

# LOS MAMÍFEROS DE LOS BOSQUES SECOS DE MESOAMÉRICA

David A. Prieto-Torres, Hannia Martínez Badillo y Pablo César Hernández-Romero\*

Laboratorio de Biodiversidad y Cambio Global (LABIOCG); Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Tlalnepantla de Baz, Estado de México, México. davidprietorres@gmail.com (DAP-T); hania\_mb@ciencias.unam.mx (HMB) y

pablohernandez@iztacala.unam.mx (PCH-R).

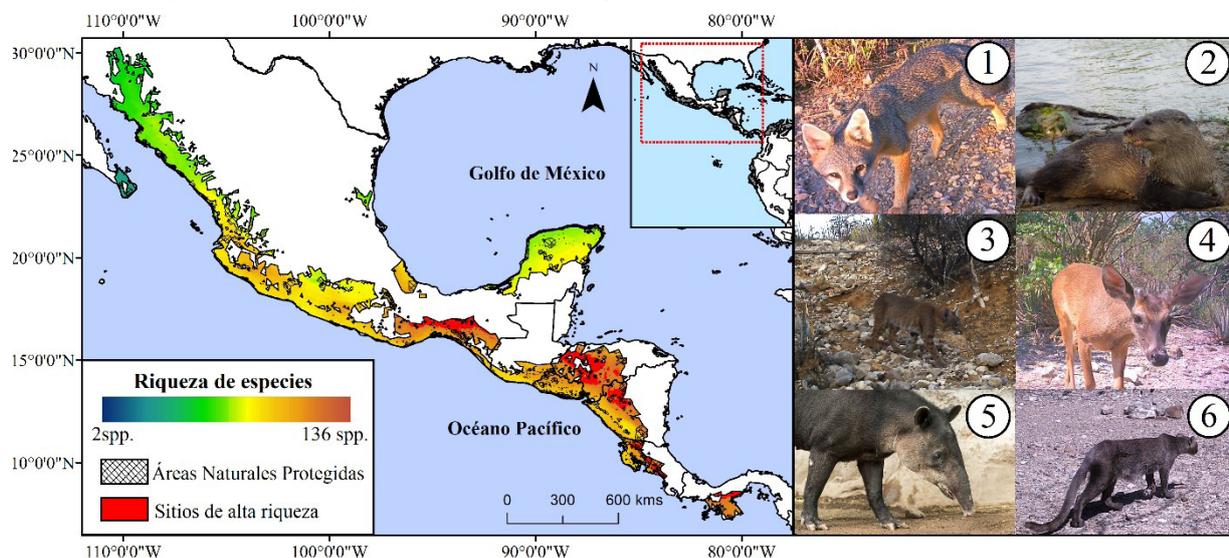
\*Autor de correspondencia

Aunque los bosques secos pudiesen parecer ambientes inhóspitos en determinados momentos del año, presentan una alta riqueza de especies. Tan sólo en Mesoamérica se han reportado más de 380 especies de mamíferos en este tipo de ecosistema, lo cual equivale a un 6% de toda la biodiversidad de mamíferos del mundo. No obstante, estos bosques y su biodiversidad se encuentran amenazados por la deforestación y el cambio climático global.

Los bosques tropicales secos (o selvas secas, como son conocidos en México) son ecosistemas sorprendentes y llenos de vida. Sus características más comunes son que tienen suelos ricos y fértiles, se distribuyen en zonas bajas (<2,000 msnm) y cálidas (temperatura promedio anual superior a los 25°C). La cantidad de lluvia que reciben al año varía entre 700 y 2,000 mm (milímetros caídos sobre 1m<sup>2</sup>) con ciclos de lluvias estacionales muy marcadas. Estos bosques están formados por árboles que pierden las hojas en los períodos de sequía, lo que hace que en determinadas épocas del año parezcan ambientes inhóspitos. No obstante, estos ecosistemas presentan una alta riqueza de especies, tanto de plantas como animales, y

brindan al ser humano importantes servicios ambientales como provisión de materia prima (ej., maderas y frutos), la regulación del clima, secuestro de carbono y la retención de nutrientes en los suelos. Lamentablemente, se encuentran considerados entre los bosques más amenazados en el mundo debido a la alta tasa de deforestación y fragmentación del hábitat a la que están expuestos por el desarrollo de actividades humanas como la agricultura, la ganadería, la explotación maderera e incluso la instalación de desarrollos turísticos. De hecho, se estima que más del 49% de los bosques secos originales han sido ya convertidos por la humanidad a otros usos de suelo.

En Mesoamérica los bosques secos se encuentran distribuidos desde el noroeste de México (al sur de Baja California y en el estado de Sonora) hasta Panamá. Contrario a lo que se pensó por mucho tiempo, estos bosques poseen una gran diversidad de especies e incluso taxones endémicos (es decir, especies únicas y geográficamente restringidas a una zona en particular). Por ejemplo, se sabe que hay más de 10 especies de mamíferos que habitan solamente en los bosques secos mesoamericanos. Aunque este número de especies endémicas es menor al reportado en otros ecosistemas, como los bosques mesófilos de montaña (con más de 85 especies endémicas conocidas), las características ambientales de los bosques secos generan una variedad de hábitats que permiten la existencia de una gran cantidad de especies y comunidades ecológicas (conjunto de especies que coexisten y se relacionan entre sí en un mismo hábitat) que son únicas entre las grandes regiones del continente. Por ello, ante las amenazas que les



Distribución geográfica de los bosques secos estacionales de Mesoamérica y sus patrones actuales de riqueza de especies de mamíferos terrestres. Imágenes de los mamíferos corresponden a especies carismáticas reportadas en este tipo de ecosistemas: 1) zorra gris (*Urocyon cinereargenteus*); 2) nutria neotropical (*Lontra longicaudis*); 3) lince (*Lynx rufus*); 4) venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*); 5) tapir centroamericano (*Tapirus bairdii*); y 6) yaguarundi (*Herpailurus yagouaroundi*). Fotografías: Hannia Martínez Badillo, Pablo C. Hernández-Romero y David A. Prieto-Torres (1-4 y 6); así como de Eric Kilby (5; tomada de [naturalist.org](https://www.naturalist.org) [CC BY-SA]).

acechan, la comunidad científica tiene un creciente interés en identificar y caracterizar, tanto a escalas globales como locales, las zonas de distribución (presencia) de las especies, así como los valores de riqueza y endemismo de los mamíferos que en ellos habitan.

Existen pocos estudios dedicados a caracterizar cuáles son las áreas geográficas de distribución de cada uno de los mamíferos presentes en estos bosques de Mesoamérica. La mayoría de los trabajos se han enfocado en aspectos de taxonomía (descripción) de especies y la caracterización (inventarios o listas) de las comunidades de localidades particulares. Una de las razones que ha dificultado el análisis de los aspectos de la ecología y la historia natural de los taxones presentes en estos bosques es que, a diferencia de otras especies, los mamíferos son animales que no son tan fáciles de observar pues suelen ser esquivos y la mayoría de ellos tienen hábitos nocturnos. De hecho, dada la falta de información sistematizada sobre su distribución geográfica, muchas veces no hay una certeza absoluta sobre las especies que pueden estar presentes localmente.

En la actualidad existen técnicas de muestreo, como son las cámaras de fototrampeo, que han ayudado en la detección de la presencia de mamíferos. Adicionalmente, existen bases de datos provenientes de las colecciones científicas que contienen valiosa información histórica de las especies, incluyendo la fecha determinada de los registros de presencia de los individuos, las coordenadas geográficas y altitud de las localidades. En particular, nuestro trabajo ha estado enfocado en compilar dicha información para identificar las localidades donde se han registrado cada una de las especies de mamíferos terrestres que habitan estos bosques. Utilizando estos datos junto con técnicas de modelación espacial (es decir, fórmulas matemáticas que relacionan la posición geográfica donde se observan los individuos y los climas que caracterizan a esas localidades de observación) se crearon mapas individuales que muestran las áreas de distribución geográfica de las especies. A partir de esta información además, identificamos en qué sitios hay una mayor y menor concentración de taxones, lo cual denominamos patrones de riqueza, para los bosques secos mesoamericanos.

Al menos fueron identificadas 381 especies de mamíferos (un 6% de toda la biodiversidad del mundo), las cuales se agrupan en 11 órdenes, 78 familias y 511 géneros. Este listado incluye importantes especies carismáticas como el jaguar (*Panthera onca*), el tapir centroamericano (*Tapirus bairdii*), la nutria neotropical (*Lontra longicaudis*), el lince (*Lynx rufus*), el yaguarundi (*Herpailurus yagouaroundi*), la zorra gris (*Urocyon cinereargenteus*) y los venados temazates (*Mazama temama* y *M. pandora*). Se reporta, además, una gran cantidad de especies de roedores ( $n = 149$ ), murciélagos ( $n = 139$ ), musarañas ( $n = 30$ ) y conejos ( $n = 10$ ). En términos de riqueza de especies, se pueden encontrar hasta 136 especies de mamíferos en una misma localidad. Las regiones del suroeste mexicano (estados de Oaxaca y Chiapas) y centro de Honduras, así como el noroeste de Nicaragua y Costa Rica, se caracterizan por ser los sitios con mayor concentración de especies. Además, se detectó que las áreas donde hay más especies son zonas de transición (ecotonos) entre ecosistemas vecinos, como por ejemplo entre los bosques secos y los tropicales de alta montaña.

En la actualidad más de 60 especies (16.2%) se encuentran en alguna categoría de riesgo de extinción según los criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés). Aunado a esto, es preocupante observar que la actual red de Áreas Naturales Protegidas existente en Mesoamérica tan sólo abarca cerca de un 14% de las áreas de estos bosques, y representan, en promedio, menos del 18% de las áreas de distribución para estas especies. Si bien las Áreas Naturales Protegidas de los bosques secos se caracterizan por albergar, en promedio, cerca de  $88 \pm 30$  especies de mamíferos por sitio, es importante señalar que cerca de 100 especies presentan importantes vacíos de conservación dado que sólo menos de un 10% de su distribución se encuentra dentro de algún grado de protección dentro de los bosques secos de Mesoamérica.

De hecho, se observa que varias regiones con una gran riqueza de mamíferos (incluyendo especies endémicas) no están consideradas dentro de alguna categoría de protección. En otras palabras, se está protegiendo poco y no de la manera más adecuada.

Por otro lado, la presencia de condiciones climáticas adversas tiene efectos directos e indirectos en la fisiología y comportamiento de los mamíferos, así como de la biota en general. En eventos extremos de lluvia o sequía las especies pueden gastar mucha energía para mantener su temperatura corporal o incluso modificar su alimentación al encontrar menos disponibilidad de alimento. Por ello, la distribución de las especies está viéndose afectada por el rápido e irregular incremento de temperatura global que se observa en la actualidad. Esto incluye tanto reducciones en las extensiones de sus áreas de distribución como de desplazamientos altitudinales. Esto significa que, a medida que el clima cambia los mamíferos que ahora habitan en un lugar tendrían que moverse (que no siempre es posible para todas las especies) a otros sitios para lograr sobrevivir, modificando así sus áreas de distribución e incrementando los riesgos de extinción para muchas especies. Por ello, estudiar los potenciales efectos del cambio climático en los patrones de distribución de las especies, sus interacciones ecológicas y de sus hábitats asociados, es un tema prioritario para la conservación, especialmente para la biota de este ecosistema altamente amenazado.

En nuestras investigaciones hemos logrado crear modelos de distribución geográfica de estas >300 especies de mamíferos bajo escenarios climáticos para los años 2040 y 2070, encontrando que el cambio climático global podría reducir (en promedio más del 40%) las áreas de distribución de casi el 45% (170 especies) de estos mamíferos en el futuro. Estos impactos negativos pueden ocurrir tanto en especies consideradas en la actualidad como en peligro de extinción como en aquellas de preocupación menor. Estos cambios se relacionan a un aumento mayor a 1.6°C de la temperatura promedio anual y a la reducción de la precipitación anual (en promedio 40 mm menos de lluvia), es decir, se estima un futuro más caliente y seco en los bosques.

Las especies restringidas podrían ser mucho más susceptibles a estos impactos, como son los casos del murciélago frutero hondureño (*Artibeus inopinatus*), el murciélago mastín de Yucatán (*Molossus alvarezii*, endémico de México), el ratón de campo (*Xenomys nelsoni*, endémico de México) y el ratón de orejas pelonas (*Peromyscus gymnotis*). De hecho, en casos particulares como la musaraña adornada (*Sorex ornatus*) y el tapir centroamericano (*Tapirus bairdii*), las poblaciones podrían terminar extintas localmente de este tipo de ecosistema en el futuro, dada la falta de condiciones climáticas idóneas para su sobrevivencia. Por otro lado, las especies que no tienen afinidad específica por los bosques secos, como el yaguarundi o el coyote (*Canis latrans*), podrían no verse impactadas negativamente por las nuevas condiciones climáticas.

Además, una de las consecuencias más importantes de estas modificaciones en la distribución de las especies es que, probablemente, se reduzca el número de especies (en promedio >33%) que viven en estos bosques, es decir, en el futuro podría perderse una de cada tres especies. Ante estos escenarios se podrían conformar nuevas comunidades con consecuencias biológicas importantes como, por ejemplo, el que especies que actualmente no viven juntas compitan en un futuro por los mismos recursos (alimenticios, de refugios, entre otros) y, por otro lado, que organismos que hoy mantienen interacciones importantes (como la polinización) no coincidan ni en tiempo y/o espacio, lo cual puede provocar un efecto de degradación en los servicios y funciones de este ecosistema. Es por ello, que la implementación de programas de monitoreo es fundamental para evaluar cómo las comunidades biológicas responden a estos cambios ambientales, especialmente considerando que no todas las especies tendrán las mismas capacidades de responder en poco tiempo, ya sea adaptándose y/o desplazándose a nuevos sitios, a estas alteraciones del ambiente.

El actual sistema de Áreas Naturales Protegidas en Mesoamérica podría no estar exento de estos impactos en el futuro, pues los modelos sugieren que también sufrirían reducciones (en promedio mayores al 35%) de las áreas que hoy albergan para las especies dentro de los bosques secos. Interesantemente, de las áreas de alta concentración de especies y resiliencia climática (capacidad de los sistemas de hacer frente a esta perturbación del clima) identificadas, sólo un 22.54% se encuentran bajo alguna categoría de protección oficial. Todo esto apunta a un futuro bastante sombrío y delicado para los mamíferos del bosque seco mesoamericano. Esta situación no es trivial, por ello es importante considerar a estas áreas como prioritarias para la conservación. Estas zonas prioritarias podrían conformar incluso potenciales corredores biológicos entre Áreas Naturales Protegidas existentes, estando principalmente localizadas en: I) entre los límites de Nayarit-Jalisco y el centro norte de Guerrero; II) desde el sureste de Oaxaca hasta los puntos fronterizos de Honduras, El Salvador y Guatemala; y III) entre el norte de Costa Rica y el suroeste de Nicaragua. Es necesario destinar más recursos y esfuerzos para el mantenimiento y preservación de estas áreas. Esto es un paso crítico de acción para salvaguardar esta particular riqueza de especies, reducir los grados de vulnerabilidad de los bosques secos y asegurar el funcionamiento de este ecosistema, tanto de México como del resto de Mesoamérica.

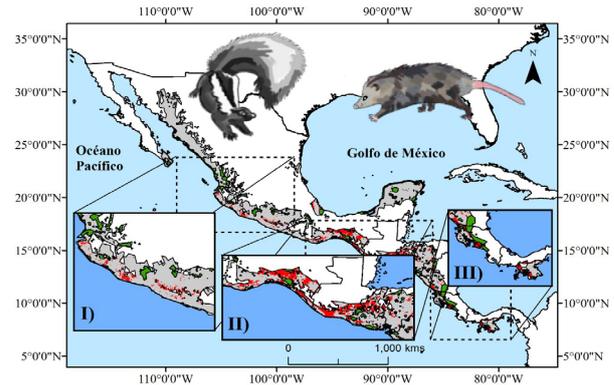
Es fundamental promover nuevas estrategias y acciones de protección tanto a nivel local como nacional e internacional. Los resultados presentados en esta nota son un primer paso para alcanzar esta meta, pues permiten identificar vacíos de información y zonas importantes a conservar, así como plantear preguntas pertinentes de investigación a futuro. No obstante, debemos entender que, para alcanzar una verdadera y efectiva conservación de la biodiversidad, se necesita más que sólo proteger territorios, especialmente tomando en cuenta el acelerado avance y expansión de la frontera agrícola, así como de otros tipos de degradación ambiental (ej. contaminación, deforestación, cacería ilegal), que actualmente amenazan a los bosques secos mesoamericanos.

Además, es igual de importante fomentar la educación ambiental y la participación de la ciudadanía, tanto en los proyectos de investigación como en las actividades de manejo, pues esto contribuye a fortalecer el sentido de pertenencia no sólo del territorio sino también el cuidado y adecuado manejo de las especies silvestres. Para ello, es necesario continuar fortaleciendo los vínculos de trabajo entre académicos, instituciones gubernamentales y no gubernamentales (ONG), así como la sociedad civil en general; pero al mismo tiempo se deben incrementar los financiamientos a la investigación de este tipo. Esto contribuye al conocimiento de nuestra biodiversidad y ayuda a planear su conservación a corto, mediano y largo plazo. La verdad es que aún queda mucho trabajo por hacer, pero sin duda, juntos haremos más.

El estudio y conservación de los mamíferos del bosque seco es fundamental para el funcionamiento de estos ecosistemas tan importantes para el bienestar del ser humano. Por ello, es importante establecer programas de monitoreo, manejo y conservación en los sitios prioritarios y con mayor número de especies de mamíferos identificados en nuestros estudios. Esto es un paso esencial considerando que el cambio climático es también una importante amenaza para estas especies de mamíferos.

#### AGRADECIMIENTOS

Al Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica de la Universidad Nacional Autónoma de México (PAPIIT-DGAPA-UNAM proyecto IA202822) y al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT, proyecto CF-2023-I-1078) por el apoyo económico recibido para la realización de estas investigaciones, así como al programa de "Estancias Posdoctorales por México, Modalidad 3 y 4" del CONAHCYT por la beca académica otorgada a Pablo Hernández Romero para su estancia en la Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Así mismo, gracias a Sebastián Hernández De La Fuente y Daniela Remolina-Figueroa quienes colaboraron con la realización de los análisis de modelación de las especies incluidas en el estudio, así como a Jimena Cruz-Cruz por su ayuda en las ilustraciones de las especies.



Mapa mostrando la distribución geográfica del sistema actual de Áreas Naturales Protegidas de Mesoamérica (color verde), los sitios de alta concentración de especies y resiliencia climática (color rojo) identificados para los mamíferos terrestres de los bosques secos de Mesoamérica bajo escenarios de cambio climático global futuro. Los números en la figura corresponden a los potenciales corredores biológicos identificados entre Áreas Naturales Protegidas: I) entre los límites de Nayarit-Jalisco y el centro norte de Guerrero; II) desde el sureste de Oaxaca hasta los puntos fronterizos de Honduras, El Salvador y Guatemala; y III) entre el norte de Costa Rica y el suroeste de Nicaragua. Imágenes corresponden a las especies del zorrillo listado sureño (*Mephitis macroura*) y el tlacuache norteño (*Didelphis virginiana*). Ilustración: Jimena Cruz-Cruz.

#### LITERATURA CONSULTADA

- Allen, K., *et al.* 2017. Will seasonally dry tropical forests be sensitive or resistant to future changes in rainfall regimes? *Environmental Research Letters* 12:023001.
- Ceballos, G., y P. R. Ehrlich. 2018. The misunderstood sixth mass extinction. *Science* 360:1080-1081.
- González-Ruiz, N., J. Ramírez-Pulido, y M. Gual. 2014. Mamíferos del Bosque Mesófilo de Montaña en México. Pp. 305-326 in *Bosques Mesófilos de Montaña de México: Diversidad, Ecología y Manejo* (Gual Díaz, M., y A. Rendon-Correa, eds.). CONABIO, Distrito Federal, México.
- Karmalkar, A. V., R. S. Bradley, y H. F. Diaz. 2011. Climate change in Central America and Mexico: regional climate model validation and climate change projections. *Climate Dynamics* 37:605-629.
- Mason-Romo, E. D., *et al.* 2018. Long-term population dynamics of small mammals in tropical dry forests, effects of unusual climate events, and implications for management and conservation. *Forest Ecology and Management* 426:123-133.
- Prieto-Torres, D. A., A. G. Navarro-Sigüenza, D. Santiago-Alarcon, y O. R. Rojas-Soto. 2016. Response of the endangered tropical dry forests to climate change and the role of Mexican Protected Areas for their conservation. *Global Change Biology* 22:364-379.
- Prieto-Torres, D. A., J. Nori, O. R. Rojas-Soto, y A. G. Navarro-Sigüenza. 2021. Challenges and opportunities in planning for the conservation of Neotropical seasonally dry forests into the future. *Biological Conservation* 257:109083.
- Stoner, K. E., y R. M. Timm. 2011. Seasonally Dry Tropical Forest Mammals: Adaptations and Seasonal Patterns. Pp 85-106 in *Seasonally Dry Tropical Forests* (Dirzo, R., H. S. Young, H. A. Mooney, y G. Ceballos, eds.). Island Press. Washington DC, EE.UU.

Sometido: 06/oct/2023.

Revisado: 04/nov/2023.

Aceptado: 11/nov/2023.

Publicado: 14/nov/2023.

Editor asociado: Dra. Mariana Munguía Carrara.