Mexican Leguminosae: Phytogeography, Endemism and Origins. Pp. 459-511. En: *Biological Diversity of Mexico, Origins and Distribution*. T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.) Oxford University Press, Nueva York.

Sousa S., M. y J.C. Soto N. 1989. Nuevos taxa de *Lonchocarpus* (Leguminosae) de las Cuencas Baja y Media del Río

Balsas, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica* 58:69-86.

Sousa S., M., M. Ricker y H.M. Hernández. 2001. Tree species of the family Leguminosae in México. *Harvard Papers Bot*. 6:339-365.

Sousa S., M., R. Medina L., G. Andrade M. y M. L. Rico A. 2004. Leguminosae. Pp. 249-269. En: *Biodiversidad de Oaxaca*. A.J. García-Mendoza, M. J. Ordóñez y M. Briones-Salas (eds.). Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund, México.

SSP (Secretaría de Programación y Presupuesto). 1981. *Atlas Nacional del Medio Físico*. SSP. México.

Stattersfield, A. J., M. J. Crosby, A. J. Long, y D. C. Wege. 1998. *Endemic bird areas of the world: priorities for biodiversity conservation.* BirdLife International, Cambridge.

SSP-INEGI.1980. *Carta geológica*. Escala 1:1 000 000. Villahermosa.

SSP-INEGI. 1980a. *Carta de clima*. Escala 1:1 000 000. Villahermosa.

SSP-INEGI 1980b. *Carta edafológica*. Escala 1:250 000. Villahermosa.

Stager, K.E. 1957. The avifauna of the Tres Marias Islands, Mexico. *Auk* 74:413 432.

Stehli, F.G. y S.D. Webb (eds.). 1985. *The Great American Biotic Interchange*. Plenum Publishing Corporation, Nueva York.

Steinhauser R. S. 1975. An annotated list of the Hesperiidae of El Salvador. *Bull. All. Mus*. 29:3-34.

Steininger, M.K., C.J. Tucker, P. Ersts, T.J. Killeen, Z. Villegas y S.B. Hecht. 2001. Clearance and fragmentation of tropical dry forest in Tierras Bajas, Santa Cruz, Bolivia. *Conservation Biology* 15:856-866.

Stiles, F.G. 1983. Birds. Pp. 502-544. En*: Costa Rican natural history*. D.H. Janzen (ed.). The University of Chicago Press.

Stoner, K.E. 2001. Differential habitat use and reproductive patterns of frugivorous and nectarivorous bats in tropical dry forest of northwestern Costa Rica. *Canadian Journal of Zoology*. 79:1626-1633.

Stoner, K.E. 2002. Murciélagos nectarívoros y frugívoros del bosque caducifolio de la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala. Pp. 379-395. En: *Historia Natural de Chamela*. F.A. Noguera, J.H. Vega Rivera, A.N. García Aldrete y M. Quesada Avendaño (eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.

Stork, N.E. 1988. Insect diversity: facts, fiction and speculation. *Biological Journal of the Linnean Society* 95:321-337.

Stotz, D.F., J.W. Fitzpatrick, T.A. Parker III y D.K. Moskovits. 1996. *Neotropical birds: ecology and conservation*. University of Chicago, Chicago.

Streilein, K.E. 1982. The ecology of small mammals in semiarid Brazilian caatinga III. *Reproductive biology and population ecology Annals of the Carnegie Museum* 51:251-69.

Strong, A.M. y T.W. Sherry. 2001. Body condition of Swainson's warblers wintering in Jamaica and the conservation value of Caribbean dry forests. *Wilson Bulletin* 113:410-418.

Stuart, L.C. 1958. A study of the herpetofauna of the Uaxactum-Tikal area of northern El Petén, Guatemala. *Contrib. Lab. Vertebr. Biol. Univ. Mich*. 5:1-30.

Subsecretaria Forestal y de Fauna Silvestre. 1994. *Inventario Nacional Periódico*. Memoria Nacional. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México.

Szafer, W. 1975. *General plant geography*. PWN-Polish Scientific Publishers, Warszawa.

Téllez V., O. y M. Sousa S. 2000. Una nueva especie del género *Rhynchosia* (Leguminosae: Papilionoideae) de Jalisco, México. *Novon* 10: 57-59.

Tellez-Girón, G., Mendoza, A. y G. Ceballos. 1997. Registros notables de mamíferos en el oeste de México. *Revista Mexicana de Mastozoología* 2:97-100.

Terborgh, J.W. 1980. The conservation status of neotropical migrants: present and future. Pp. 21-30. En*: Migrant birds in the Neotropics: ecology, behavior, distribution, and conservation*. A. Keast y E.S. Morton (eds.). Smithsonian Inst. Press, Washington, D.C.

Terborgh, J. y B. Winter. 1980. Some causes of extinction. 119-133 Pp. En: *Conservation biology: an evolutionary-ecological perspective*. M.E. Soulé y Wilcox, B.A (eds.). Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.

Thomas, C. D. 1990. Fewer species. *Nature* 347:237.

Thompson, F.C. 1981. The flowers flies of the West Indies (Diptera: Syrphidae). *Memoirs of the Entomological Society of Washington* 9:1-200.

Thompson, F.C., J.R. Vockeroth y Y.S. Sedman. 1976. A catalogue of the Diptera of the Americas south of the United States. Family Syrphidae. *Museum of Zoology, University of Sao Paulo*, *Brazil* 46: 1-195.

Tlacotempa-Zapoteco A., C. Tlacotempa-Zapoteco, J. Aguilar, C, Illsley, C. Marielle, J. García y M. del P. Morales. 2007. El Programa de Manejo Campesino de Recursos Naturales y Sistemas Agroalimentarios de la Unión Sansekan Titataniske. Pp.117-135. En: *Perspectivas para el uso sostenible de los recursos biológicos de México en el S. XXI.* (Álvarez-Icaza P., F. Chapela y B Ortiz Comp.). Universidad Iberoamericana Puebla, Coimbio, CBMM, Semarnat, Nafinsa. Puebla, Puebla. 290 pp.

Todzia, C.A.1999. Ten new species of *Tibouchina* (Melastomataceae) from México. *Brittonia* 51: 255-279.

Toledo, V. M. 1982. Bio-economic cost. Pp. 63-71. En: *Development or destruction? The conversion of tropical forests to pasture in Latin America*. T. Downing, S. Hecht y H. Pearson (eds.) Westview Press. Nueva York.

Toledo, V. M. 1990. El Proceso de la Ganaderización y la Destrucción Biológica y Ecológica de México. En: *Medio Ambiente y Desarrollo en México*. E. Leff (ed.). Vol. I. Editorial Porrúa, México.

Toledo, V. M. y J. de M. Ordóñez. 1993. The biodiversity scenario of Mexico: a review of terrestrial habitats. Pp.757-777. En: *Biological diversity of Mexico: origins and distribution*. T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.). Oxford University Press, Nueva York.

Toledo V., B. Ortiz y S. Medellín. 1999. Islotes de biodiversidad en un mar de pastizales: manejo de recursos indígenas en los trópicos húmedos de México. En: *Los Escenarios Paradójicos del Desarrollo, Sociedad y sustentabilidad en México*. (Aragón-Durand F). Universidad Iberoamericana, Plantel Golfo Centro. Puebla, Pue. México.

Toledo, V.H., F.A. Noguera, J.A. Chemsak, F.T. Hovore y E.F. Giesbert. 2002. The cerambycid fauna of the tropical dry forest of "El Aguacero", Chiapas, México (Coleoptera: Cerambycidae). *The Coleopterists Bulletin* 56:515-532.

Torres, C.R. y M.L. Torres. 1993. Estudio Florístico y de Vegetación en el Distrito de Tehuantepec, Oaxaca. En: *Resúmenes del XII Congreso Mexicano de Botánica*. Sociedad Botánica de México, Mérida, Yucatán.

Torres-Colín M, L. 1989. *Estudio Florístico y descripción de la Vegetación del Cerro Guingola, en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca.* Tesis Licenciatura. Escuela Nac. Est. Prof. Iztacala, UNAM.

Torres-Colín, R., L. Torres C., P. Dávila A. y J.L. Villaseñor R. 1997. *Flora del Distrito de Tehuantepec, Oaxaca.* Listados Florísticos de México XVI.

Townsend Peterson, A. y A.G. Navarro-Singuenza. 1999. Alternate species concepts as bases for determining priority conservation areas. *Conservation Biology* 13:427-431.

Trejo, I. 1996. Características del medio físico de la selva baja caducifolia en México. Investigaciones Geográficas. *Boletín Instituto de Geografía. Numero Especial* 4: 95-110

Trejo, I. 1998. *Distribución y diversidad de selvas bajas en México: relaciones con el clima y el suelo*. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.

Trejo, I. 1999. El clima de la selva baja caducifolia en México. Investigaciones geográficas. *Boletín del Instituto de Geografía.* 39: 40-52

Trejo, I. 2005. Análisis de la diversidad de la selva baja caducifolia en México. Pp. 111-122. En: *Sobre biodiversidad: el significado de las diversidades alfa, beta y gamma*. G. Halffter, J. Soberón, P. Koleff y A. Melic (eds.). Monografías Tercer Milenio Vol. 4 Sociedad Entomológica Aragonesa, Zaragoza, España.

Trejo, I. y R. Dirzo. 2002. Floristic Diversity of Mexican Seasonally Dry Tropical Forests. *Biodiversity and Conservation* 11:2063-2084.

Trejo-Vázquez, I. 1998. *Distribución y diversidad de las selvas bajas de México: relaciones con el clima y el suelo.* Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.

Trejo-Vázquez, I. y R. Dirzo. 2000. Deforestation of seasonally dry tropical forest: a national and local analysis in Mexico. *Biological Conservation* 94: 133-142.

Ulfstrand, S. 1973. Proportions of palaearctic birds in some east African habitats. *Vogelwarte* 27:137-141.

Ulfstrand, S. y T. Alerstam. 1977. Bird communities of *Brachystegia* and *Acacia* woodlands in Zambia. *J. Ornith.* 118:156-174.

UNESCO. 1988. Descripción de la región. Disponible en: <www.unesco.org/mabdb/br/brdir/directory/biores.asp?code=MEX+06&mode=all>

Urbina, F.T. 2002. *Aves de la Sierra de Huautla*. CIB-UAEM. Cuernavaca, Morelos, México.

Valdivia Hoelflich, T.R. 2001. *Distribución temporal, abundancia relativa y uso de hábitat de las aves migratorias en el bosque tropical caducifolio de la Estación de Biología Chamela, Jalisco.* Tesis Licenciatura, Universidad de Guadalajara, México.

Valenzuela, D. 1998. Natural history of the White-nosed Coati, *Nasua narica* in tropical dry forests of Western México. *Revista Mexicana de Mastozoología* 3: 26-44.

Valenzuela, D. 1999. *Efectos de la estacionalidad ambiental en la densidad, la conducta de agrupamiento y el área de actividad del coatí (*Nasua narica*) en selvas tropicales caducifolias.* Tesis de Doctorado. Instituto de Ecología, UNAM. México, D.F.

Valenzuela, D. y G. Ceballos. 2000. Habitat selection; home range; and activity of the white-nosed coati (*Nasua narica*) in a Mexican tropical dry forest. *Journal of Mammalogy* 81:810-819.

Valenzuela, D. y D.W. Macdonald. 2002. Home range use by white-nosed coatis: limited water and a test of the Resource Dispersion Hypothesis. *Journal of Zoology* 258:247-256.

Valenzuela-Galván, D., Arita, H. y D. Macdonald. 2007. Conservation priorities for carnivores considering protected natural areas and human population density. *Biodiversity and Conservation,* 17:539-558

Valenzuela, D., G. Ceballos y A. García. 2000. Mange epizootic in coatis at the Chamela-Cuixmala Biosphere Reserve, Western México. *Journal of Wildlife Diseases* 36:56-63.

Valenzuela, D., J. Chávez-Juárez y H. Alcaráz-Cruz. 2004a. Geographic Distribution. Anura. *Eleuterodactylus rugulosus*. *Herpetological Review* 35:184.

Valenzuela, D., J. Chávez-Juárez y H. Alcaráz-Cruz. 2004b. Geographic Distribution. Anura. *Gastrophryne usta*. *Herpetological Review* 35:184.

Valenzuela-Galván, D., N.A. Mariano, M. Osorio-Berinstain y F. Urbina. 2006. First record of the sparkling-tailed woodstar (*Tilmatura dupontii*; Trochilidae) for Sierra de Huautla Biosphere Reserve, Morelos state, México. *Huitzil* 7:15-17.

Valenzuela, D., B. Mila, F. Urbina, K. Renton, A. García y R. Castro. 2002. A range extension of the Lineated and Pale-billed Woodpeckers (*Dryocopus lineatus* and *Campephilus guatemalensis*; Picidae), and first record for the State of Morelos, México. *Cotinga* 17:15-16.

Valtierra-Azotla, M., 1996. *Actividad estacional de dos especies de lagartijas del género* Sceloporus *en una selva baja caducifolia.* Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Puebla, Escuela de Biología, México.

Van Devender, T.R. 1986. Climatic cadences and the composition of Chihuahuan desert communities. The late Pleistocene packrat midden record. Pp. 285-99. En: *Community Ecology*. J. Diamond y T.J. Case (eds.). Harper y Row, Nueva York.

Van Devender, T.R., A.C. Sanders, R.K. Wilson y S.A. Meyer. 2000. Vegetation, flora and seasons of the Rio Cuchujaqui, a tropical deciduous forest near Alamos, Sonora. Pp. 36-101. En: *The tropical deciduous forest of Alamos: biodiversity of a threatened ecosystem in Mexico*. R.H. Robichaux y D. Yetman (eds.). University of Arizona Press, Tucson.

Vanzolini, P.E., A.M.M. Ramos-Acosta y L.J. Vitt. 1980. *Repteis das Caatingas*. Academia Brasileira de Ciencias, Rio de Janeiro.

Vargas, Z.F. 2001. *Valoración de los vertebrados terrestres por Huaves y Zapotecas del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México*. Tesis de Maestría, El Colegio de la Frontera Sur, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México.

Vargas, F. I., A.M. Luis y B.J. Llorente. 1996. Butterflies of the State of Jalisco, México. *Jour. Lep. Soc*. 50:97-138.

Vargas, F.I., B.J. Llorente, y M. Luis M. 1991. Lepidopterofauna de Guerrero I: Distribución y fenología de los Papilionoidea de la Sierra de Atoyac. *Publ. Esp. Mús. Zool.* Facultad de Ciencias. UNAM, México.

Vargas, O., M. Martínez y P. Dávila. 2001. Two new species of *Physalis* (Solanaceae) endemic to Jalisco, México. *Brittonia* 53:505-510.

Vargas, R., C. Sánchez y M.L. Romero. 1992. Registro de felinos para el centro y sur del estado de Morelos. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 43: 47-99.

Vaughan, T. y R. Czaplewski. 2000. *Mammalogy*. W.B. Saunders College Publishing, Philadelphia.

Vázquez-Domínguez, E. 1997. *Patrones de heterocigosidad y su relación con componentes de la adecuación del roedor* Lyomis pictus *en Chamela, Jalisco*. Tesis de Doctorado. Instituto de Ecología, UNAM. México.

Vázquez Ruiz, D. 2009. *Los murciélagos de Colima*. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F.

Vázquez, L.B. y K.J. Gaston. 2004. Rarity, commonness, and patterns of species richness: the mammals of Mexico. *Global Ecology and Biogeography* 13:535-542.

Vázquez, J.A., R.Cuevas G., T.S. Chocrane, H.H. Iltis y F.J. Santana. 1995. Flora de Manantlán. UdG-IMECBIO-UW-Madison-Conabio-BRIT. SIDA *Botanical Miscellany* 13: 312

Vega Aviña, R.H. *et al*. 2000. Endemismo regional presente en la flora del Municipio de Culiacán, Sinaloa, Mexico. *Acta Botánica Mexicana* 53:1-15.

Vega A. R., G. Bojórquez y F. Hernández. 1989. *Flora de Sinaloa*. Universidad Autónoma de Sinaloa.

Vega Rivera, J.H., A. Miranda, C. Domínguez, E. J. Jardel Peláez y M. Valtierra. 2001. *Plan Operativo Anual 2002: Reserva de la Biosfera de Montes Azules. Chamela, Jalisco.*

Verduzco, C. y L. C. Rodríguez. 1995. El Rincón de la Vía. En: *Estudios Florísticos en Guerrero*. N. Diego y R.M. Fonseca (eds.). Núm. 4. Prensa de la Facultad de Ciencias, UNAM.

Villa, B. 1958. El mono araña (*Ateles geoffroyi*) encontrado en la costa de Jalisco y en la región central de Tamaulipas. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México* 28:345-347.

Villaseñor, J.L. 1991. Las Heliantheae endémicas a México: una guía hacia la conservación. *Acta Botánica Mexicana* 15:29-46.

Villaseñor, J.F. y R.L. Hutto. 1995. The importance of agricultural areas for the conservation of neotropical migratory landbirds in western Mexico. Pp. 59-80. En: *Conservation of Neotropical migratory birds in Mexico*. M.H. Wilson y S.A. Sader (eds.). Maine Agriculture and Forest Experiment Station, Veracruz, Mexico.

Villers-Ruiz, L. y I. Trejo-Vazquez. 1998. Climate change on Mexican forests and natural protected areas. *Global environmental change* 8:141-157.

Villers Ruiz, L. e I. Trejo Vázquez. 1997. Assessment of the vulnerability of forest ecosystems to climate change in Me xico. *Climate Research* 9:87-93.

Vitt, L.J. 1982. Reproductive tactics of *Ameiva ameiva* (Lacertilia. Teiidae) in a seasonally fluctuating tropical habitat. *Canadian Journal of Zoology* 60:3113-3120.

Vockeroth, J.R.R. y F.C. Thompson. 1987. Syrphidae. Pp. 713-743. En: *Manual of Nearctic Diptera*. J.F. McAlpine (ed.). Vol. 2. Biosystematics Research Institute, Ottawa, Ontario.

Wake, D. B. 1991. Declining Amphibian Populations. *Science* 253:860-860.

Wang, E.T., P. Van Berkmun, D. Beyene, X.H. Suit, O. Dorado, W.X. Chen y E. Martínez-Romero 1998. *Rhizobium huautlense* sp. nov., a symbiont of *Sesbania herbacea* which has a close phylogenetic relationship with *Rhizobium galegae. The International Journal of Systematic Bacteriology* 48:687-699.

WCMC-World Conservation Monitoring Center. 2000. *Statistical Analysis of Forests and Protection.* (V3.1, July 2000), Global Forests Statistics. Disponible en: <www.unep-wcmc.org/>

Webb, S.D. (ed.) 1974. *Pleistocene Mammals of Florida*. University Presses of Florida, Gainesville.

Webb, S.D. y A.D. Barnosky. 1989. Faunal dynamics of Pleistocene mammals. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences* 17:413-438.

Webb, S.D. y L.G. Marshall. 1982. Historical biogeography of recent south American land mammals. Pp. 39-52. En: *Mammalian Biology in South America*. M.A. Mares y H.H. Genoways (eds.). Pymatuning Laboratory of Ecology. University of Pittsburgh, Linesville.

Weigel, B.M, L.J. Henne y L.M. Martinez. 2002. Macroinvertebrate-based index of biotic integrity for protection of streams in west-central Mexico *J.N. Am. Benthol. Soc*. 21:686-700.

Wendt, T. 1993. Composition, floristic affinities, and origins of the canopy tree flora of the Mexican Atlantic slope rain forests. Pp. 595-680. En: *Biological diversity of Mexico, origins and distribution*. T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.). Oxford University Press, Nueva York.

Wetzel, R.M., R.E. Dubois, R.L. Maxtin y P. Myers. 1975. *Catagonus*, an 'extinct' peccary, alive in Paraguay. *Science* 189: 379-81

White J. y A. White. (en prep.) *La fauna de Ropalóceros de la zona de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México*.

Whittaker, R.H. 1975. *Communities and Ecosystems*. Macmillan, Nueva York.

Wiggins, I.L. 1980. *Flora of Baja California*. Stanford Univ. Press, Stanford., California.

Wilson, D.E. 1971. Food habits of *Micronycteris hirsuta* (Chiroptera, Phyllostomidae). *Mammalia* 35: 107-10.

Wilson, D.E. 1990. Mammals of La Selva, Costa Rica. Pp. 455-505. En: Four *Neotropical Rain Forests*. (A.H Gentry, ed.). Yale University Press, New Haven.

Wilson, E. 1991. Mammals of the Tres Marias islands. Pp. 214-250. En: *Contributions to Mammalogy in Honor of Karl F. Koopman.* T.A. Griffiths y D. Klingener (eds.) *Bulletin of the American Museum of Natural History* 206:432

Wilson, E.O. (ed.) 1988. *Biodiversity*. National Academy Press, Washington.

Wilson, J.W. III. 1974. Analytical zoogeography of North American mammals. *Evolution* 28: 124-40.

Wilson, R.G., A. Argote-Cortes y F. Urbina. 2000. Cañón de Lobos. En: *Áreas de importancia para la Conservación de las Aves en México*. M.C. Arizmendi y L. Márquez-Valdelamar (eds.). CIPAMEX. México, D.F.

Williams, E. 2002. Salt production in the coastal area of Michoacán, Mexico: an ethnoarchaeological study. *Ancient Mesoamerica* 13:237-253.

Willig, M.R. 1983. Composition, microgeographic variation, and sexual dimorphism in caatinga and cerrado bat communities from northeast Brazil. *Bulletin of the Carnegie Museum of Natural History* 23:1-131.

Willig, M.R. y M.A. Mares. 1989. A comparison of bat assemblages from phytogeographic zones of Venezuela. Pp 59-67. En: *Patterns in the Structure of Mammalian Communities* (D.W. Morris, Z. Abramski, B.J. Fox y M.R.Willig, eds). Texas Tech University, Lubbock

Willig, M.R. y E.A. Sadlin. 1991. Gradients of species density and turnover in New World bats. A comparison of quadrats and band methodologies. Pp. 81-96. En: *Latin American Mammalogy: history, biodiversity, and conservation*. M.A. Mares y D.J. Schmidly (eds.) University of Oklahoma Press, Norman.

Willig, M.R. y K.L. Selcer. 1989. Bat density gradients in the New World a statistical assessment. *Journal of Biogeography* 16:189-95

Wolda, H. 1978a. Seasonal fluctuations in rainfall, food and abundance of tropical insects. *Journal of Animal Ecology* 47: 369-381.

Wolda, H. 1978b. Fluctuations in abundance of tropical insects. *The American Naturalist* 112: 1017-1045.

Wolf, E.C. 1987. On the brink of extinction; conserving the diversity of life. *Worldwatch paper 78*, Worldwatch Institute.

Wolff, F. 2001. Vertebrate ecology in caatinga: A. Distribution of wildlife in relation to water. B. Diet of pumas (*Puma concolor*) and relative abundance of felids. Master of Science Thesis. University of Missouri-St. Louis, Missouri, EU.

Wright, T., C.A. Toft, E. Enkerlin-Hoeflich, J. Gonzalez-Elizondo, M. Albornoz, A. Rodríguez-Ferraro, F. Rojas-Suárez, V. Sanz, A. Trujillo, S.R. Beissinger, V.A. Berovides, X. Gálvez, A. Brice, K. Joyner, J. Eberhard, J. Gilardi, S.E. Koenig, S. Stoleson, P. Martuscelli, J.M. Meyers, K. Renton, A.M. Rodríguez, A.C. Sosa-Asanza, F.J. Villela y J. W. Wiley. 2001. Nest poaching of neotropical parrots. *Conservation Biology* 15: 710-720.

WWF. 2001a. *Wild World -Terrestrial Ecoregions Map*. World Wildlife Fund, National Geographic Society. <www.nationalgeographic.com/wildworld/terrestrial.html>

WWF. 2001b. *Conservation Science-Biomes and Biogeographical Realms*. World Wildlife Fund. <www.worldwildlife.org/ science/ecoregions/biomes.cfm>

WWF (World Wildlife Fund). 2006. *Wild Finder: Online database of species distributions*. Disponible en <www.worldwildlife.org/wildfinder>

Yetman, D.A. 2002. *The Guarijios of the Sierra Madre: Hidden People of Northwestern Mexico*. University of New Mexico Press. Santa Fe.

Yetman, D. y A. Búrquez 1998. Twenty-Seven: A case study in ejido privatization in Mexico. *Journal of Anthropological Research* 54:73-95.

Zamudio, G. 1986. *La vegetación de la Sierra de Mochitlán y Quechultenango, Guerrero.* Tesis Profesional, Facultad de Ciencias, UNAM.

Zaragoza, C.S. 1995. Descripción de ocho especies nuevas de *Photinus* (Coleoptera: Lampyridae, Photinini) de México. *Acta Zoológica Mexicana* 66:1-21.

Zaragoza, C.S. 1996. Especies nuevas de *Cratomorphus* (Coleoptera: Lampyridae: Photinini) de México. *Anales Instituto Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 67:319-329.

Zaragoza, C.S. 1998. Especies nuevas de *Pseudoplateros* (Coleoptera: Lycidae: Platerodini). *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 69:217-224.

Zaragoza, C.S. 1999. Cantharoidea (Coleoptera) de México. III. El género *Plateros* Bourgeois (Lycidae: Erotinae: Platerodini). *Acta Zoológica Mexicana* 78:1-71.

Zaragoza, C.S. 2000a. Cantharoidea (Coleoptera) de México. IV. Nuevos *Photinus* (Lampyridae) del Estado de Morelos. *Dugesiana* 7:1-17.

Zaragoza, C.S. 2000b. Cantharoidea de México. VI. Un nuevo género y una nueva especie de Lampyridae del Estado de Morelos. *Dugesiana* 7:19-22.

Zaragoza, C.S. 2001. Especies y registros nuevos de *Tytthonyx* (Coleoptera: Cantharidae: Tytthonyxini) de México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 72:89-104.

Zaragoza, C.S. 2002. Cantharoidea of Mexico V. Two new species of *Pleotomus* LeConte (Insecta: Coleoptera: Pleotomini). *Reichenbachia Staatliches Museum für Tierkunden Dresde* 34:325-332.

Zaragoza, C.S. 2003. Cantharoidea de México VII. Nuevos *Lygistopterus* Dejean (Lycidae: Calochrominae). *Acta Zoológica Mexicana* 89:1-16.

Zaragoza, C.S. 2004a. Cantharidae (Coleoptera). En: *Arácnidos e Insectos de Chamela*. R. Ayala y A.N. García-Aldrete (eds.). Instituto de Biología, UNAM. En prensa.

Zaragoza, C.S. 2004b. Lampyridae (Coleoptera). En: *Arácnidos e Insectos de Chamela*. R. Ayala y A.N. García-Aldrete (eds.). Instituto de Biología, UNAM. En prensa.

Zaragoza, C.S. 2004c. Lycidae (Coleoptera). En: *Arácnidos e Insectos de Chamela*. R. Ayala y A.N. García-Aldrete (eds.). Instituto de Biología, UNAM. En prensa.

Zaragoza, C.S. 2004d. Phengodidae (Coleoptera). En: *Arácnidos e Insectos de Chamela*. R. Ayala y A.N. García-Aldrete (eds.). Instituto de Biología, UNAM. En prensa.

Zaragoza, C.S. y A. Mendoza. 1996. Malacodermata (Coleoptera). Pp. 353-368. En: *Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de artrópodos en México. Hacia una síntesis de su conocimiento*. J. Llorente-Bousquets, A.N. García-Aldrete y E. González-Soriano (eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Zaragoza, S.C., E. González, F. Noguera, E. Ramírez, A. Rodríguez y R. Ayala. 2000. *Biodiversidad en Insecta [Odonata, Coleoptera (Cantharoidea, Cerambycidae), Diptera (Syrphidae) e Hymenoptera (Apoidea, Vespidae)]*

en tres zonas del Pacífico Mexicano. Memoria electrónica del primer congreso de responsables de proyectos de investigación en ciencias naturales, Conacyt, México.

Zaragoza-Caballero, S., F.A. Noguera, J.A. Chemsak, E. González-Soriano, A. Rodríguez-Palafox, E. Ramírez-García y R. Ayala. 2003. Diversity of Lycidae, Phengodidae, Lampyridae and Cantharidae (Coleoptera) in a tropical dry forest region in Mexico: Sierra de Huautla, Morelos. *Pan Pacific Entomologist* 79:23-37.

Zarza, H., Ceballos, G. y M. Steele. 2003. *Marmosa canescens*. *Mammalian species,* 725:1-4

Zarza, H., G. Ceballos y M.A. Steele. 2003. *Marmosa canescens*. Mammalian Species 725: 1-4.

Zepeda, G.C. 1994. *Contribución al conocimiento de la Flora del Bosque Tropical Caducifolio de la Vertiente Sur de la Sierra de Nanchititla.* Tesis de Licenciatura en Biología. Escuela de Ciencias, UAEMex.

Zepeda Gómez, C. y E. Velázquez Montes. 1999. El bosque tropical caducifolio de la vertiente sur de la Sierra de Nanchititla, Estado de México; la composición y la afinidad geográfica de su flora. *Acta Botánica Mexicana* 46:29-55.

Zilihona, I.J.E. y M. Nummelin. 2001.Coleopteran diversity and abundance in different habitats near Kihansi waterfall, in the Udzungwa Mountains, Tanzania. *Biodiversity and Conservation* 10:769-777.

Zizumbo-Villareal, D. 1996. History of coconut (*Cocos nucifera* L.) in Mexico: 1539-1810. *Genetic Resources and Crop Evolution (Historical Archive)* 43:505-515.

Zweifel, R.G. 1960. Results of the Puritan-American Museum of Natural History Expedition to Western Mexico. 9. Herpetology of the Tres Marias Islands. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.* 119:77-128.

Lista de participantes

Héctor Arias

María del Coro Arizmendi Arriaga
UNAM, ENEP Iztacala-UBIPRO
coro@servidor.unam.mx

Laura Arriaga Cabrera
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste
larriaga04@cibnor.mx

Thomas H. Atkinson

Patricia Balvanera Levy
Centro de Investigación en Ecosistemas
pbalvane@oikos.unam.mx

Horacio V. Bárcenas
Instituto de Ecología, Universidad Nacional
Autónoma de México
hbarcenas@miranda.ecologia.unam.mx

Adrián Beltrán Magallanes
Universidad Autónoma de Sinaloa
jabem@uas.uasnet.mx

Juan Bezaury Creel
World Wildlife Fund México
The Nature Conservancy México
jbezaury@aol.org

José Alberto Búrquez Montijo
Instituto de Ecología, Universidad Nacional
Autónoma de México
montijo@servidor.unam.mx

César Cantú
Facultad de Ciencias Forestales, UANL
ccantu@fcf.uanl.mx

María Antonieta Casariego-Madorell
madorell@prodigy.net.mx

Gerardo Ceballos González
Instituto de Ecología, Universidad Nacional
Autónoma de México
gceballo@miranda.ecologia.unam.mx

Topiltzin Contreras Mac Beath
Centro de Investigaciones Biológicas de la
Universidad Autónoma del Estado de Morelos

Alfredo D. Cuarón
Instituto de Ecología, Unidad Morelia
Michoacán, UNAM
cuaron@oikos.unam.mx

Ramiro Cruz Durán
Departamento de Biología Comparada,
Facultad de Ciencias, UNAM
rcd@hp.fciencias.unam.mx

Roberto De la Maza Elvira
Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas
emaza@conanp.gob.mx

Nelly Diego Pérez
Facultad de Ciencias. Universidad Nacional
Autónoma de México
ndp@hp.fciencias.unam.mx

Rodolfo Dirzo Minjarez
Stanford University, California
rdirzo@stanford.edu

Oscar Dorado Ramírez
Centro de Educación Ambiental e Investigación Sierra
de Huautla. Universidad Autónoma Estado de Morelos
odorado@uaem.mx

EDUARDO ESPINOSA MEDINILLA
Colegio de la Frontera Sur-Unidad San Cristóbal
emedinilla@sclc.ecosur.mx

ROSA MARÍA FONSECA JUÁREZ
Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México
rmfj@fciencias.unam.mx
tewamil@hotmail.com

ANDRÉS GARCÍA AGUAYO
Instituto de Biología, UNAM Estación Biológica de Chamela
chanoc@ibiologia.unam.mx

FELIPE GARCÍA-OLIVA
Centro de Investigación en Ecosistemas
fgarcia@oikos.unam.mx

MARCO A.GONZÁLEZ

ENRIQUE GONZÁLEZ SORIANO
Instituto de Biología, UNAM
esoriano@ibiologia.unam.mx

JOSÉ MARTÍN HARO RODRÍGUEZ
Instituto del Medio Ambiente y el Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora (IMADES)
m_haror@hotmail.com

RICHARD HUTTO
Universidad de Montana, Estados Unidos
hutto@mso.umt.edu
richard.hutto@umontana.edu

VÍCTOR JARAMILLO LUQUE
Centro de Investigación en Ecosistemas
luque@oikos.unam.mx

FERNANDO JARAMILLO MONROY
Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, UNAM (CRIM)
fjm5@hotmail.com

JAIME JIMÉNEZ RAMÍREZ
Departamento de Biología Comparada, Facultad de Ciencias, UNAM
jjr@fciencias.unam.mx, jjimenez_ramirez@yahoo.com

IVÁN LIRA TORRES
Zoológico de San Juan de Aragón
ilira_12@hotmail.com

EMILY J. LOTT
Plant Resources Center, University of Texas at Austin
ejlott@austin.rr.com

MANUEL MAASS MORENO
Centro de Investigación en Ecosistemas
maass@oikos.unam.mx

MARÍA DE LOURDES MARTÍNEZ ESTÉVEZ
Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México
mlmartinez@miranda.ecologia.unam.mx

MARTHA MARTÍNEZ GORDILLO
Departamento de Biología Comparada, Facultad de Ciencias, UNAM
mjmg@fciencias.unam.mx

ESTEBAN MARTÍNEZ SALAS
Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México
ems@ibiologia.unam.mx
e_martinez_s@yahoo.com.mx

ANGELINA MARTÍNEZ-YRÍZAR
Instituto de Ecología, Unidad Hermosillo Sonora. Universidad Autónoma de México
angelina@servidor.unam.mx

EDGARD MASON ROMO
Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México
masonromo@yahoo.co.uk

JORGE MEAVE DEL CASTILLO
Laboratorio de Ecología. Facultad de Ciencias, UNAM.
jamdc@hp.fciencias.unam.mx

OCTAVIO MONROY-VILCHIS
Universidad Autónoma del Estado de México
omv@uaemex.mx

LORENA MORALES PÉREZ
Laboratorio de Ecología funcional. Centro de Investigaciones en Ecosistemas, UNAM Campus Morelia
lmorales@oikos.unam.mx

EDUARDO J. NARANJO PIÑERA
Colegio de la Frontera Sur. San Cristobal, Chiapas
enaranjo@sclc.ecosur.mx

FELIPE ARTURO NOGUERA MARTÍNEZ
Instituto de Biología, UNAM Estación Biológica de Chamela
fnoguera@servidor.unam.mx
fnoguera@servidor.unam.mx

LETICIA OCHOA OCHOA
Departamento de Biología Comparada, Facultad de Ciencias, UNAM
ochoal@ciencias.unam.mx

JESÚS PACHECO RODRÍGUEZ
Instituto de Ecología de la Universidad Nacional Autónoma de México
jpacheco@miranda.ecologia.unam.mx

EDUARDO ALBERTO PÉREZ-GARCÍA
Laboratorio de Ecología. Facultad de Ciencias, UNAM.
eapg@hp.fciencias.unam.mx

MIGUEL ÁNGEL PÉREZ-FARRERA
Escuela de Biología, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas
perezfarreram@yahoo.com.mx
miguelangel@chiapas.net

LUCIO PÉREZ LOZADA
Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México
luciolozada@hotmail.com

MAURICIO QUESADA AVENDAÑO
Centro de Investigaciones en Ecosistemas (CIECO), Universidad Nacional Autónoma de México
mquesada@oikos.unam.mx

ROLANDO RAMÍREZ RODRÍGUEZ
Herbario HUMO, CEAMISH, Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
rolando@buzon.uaem.mx

ENRIQUE RAMÍREZ GARCÍA
Instituto de Biología, UNAM. Estación Biológica de Chamela
eramgar@servidor.unam.mx

ALICIA RODRÍGUEZ PALAFOX

MARIO RODRÍGUEZ
YAMEL RUBIO ROCHA
Universidad Autónoma de Sinaloa
yamel@uas.uasnet.mx

SILVIA SALAS-MORALES
Sociedad para el Estudio de los Recursos Bióticos de Oaxaca, A.C., Oaxaca.

IRMA SALAZAR CERDA
Universidad Autónoma del Estado de México
irma_salazar2303@yahoo.com.mx

César Sánchez Ibarra
Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas
csibarra@conanp.gob.mx

Ignacio Sánchez Vázquez
Facultad de Ingeniería Ambiental, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas
jnacho_sanchezv@hotmail.com

Eduardo Santana Castellón
Instituto Manantlán de Ecología y Conservación de la Biodiversidad-DERN
Centro Universitario de la Costa Sur
Universidad de Guadalajara
esantana@cucsur.udg.mx

José Carmen Soto Núñez
Colegio de Ciencias y Humanidades Oriente.
Universidad Nacional Autónoma de México.

Mario Sousa Sánchez
Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México
sousa@servidor.unam.mx

Leticia Torres-Colín
Herbario Nacional, Instituto de Biología, UNAM
lety@ibiologia.unam.mx

Rafael Torres-Colín
Herbario Nacional, Instituto de Biología, UNAM
colin@ibiologia.unam.mx

Rosa Irma Trejo Vázquez
Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México
itrejo@igg.unam.mx

Susana Valencia Ávalos
Departamento de Biología Comparada, Facultad de Ciencias, UNAM
sva@fciencias.unam.mx

David Valenzuela Galván
Centro de Educación Ambiental e Investigación Sierra de Huautla. Universidad Autónoma Estado de Morelos
dvalen@buzon.uaem.mx

Jorge Humberto Vega Rivera
Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México, Estación Biológica de Chamela
jhvega@ibiologia.unam.mx

Ernesto Velázquez Montes
Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México
vme@correo.unam.mx

Santiago Zaragoza Caballero
Instituto de Biología, UNAM
zaragoza@ibiologia.unam.mx

Heliot Zarza Villanueva
Instituto de Ecología de la Universidad Nacional Autónoma de México
hzarza@miranda.ecologia.unam.mx

La selva baja caducifolia es uno de los ecosistemas más extendidos en México. Se encuentra en la vertiente del Pacífico desde Sinaloa hasta Chiapas, y penetra al centro del país a través de la cuenca del Balsas conformando lgunos manchones en la vertiente del Golfo.

Pese a la gran diversidad de flora y fauna que alberga, es uno de los ecosistemas más amenazados debido a la destrucción del hábitat y los cambios de uso de suelo, así como uno de los menos representados en el sistema de áreas naturales protegidas del país.

Este libro es una recopilación de la información sobre las selvas secas del Pacífico mexicano enfocándose en aspectos como diversidad, estructura, función, usos y amenazas. Asimismo, describe una estrategia de conservación que incluye a 36 áreas que son prioritarias para el mantenimiento de esta selva a largo plazo.

Gobierno Federal
Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
CONABIO

EcoCiencia S.C.

WWF

TELMEX®

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas