

*RIQUEZAS NATURALES  
DE MÉXICO  
servicios ambientales  
y conservación*

GERARDO CEBALLOS  
Rodolfo Dirzo · Paul R. Ehrlich  
Eduardo Ponce · Rodrigo Sierra



## Protección y conservación del medio ambiente

**F**undación Carlos Slim y TELMEX apoyan una amplia estrategia de conservación de la biodiversidad y el desarrollo sustentable de México. Para ello han establecido alianzas estratégicas con la World Wildlife Fund (WWF), la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat), el Centro Mario Molina, la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio) y la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp), entre otras igualmente relevantes.

Destaca en este programa el trabajo que se realiza con la WWF en 6 regiones del país (Golfo de California, Desierto Chihuahuense, Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca, Oaxaca, Chiapas y Sistema Arrecifal Mesoamericano), en las que se agrupan 18 áreas prioritarias.

Asimismo, Fundación Carlos Slim y TELMEX se sumaron desde el año 2005 al esfuerzo para apoyar la estrategia nacional de conservación del jaguar y reducir el impacto de las actividades que lo amenazan, a partir de políticas compatibles con el desarrollo sustentable de cada región. A la fecha han realizado ocho simposios nacionales y uno internacional en los que se ha analizado la problemática del jaguar y se han propuesto soluciones y acciones para su conservación.

Por otra parte, han publicado diez libros que difunden temas sobre la diversidad biológica de México, América y el mundo, su riqueza natural, importancia, las amenazas que enfrenta y las posibilidades para su conservación a largo plazo.

- Tomo I.** Tierra mexicana: selvas, desiertos y mares (2007)
- Tomo II.** Naturaleza mexicana: legado de conservación (2008)
- Tomo III.** Fauna mexicana: esplendor de la naturaleza (2009)
- Tomo IV.** Los felinos de América: cazadores sorprendentes (2010)
- Tomo V.** Animales amenazados de América: el reto de su sobrevivencia (2011)
- Tomo VI.** Animales de América: migraciones y grandes concentraciones (2012)
- Tomo VII.** Mamíferos del Mundo: regiones biogeográficas (2013)
- Tomo VIII.** Áreas naturales de México: legado de conservación (2014)
- Tomo IX.** Los mares de México y del Mundo (2015)
- Tomo X.** Riquezas naturales de México: servicios ambientales y conservación (2016)

**Fundación Carlos Slim y TELMEX** ratifican su compromiso con el entorno natural y el medio ambiente.

FUNDACIÓN  
*Carlos Slim*

  
**TELMEX**<sup>®</sup>  
está contigo

*RIQUEZAS NATURALES DE MÉXICO*  
*servicios ambientales y conservación*



A flock of birds is captured in flight against a vast, golden sunset sky. The birds are arranged in a loose V-formation, their white bodies and wings silhouetted against the warm, glowing light. The sun is partially visible on the right side of the frame, creating a soft, diffused glow. The overall mood is serene and hopeful.

*La naturaleza sólo será salvada  
si le mostramos un poco de amor.  
También eso es parte del alma humana.*

ANTES QUE LA NATURALEZA MUERA  
JEAN DORST









*RIQUEZAS NATURALES DE MÉXICO*  
*servicios ambientales y conservación*

GERARDO CEBALLOS  
RODOLFO DIRZO • PAUL R. EHRLICH  
EDUARDO PONCE • RODRIGO SIERRA









## CONTENIDO

|              |         |   |  |                           |                         |                        |                                   |                       |         |          |                               |                      |
|--------------|---------|---|--|---------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------------------------|-----------------------|---------|----------|-------------------------------|----------------------|
| Presentación | Prólogo | La SEDENA en la protección del medio ambiente | Diversidad biológica y servicios ambientales |                           | Amenazas antropogénicas |                        | Logros y retos de la conservación |                       | Epílogo | Apéndice | Nombres comunes y científicos | Bibliografía selecta |
| 23           | 25      | 29  | 35   | 50                        | 169                     | 184                    | 229                               | 244                   | 286     | 289      | 301                           | 301                  |
|              |         |   |  | <i>México megadiverso</i> |                         | <i>La conservación</i> |                                   | <i>Los beneficios</i> |         |          |                               |                      |

# PRESENTACIÓN

**M**éxico es uno de los países más ricos en formas de vida a nivel global lo cual, además de ser un gran motivo de orgullo, representa una enorme responsabilidad. El mantenimiento de la salud de los ecosistemas y su biodiversidad es necesario; debemos trabajar para permitir que estas formas de vida que han evolucionado por millones de años junto a nosotros continúen su travesía en este planeta, pues son parte de un conjunto que hace posible el correcto funcionamiento de los ecosistemas. Éstos nos proveen de todos los bienes y servicios necesarios para nuestra subsistencia, desde el aire que respiramos, hasta las materias primas necesarias para la fabricación de utensilios y ropas, e incluso el petróleo que en un pasado lejano fue plantas y animales que hoy consumimos como combustible.

Actualmente atravesamos por una de las mayores crisis globales de devastación del planeta, la cual aún estamos a tiempo de revertir.

El presente año marca el 23 aniversario de la implementación de la Convención de la Diversidad Biológica, firmada en 1992 dentro del marco de la Cumbre por la Tierra en Río de Janeiro, la cual reconoce que la conservación de la diversidad biológica es una “preocupación común de la humanidad” y tiene como principal objetivo promover las medidas necesarias para un futuro sostenible. México es uno de los países miembros, realizando importantes esfuerzos para alcanzar este importante objetivo. Áreas naturales protegidas, la lista de especies bajo protección y las Unidades de Manejo Ambiental, son los ejes más importantes para lograrlo. Este 2016 celebraremos en nuestro país la décimo tercera Conferencia de las Partes (COP-13), en donde se revisarán los avances en los compromisos adquiridos previamente y se propondrán nuevas acciones a nivel local y global.

Por lo anterior, este libro tiene como objetivo difundir la belleza de las riquezas naturales de México, así como la imperativa necesidad de su conservación. Es el décimo tomo de un sólido programa editorial de Teléfonos de México, que se ha convertido en un referente en materia de difusión de la naturaleza y la diversidad biológica del país. Este programa se suma a las actividades que Fundación Carlos Slim desarrolla para el cuidado y conservación del medio ambiente como, por ejemplo, la alianza estratégica firmada con el Fondo Mundial para la Naturaleza (wwf) desde 2003, que abarca seis regiones prioritarias del territorio nacional, el Arrecife Mesoamericano Mexicano, el Desierto Chihuahuense, el Golfo de California, la Mariposa Monarca, Oaxaca y Chiapas, así como el cambio climático y la conservación del Jaguar Mexicano, a través de 95 proyectos.

Entre estas actividades destaca la importante colaboración de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y de la Secretaría de la Defensa Nacional, que realiza importantes acciones para la conservación del medio ambiente como la producción de árboles y reforestación, tratamiento de aguas residuales, generación de composta y combate a incendios forestales. Es importante destacar la reciente creación de la Gendarmería Ambiental por parte del gobierno federal, que se une a la tarea de protección de las áreas naturales del país.

Con estas acciones Fundación Carlos Slim y Telmex ratifican su compromiso con la construcción de un mejor futuro para todos los mexicanos.

HÉCTOR SLIM SEADE  
*Director General*  
Telmex





## PRÓLOGO

# SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



**N**uestro país es reconocido mundialmente por albergar un capital natural excepcional, es uno de los cinco países con mayor diversidad biológica y el segundo país con mayor variedad de ecosistemas. Destacable es que con apenas un territorio aproximado a 1% de la superficie terrestre, tiene el privilegio de concentrar más de 10% del total de especies conocidas en la actualidad.

México es considerado un país magadiverso junto con Colombia, Ecuador, Perú, Brasil, Congo, Madagascar, China, India, Malasia, Indonesia y Australia. Ocupamos el segundo lugar en riqueza de reptiles, el tercero en mamíferos y el quinto en plantas vasculares y anfibios.

Aunado a lo anterior, buena parte de esa biodiversidad se distribuye únicamente en territorio mexicano, es decir, es endémica de nuestro país. Esto es resultado de la diversidad de microclimas y los patrones de distribución geográfica de las especies, de modo que cerca de 31% de los mamíferos y poco más de 55% de las especies de coníferas, por ejemplo, se encuentran únicamente en México.

Gracias a toda esa riqueza natural gozamos de diversos bienes y servicios ambientales, entre ellos están la purificación del aire y agua, la mitigación de inundaciones, la generación y conservación de los suelos, la polinización de los cultivos, la dispersión de semillas, el reciclaje y movimiento de nutrientes, la protección de las costas ante la erosión del oleaje y la estabilización parcial del clima.



Mantener la diversidad de esta amplia variedad de ecosistemas, la riqueza biológica y cultural de nuestro país, al igual que los bienes y servicios ecosistémicos que generan es de vital importancia para el desarrollo de México y el bienestar de los mexicanos, siendo una de las tareas de más alta prioridad en la política ambiental del Gobierno del Presidente Enrique Peña Nieto.

Con la aprobación del Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020 y las Metas de Aichi, México asumió el compromiso ante la comunidad internacional de aumentar para el año 2020 la superficie protegida del país en al menos 17% de las zonas terrestres y de aguas continentales, y 10% de las zonas marinas y costeras. Queda claro el compromiso de la Presente Administración para alcanzar esta meta antes del año 2018.

Sin embargo, las tareas de conservación de los ecosistemas y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales requieren del esfuerzo conjunto de los tres órdenes de gobierno, de las organizaciones de la sociedad civil, de las instituciones académicas, de las empresas y en particular de las comunidades que habitan en las áreas naturales y sus zonas de influencia.

En este año México se prepara para albergar la 13ª Conferencia de las Partes del Convenio sobre la Diversidad Biológica a celebrarse en diciembre de 2016, la cual tomará como tema central la integración de la conservación y el uso sustentable de la biodiversidad. La integración de la biodiversidad se define como el proceso de internalización de la conservación y uso sustentable de la biodiversidad en los planes, programas y políticas sectoriales e intersectoriales. Esto implica que la biodiversidad sea parte integral del funcionamiento de los sectores para que los ecosistemas sean sanos y resilientes a fin de asegurar que suministren servicios esenciales y aseguren la variedad de vida en el planeta.

Es decir, la diversidad biológica se valora, conserva, restaura y utiliza de forma racional, contribuyendo al bienestar humano y disminución de la pobreza. Globalmente, la integración de la biodiversidad contribuirá al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible y la Agenda 2030 de las Naciones Unidas.

Nos congratulamos con la aparición de la obra *Riquezas Naturales de México: servicios ambientales y conservación*, que forma parte de la serie de libros de Telmex en temas ambientales, magnífico esfuerzo que contribuye a conocer y divulgar el valor de las principales riquezas naturales de nuestro país, con un enfoque adecuado en miras a la Conferencia de las Partes COP 13.

Estoy seguro que en sus 300 páginas y magníficas fotografías, los lectores encontrarán nuevas motivaciones para sumarse a las tareas de conservación de las riquezas naturales de México.

RAFAEL PACCHIANO ALAMÁN  
*Secretario de Medio Ambiente  
y Recursos Naturales*

## LA SECRETARÍA DE LA DEFENSA NACIONAL EN LA PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE



La Secretaría de la Defensa Nacional participa en forma coordinada con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y la Comisión Nacional Forestal en la conservación y mejoramiento del medio ambiente, principalmente mediante la producción de árboles y reforestación de áreas afectadas por la extracción inmoderada de madera, plagas, enfermedades, incendios forestales y el incremento demográfico de la población. En particular, el crecimiento poblacional demanda la apertura de espacios habitacionales y de industrias, afectando la flora y la fauna del territorio mexicano.

Para recuperar la riqueza forestal de México, en 1992 se puso en marcha el Programa Nacional de Reforestación, diseñado con carácter permanente, con un sentido fundamentalmente social en virtud de la importancia de la participación de la población. Su objetivo es el desarrollo sustentable en bosques y selvas para generar empleo y crear un patrimonio cuyo aprovechamiento beneficie a la población mexicana y a la humanidad en su conjunto. La Secretaría de la Defensa Nacional ha participado en este Programa de forma significativa para obtener resultados positivos junto con las dependencias que en su momento han tenido a su cargo la atención del sector forestal.

Dentro de las estrategias de la Conafor para la atención del sector forestal destaca el trabajo coordinado entre dependencias que se relacionan con el desarrollo rural con la finalidad de alinear programas, sumar recursos y capitalizar sinergias positivas para el aprovechamiento, conservación y restauración de los recursos forestales.

*Como parte de la promoción de valores y cuidado del medio ambiente la Secretaría de la Defensa Nacional realiza actividades de plantación de árboles en escuelas.*



ARRIBA Con las plantas de tratamiento de aguas residuales en los campos militares, la recarga de los mantos acuíferos y el ahorro de agua potable la Sedena contribuye a la conservación del medio ambiente, al equilibrio ecológico y a la salud pública.



ABAJO La Secretaría de la Defensa Nacional, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y la Comisión Nacional Forestal tienen como meta sexenal la producción de 360 millones de árboles y de la reforestación de 6 millones de árboles al interior de los campos militares.

Al inicio de la presente administración se firmaron las bases de colaboración entre la Secretaría de la Defensa Nacional, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y la Comisión Nacional Forestal, para programar las actividades del Programa Nacional Forestal "PRNAFOR", el cual cuenta con 25 viveros forestales militares. La meta sexenal es alcanzar una producción de 360 000 000 árboles y de reforestación de 6 millones de árboles a plantar principalmente en áreas naturales protegidas, parques nacionales y predios militares. Aunado a esto, se convino la producción de árboles de especies frutales y ornamentales coadyuvando con esto, por instrucciones de la presidencia de la República, a las acciones de la Cruzada Nacional Contra el Hambre.

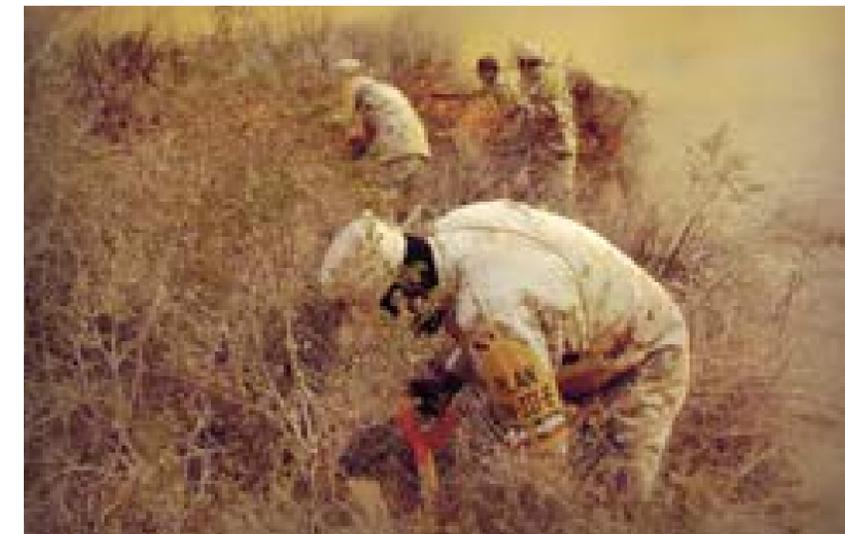
Con el objeto de dar cumplimiento a la normatividad aplicable y vigente referente a los límites máximos permisibles para descargas de agua a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal y para su reutilización en servicios al público, la Secretaría de la Defensa Nacional cuenta con 207 plantas tratadoras de aguas residuales ubicadas en los campos militares y en las Unidades Habitacionales Militares. Estas plantas procesan aproximadamente 16 millones de metros cúbicos de agua al año, misma que en su mayoría es aprovechada para el riego de áreas verdes.

A fin de dar un empleo a los residuos orgánicos que se generan en los campos militares, se encuentran en funcionamiento 55 plantas de composta, las cuales procesan dichos materiales para la generación de abono orgánico que es utilizado en las propias instalaciones para devolver nutrientes a la tierra, con-

trolar la erosión y evitar el desgaste del suelo causado por la lluvia, retener la humedad y como antibiótico en contra de microorganismos.

Durante los meses de estiaje de cada año se presentan incendios forestales en diversas partes del territorio nacional que ponen en riesgo la vida de los habitantes y la preservación de la biodiversidad. Por lo anterior, la Secretaría de la Defensa Nacional trabaja cercanamente con la Comisión Nacional Forestal en la mitigación de estos fenómenos. En los últimos tres años han ocurrido gran cantidad de incendios forestales que afectaron principalmente los estados de Chiapas, Yucatán, Coahuila y Estado de México, habiéndose apoyado a las brigadas contra incendios con tropas y helicópteros equipados con helibalde que permite realizar descargas de agua en los puntos de difícil acceso.

La conservación y manejo sustentable de los bosques es prioritario y estratégico para contribuir a la calidad de vida de los mexicanos. Estos ecosistemas son generadores de servicios ambientales y sustento de una vasta población, son la base para el mantenimiento de la biodiversidad y recientemente han sido valorados como un componente significativo en las acciones de adaptación y mitigación de los efectos del cambio climático. Por ello, la Secretaría de la Defensa Nacional cumple con lo establecido en el artículo 4o. Constitucional, que señala que toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar, el Estado garantizará el respeto a este derecho, reafirmando su firme compromiso de participar en este tipo de actividades para beneficio del pueblo de México.



ARRIBA Para el combate de incendios forestales se utilizan helicópteros de la FAM equipados con helibalde, contribuyendo con esto al esfuerzo del Ejecutivo Federal en la realización de acciones en beneficio de la población.

ABAJO La Sedena emplea los recursos humanos y materiales disponibles para combatir los incendios forestales.





GERARDO CEBALLOS Y PAUL R. EHRLICH

## *DIVERSIDAD BIOLÓGICA Y SERVICIOS AMBIENTALES*

La diversidad biológica es, en su definición más simple, el conjunto de plantas, animales y microorganismos de una región o del planeta. La diversidad de la vida es verdaderamente asombrosa, pues las formas, tamaños, colores y hábitos de los seres vivos rebasan la imaginación. Existen desde organismos de una célula hasta las gigantescas ballenas azules, que son los animales más grandes que jamás han existido en nuestro planeta. Hay bacterias cuya existencia abarca pocos minutos; en contraste, algunos árboles viven miles de años. Por increíble que parezca, y a pesar de los enormes avances científicos y tecnológicos actuales, aún se desconoce el número de especies vivientes que existen en la Tierra. Se ha calculado que puede oscilar entre 15 y 100 millones. Pero desafortunadamente un intervalo tan amplio resulta poco útil para abordar algunos de los problemas de conservación más apremiantes.

Sólo alrededor de 2 millones de especies de plantas, animales y microorganismos han sido descritas científicamente. No debería ser sorpresa, por lo tanto, que cada año se añadan a los listados unas 18 mil especies recién descubiertas. A ese ritmo tomaría más de mil años describirlas a todas. Y a pesar de que es evidente que la mayoría de las especies que habitan con nosotros en el planeta son desconocidas, sorprende incluso la magnitud de los descubrimientos en grupos de animales conspicuos y supuestamente bien conocidos. Por ejemplo, en el año 2009 reportamos que 10% de los mamíferos, animales carismáticos con los

que tenemos una estrecha relación evolutiva, fueron descritos entre los años 1993 y 2006. En un análisis similar en años más recientes encontramos que 9% de las especies de mamíferos conocidas fueron descritas entre el año 2000 y el año 2016.

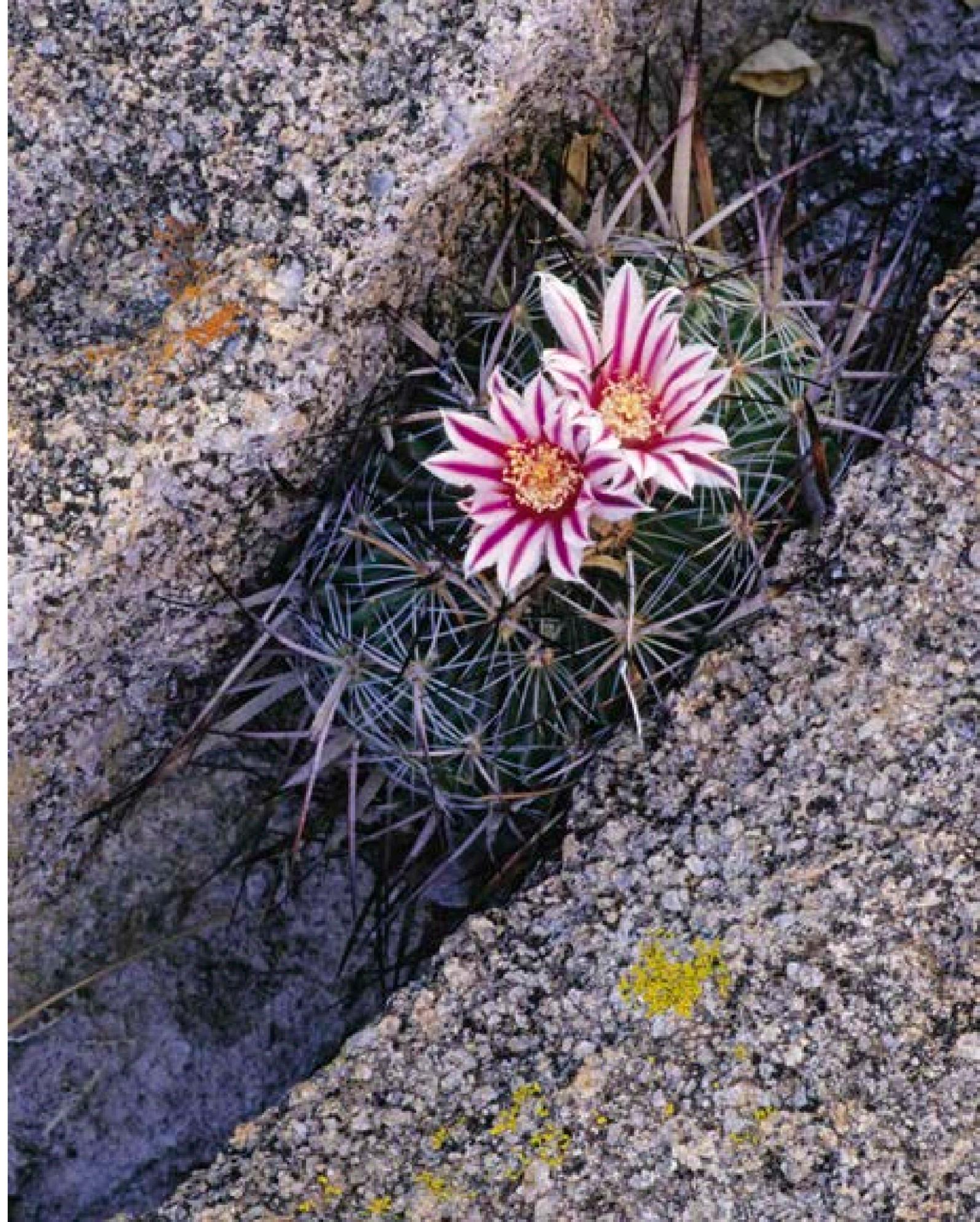
También nos sorprenden la rareza, la belleza y las características peculiares de muchas de las especies descubiertas cada año. Algunas de las que más han llamado nuestra atención son el venado enano de Burma, el más pequeño del mundo con sólo 8 kilos de peso; una rana de la isla de Sulawesi en Asia que a diferencia de todas las otras especies de ranas da a luz a renacuajos; un delfín rosado de Brasil y una ballena del océano Pacífico. Entre las numerosas especies descubiertas en los últimos años en México se encuentran dos magnolias reconocidas como especies nuevas a partir de fotografías, una serpiente torito de Veracruz y un pez bagre del río Usumacinta en Chiapas.

### *Países megadiversos*

La distribución de las plantas y animales silvestres en el planeta es heterogénea y es el resultado de la compleja interacción de factores como la historia evolutiva, geología, suelo, clima, altitud y latitud. Los diferentes patrones de distribución de plantas y animales, reconocidos desde hace siglos, fueron fundamentales para generar la teoría de la evolución biológica basada en la selección natural de Charles Darwin y Alfred R. Wallace a mediados del siglo XIX. Desde esos tiempos se reconocen 8 regiones biogeográficas en el planeta, que están caracterizadas por una fauna y flora peculiares, producto de su ubicación geográfica y de su historia geológica y evolutiva. Las regiones biogeográficas son la Neártica (Norteamérica hasta el centro de México), Neotropical (sur de México hasta Sudamérica), Paleártica (Europa, Asia y el norte de África), Oriental (Asia al sur de los Himalayas), Etiópica (África al sur del Sahara), Australiana (Australia y Nueva Guinea), Oceánica (islas oceánidas) y Antártica. En este escenario, México destaca por ser el único país del mundo en donde se unen dos regiones biogeográficas: la Neártica y la Neotropical. Por ello su fauna y su flora son una afortunada mezcla de especies de afinidad templada y tropical.

En 1998 la organización Conservación Internacional identificó a los 12 países que concentran entre 60 y 70% de toda la diversidad biológica conocida, en 20% de toda la superficie continental del planeta. La excepcional riqueza biológica de esos países, producto de miles de millones de años de evolución, es un tesoro de la humanidad. México, con 28 mil especies de vertebrados y plantas, se encuentra en el quinto lugar entre los países megadiversos, como se les denominó. Incluyen también a Brasil, Perú, Colombia, Indonesia y China; es de destacar que, dentro de estos países, México es el de menor extensión territorial.

*Las cactáceas, símbolo de la diversidad mexicana, nos muestran las extraordinarias adaptaciones de la vida para florecer en los lugares más áridos e inhóspitos del país.*



## *México megadiverso*

Para entender la magnitud de la diversidad biológica de México es fundamental entender que es mucho mayor que la que se esperaría por el tamaño de su territorio. México mantiene alrededor de 10% de todas las plantas y animales del planeta, pero su territorio sólo equivale a 1% de las tierras emergidas de la Tierra. En el país se encuentran prácticamente todos los climas, con excepción del polar. Los climas, la ubicación geográfica —entre las zonas templadas y tropicales—, la topografía y la historia geológica, principalmente, han generado las condiciones para que se desarrollen variados ecosistemas como matorrales áridos, pastizales, bosques de pinos, encinos y oyamel, selvas estacionales, selvas siempre verdes y manglares. Sus litorales, que se extienden por más de 11 mil kilómetros, albergan numerosos ecosistemas marinos en aguas someras y profundas, incluyendo ventanas hidrotermales, que son surgencias de agua hirviendo en lugares con actividad volcánica o donde colisionan placas tectónicas, en las profundidades del Pacífico. Hay extensos campos de pastos marinos en las costas de Campeche e infinidad de lagunas costeras y estuarios, algunas de enorme extensión como la Laguna de Términos en Campeche y la Laguna Madre en Tamaulipas. En las costas del Caribe mexicano se encuentra la segunda barrera arrecifal del planeta, conocida como el Sistema Arrecifal Mesoamericano, que se extiende a lo largo de 1 000 kilómetros a lo largo de toda la costa de Quintana Roo hasta Honduras. Los litorales de México son bañados por los océanos Pacífico y Atlántico, el mar Caribe y el mar de Cortés. Existen cientos de islas e islotes, como la de Guadalupe y Cedros en las costas de Baja California, las islas del Golfo de California, los archipiélagos de Revillagigedo y Marías en las costas de Nayarit y Colima, y la isla de Cozumel en Quintana Roo. En el territorio continental los ecosistemas acuáticos incluyen ríos majestuosos como el Usumacinta y Grijalva, lagos como el de Chapala, que es el tercero más grande de Norteamérica, y ciénegas como las del río Lerma en el Estado de México.

Este es el escenario geográfico y biológico que cobija a la diversidad biológica del país. La evaluación más reciente, llevada a cabo por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio) reveló que en México se han registrado alrededor de ¡100 000 especies de animales, plantas, hongos y microorganismos! Hay cerca de 26 000 especies de plantas y hongos, incluyendo a la mayor diversidad de pinos, encinos, agaves y cactus del planeta. Existen 33 000 especies de artrópodos como escarabajos y arañas. Los 5 800 vertebrados incluyen 2 833 especies de peces marinos y de agua dulce, 388 anfibios, 888 reptiles, 1 150 aves y 555 mamíferos. Éstas son las cifras que colocan al país entre los más diversos del mundo. Orgullo de los mexicanos es saber que es el primer lugar en reptiles, el cuarto en mamíferos y el sexto en anfibios.

Los países megadiversos también se distinguen porque una parte importante de su diversidad está compuesta de especies endémicas, es decir, con una distribución restringida al país. La concentración de especies endémicas tanto de flora como de fauna es también extraordinaria en México. Entre 50 y 60% de las plantas (15 mil especies) son endémicas, al igual que 67% de los anfibios, 57% de los reptiles, 17% de las aves y 27% de los mamíferos. Pocos países continentales, es decir, que no son islas, mantienen un endemismo de esas proporciones.

## *Fenómenos superlativos*

La diversidad biológica se manifiesta también en una serie de fenómenos de gran envergadura, como migraciones y concentraciones de gran número de individuos en sitios de anidación, refugio y alimentación. En este sentido, describir los fenómenos biológicos que México alberga requiere inevitablemente del uso de adjetivos superlativos, pues todos ellos son peculiares, extraordinarios y únicos. Uno de los más conocidos es el de la migración de la mariposa monarca, única manifestación de este tipo en el mundo. Estas mariposas, que pesan menos de un gramo, llegan todos los inviernos a las montañas cubiertas de bosques de oyamel en Michoacán y el Estado de México después de un viaje de más de 4 000 kilómetros desde el sur de Canadá y el norte de Estados Unidos de América. En la misma época, las lagunas y estanques de todo el centro y las costas del norte del país reciben a millones de patos y gansos que llegan a refugiarse del gélido invierno septentrional.

Las enormes colonias de perros de las praderas en los pastizales del noroeste de Chihuahua se cuentan también entre los fenómenos biológicos más interesantes, particularmente por hallarse en una zona árida. En 1988, cuando Gerardo encontró estas colonias, los pastizales se extendían en más de doscientas mil hectáreas y las colonias, que eran las más extensas del continente, en 55 mil hectáreas. Años después, en el año 2009, lograría que fueran protegidas con la creación de la Reserva de la Biosfera Janos. Fenómenos similares con grandes concentraciones de animales ocurren en las costas de la península de Yucatán, pues en las rías de Celestún y Lagartos anidan cada año más de 15 mil flamencos. Más al norte, en un estrecho paso entre la sierra y la planicie costera de Veracruz, millones de aves rapaces pasan rumbo a Sudamérica cada año en el mes de octubre. Se les puede observar en Cardel y Chichicaste. En el Río de Rapaces, como se le conoce, hay días en los que se ha contado el paso de 700 mil aves.

En la década de 1960 existían más de 20 playas en donde se daba el fenómeno de las arribadas, en donde en pocos días podían salir a anidar decenas de miles de tortugas marinas en una sola playa. Sin embargo, la explotación indiscriminada de las tortugas causó que sus poblaciones disminuyeran a tal grado que las arribadas prácticamente desaparecieron. Escon-



*Las aves como el trogón mexicano juegan un papel fundamental en la dispersión de semillas y el control de plagas en los bosques y selvas. Algunos científicos mexicanos del siglo XIX, como José Mariano Mociño, desempeñaron una labor excepcional para documentar la diversidad de las aves de México.*

didada en las costas de Oaxaca, Playa Escobilla fue la última playa en donde ocurrían arribadas. En algunos años las arribadas eran de menos de 5 mil ejemplares. Esfuerzos y políticas adecuadas de conservación ayudaron a la recuperación de las tortugas golfinas y una vez más es posible observar arribadas en donde 40 mil o más tortugas salen a anidar en un periodo ¡de uno o dos días!

Y así, los ejemplos se repiten. Las mayores concentraciones de tiburones ballena ocurren en las costas de Quintana Roo. Las lagunas costeras Ojo de Liebre, Bahía Magdalena y Guerrero Negro en Baja California son los únicos sitios de apareamiento y alumbramiento de las 15 mil ballenas grises. Cientos de miles de lobos finos, elefantes marinos y leones marinos se agrupan para aparearse en las playas y rocas de las islas del Pacífico como la de Guadalupe. Este tipo de fenómenos son tan abundantes que podrían escribirse varios volúmenes con su descripción.

### *El descubrimiento de la diversidad*

El conocimiento de esa diversidad es el resultado de investigaciones formales de miles de naturalistas y científicos, así como de las observaciones de otros sectores de la sociedad por cientos de años. Es claro que los antiguos mexicanos tenían un amplio conocimiento de la fauna y la flora de su entorno. Conocemos relativamente poco de la relación de las culturas prehispánicas con su ambiente, pero hemos podido recuperar información a partir de códices, excavaciones en zonas arqueológicas, análisis de ofrendas, vasijas y otros utensilios, así como a partir de la tradición oral y los recuentos de los españoles en las primeras décadas de la Colonia. Sabemos que las culturas prehispánicas veneraban y tenían una estrecha relación con la naturaleza. Les proporcionaba desde alimento —como el maíz— y ornamentos —como las plumas—, hasta cobijo espiritual en dioses como Quetzalcóatl, la serpiente emplumada, dios de la vida para los aztecas. Una parte de ese conocimiento fue asimilado al español a través de los nombres de plantas y animales, como en el caso del ocelote —del náhuatl *ocelotl*— o la flor cempasúchil— *cempoalxochitl*.

Los primeros exploradores españoles quedaron sorprendidos de la variedad de formas de vida desde que llegaron a estas tierras de abundancia hace más de 500 años. Francisco Hernández, afamado médico y naturalista español nombrado Protomédico de las Indias por el Rey Felipe II de España, exploró la geografía y riquezas naturales de México entre 1571 y 1577. Su expedición fue la primera investigación moderna de la naturaleza de América, cuyo propósito era describir las plantas, los animales y los minerales útiles a la Corona española. Francisco Hernández colectó un gran acervo biológico que sirvió para que se publicara de



Las islas son el escenario donde plantas y animales, al quedar aislados de sus congéneres continentales, evolucionan independientemente y adquieren características únicas asociadas a su nuevo hogar, convirtiéndose en una especie diferente. El mapache de Cozumel es una de las muchas especies mexicanas que ha brindado información para comprender el fenómeno de la especiación.

manera póstuma su monumental obra titulada *Historia de las Plantas de la Nueva España*. Fue, sin embargo, hasta el siglo XIX cuando naturalistas y científicos empezaron la exploración sistemática de la diversidad biológica de México. Los hallazgos de esas exploraciones quedaron registrados en libros y textos que permiten tener una idea de cómo era el país en ese entonces, cuando la población humana era muy reducida y la abundancia de su fauna y flora silvestres majestuosa. Estos relatos, llenos de anécdotas y detalles, son fascinantes.

Entre 1803 y 1804 el barón Alexander Von Humboldt hizo una larga travesía desde Acapulco hasta la Ciudad de México y Veracruz. Sus descubrimientos quedaron publicados en su obra magna *Ensayo Político sobre el Reino de la Nueva España*. Una de las aportaciones más importantes de sus detalladas narraciones son las descripciones de condiciones ambientales que ahora se antojan increíbles en ciertas regiones. Por ejemplo, menciona un clima extraordinario y bosques esplendorosos en Chilpancingo y sus alrededores, región ahora cubierta por matorrales. En otras latitudes el explorador y ballenero Charles M. Scammon describió con detalle en su libro *Los Mamíferos Marinos de la Costa Noroeste de Norteamérica* sus impresiones de la *terra incognita* de las costas de Baja California. La abundancia de ballenas en las aguas del Pacífico y el Golfo de California era tal, que atraía barcos balleneros de regiones tan remotas como Rusia y Japón. Scammon describe en su libro con mucho detalle la cacería de ballenas grises, especialmente en la Laguna de Scammon, ahora conocida como Laguna Ojo de Liebre. Esa laguna es actualmente uno de los santuarios más importantes para la reproducción de las ballenas grises, que estuvieron cerca de la extinción a principios del siglo XX debido a la cacería.

Otro naturalista legendario es Edward Palmer, quien en 1875 visitó Isla Guadalupe, ubicada a 200 kilómetros al oeste de la costa del Pacífico de la península de Baja California, y la describió como un paraíso biológico en peligro. En ese entonces la isla tenía una variada diversidad de flora y fauna, la mayoría desconocida para la ciencia. Había alrededor de 30 especies de plantas endémicas, como el ciprés de Guadalupe. Su fauna terrestre estaba representada por invertebrados y alrededor de 29 especies y subespecies de aves endémicas incluyendo el caracara y el petrel de Guadalupe. Sus aguas estaban pobladas de miles de lobos finos de Guadalupe, elefantes, lobos y nutrias marinas. Los ejemplares de aves y plantas colectados por Palmer sirvieron para describir a más de 50 especies que eran nuevas para la ciencia. Después de la visita de Palmer la isla cambió dramáticamente. La vegetación fue devastada por las cabras, introducidas a principios del siglo XIX por los balleneros y peleteros para contar con un suministro de carne fresca. Eran miles de cabras: en 1960 llegaron a estimarse en 60 000 animales. La isla se convirtió en un páramo. El caracara, el petrel y otras especies de aves sucumbieron ante la desaparición de la vegetación que les daba alimento y abrigo. Afortunadamente la historia no acaba allí, pues en un esfuerzo sin precedente el gobierno de México

y la organización Conservación de Islas lograron erradicar 10 000 cabras en el año 2007, y en los años posteriores continuó la erradicación de estos animales. Desde entonces, ha habido una extraordinaria recuperación de la abundancia de la vegetación, incluidas varias especies consideradas casi extintas, y muchas aves.

El etnógrafo y naturalista noruego Carl Lumholtz llegó a México en 1890. Hizo numerosas expediciones patrocinadas por el Museo Americano de Historia Natural en Chihuahua, Nayarit, Jalisco y Michoacán. Sin embargo, su trabajo sobre los tarahumaras le ganó el reconocimiento internacional. En 1902 publicó su libro *El México Desconocido* en el que describe sus encuentros con el pájaro carpintero imperial, ahora extinto; fue uno de los pocos científicos que lo observó en estado silvestre.

Entre 1892 y 1904 Edward Goldman y Edward Nelson llevaron a cabo lo que es, tal vez, la más ambiciosa exploración de la fauna de México, patrocinada por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América. Este esfuerzo culminó con la colecta de 17 mil ejemplares de mamíferos y aves, que sirvieron para la descripción de alrededor de 354 especies y subespecies de vertebrados. Ésta fue, sin duda, la exploración científica más ambiciosa en México que redundó en el reconocimiento de la enorme diversidad biológica del país y la importancia de su conservación. Hace tiempo Gerardo describió el recorrido de Nelson por Chihuahua de la siguiente manera: “El helado amanecer había sorprendido a Edward W. Nelson ya despierto, pero aún bajo el cobijo de su catre. En la fogata las últimas brasas ardían tenues, como negándose a extinguirse bajo el azote del rocío. Con nostalgia recordaba que ya llevaba casi siete años de viaje casi continuo en su extensa travesía por México, colectando mamíferos para un ambicioso proyecto al que habría de destinar 14 años de su vida, con el cargo oficial de Agente de Campo de la División de Ornitología y Mastozoología del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América. El regreso a casa se avizoraba lejano todavía, en ese mes de junio del año de 1899. Nelson había establecido el campamento en lo alto de una amplia meseta, cubierta de enormes pinos y oyameles. El paisaje era impresionante. ¿Cómo podría olvidar esas montañas, que se perfilaban interminables en el horizonte, con sus quebradas barrancas y su intenso cielo azul? Llegar hasta aquí había sido una travesía larga, muy larga. La mayor parte del camino lo había remontado en mula, pero de Ciudad Juárez se había trasladado en carreta hasta Casas Grandes y de allí en caballo hasta Colonia García, un pequeño poblado en la base de la sierra. Una semana después había alcanzado lo alto de las estribaciones más norteñas de la Sierra Madre Occidental, nombre que le daban los mexicanos a la extensa cadena montañosa que recorría por más de 1000 kilómetros el oeste del país. La noche anterior lo habían despertado los aullidos de los lobos. La fauna era muy abundante todavía en esta región. En esos días se había topado con venados cola blanca, osos negros, pumas, guajolotes silvestres y pitorreales, que eran los pájaros carpinteros más



*Decenas de hierbas que se encuentran en las selvas tropicales de México y el mundo representan una fuente de micronutrientes con extraordinarias propiedades nutricionales y medicinales que han sido aprovechadas por millones de personas. Plantas como la vainilla, una especie de orquídea, fueron domesticadas en territorio mexicano para dar sabor a productos regionales. Se trata de un cultivo que requiere abundante mano de obra, pues es necesario polinizarlo manualmente y someter a las vainas a un delicado proceso de fermentación y secado. Junto con Indonesia, Madagascar, China y Turquía, México es de los principales productores de vainilla en el mundo.*

grandes del mundo (...) Su mayor asombro había sido causado, sin embargo, por los enormes osos plateados o grises, de más de 300 kilogramos de peso, que abundaban en estos parajes...”.

Entre los también numerosos naturalistas mexicanos destaca José Mariano Mociño, nacido en Temascaltepec, Estado de México, en 1751. Fue el más famoso naturalista de la Colonia y participó como miembro de la Real Expedición Botánica a Nueva España en los años 1787-1803. Sus ejemplares de colección, ilustraciones y observaciones sirvieron para la descripción de numerosas especies, incluyendo al quetzal. El ilustre naturalista mexicano Pablo de la Llave asignó el nombre científico del quetzal en su honor, denominándolo *Pharomachrus mocinno*. Alfonso L. Herrera, Manuel M. Villada y Alfredo Dugès (nacido en Francia) fueron otros naturalistas mexicanos que estudiaron la diversidad biológica del país a principios del siglo xx.

En la actualidad existen numerosas universidades e instituciones que se dedican al estudio y conservación de la diversidad biológica de México. Mención especial merece la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), institución pública cuya misión es desarrollar y compilar el conocimiento sobre la diversidad biológica del país. La Conabio ha publicado recientemente una plataforma digital llamada Enciclovida en donde se puede consultar información de 100 000 especies de plantas, hongos, animales y microorganismos de México.

## *Servicios ambientales*

La humanidad tiene suficientes razones éticas, morales, intelectuales, culturales, religiosas y filosóficas, por mencionar algunas, para conservar a la fauna y flora silvestres. Sin embargo, existe una razón aún más fundamental para hacerlo: mantener las condiciones que permiten la vida en la Tierra —tales como la adecuada combinación de los gases de la atmósfera y la producción primaria, que es la conversión de la energía del sol en energía disponible para otros seres vivos. Esto depende del buen funcionamiento de los ecosistemas, determinado por las especies de plantas y animales silvestres. A estos beneficios que recibimos como resultado de los procesos ecológicos y el buen funcionamiento de la naturaleza se les ha llamado “servicios ambientales”. Incluyen, además de los ya mencionados, la calidad y cantidad del agua, la formación y fertilidad de los suelos, la polinización de plantas silvestres y cultivos, la generación de compuestos base para medicinas, el control de enfermedades y plagas, la prevención de desastres naturales como deslaves, la belleza natural, los espacios naturales para el esparcimiento y una infinidad de otros servicios. Para mantener la provisión de los servicios ambientales es necesaria la conservación de los ecosistemas, las especies de plantas y animales silvestres que los conforman y los procesos biológicos que protagonizan. El cambio climático

global, con sus severísimos impactos negativos en el ser humano (y todos los seres vivos), es exacerbado por la pérdida de bosques y selvas, de plantas y animales.

El valor de los servicios ambientales es incalculable. Por ejemplo, la penicilina, el primer antibiótico que permitió reducir considerablemente la mortalidad humana, es producto de un hongo microscópico. Muchas otras drogas útiles para la elaboración de medicinas tienen su origen en plantas y animales silvestres. Se estima que 75% de los compuestos activos en las medicinas actuales proviene de compuestos químicos encontrados primero en organismos silvestres y sintetizados después en laboratorios. Ejemplo de esto es el compuesto activo de la primera píldora anticonceptiva que fue encontrado en el barbasco, que es una planta del trópico mexicano.

El tequila y los mezcales son bebidas alcohólicas que generan una gran derrama económica en el país y se producen con agaves silvestres y cultivados. Estas plantas dependen de los murciélagos nectarívoros para su polinización. Los murciélagos dependen, a su vez, de las flores de los agaves para alimentarse. Igualmente, la polinización de muchos cultivos económicamente importantes como la alfalfa y los girasoles depende de las abejas. Sin abejas, se colapsarían la producción de alimentos y muchos ecosistemas naturales. Un estudio en cafetales de Costa Rica rodeados de selva, por un lado, y sin selva, por el otro, demostró que la producción de los cafetos cercanos a la selva era 40% mayor a la de los que estaban aislados. Los cafetales cercanos a la selva se beneficiaron de pájaros y murciélagos que consumían insectos plaga, y de las abejas que polinizaban el café. Desafortunadamente, en la última década el uso de ciertos pesticidas ha causado una drástica reducción en las poblaciones de abejas. Seguir usando pesticidas químicos no tiene sentido desde ningún punto de vista. Estudios en otras regiones como Indonesia y Estados Unidos de América han calculado que los murciélagos insectívoros consumen toneladas de insectos plaga, lo que ahorra a los agricultores el gasto en pesticidas y previene los impactos negativos del uso de esos productos. Otro ejemplo de nuestra dependencia de los servicios ambientales es la protección que nos proveen los ecosistemas y sus especies ante enfermedades emergentes y reemergentes. Por ejemplo, la eliminación de los elefantes en algunas regiones de África provocó el incremento de roedores que son portadores de enfermedades infecciosas.

Finalmente, es importante destacar que entre los servicios ambientales se cuentan todos los que tienen que ver con la salud mental y el esparcimiento derivados de actividades en regiones naturales. Existen numerosos estudios que han demostrado que las actividades en la naturaleza ayudan a mantener la salud mental, reduciendo, por ejemplo, el riesgo de depresión. Estas actividades incluyen la observación de aves y otro tipo de fauna silvestre, las exploraciones y caminatas, el buceo, el rapel y la navegación en kayaks, entre muchas otras.



## *Un mundo en silencio*

Por desgracia, en el último siglo hemos causado la extinción de muchas poblaciones y especies de plantas y animales. Las regiones silvestres están quedando en silencio, sin los cantos de las aves ni los sonidos de otros animales. Hace un año decidimos evaluar el problema de la extinción de especies para entender su magnitud y severidad. Después de una larga jornada de trabajo de casi ocho horas en la Cabina Azalia, en el Jardín Botánico Las Cruces, en la región de San Vito al sur de Costa Rica, Paul y yo acabamos el artículo sobre las extinciones de los vertebrados en los últimos siglos. Era principios de marzo del 2015 y el clima era enormemente placentero. Trabajamos muchos meses arduamente para obtener los datos, analizarlos de una manera creativa y diferente y presentarlos de manera convincente. Evaluamos si las extinciones de vertebrados causadas por el hombre en el último siglo se han presentado a un ritmo mayor que las ocurridas de manera natural en los últimos dos millones de años. La importancia de determinar si las tasas de extinción actuales son mayores tiene implicaciones fundamentales para entender la magnitud de la crisis ambiental a la que nos enfrentamos. Aun para nosotros, los resultados nos dejaron atónitos, porque concluimos que las especies que se extinguieron por causas de las actividades antropogénicas en el último siglo deberían haberse extinguido entre 1000 y 10000 años bajo condiciones naturales. Estos datos, y un cúmulo de información adicional de otros grupos de plantas y animales, indican que se está iniciando la Sexta Extinción Masiva. Con esas altísimas tasas de extinción, es imposible mantener la provisión de los servicios ambientales. Este problema, aunado a otros como el cambio climático global, representa una de las más serias amenazas para la humanidad, comparable sólo con una guerra y un colapso financiero global. Es augurio de tiempos de oscuridad. Hoy más que nunca hay que renovar los esfuerzos para conservar la naturaleza, con mucha fe y esperanza.

*Los mares y océanos son una fuente abundante de bienes y servicios que ofrecen múltiples alternativas a las actividades convencionales de extracción. La observación de vida marina ha sustituido a la pesca comercial en muchas partes del país, en donde las nuevas generaciones de pescadores han adoptado el turismo sustentable como una fuente de trabajo más rentable y gratificante.*

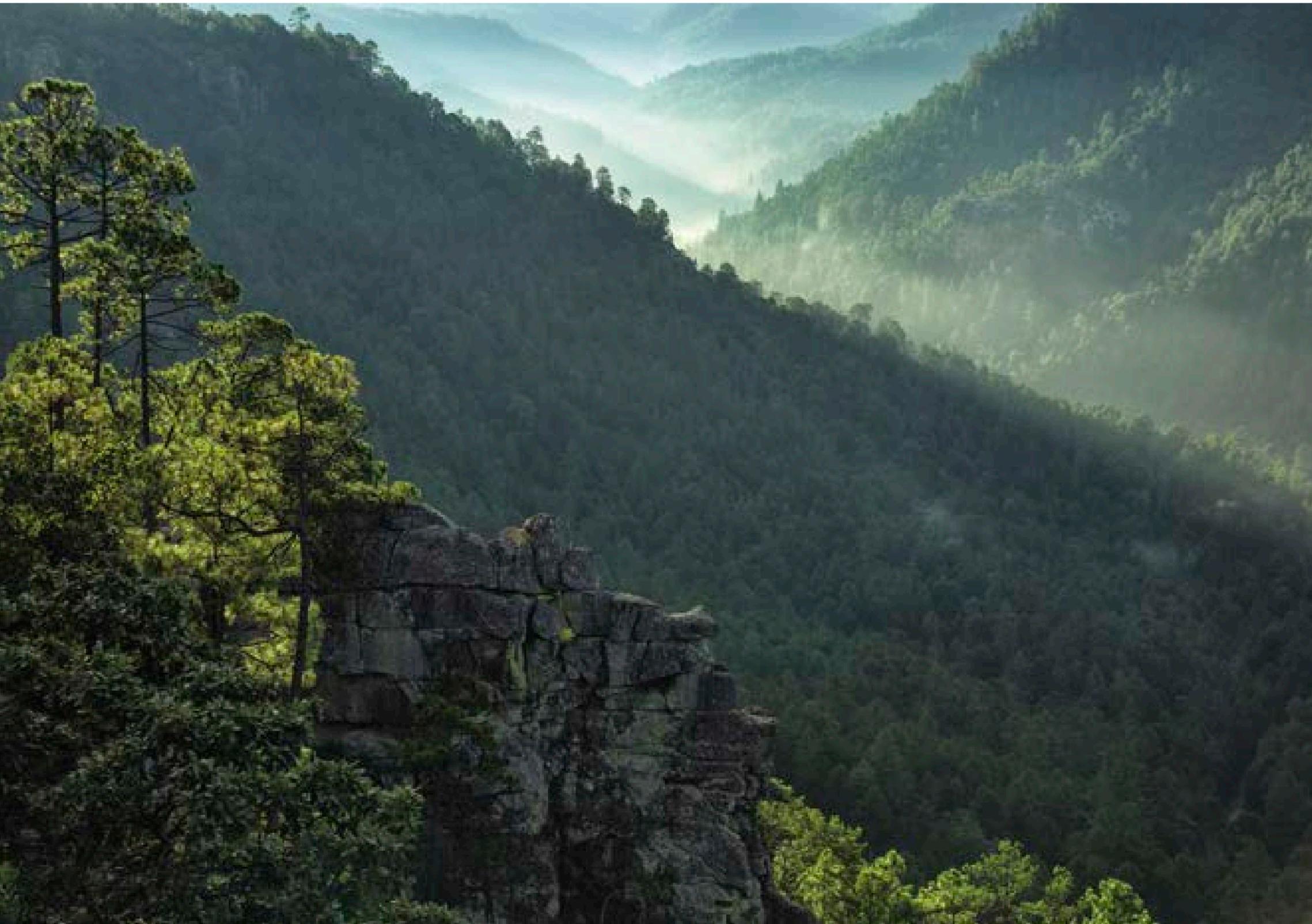


*México megadiverso*



*Desde el tiempo de las grandes contribuciones de los notables naturalistas del siglo XIX Alfred Russell Wallace, William Sclater y Charles Darwin, se estableció que la distribución de los animales y plantas en el planeta es muy heterogénea. Por ejemplo, las regiones tropicales y los arrecifes coralinos tienen más especies que las regiones templadas y los mares profundos, respectivamente. Estos patrones de distribución son evidentes también entre países, ya que algunos concentran un número excepcional de especies. Estos países, denominados megadiversos desde la década de 1980, concentran alrededor de 70% de todas las especies silvestres del planeta.*

*México es un país megadiverso. Ocupa el sexto lugar en diversidad biológica, después de Brasil, Perú, Indonesia, China y Colombia. Se distingue por ser el país con mayor diversidad de reptiles y anfibios en conjunto, cactus, agaves y pinos, entre otros grupos de seres vivientes. Otra característica de suma relevancia es que un gran porcentaje de sus especies son endémicas, es decir exclusivas del país. La gran riqueza biológica de México está relacionada también con su gran riqueza cultural, ubicándose entre los tres países más diversos en riqueza biológica y cultural.*



## *Los paisajes naturales*

*México cuenta con distintas comunidades vegetales que dan a cada región del país su peculiar aspecto. Entre ellas se encuentran los bosques tropicales perennifolios de la Sierra Madre de Chiapas, los bosques tropicales caducifolios de la cuenca del río Balsas, los bosques mesófilos de montaña del filo de la Sierra Madre Oriental, los bosques templados de coníferas del Eje Neovolcánico, los matorrales xerófilos del valle de Tehuacán, los desiertos de Baja California, los pastizales de Chihuahua y los humedales de Tabasco.*







PÁGINAS 50 Y 52 *Las selvas tropicales concentran más de 60% de las especies terrestres de México. Caobas, cedros y ceibas, que crecen en sitios como la Reserva de la Biosfera El Ocote, en Chiapas, albergan en sus ramas y troncos a otras plantas como lianas, bromelias, orquídeas y helechos, las cuales brindan hogar y alimento a aves, ranas, salamandras, hormigas, mariposas y escarabajos. Si bien la mayoría de estas especies son visibles, otras se ocultan a la vista humana y muchas, que aún no han sido descubiertas, sobreviven anónimamente entre las hojas, oquedades y raíces de estos gigantes tropicales.*

PÁGINAS 54, 56 Y 58 *A pesar de que bosques, selvas y desiertos se extienden más allá de las fronteras, la particular topografía y la diversidad de climas que caracterizan a México permitió que en nuestro territorio estos ecosistemas alberguen un centenar de especies únicas en el mundo. De norte a sur, las grandes y escarpadas cadenas montañosas dieron origen a bosques templados como los de Victoria, en Durango (página 54), al macizo conocido como el nudo mixteco (página 56) entre Puebla y Oaxaca, y a selvas tropicales en la Sierra Madre de Chiapas (página 58).*

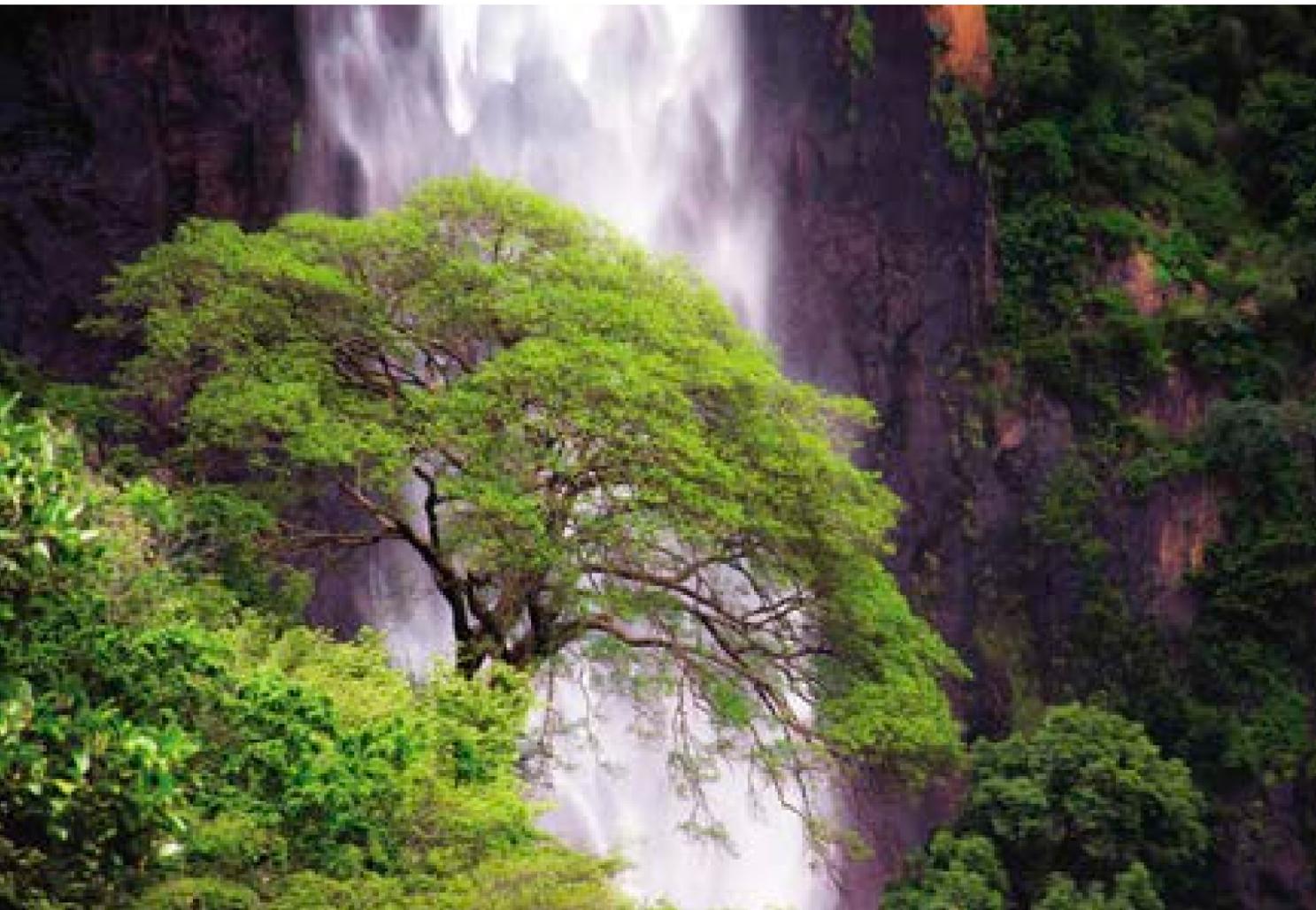
*En poco menos de dos millones de kilómetros cuadrados México cuenta con casi todos los tipos de vegetación del planeta. La posición geográfica de nuestro país y su compleja topografía definen áreas con regímenes de lluvia y humedad altamente contrastantes. Mientras que en las zonas más secas del país, como los desiertos del Pinacate y Gran Desierto de Altar, en Sonora (izquierda) apenas llueve 50 milímetros al año, los bosques de encino de las sierras de Jalisco y Nayarit (arriba) reciben más de 1 500 milímetros de lluvia anuales.*

*México es un país con intensa actividad volcánica. Las costas occidentales mexicanas forman parte del llamado Cinturón de Fuego, una zona de subducción de placas tectónicas, mientras que en el centro del país se encuentra una cordillera volcánica que cruza el territorio de Veracruz a Colima, a lo largo del paralelo 19°N. El Volcán de Fuego, en Colima, se encuentra en el cruce de estas dos regiones volcánicas y es el volcán más activo de México. Durante las últimas décadas ha emitido toneladas de materiales y ha permitido comprender el comportamiento de estos colosos naturales.*



*El desierto chihuahuense, con más de 450 000 kilómetros cuadrados, es considerado por el Fondo Mundial para la Naturaleza como el desierto más extenso del continente. Sus extensos valles rodeados por cordilleras fueron admirados por el naturalista Aldo Leopold en las primeras décadas del siglo xx, quien resaltó la riqueza biológica de esta región en el norte de México. Hoy, la Reserva de la Biosfera Janos es la continuación del esfuerzo que Leopold comenzó hace casi un siglo.*





*El agua es una fuente de vida y el territorio mexicano es afortunado por recibir humedad tanto del océano Pacífico como del Golfo de México. Desde el centro de México, como en la Sierra de Nanchititla, en el Estado de México (izquierda) hasta el sureste mexicano, en la Selva Lacandona en Chiapas (derecha), esta humedad se condensa en las cordilleras montañosas formando ríos caudalosos, cascadas y lagunas que saciarán la sed de los numerosos organismos que habitan los ecosistemas acuáticos, así como de las comunidades humanas establecidas en estas regiones. La conservación de lugares proveedores de agua es esencial no sólo para proteger la diversidad biológica de un país megadiverso, sino para asegurar la provisión de agua de la sociedad mexicana.*







PÁGINA 68 La Riviera Maya es reconocida a nivel mundial por las cuevas, sótanos y cenotes que existen en su territorio. Este mundo subterráneo poco conocido, en el que la vida parecería inexistente, esconde especies que encontraron en estos espacios secretos un lugar idóneo para vivir alejados de la luz del sol. Exploradores de todo el mundo han descubierto nuevos pasajes, ampliando poco a poco el mapeo de estas cuevas y nuestro conocimiento de las excepcionales especies que están adaptadas a vivir en este inframundo natural.

Tras condensarse en las montañas, el agua de lluvia fluye por ríos caudalosos y se filtra lentamente hasta llegar nuevamente a su lugar de origen en los mares y océanos. Durante este maravilloso recorrido, el agua da vida a los lugares por los que pasa y va arrastrando consigo nutrientes y minerales que son fundamentales para mantener la salud de los ecosistemas marino-costeros como las lagunas costeras y manglares de la Reserva de la Biosfera La Encrucijada, en Chiapas (pagina 70), o los arrecifes coralinos a las orillas de las Islas del Golfo de California (izquierda y página 74).







## *La flora*

*México cuenta con más de 23 000 especies de plantas, lo que lo coloca entre los países con mayor diversidad vegetal.*

*De estas especies, más de 15 000 son endémicas, es decir, exclusivas del país.*

Las zonas áridas, matorrales, pastizales y desiertos cubren 30% del territorio nacional y concentran el mayor número de especies endémicas, particularmente de los grupos de plantas que dominan estos paisajes. México es un centro de diversificación de cactáceas: de las 1 400 especies de cactus que existen en el mundo, México cuenta con 670, de las cuales 518 sólo se encuentran en sus matorrales y desiertos.

PÁGINAS 80 Y 81 Cuando se cerró el estrecho de Panamá, hace unos siete millones de años, se unieron el sur y el norte del actual continente americano, dando lugar al Gran Intercambio Americano de fauna y flora entre estas dos masas terrestres, antes aisladas. Especies sudamericanas tropicales migraron entonces hacia el norte, llegando a lo que ahora es México. Helechos, palmas y árboles de afinidad tropical se establecieron en zonas de clima tropical, como la Selva Lacandona, en Chiapas (página 80), mientras que las zonas áridas, como la Sierra Gorda, en Querétaro, fueron pobladas gradualmente por cactáceas y matorrales (página 81). La novedosa composición de los ecosistemas formados por organismos de origen nórdico y sureño es una de las causas por las que existe un gran número de especies en nuestro país.







*En 1859 Charles Darwin escribió "las flores se encuentran dentro de las producciones más hermosas de la naturaleza; pero se han vuelto visibles al contraste con las hojas verdes, y en consecuencia, hermosas al mismo tiempo, para que puedan ser vistas fácilmente por los insectos (...). Cuando una flor es fecundada mediante el viento, no tiene nunca una corola de color llamativo (...). Si los insectos no se hubiesen desarrollado sobre la faz de la Tierra, nuestras plantas no se hubieran cubierto de bellas flores y hubieran producido solamente flores tan pobres como las que vemos en el abeto, el roble, el nogal y el fresno". Naturalista excepcional, con este tipo de observaciones Darwin argumentó la existencia de la selección natural, dando pie a una de las grandes teorías biológicas de la historia, la teoría de la evolución.*

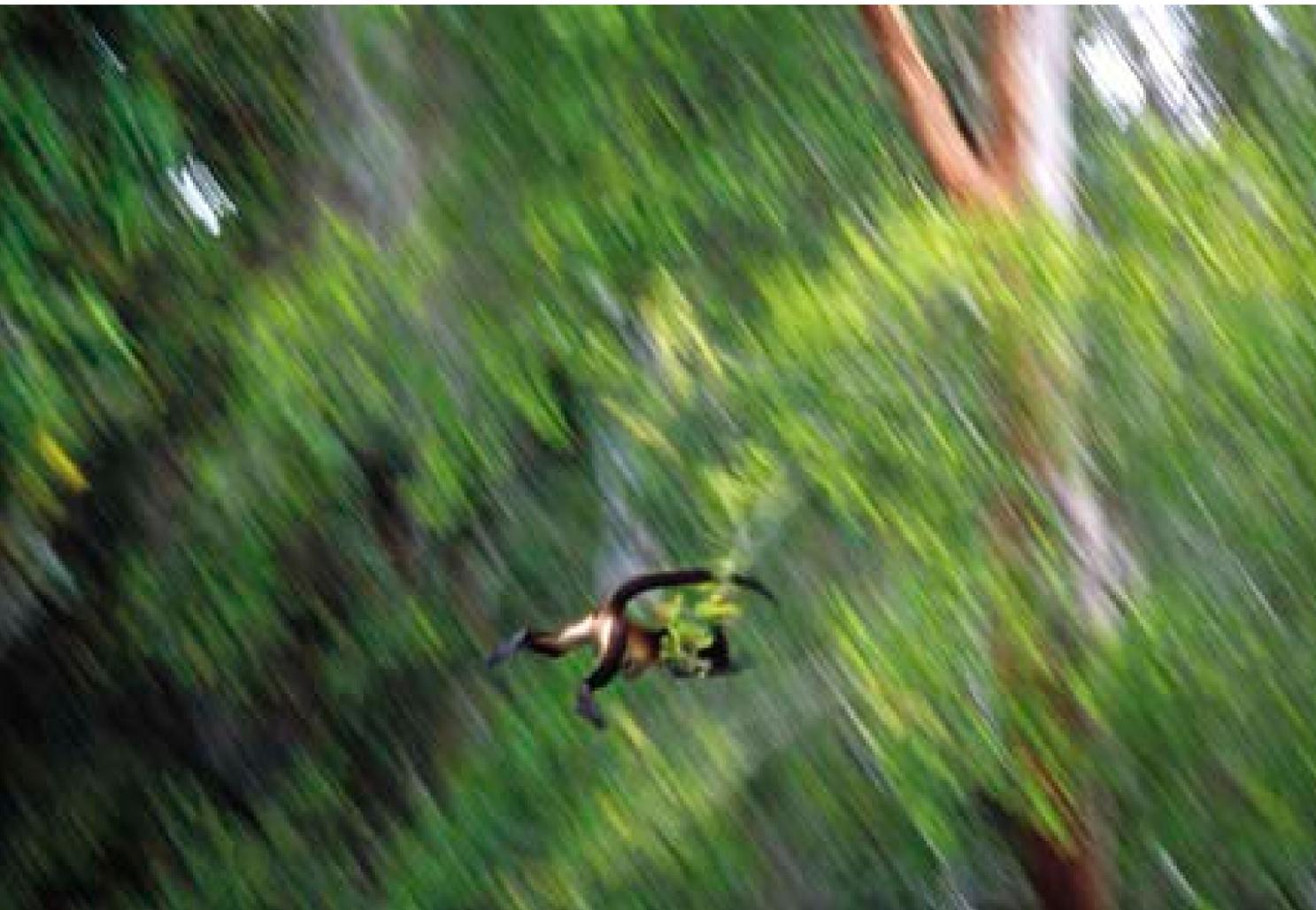




## *Los mamíferos*

*En el mundo hay más de cinco mil especies de mamíferos, de las cuales 565 se han registrado en México. Los mamíferos que habitan en el país incluyen 378 especies terrestres, 144 voladoras y 42 marinas. México se encuentra, junto con Indonesia, Brasil y China, entre los cuatro países más diversos de este grupo de vertebrados.*



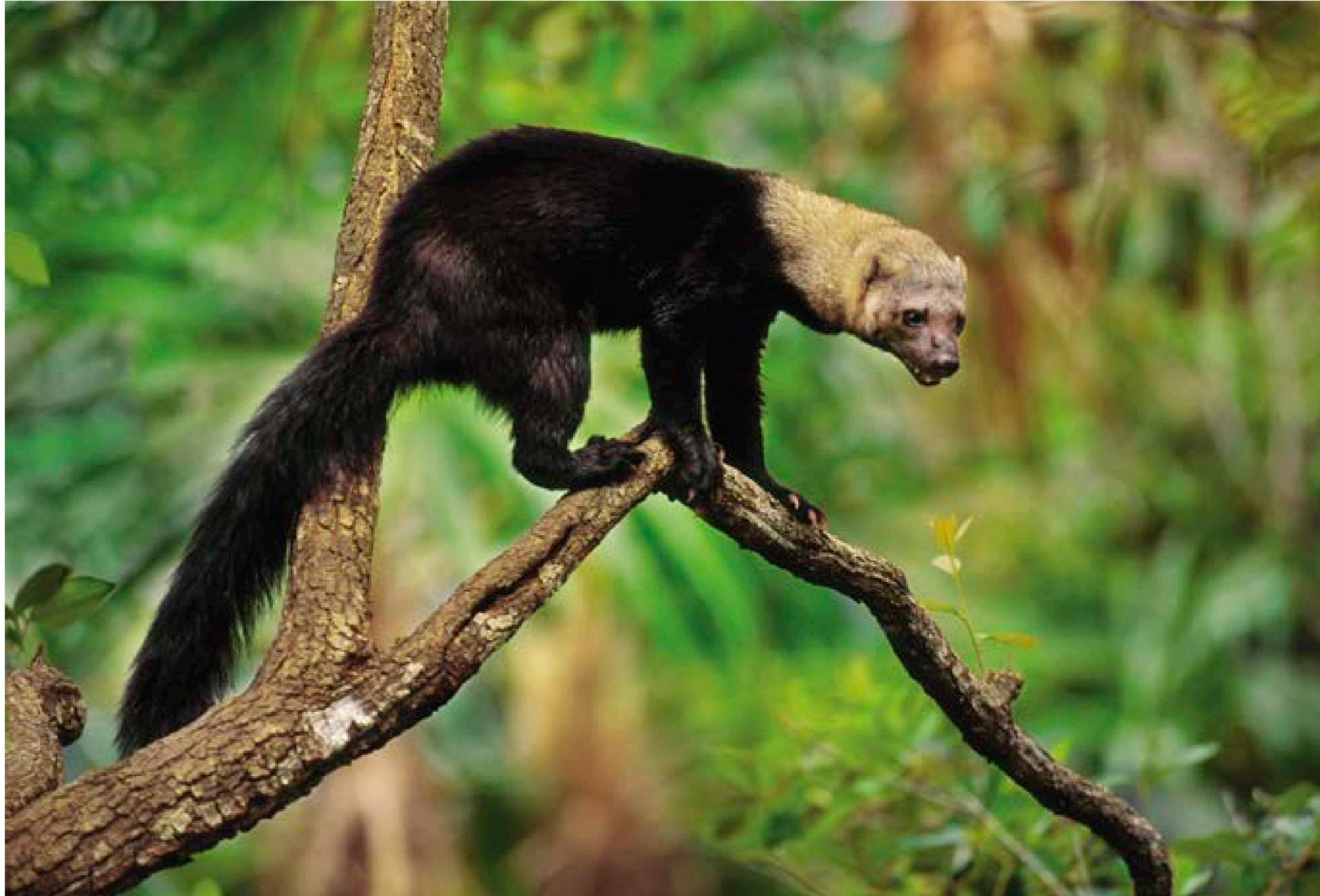


PÁGINAS 84, 86 Y 88 Los mamíferos se encuentran en todos los ecosistemas del país, desde las selvas tropicales del sureste hasta las zonas serranas del noroeste. Cuentan también con una amplia variedad de formas y hábitos, pues su tamaño varía desde los grandes jaguares (página 84) y osos (página 86) que pesan entre 60 y 100 kg, hasta los pequeños murciélagos (página 88) y comadrejas que apenas alcanzan unos pocos gramos.

Además de los seres humanos, México alberga otras dos especies de primates, el mono araña (izquierda) y el mono aullador (arriba), que habitan pacíficamente las selvas tropicales de los Chimalapas, en Oaxaca y Veracruz, la Selva Lacandona, al este de Chiapas, los Pantanos de Centla, en Tabasco, Calakmul y Balam-Ku, en Campeche y Sian Ka'an, hasta Yum Balam en el estado de Quintana Roo.



*En México hay seis especies de felinos: jaguar, puma, ocelote (izquierda), tigrillo, jaguarundi y gato montés (arriba). El gato montés habita bosques áridos y templados, mientras que todos los demás viven en selvas, costas, bosques secos y bosques mesófilos. La fuerza y la belleza de estos felinos los han llevado a formar parte de la cosmovisión prehispánica como símbolos de poder de guerreros, gobernantes, sacerdotes, hechiceros y dioses.*



*Las selvas que comparte el sur de México con Centro y Sudamérica tienen una alta diversidad de mamíferos. Oaxaca es el estado con la mayor diversidad de mamíferos terrestres además de contar con la mayor diversidad de carnívoros de toda la región biogeográfica Neotropical. El viejo de monte es un carnívoro que hábilmente consigue su alimento entre las ramas y lianas de estas selvas tropicales.*



Los murciélagos son los únicos mamíferos voladores. En el mundo hay 925 especies distribuidas en todos los ecosistemas, excepto en las zonas más frías. México cuenta con 144 especies de murciélagos cuyos hábitos, formas y tamaños son muy diversos, a tal grado que, junto con los roedores, éste es uno de los grupos más diversos de mamíferos mexicanos.

Los marsupiales como canguros, koalas y tlacuaches se conocen principalmente en las zonas tropicales de Australia, Papúa Nueva Guinea, Centro y Sudamérica. Aunque este grupo de organismos se desarrolló en el hemisferio sur, durante el Gran Intercambio Americano siete especies de marsupiales se internaron en México, incluyendo el tlacuachín, un marsupial que evolucionó en las selvas secas y los matorrales mexicanos.



*Los mares y océanos cubren 70% de la superficie terrestre. Los únicos mamíferos adaptados a vivir y alimentarse en sus aguas son los delfines, ballenas y orcas, así como leones marinos, lobos marinos, focas, morsas, nutrias y manatíes. Los mares nutritivos que rodean a México son el hogar de un tercio de las especies marinas del mundo: seis especies de focas y lobos marinos, junto con 37 especies de ballenas, delfines y orcas.*





## *Las aves*

*En el mundo existen alrededor de 10 mil especies de aves, de las cuales 10% habitan en México. Por esto el país se ubica entre los 11 con mayor diversidad de estos animales.*





PÁGINAS 102 Y 104 Las más de 1 350 islas e islotes que tiene México representan un santuario para muchas especies endémicas de aves. Por ejemplo, las islas del Pacífico, de origen volcánico, surgieron a cientos de kilómetros de tierra firme y fueron colonizadas exclusivamente por aves como el pájaro bobo de patas azules (página 102) o el águila pescadora (página 104), que se adaptaron y aprovecharon la ausencia de depredadores y el abundante alimento de los nuevos territorios.

En las aves también se observa la mezcla de especies ocurrida en el Gran Intercambio Americano, mientras que algunas especies, como hocofaisanes, pavas y chachalacas migraron de sur a norte, los guajolotes, originarios de Norteamérica, se aventuraron a latitudes más sureñas. En su migración, ambos grupos encontraron barreras físicas y ambientales que limitaron su distribución.





*PÁGINA 108 Los pelícanos son inconfundibles por su gran tamaño, pues son de las aves más grandes de los cielos mexicanos, y su característico pico. Aunque están comúnmente asociados a las dos costas del país, cada año los pelícanos migran tierra adentro hacia lagunas de agua dulce rica en pequeños crustáceos y peces, donde establecen colonias temporales de miles de individuos.*

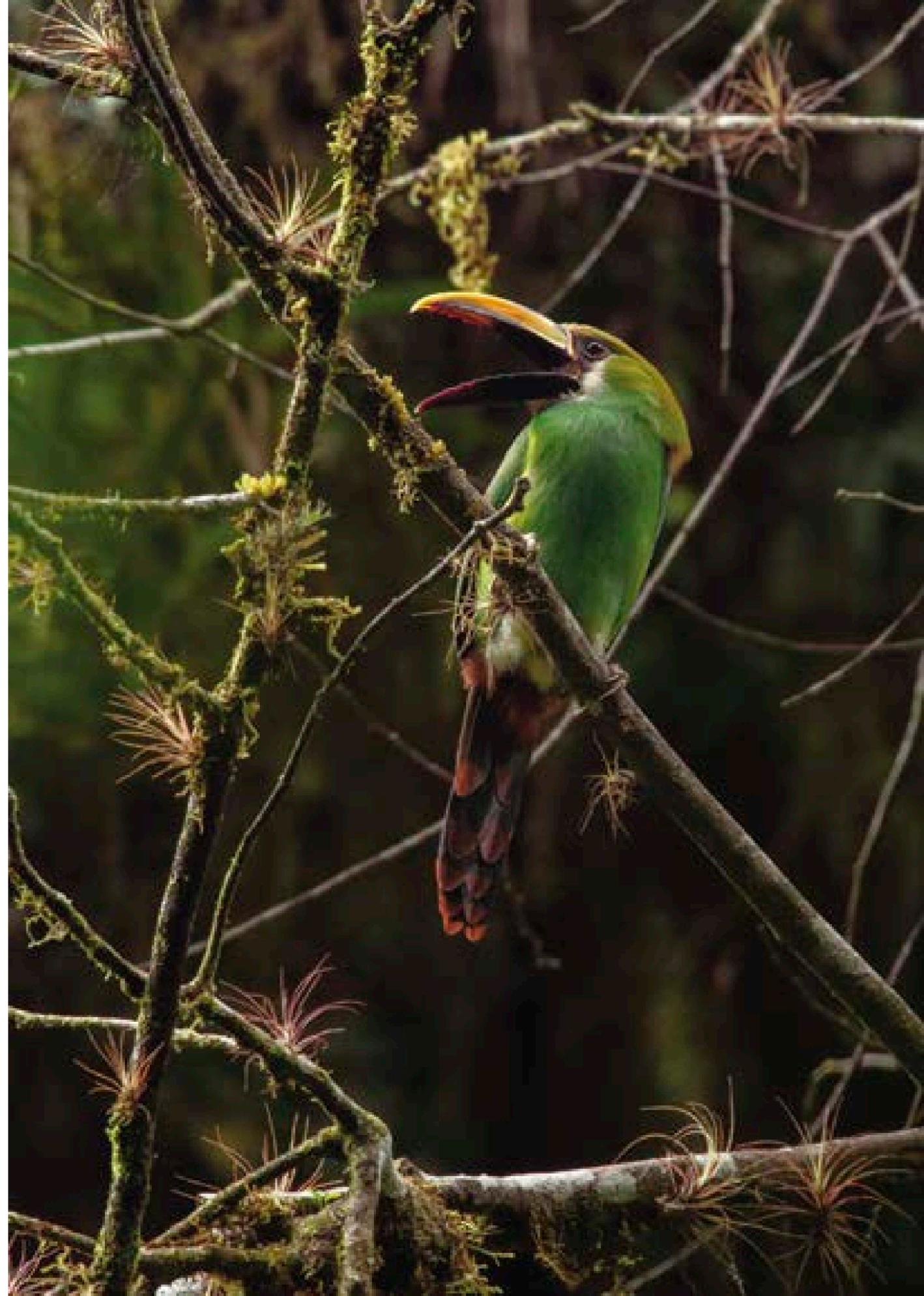
*Sin importar su tamaño, las aves son hábiles cazadoras que se alimentan de toda variedad de carne. Búhos, lechuzas y tecolotes se alimentan de pequeños roedores, reptiles y anfibios mientras diversas garzas y aves marinas se alimentan principalmente de peces.*

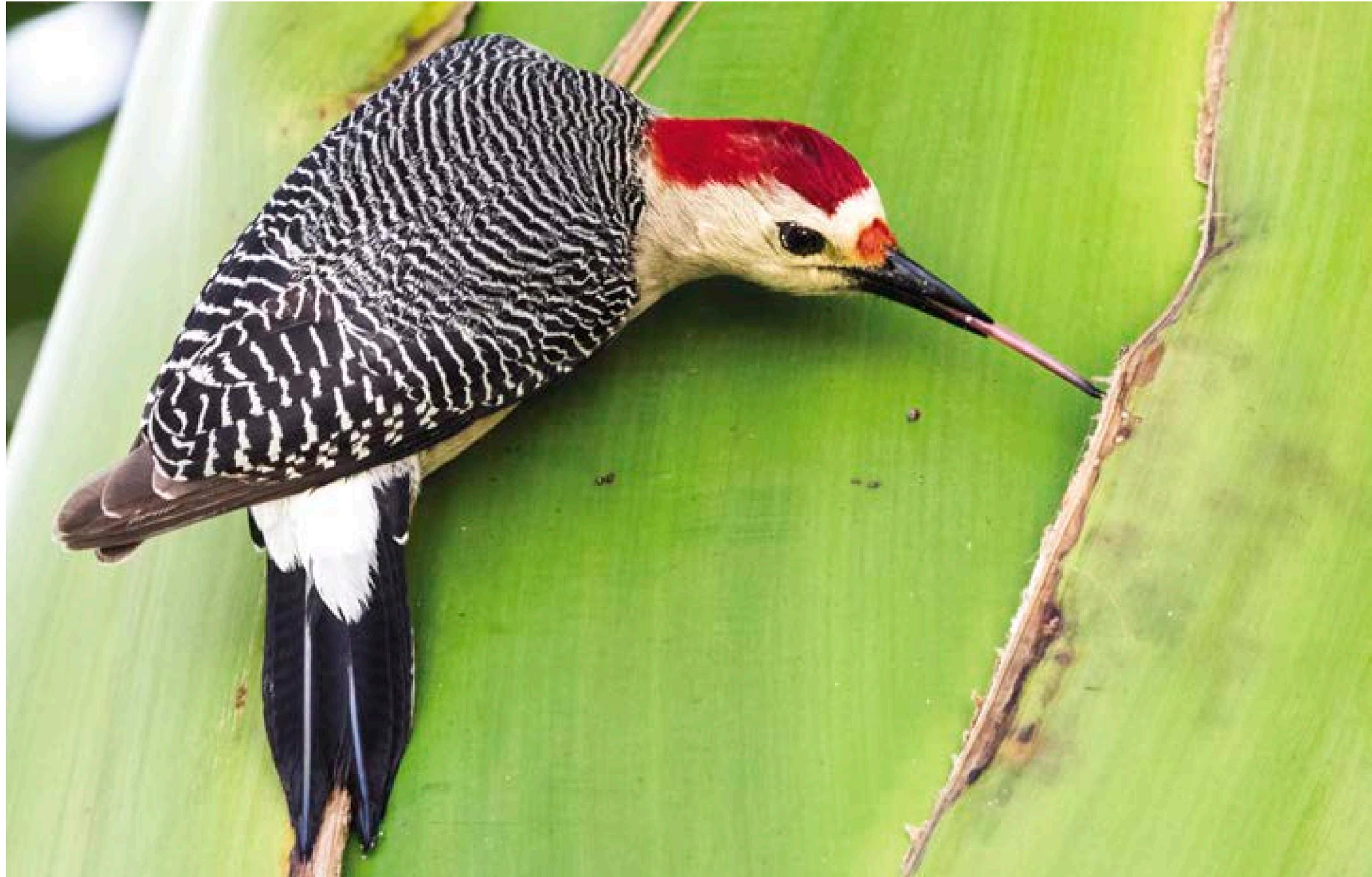


*Las aves rapaces tienen un papel fundamental en los ecosistemas al ubicarse en los últimos eslabones de la cadena alimenticia, pues regulan a las poblaciones de roedores, aves, reptiles y anfibios. México cuenta con 52 especies de rapaces, incluyendo halcones, águilas, gavilanes, lechuzas y zopilotes.*

*Las corrientes marinas de los mares mexicanos vienen acompañadas de una alta concentración de nutrientes que alimentan a gran cantidad de peces y crustáceos, los cuales a su vez representan un festín para la gran diversidad de aves marinas que habitan nuestras aguas.*







PÁGINAS 116, 117 Y DERECHA *Las aves cuentan con picos característicos de acuerdo con sus hábitos de alimentación. Algunas, como los tucanes (páginas 116 y 117), usan sus picos para romper semillas muy duras, mientras que el pájaro carpintero (derecha) cuenta con un pico corto y muy duro que le permite hacer huecos en los árboles en busca de insectos y larvas.*



*Las aves exhiben una gran variedad de tamaños, colores y formas, ya que ocupan todo tipo de ambientes. De las 10500 especies descritas en el mundo, alrededor de 200 se encuentran exclusivamente en México. Al igual que otros vertebrados, la mayor concentración de aves endémicas se presenta en la vertiente suroeste del océano Pacífico y en las montañas del Eje Neovolcánico y la Sierra Madre Occidental.*

*PÁGINA 122 Las aves rapaces necesitan vivir en grandes extensiones con suficientes sitios para protegerse y anidar. La presencia de estas aves indica el buen estado de salud de los ecosistemas y han sido catalogadas como especies "sombriлла": su protección facilita la conservación de otras especies y de grandes extensiones de bosques y selvas en los que habitan.*







## *Los reptiles*

*México destaca por ser la nación con mayor diversidad de reptiles a nivel mundial. A la fecha se han registrado 864 especies, de las cuales más de la mitad (493) sólo se encuentran aquí.*







PÁGINAS 124, 126 Y 128 Los reptiles son considerados los primeros vertebrados que lograron establecerse en tierra. Su cuerpo cubierto de escamas formadas por queratina les permitió adaptarse a una gran variedad de ambientes terrestres. La mayor diversidad de reptiles se encuentra en los bosques tropicales del suroeste del país.

A pesar de que las tortugas se adaptaron a vivir fuera del agua, mantienen un estrecho contacto con el vital líquido durante la etapa embrionaria, dentro del huevo que permite mantener la humedad. Diversas especies se han adaptado a gran variedad de ambientes como selvas húmedas y bosques templados, hasta matorrales, pastizales y desiertos.



*En México habitan 417 especies de lagartijas, 48% de todos los reptiles del país. Las hay de numerosas formas y colores y de hábitos tanto arborícolas como terrestres y semiacuáticos. Son más activas durante el día, cuando se alimentan de pequeños insectos como hormigas, mariposas y escarabajos, aunque algunas se pueden observar durante la noche.*



*De las 23 especies de caimanes y cocodrilos que hay en el mundo cuatro se han registrado en el país. Aunque pueden tolerar el agua salada, prefieren habitar sistemas de agua dulce o salobre como arroyos, pantanos, manglares, ríos, lagunas y esteros. Son abundantes en lugares donde hay mucha vegetación y pueden encontrar pequeños cangrejos, caracoles, camarones, peces y pequeños vertebrados de los cuales alimentarse.*





*En México hay 393 especies de serpientes y culebras. La mayoría son inofensivas para el ser humano, mientras que unas pocas son altamente venenosas. La mayoría de las especies tiene poca movilidad y se distribuye en áreas muy pequeñas, de manera que casi 50% es endémico, principalmente en las regiones del Golfo de California, la Sierra Madre del Sur y el Eje Neovolcánico.*





## *Los anfibios*

*México, con 1 240 especies registradas y 376 endémicas, está entre los cinco países más diversos en especies de anfibios. Este grupo incluye cecílicos, salamandras, ajolotes, ranas y sapos.*





PÁGINAS 142 Y 144 Los bosques tropicales de Oaxaca, Chiapas y Veracruz albergan la mayor diversidad de anfibios en el país, mientras que en los bosques y matorrales secos de Puebla, Guerrero y Michoacán se concentra el mayor número de especies endémicas.

Los anfibios son reconocidos por depender del agua para sobrevivir durante las primeras etapas de su vida. Sin embargo, algunos linajes han dejado gradualmente estos ambientes y han logrado colonizar ambientes secos en los que el agua se presenta sólo durante un corto periodo del año. México cuenta con casi 100 especies de ranas distribuidas principalmente en ecosistemas tropicales.



*Las salamandras son el grupo más numeroso dentro de los anfibios. Habitan usualmente en bosques con altos niveles de humedad. Algunas especies pasan toda su vida en el agua mientras que otras salen a tierra para continuar su vida adulta. Una característica única de las salamandras es su capacidad para regenerar alguna parte de su cuerpo cuando es amputada, por lo que logran recuperarse y sobrevivir más fácilmente a los ataques de los depredadores.*



*Los anfibios necesitan mantener su piel húmeda todo el tiempo. Debido a que la humedad en el ambiente puede no ser suficiente, muchas especies cuentan con glándulas en la piel que producen la humedad necesaria.*



## *Los peces*

*México es reconocido por la riqueza de peces que habitan en sus cuerpos de agua. Actualmente se conocen 2 763 especies de peces en el país, lo que representa 10% de los peces conocidos en el mundo.*



PÁGINAS 152, 154 Y ARRIBA Los arrecifes de coral son fundamentales para sostener la vida mar adentro. En ellos se refugian muchas especies en sus primeras etapas de desarrollo, aunque después viajen por todo el globo siguiendo las corrientes marinas. La alta diversidad de especies en el mar de Cortés ha motivado la creación de Reservas de la Biosfera como la del Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado, Isla San Pedro Mártir, El Vizcaíno e Islas Mariás, los Parques Nacionales Bahía de Loreto, Cabo Pulmo e Isla Isabel, así como las Áreas de Protección de Flora y Fauna Islas del Golfo de California y Cabo San Lucas.

PÁGINA 156 México es un país con alta diversidad de peces dulceacuícolas, pues se han registrado más de 505 especies en lagos, lagunas, ríos y arroyos, lo que representa alrededor de 6% de las especies de peces de agua dulce conocidas a nivel mundial. La mayoría de las especies que se encuentran en agua dulce (350) son capaces de tolerar algún grado de salinidad.





## *Los invertebrados*

*Los artrópodos representan el grupo más diverso de todo el reino animal con más de un millón y cuarto de especies descritas hasta la actualidad. Sorprendentemente, se estima que estas especies conocidas representan menos de 20% del total de artrópodos que habitan el planeta.*





PÁGINAS 158 Y 160 La importancia ecológica de los artrópodos es inmensa y radica principalmente en la dieta de cada especie. Existen especies que se alimentan de animales muertos y se encargan de reintegrar esta materia al ambiente que habitan; otras se alimentan de plantas y algunas más actúan como biocontroladores que se alimentan de otros artrópodos, evitando el surgimiento de plagas.

Los arácnidos, grupo al que pertenecen alacranes (izquierda), arañas (arriba), solifugos, vinagrillos, pseudoescorpiones, ácaros y garrapatas, son muy comunes en todo el país. Hay más de 5 000 especies con una gran variedad de formas y hábitos desde los desiertos y matorrales áridos del noroeste hasta las selvas húmedas del sur de México.





PÁGINAS 164 Y 165 Con más de 33 000 especies conocidas en México, los artrópodos exhiben formas de vida sumamente diferentes. A pesar de formar un grupo tan vasto, todos cuentan con patas articuladas que les dan esa movilidad única en el reino animal: los hay de tres pares de patas –como los insectos–, de cuatro pares –como arañas y alacranes– y de decenas de pares –como los ciempiés.

En el mundo de los insectos los escarabajos son los más diversos, ya que se han documentado alrededor de 300 000 especies distribuidas en todo el planeta, lo que representa más de 70% de todos los insectos conocidos en la actualidad. Los escarabajos han sido capaces de colonizar todo tipo de hábitats desde el nivel del mar hasta alturas que superan los 4 000 metros, incluyendo matorrales áridos y bosques templados, así como selvas tropicales e incluso ríos y lagunas.



RODOLFO DIRZO

## AMENAZAS ANTROPOGÉNICAS

### *Un gran letargo y una explosión biológica*

En la magra medida en la que la conocemos, la historia de la vida en nuestro planeta está llena de fascinantes imágenes. La increíble jornada de la vida se inició hace aproximadamente 4 mil millones de años pero en su etapa más reciente tiene como característica más distintiva la presencia de nuestra especie sobre la faz de la Tierra. El tiempo que abarca esta jornada es tan largo que desafía la imaginación, pero se puede poner en perspectiva considerando que el lapso de esta historia corresponde, aproximadamente, al tiempo que tomaría la sucesión de ¡160 a 180 millones de generaciones de humanos! Más allá de esta increíble temporalidad, otro aspecto apasionante de la historia es que, durante la gran mayoría de ese tiempo —más del 88%— las manifestaciones vitales se mantuvieron en un enorme letargo evolutivo, restringido a unas cuantas formas de vida marina. Evidentemente, las condiciones ambientales que limitaban las potenciales manifestaciones de la vida eran extremadamente difíciles y, sobre todo, persistentes. No fue sino hasta muy “recientemente” —hace unos 540 millones de años— cuando de manera insólita la diversificación de la vida se disparó. De manera “repentina”, en un breve suspiro para la escala geológica, irrumpió gran número de distintas especies con variadas morfologías, hábitos alimenticios y preferencias ecológicas, primero en los mares y luego en las tierras (de ahí el nombre de “Explosión del

Cámbrico”). No es en balde que al más reciente de los grandes periodos de la historia de la Tierra, que inicia precisamente en el periodo Cámbrico y continúa hasta nuestros días, se le bautizara como Fanerozoico, vocablo griego que quiere decir “la vida visible” (bajo una creencia inicial que en ese momento se había iniciado la vida en el planeta).

El inicio del Fanerozoico vio el cambio de un mundo marino apenas salpicado de algunas bacterias, algas, arqueas y parazoos, a un universo exuberante lleno de artrópodos, caracoles, gusanos diversos, tunicados, cefalópodos, erizos, medusas y los primeros intentos de corales. Estos ancestros habrían de dar origen a su vez a animales de conducta compleja y a los primeros peces. A este nuevo bestiario le siguió la invasión de las plantas al medio terrestre, seguidas por los animales que, tomando ventaja de una atmósfera rica en oxígeno gracias a la fotosíntesis de las plantas, invaden los espacios terrestres. Así, el planeta llega a una etapa “esmeralda” con los grandes bosques del periodo Carbonífero donde abundan los reptiles. Tras el reinado de los dinosaurios, llega la exuberante proliferación de aves y mamíferos. Nuestra especie hace su entrada en escena, literalmente, en el último segundo de esta gran saga.

Dos aspectos de esta larga y compleja jornada merecen mención: la creciente diversificación de la vida desde la explosión del periodo Cámbrico y los pulsos de extinción masiva que han sucedido a lo largo de estos 541 millones de años. Por un lado, el ritmo de diversificación biológica del Fanerozoico ha sido implacable, con una trayectoria en fuga, creciente. La evidencia fósil disponible, con las correcciones estadísticas pertinentes, sugiere que nunca antes ha habido tal exuberancia biológica como la que tenemos ahora: el pináculo de la diversificación. Así, la biodiversidad actual representa una verdadera celebración de la vida, no solo por la cantidad de formas vivientes, sino por las impresionantes adaptaciones que han surgido asociadas a los numerosos roles que las propias especies, en una suerte de ciclo armonioso, han construido en la compleja trama de la vida. Por ejemplo, mientras más tipos de flores surgen (en tamaño, color, estructura y aroma; algunas pueden incluso oler a carroña, y hay orquídeas con forma de abeja y aromas que mimetizan feromonas animales), más tipos de polinizadores surgen también (como los escarabajos carroñeros, o las abejas que, atraídas por los engañosos aromas de las orquídeas, tratan de copular con ellas e inevitablemente transfieren el polen de una a otra orquídea). El linaje de los murciélagos incluye especies con adaptaciones exquisitas para tomar néctar, o comer fruta, o cazar insectos, o chupar sangre, en respuesta a la diversidad de oportunidades alimenticias que fueron surgiendo. En suma, las especies se embarcan en “relaciones coevolutivas” entre ellas, haciendo que el proceso de surgimiento de nuevas especies se retroalimente y sea cada vez más explosivo, decorando así nuestro planeta. Para nuestra especie esta diversidad ha representado comida, salud, alegría y materia prima genética sobre la cual nuestros ancestros han trabajado, desde hace unos 10 000 años, para heredarnos los cultivos que hoy nos sustentan.



PÁGINA 168 Dos terceras partes de los bosques de México están en manos de ejidos y comunidades agrarias. Muchos de ellos han construido en los últimos 50 años importantes experiencias para el manejo sustentable de los bosques, extrayendo y comercializando productos como madera, plantas de ornato y hongos comestibles. Las empresas forestales comunitarias, además de representar una fuente de empleo e ingreso para las familias, generan recursos para combatir incendios y plagas, así como la tala ilegal, frenando la deforestación y planeando a largo plazo la regeneración de los bosques.

México es el país con la mayor diversidad de liebres y conejos del continente americano. Algunas especies que solamente habitan localidades pequeñas en México se encuentran cada vez más afectadas por la degradación ambiental, por lo que la conservación de áreas naturales ha sido fundamental para la conservación de estas y muchas otras especies en el país.

Por otro lado, esta trayectoria *in crescendo* de la biodiversidad se ha mantenido a pesar de que, a lo largo del Fanerozoico, cinco grandes pulsos de extinción amenazaron con sabotear el empecinado enriquecimiento biológico. El instante en que nuestra especie aparece coincide justamente con el momento en que el número de acompañantes planetarios es el máximo que pudimos haber tenido ¡en 4 mil millones de años! Efectivamente, la exuberancia biológica de nuestros tiempos es tal, que ni siquiera hemos podido elaborar un catálogo completo de las especies que nos acompañan, y los debates sobre el número de especies existentes, sin considerar microorganismos (sobre los cuales nuestra ignorancia es apabullante) incluyen estimaciones que van de los 10 hasta los 100 millones de especies de plantas, animales y hongos macroscópicos. Más allá de no poseer siquiera un catálogo, sabemos poco (o nada) de la historia natural, ecología, conducta y evolución de la vasta mayoría de las especies. No obstante, algunas pinceladas nos son conocidas, incluyendo el hecho de que la riqueza de especies no se distribuye homogéneamente en el planeta, sino que disminuye del Ecuador hacia las regiones templadas y polares. También, más allá de la variación latitudinal, existen regiones en las que múltiples factores se conjugan para generar países megadiversos, como México, el cual parece tener en exclusiva alrededor de 10% de las especies de plantas vasculares y de varios grupos de animales, así como tener representada a la mayoría de los grandes ecosistemas conocidos en el globo.

Desde la perspectiva humana, nuestra coincidencia temporal con el máximo de riqueza biológica es un privilegio que supone una emoción fascinante, inusitada, al mismo tiempo que representa una apabullante responsabilidad ética: la de apreciar, respetar, cuidar y utilizar con mesura una herencia evolutiva de 4 mil millones de años.

### *La irrupción del Antropoceno*

El tema de la responsabilidad ética con la biodiversidad que hoy tenemos es por demás importante de cara a los cambios ambientales globales que, impulsados por la actividad humana, ahora amenazan el estado ecológico actual de nuestro planeta. La amenaza en ciernes es sobre los sistemas que mantienen la vida en la Tierra, incluyendo los sistemas de tipo físico-químico, como el clima, y los biológicos, incluyendo la biodiversidad actual. En el caso de esta última, la imagen que la investigación científica reciente nos presenta, de manera cada vez más persuasiva, es que nos encontramos en el proceso de un nuevo pulso de extinción biológica masiva que, de no detenerse, pasaría a ser la sexta gran extinción del Fanerozoico. Dos detalles merecen mención contextual a este respecto. Primero, los 5 episodios de extinción masiva previa ocurrieron por causas naturales, ajenas a la influencia humana. Tal es el caso del choque de un meteorito sobre lo que hoy es la región de Chicxulub, en la península de Yucatán, que se



*La naturaleza tiene una capacidad sorprendente para recuperarse cuando el impacto humano se detiene o se regula. Las Áreas Naturales Protegidas promueven la conservación y la recuperación de la riqueza natural de México.*

considera la principal causa de la desaparición de muchos elementos de la biodiversidad existente en ese entonces, incluyendo los carismáticos dinosaurios. El pulso de extinción masiva hoy en ciernes, más allá de ser claramente impulsado por la actividad humana, se perfila como un evento cataclísmico, rápido, de magnitud comparable a los cinco eventos previos (esto es, entre 10 y 100 veces mayor que los eventos de extinción que naturalmente ocurren en periodos “normales” fuera de las extinciones masivas). Parecería inusitado que la fuerza motora de otro gran episodio de extinción masiva sea disparado por una sola especie —la nuestra—, que además tiene un periodo extremadamente breve de residencia en el planeta. Si bien es evidente que la tozuda inercia de la diversificación ha tenido éxito en recuperar la riqueza biológica después de las grandes extinciones, el proceso de recuperación conlleva un periodo estimado, como promedio, de 10 millones de años. Además, las comunidades de especies que resurgen, postextinción, son en gran medida diferentes de las que existían antes de la extinción masiva. Por lo tanto, no hay duda de que si no logramos evitar la sexta gran extinción, habrá un proceso de recuperación de la biodiversidad. Sin embargo, éste tomará un lapso tan largo que resulta de poco consuelo desde la perspectiva humana; además, los actores biológicos y los ecosistemas que resurjan serán muy diferentes de los que hoy nos acompañan, como ha ocurrido en las 5 extinciones masivas previas. Asimismo, las condiciones en que estamos dejando el planeta, deforestado, defaunado y contaminado, difícilmente permitirán que los mecanismos naturales de adaptación y diversificación sigan operando.

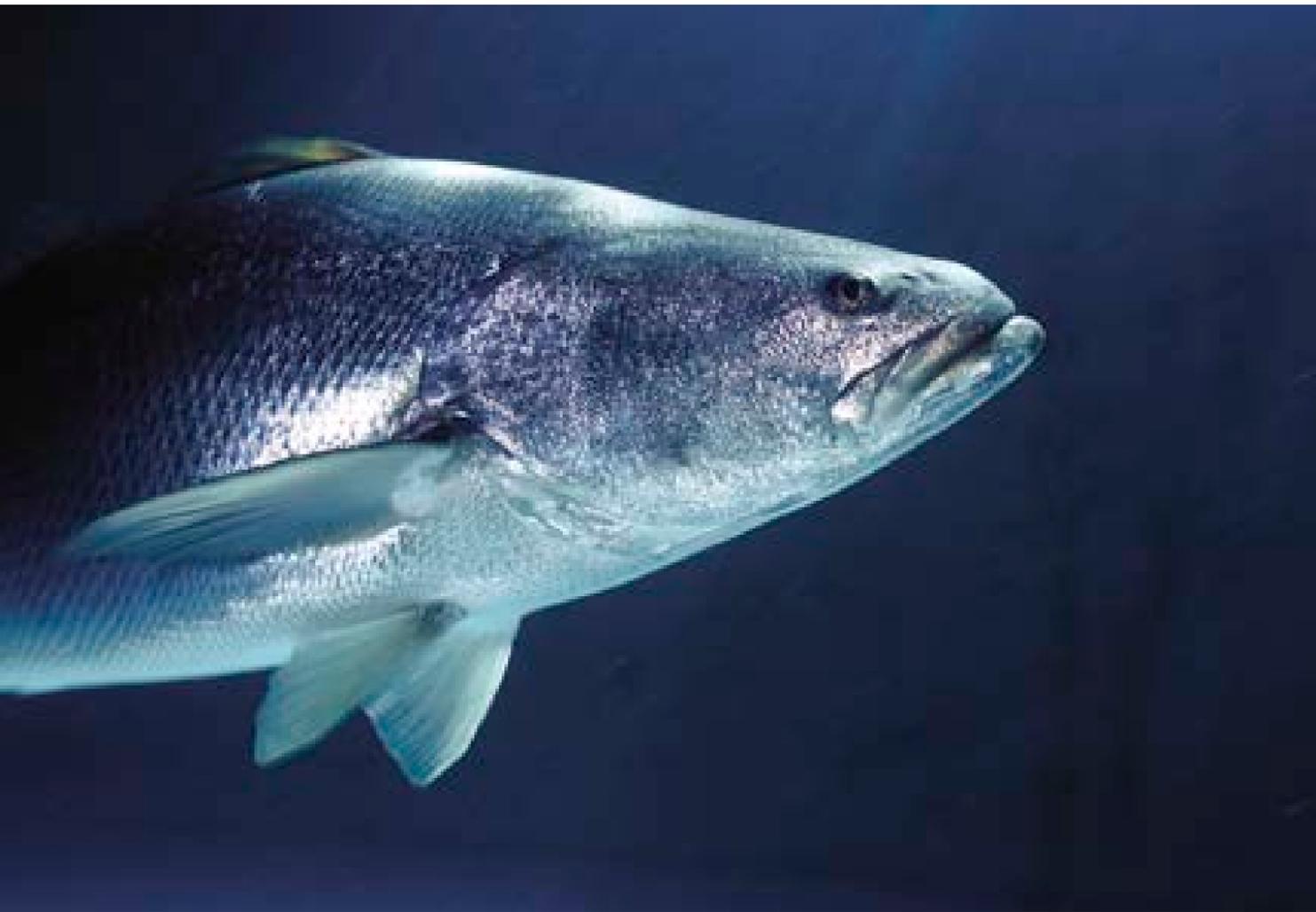
Lo anterior nos obliga a entender la naturaleza biofísica del impacto humano sobre el planeta, impacto cuya huella se ha hecho omnipresente y con múltiples manifestaciones, a tal grado que el Premio Nobel de Química, Paul Crutzen, nos ha sugerido que ya podemos referirnos a una nueva época geológica, la del *Antropoceno*. Estamos obligados a entender lo que está en juego con el advenimiento del Antropoceno y lo que significa de cara a nuestra responsabilidad con las otras formas vivientes del planeta y, desde luego, con nuestros propios descendientes.

### *Efectos y sinergias de los agentes antropogénicos en los cambios globales*

Sin duda el cambio climático, más intenso y rápido desde que aparecimos como especie en la Tierra y particularmente crítico en las próximas décadas, es una de las consecuencias de las actividades humanas que más gravemente amenaza la sobrevivencia de la biodiversidad. Probablemente sea el agente socialmente más visible y popularizado, pero no es el único. Además, es posible que no resulte ser el más importante por sí mismo.

Por ejemplo, existe un enorme cambio del uso de suelo y de la cobertura vegetal de nuestro planeta: cerca de 50% de la superficie terrestre originalmente cubierta por vegetación ha sido deforestada, fragmentada, o alterada en gran medida. La superficie oceánica misma ha sido impactada en un área de al menos el equivalente a dos veces el territorio actual de los Estados Unidos de América. Por otra parte, diversos contaminantes han llegado a niveles récord y muchos otros siguen esa trayectoria. Hoy en día, por ejemplo, se pueden detectar trazas de contaminantes en la corteza de árboles de todas las latitudes, o en la grasa de las ballenas, o en el cordón umbilical de algunas mujeres. Si bien menos publicitadas, las especies exóticas invasoras han tenido y continúan teniendo un impacto mayúsculo en los ecosistemas y en su biodiversidad. Consideremos por ejemplo el caso de las ratas en muchos sistemas insulares, como en Hawái o en Isla Guadalupe en México, donde múltiples especies de aves, plantas e invertebrados han sido decimados o empujados a la extinción por estos (y otros) invasores importados accidental o deliberadamente. El efecto de las invasiones es con frecuencia subestimado o definitivamente malentendido. Por ejemplo, algunas investigaciones con mi propio grupo han demostrado que aún en sitios de lo más remoto, como el Atolón de Palmira, en el Pacífico Central, la invasión de la palma de coco evoca la vista de un paraíso tropical, cuando en realidad tal paraíso esconde un dramático impacto “en cascada” en el cual los árboles nativos son desplazados por el cocotero. Sin los árboles nativos, las aves oceánicas que antes abonaban nutrientes a los infértiles suelos coralinos del atolón, dejan de hacer sus masivos depósitos de guano, y con ello los suelos se empobrecen. Esto afecta la calidad nutritiva de las pocas plantas nativas que sobreviven, lo cual a su vez afecta a los insectos herbívoros que se alimentan de ellas. Al mismo tiempo, el agua de lluvia que escurre hacia las costas es tan pobre en nutrientes que el fitoplancton (y consecuentemente el zooplancton) se ven disminuidos, por lo que las mantarrayas en busca de alimento sólo se acercan a las islas que no están invadidas por los cocotereros. Al final, lo que parecían islas paradisíacas albergan en realidad un ecosistema alterado y en gran medida disfuncional. Los resultados de estos estudios son muy significativos porque se trata de un sitio que representa uno de los lugares más remotos del planeta —supuestamente los menos expuestos al impacto humano.

Además de estos agentes de cambio antropogénico, está el componente de la población humana, que se proyecta llegará a 9 500 millones hacia la mitad del siglo XXI. Este es, de suyo, un problema mayúsculo aun con la densidad poblacional actual, pero el número de personas es solo la punta del iceberg, pues el problema muestra su verdadera dimensión cuando se considera el tremendamente *desigual uso y apropiación* de los recursos por parte de algunos países o sectores sociales, a expensas de otros, que tiene como elemento toral el gran desperdicio de recursos (por ejemplo comida) en el que se incurre actualmente.



*La totoaba es un pez que solamente habita en el mar de Cortés, críticamente amenazado debido a la sobrepesca de los últimos 60 años. Su población se ha reducido en más de 95%, llevándolo al borde de la extinción y poniendo al límite las estrategias de conservación diseñadas para recuperar y proteger a esta y otras especies que habitan en el Golfo de California.*

Si bien cada uno de estos agentes tiene un impacto considerable por sí mismo, la realidad es que no operan en aislamiento, sino en una compleja gama de interacciones que incluyen:

- i] Efectos indirectos: cuando un agente afecta a otro, y este último es el que impacta los ecosistemas. Por ejemplo, la contaminación por el uso excesivo de fertilizantes agrícolas aporta un exceso de nitrógeno que a su vez promueve la invasión de especies exóticas demandantes de este nutriente, las cuales generan perturbaciones diversas, a veces en cascada, como en el caso de los cocoteros descrito anteriormente.
- ii] Retroalimentaciones: cuando el efecto de un agente se autopotencia de manera recurrente. Por ejemplo, en las selvas tropicales fragmentadas de Latinoamérica los vientos que golpean directamente el borde de los parches de selva provocan la caída de los árboles primarios (por ejemplo los ojoques) y favorecen la colonización de especies secundarias, invasoras (lianas o árboles bajos como los guarumbos o chancarros). Este nuevo tipo de vegetación es a su vez una barrera más débil ante los vientos, por lo que se constituye en un frente de avance del disturbio, retroalimentando el efecto negativo de los vientos sobre los pocos remanentes de selva.
- iii] Sinergias entre agentes: cuando dos agentes se potencian entre sí. En la selva de Los Tuxtlas, Veracruz, la cacería y sobre-explotación de fauna de vertebrados generan un grave problema de defaunación. Al mismo tiempo, la tremenda deforestación y fragmentación de esta selva promueven *per se* la defaunación, ya que los animales de talla mediana y grande no pueden mantener poblaciones viables en áreas pequeñas donde no encuentran suficiente alimento, abrigo ni pareja. Pero la deforestación y fragmentación también facilitan el acceso de los cazadores a los sitios que antes eran inaccesibles, potenciándose así ambos factores. Similarmente, el cambio climático antropogénico hace sinergia con otros agentes de cambio global.

Dicho lo anterior, es evidente que estos procesos no operan en aislamiento, ni en pares, sino que actúan de manera compleja, comúnmente con más de una de las tres interacciones mencionadas. Todo esto hace evidente que el estudio de la interacción de los factores sobre los ecosistemas y la biodiversidad es una agenda científica que necesita atención urgente, y que la implementación de acciones dirigidas a enfrentar el cambio global del Antropoceno es más compleja de lo que pudiera pensarse si sólo se consideran los agentes por separado.

El impacto conjunto de estos agentes se expresa en el más crítico de todos los cambios globales: la pérdida de biodiversidad. Es esencial subrayar que si bien el mayor énfasis se ha dado en la extinción de especies, que es indudablemente importante, se han dejado de lado

otras dos facetas de este problema: la reducción de las poblaciones que aún persisten y la extinción local de muchas de ellas. Mi propio trabajo con otros colaboradores sugiere que en los últimos cuarenta años las poblaciones de vertebrados se han reducido un 25% a nivel global. Esta cifra es casi el doble en el caso de los vertebrados tropicales, por lo que sus poblaciones cuentan apenas con la mitad de individuos que solían tener. Asimismo, estudios recientes muestran que 25 especies de grandes mamíferos herbívoros, incluidos los habitantes de las sabanas africanas como el elefante, el rinoceronte negro y el hipopótamo, han visto disminuido su ámbito de distribución geográfica histórica a un mero 19% de lo que antes era, lo cual implica que el 81% de sus poblaciones ha desaparecido. De manera similar, 96% de la selva atlántica de Brasil no tiene ya depredadores en la cúspide de la cadena alimenticia, ni grandes herbívoros (tapir, jabalíes) ni monos dispersores de semillas.

Podría argumentarse que la extinción biológica es el aspecto más crítico del Antropoceno pues es verdaderamente irreversible: una vez que una especie desaparece de la faz de la Tierra no es posible regresarla, a menos que se incurra en un proceso de “desextinción” cuyas posibilidades de implementación, si bien teóricamente posibles, suponen innumerables problemas prácticos (por ejemplo, a partir de qué genomas se desextingue una especie; bajo qué criterios se eligen las especies a ser resucitadas), financieros (la gran cantidad de dinero requerido), sociales (en qué medida esto es aceptable para los habitantes de los sitios de recolonización), y ético-ecológicos (por ejemplo en qué medida los sitios de recolonización representan el hábitat en el que la especie extinta se encontraba, en particular ante un clima distinto, uso del suelo, presencia de especies exóticas y contaminantes). Pero el mayor problema es que la magnitud de las extinciones del Antropoceno ya es entre 10 y 100 veces mayor a la que se presenta en períodos “normales”. Por ejemplo, en el caso de los animales, nos veríamos en la necesidad de escoger sólo algunas especies para resucitar de las 617 —la cual es una cifra conservadora— especies de vertebrados extintos desde el año 1500 o en riesgo serio de extinción (según un estudio reciente de G. Ceballos y colaboradores). Además, las especies no son entidades biológicas aisladas sino que están ligadas a muchos otros organismos por una compleja red de interacciones ecológicas —mutualistas y antagonistas. Esto supone que las extinciones ya ocurridas seguramente han traído consigo numerosas coextinciones (los polinizadores de una planta extinta, o los depredadores de algún animal presa, por ejemplo), exacerbando así los problemas prácticos de la posible desextinción. Esta discusión también subraya otro aspecto crítico de la pérdida de biodiversidad: las alteraciones o extinciones de los procesos ecológicos y de las interacciones bióticas.

## *De la especie a la comunidad biológica: las redes de interacciones*

El tema de las interacciones ecológicas entre especies es un aspecto de vital importancia ante el cambio global. Al considerar el impacto de la perturbación del clima en la biota del planeta, típicamente pensamos en la abundancia y la distribución de las especies *individualmente*. Con base en la teoría del nicho ecológico, sabemos que cada especie (planta, animal y microorganismo) vive en una combinación particular de condiciones ambientales (por ejemplo temperatura y disponibilidad de agua) llamada “nicho ecológico fundamental”. Cuando cambia el ambiente, una especie puede extinguirse, adaptarse a las nuevas condiciones, o migrar a otro lugar donde las condiciones son parecidas a las del nicho fundamental. Por ejemplo, la mariposa monarca cuenta con una temperatura crítica más baja y otra más alta que representan los umbrales más allá de los cuales no puede sobrevivir. Sin embargo, además de las condiciones abióticas de su nicho fundamental, su supervivencia y reproducción dependen también de la presencia/ausencia de otras especies como las plantas de cuyas hojas se alimentan sus orugas y los depredadores que atacan orugas y adultos. La combinación particular de condiciones ambientales y biológicas define entonces el nicho efectivo de la especie. Esto significa que el cambio climático también tendrá efectos importantes, si bien menos reconocidos, sobre las interacciones entre especies. Consideremos el caso de un ave insectívora adaptada a un ambiente de tierras bajas que, ante el calentamiento global, emigra a una elevación mayor para mantener su temperatura óptima: su supervivencia dependerá de que los insectos de los que se alimenta también emigren, y de la interacción competitiva con otras especies de aves, y de los depredadores presentes en los sitios elevados de inmigración. Aun más, es previsible que por interactuar con el ave desplazada, otras especies insectívoras también tendrían que cambiar su conducta, o su distribución. Es decir, los cambios en la distribución de una especie también afectarán a otras especies.

El impacto del cambio climático sobre las interacciones que definen el nicho efectivo de muchas especies será especialmente importante en las regiones tropicales, porque en los ecosistemas de los trópicos las interacciones entre especies son más frecuentes, diversas y con efectos variables en los interactuantes. Esto es especialmente crítico en las selvas tropicales de México, donde este tipo de ecosistema alcanza su límite de distribución norteño en el continente, que han sido considerablemente menguadas por la deforestación y la fragmentación.

Más allá de los cambios de temperatura, es imperioso considerar también los cambios en la disponibilidad de agua que conlleva el cambio climático. Un ejemplo notable es el de los anfibios, que han sido devastados por un aumento de la infección causada por el hongo quitridio. Las extinciones recientes de sapos arlequín del género *Atelopus* se atribuyen a una com-



El águila real, el emblema nacional por excelencia, sobrevive en las zonas rocosas del centro y norte del país. Decenas de organizaciones del sector social, el sector privado y el gobierno han trabajado en conjunto para recuperar esta especie.

binación letal del hongo quítrido (*Batrachochytrium dendrobatidis*) con el clima. Si bien este hongo prospera mejor en condiciones frías que en condiciones relativamente más calientes, se ha descubierto que la proporción de días nublados ha aumentado en los últimos cuarenta años en los bosques mesófilos de Costa Rica, con lo cual la temperatura del día disminuye mientras que la de la noche aumenta. Esto representa condiciones ideales para el desarrollo del hongo, lo cual parece explicar la extinción de sapos del bosque mesófilo. Similarmente, es fácil imaginar las posibles consecuencias de cambios en la disponibilidad de agua de los bosques secos caducifolios, que se caracterizan por una época seca muy marcada en la que casi todos los árboles pierden el follaje. Investigaciones del grupo de la Dra. Katherine Renton realizadas en la Estación Biológica Chamela de la UNAM, ubicada en la costa de Jalisco, demuestran que la variación de las lluvias afecta el éxito reproductivo y la supervivencia de pericos de cabeza lila del bosque caducifolio de esta región. Un seguimiento detallado de las poblaciones de pericos a lo largo de varios años mostró que una mayor cantidad de lluvia se correlaciona con mayor número de huevos y con la supervivencia de las crías. Esta relación parece deberse a que después de años húmedos, existe una mayor disponibilidad de frutos de los que se alimentan los pericos, de manera que la cantidad de lluvia tiene efectos directos sobre la reproducción de las plantas y, a su vez, efectos indirectos sobre la supervivencia de los pericos. Consideremos ahora, como ejemplo complementario, los posibles efectos del cambio climático sobre el famoso mutualismo entre los árboles de amate, o higueras (género *Ficus*, perteneciente a la familia Moraceae) y sus dispersores y polinizadores. Estos árboles se caracterizan por ser abundantes en los trópicos y por producir frutos de manera masiva y constante a lo largo del año, de manera que son clave para la alimentación de numerosos animales, incluyendo aves y monos que al consumir los higos dispersan sus semillas. Además, las flores de las higueras son polinizadas por avispas muy particulares (de una familia llamada Agaonidae) que, al poner sus huevos dentro de las estructuras florales que darán origen a los higos, transfieren el polen y las fertilizan, permitiendo así el desarrollo de los frutos. Al eclosionar los pequeños huevos de avispa, las larvas se alimentan de algunas de las semillas del higo y luego se transforman en adultos para salir al exterior. Esta estrecha dependencia entre la reproducción de la avispa y la reproducción de la higuera significa que la respuesta de estos árboles al cambio climático dependerá de la respuesta de sus polinizadores y viceversa. Dado que los amates sustentan en buena medida a un amplio abanico de animales frugívoros, el futuro de los frugívoros dependerá también de las avispas de higo y viceversa. El mismo mensaje resultaría del caso similar de las plantas de izote que pueblan las zonas áridas y semiáridas de México, y sus polillas polinizadoras especializadas.

Al considerar los efectos de los cambios globales del Antropoceno sobre la diversidad biológica es importante reconocer que las interacciones entre especies son vitales para

mantener el funcionamiento de los ecosistemas y los servicios que nos aportan. Este reconocimiento es importante en todos los ecosistemas del mundo, pero se torna crítico en los trópicos y en países —como México— donde existe una concentración excepcional de la biodiversidad que existe actualmente en el planeta.

### *Epílogo*

El momento de actuar para impedir un retroceso en la biodiversidad que ahora alegra y decora el planeta es impostergable. De no hacerlo ponemos en riesgo la supervivencia de los remanentes que aún no eliminamos de la faz de la Tierra y que surgieron de la gran saga evolutiva de 4 mil millones de años. De no hacerlo faltaremos a nuestra responsabilidad de cuidar nuestra casa y nuestros acompañantes planetarios y también fallaremos en proteger el bienestar de nuestros propios descendientes. La oportunidad para evitar naufragar del todo aún existe, pero la evidencia científica señala, enfáticamente, que el tiempo es corto.



*Algunos animales como la zorra gris han aprendido a compartir con el humano los bosques y desiertos de México. Por su parte, el hombre tiene que aprender a respetar a la naturaleza de igual manera.*



*La conservación*



*Hace más de seis décadas el famoso naturalista Aldo Leopold describió nuestro planeta como un mundo lleno de heridas. Su descripción no podía ser más precisa ya que nuestras actividades han causado enormes impactos negativos como la destrucción de los ambientes naturales, la extinción de especies, la contaminación y el cambio climático. Estos impactos representan, tanto en México como en el resto del mundo, el mayor reto en este siglo porque el bienestar de la humanidad depende de la conservación de la naturaleza y el mantenimiento de los servicios ambientales. Los retos ambientales más importantes del país están relacionados con la compaginación del desarrollo económico y la conservación de la naturaleza. De especial importancia es detener la destrucción de los ecosistemas naturales terrestres, dulceacuícolas y marinos, frenar la extinción de especies, la contaminación de las fuentes de agua y del suelo, así como revertir el cambio climático global.*

*México ha tenido grandes logros en materia de conservación que datan de principios del siglo xx cuando se decretó la prohibición de la explotación de mamíferos marinos en las aguas de Baja California, lo que salvó de la extinción a la ballena gris, el lobo fino y el elefante marino. En la actualidad los ejes de la conservación de la naturaleza en México se basan en la protección de las especies en peligro de extinción, el establecimiento de áreas naturales protegidas y el desarrollo de estrategias de manejo sustentable de especies aprovechadas por las comunidades rurales.*



PÁGINAS 186, ARRIBA Y DERECHA El berrendo solía ser un habitante común en los pastizales y desiertos del centro y norte de México, pero a principios del siglo XX solamente sobrevivía en Chihuahua, Sonora y Baja California Sur, donde las poblaciones seguían en declive. Afortunadamente, la intervención oportuna del gobierno mexicano, universidades y organizaciones sociales y privadas ha permitido promover el estudio y recuperación del berrendo. La crítica situación a la que se enfrentó este ungulado coadyuvó a la creación de las Reservas de la Biosfera El Vizcaino, en Baja California Sur, El Pinacate y Gran Desierto del Altar en Sonora y recientemente Janos, en Chihuahua, las cuales aseguran también la permanencia de muchas especies animales y vegetales que conviven con el berrendo.



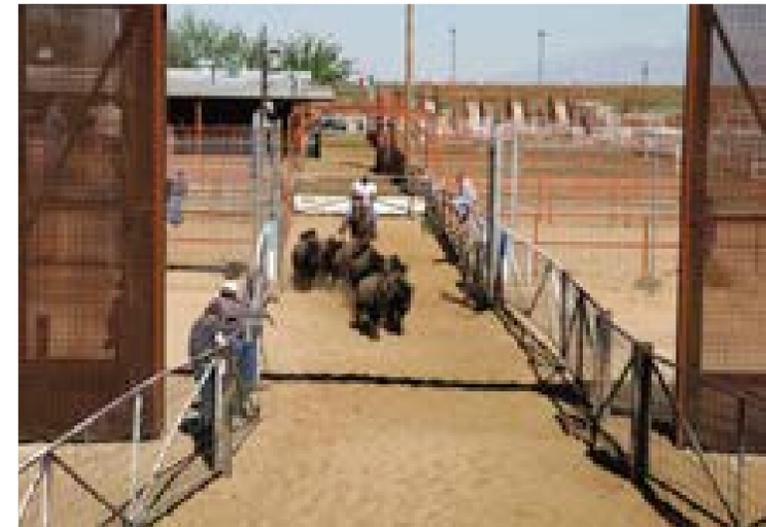
PÁGINA 190 El cóndor de California, el ave más grande de Norteamérica, dejó de dominar los cielos entre 1970 y 1980 cuando una repentina disminución de sus poblaciones lo llevó al borde de la extinción. Al ser una especie de interés común para México y Estados Unidos de América, en el año 2002 se inició una estrecha colaboración para diseñar e implementar un programa de recuperación en el que han participado los zoológicos de San Diego y Los Ángeles, en Estados Unidos, y Chapultepec en México. Gracias a esta colaboración, hoy más de 30 individuos de esta majestuosa ave sobrevuelan nuevamente las sierras y acantilados del Parque Nacional San Pedro Mártir en la península de Baja California.





*El lobo fino de Guadalupe fue explotado intensamente en la segunda década del siglo xx por la industria peletera. Se estima que más de 52 000 lobos marinos fueron capturados en costas mexicanas llevando a esta especie al borde de la extinción. Sin embargo, la presión nacional e internacional para reducir el comercio de pieles ha permitido la recuperación de sus poblaciones. De los menos de 20 individuos sobrevivientes hace 100 años hoy existen cerca de 7 000 gracias al diseño e implementación de políticas públicas que han fomentado el establecimiento de santuarios y refugios de vida silvestre en islas y costas de la península de Baja California.*

*La vaquita marina representa una lucha contra el tiempo. Este cetáceo, el único exclusivamente mexicano, ha sido fuertemente afectado por la pesca de la totoaba –pez con alta demanda en el mercado asiático–, pues queda atrapado en las redes. Para frenar su desaparición el gobierno mexicano, a través de la Secretaría de Marina, organizaciones civiles y la academia buscan frenar la pesca furtiva de totoaba para lograr la preservación de ésta y otras especies marinas del Golfo de California.*



*En el año 2009 un grupo de 23 bisontes donados por el Parque Nacional Wind Cave, ubicado en Dakota del Sur, Estados Unidos de América, fueron liberados en los pastizales de la Reserva de la Biosfera Janos en Chihuahua para promover la recuperación de esta especie en México. A siete años del inicio del programa, el número de bisontes sobrepasa los 100 individuos y seguramente su éxito continuará, asegurando que este majestuoso animal corra nuevamente en los pastizales del norte de México. La colaboración internacional y de decenas de instituciones ha sido fundamental para recuperar esta especie que no reconoce fronteras humanas.*

El hurón de patas negras (derecha arriba) es una comadreja que fue declarada extinta en 1980. Pocos años después algunos hurones fueron descubiertos sorpresivamente en las praderas de Wyoming, en Estados Unidos de América, y con tan sólo 18 individuos se inició un exitoso programa de recuperación en cautiverio que ha permitido el regreso de miles de hurones a las praderas de Norteamérica. En México, la Reserva de la Biosfera Janos es uno de los 24 sitios que participan en el programa de recuperación de la especie. El hurón es un depredador natural del perrito llanero (derecha abajo), por lo que su recuperación es fundamental para recobrar la funcionalidad y salud de los pastizales donde habitan ambas especies.

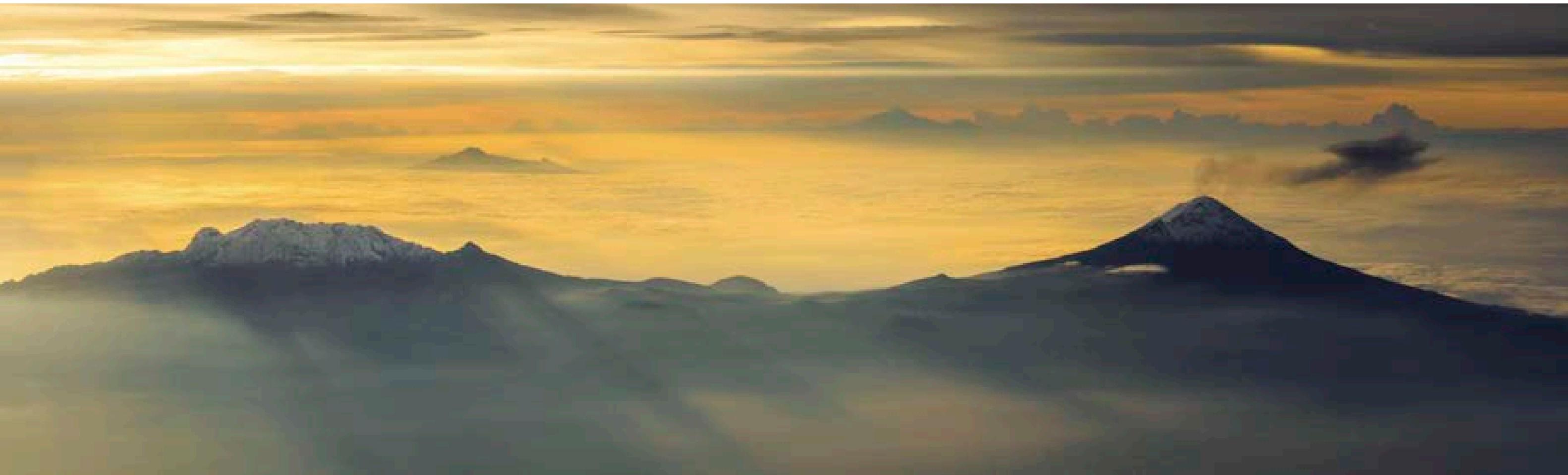




*México cuenta con 22 especies de pericos, animales grabados en la memoria cultural del país desde tiempos prehispánicos por los fascinantes colores de sus plumas y sus habilidades vocales. Actualmente se comercializan de manera ilegal más de 70 000 pericos en el país, principalmente para el mercado de mascotas exóticas. El reto, que se presenta a escala mundial, ha requerido de una colaboración internacional para detener su captura ilegal, establecer centros de reproducción y regular el comercio para recuperar las poblaciones silvestres de pericos mexicanos.*



*De todos los mamíferos que hay en México —164 especies— 30% se encuentra exclusivamente en territorio mexicano. Estas especies, conocidas como especies endémicas, quedaron gradual y naturalmente aisladas por miles de años en sitios muy particulares del país. El zacatuche o conejo de los volcanes solamente vive arriba de los 4 000 metros de altitud en los zacatonales alpinos del eje Neovolcánico Transversal. El cambio climático representa una seria amenaza para esta especie ya que el aumento de la temperatura del planeta puede ocasionar que los ecosistemas de alta montaña se reduzcan o desaparezcan, llevándose consigo a todas las especies que ahí habitan.*





*La mariposa monarca es un emblema de la colaboración internacional entre México, Estados Unidos de América y Canadá para promover la recuperación de una especie migratoria. Gracias a este esfuerzo compartido se ha establecido una red de áreas naturales protegidas a través de la ruta migratoria de más de 8000 km que año con año recorren las mariposas desde Canadá hasta las montañas centrales de México. En México, más de 50 millones de mariposas se refugian cada invierno en los santuarios que conforman la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca, reconocida internacionalmente por la UNESCO como Patrimonio de la Humanidad.*



*Durante los meses de estiaje de cada año se presentan cientos de incendios forestales en diversas partes del territorio nacional que ponen en riesgo la vida de los habitantes y la preservación de la biodiversidad. La Secretaría de la Defensa Nacional coadyuva con la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y la Comisión Nacional Forestal en el combate de los incendios y en programas de reforestación.*



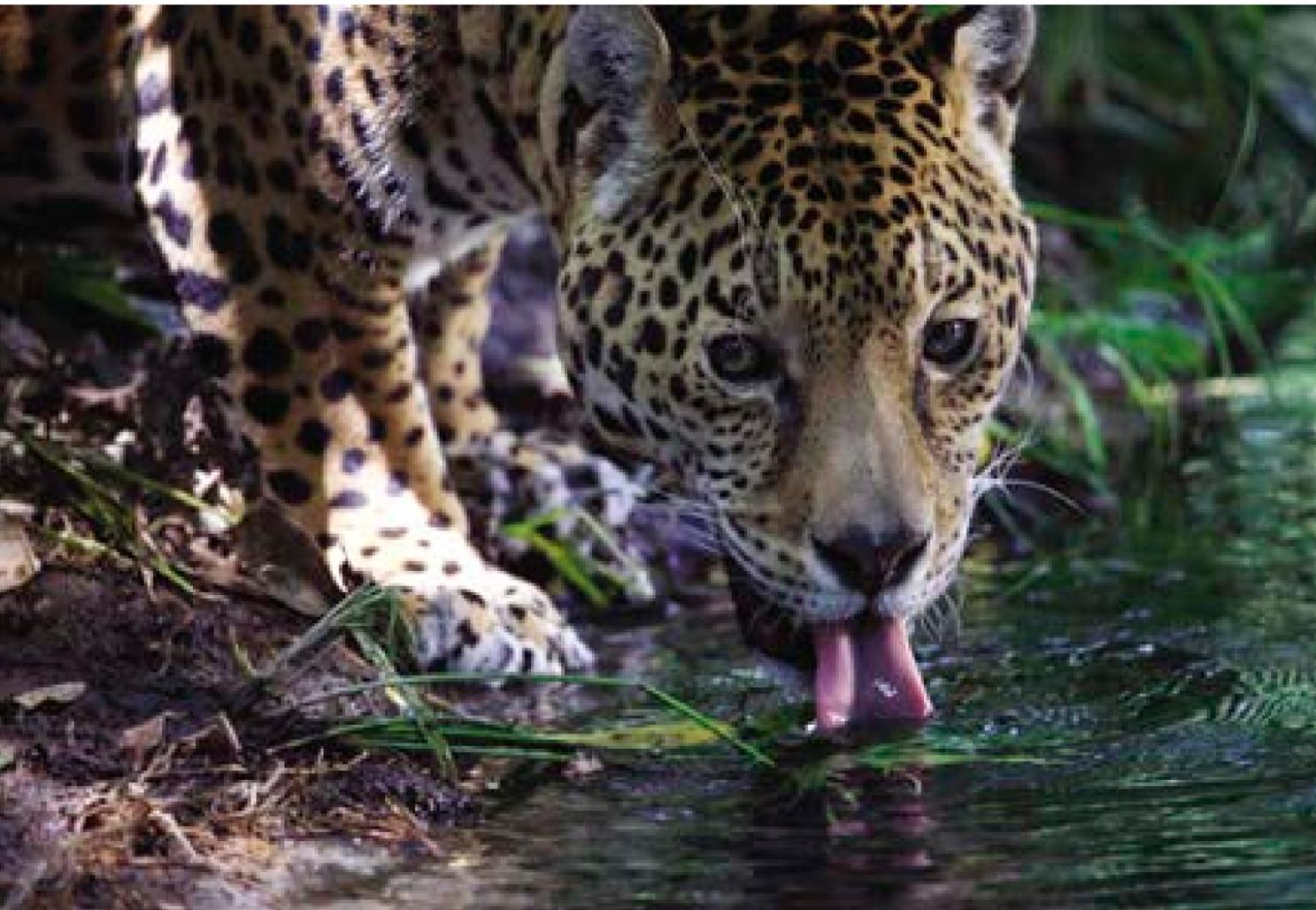


*El pavón (página 206) y el quetzal (arriba) son dos aves representativas de las selvas del sur de México y Centroamérica. Desde tiempos prehispánicos asombraron a los habitantes de la selva y a la fecha siguen causando asombro en visitantes de todo el mundo que acuden a observar estas aves. Actualmente, éstas y cerca de 375 especies de aves más están protegidas en la Reserva de la Biosfera El Triunfo, en Chiapas (izquierda).*

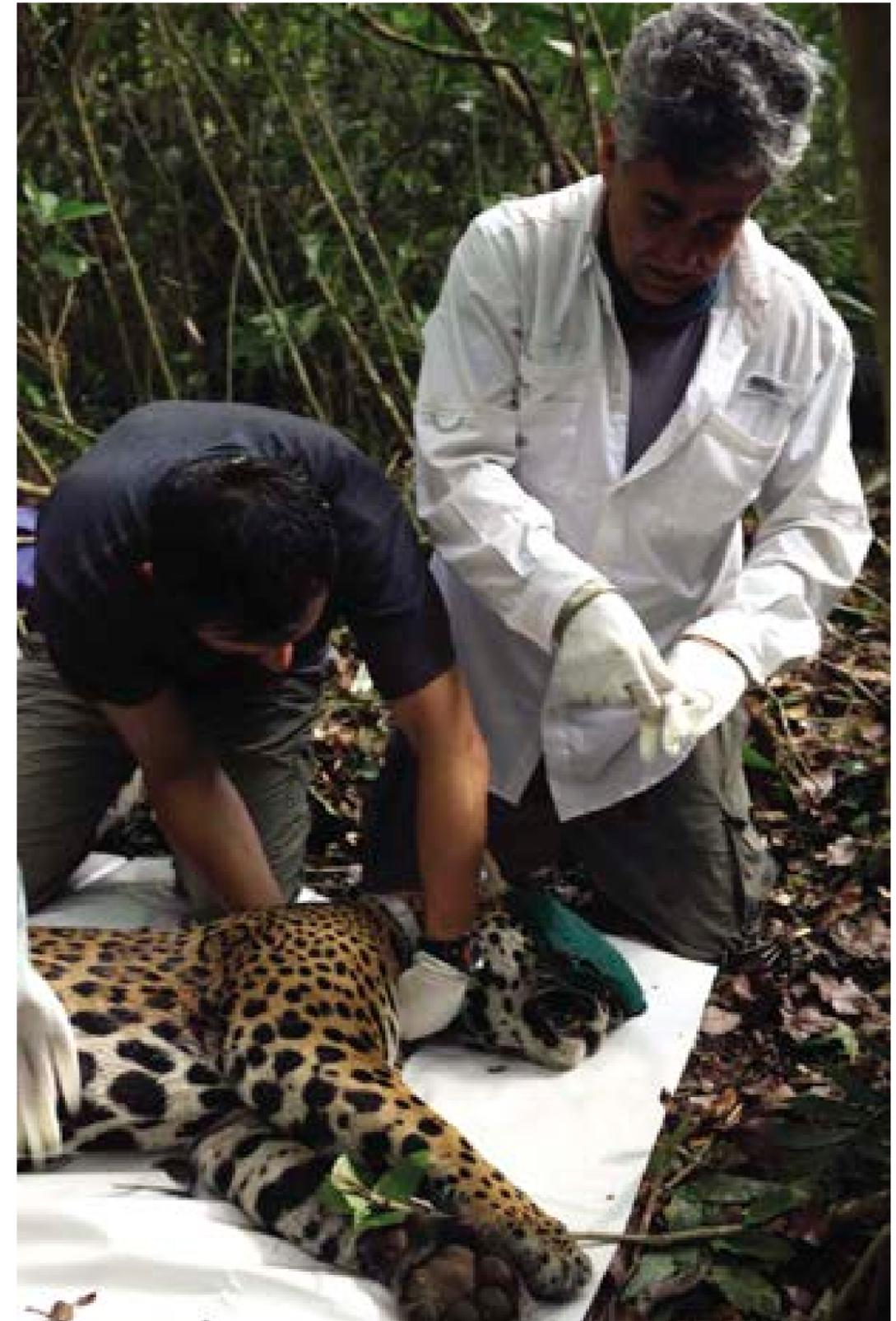


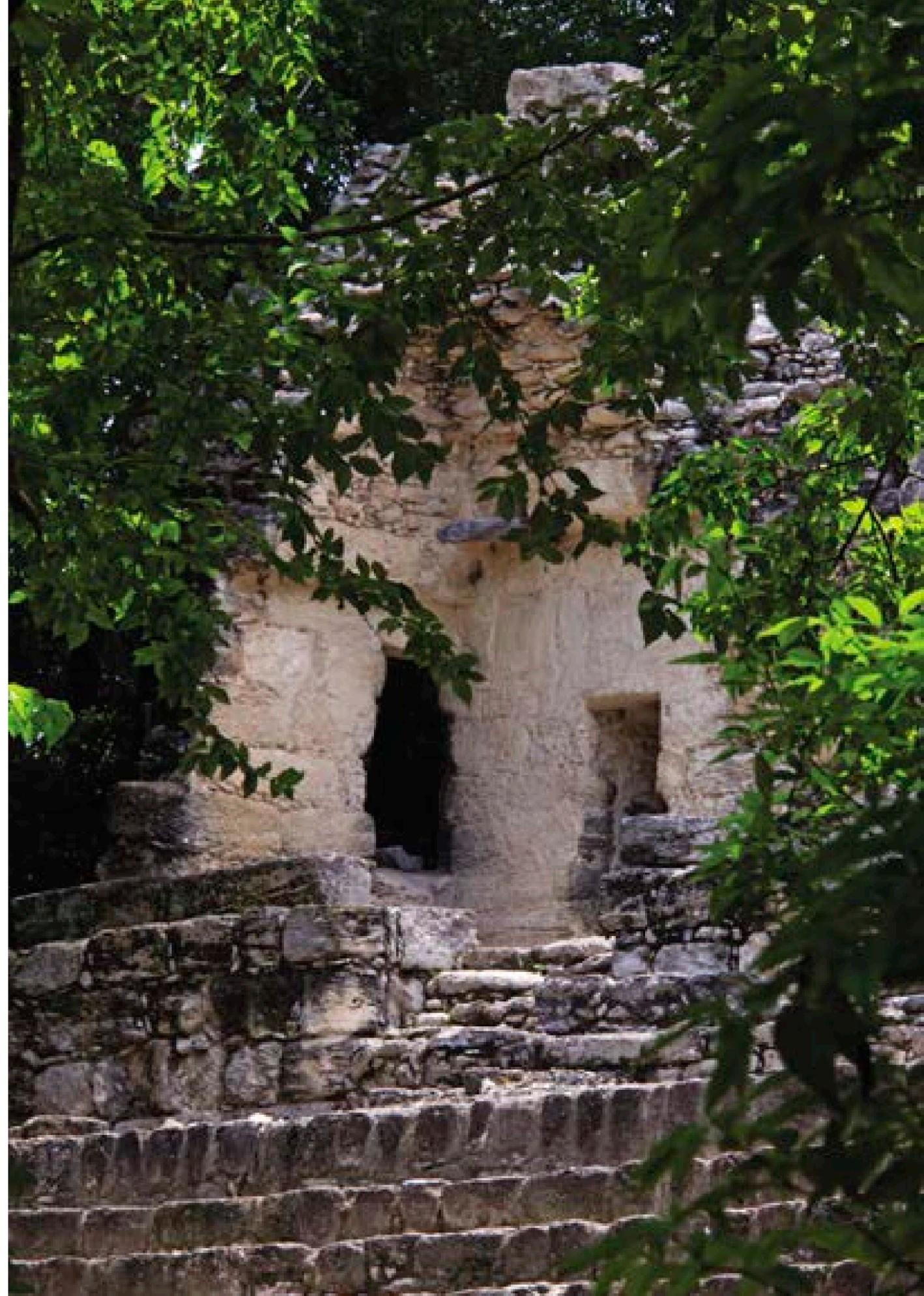


*A lo largo de la historia la guacamaya roja ha sido codiciada por coleccionistas y traficantes de aves en todo el mundo. Ante la captura desmedida de polluelos y adultos y la destrucción de selvas tropicales el gobierno mexicano, en colaboración con organizaciones sociales y privadas, inició un programa de monitoreo, reproducción y reintroducción de la guacamaya a su medio natural para impulsar su recuperación. Gracias a esfuerzos sostenidos durante décadas, las selvas tropicales en Chiapas y Veracruz se han pintado nuevamente de colores con la presencia de la guacamaya roja.*



*La conservación de depredadores como el jaguar es un reto particularmente difícil, pues requiere la protección de millones de hectáreas para mantener poblaciones saludables. En México viven alrededor de 4 000 jaguares distribuidos desde los matorrales desérticos del norte de Sonora hasta las selvas tropicales del sureste mexicano, incluyendo gran variedad de bosques tropicales y subtropicales. Con la participación de gran número de sitios prioritarios y organizaciones, en el año 2014 se consolidó la Alianza Nacional para la Conservación del Jaguar en México para conocer a detalle el estado de las poblaciones de jaguar y definir acciones necesarias para proteger al rey de las selvas mexicanas.*





*La "carne de monte" –animales silvestres cazados para consumo humano– ha sido fundamental en el desarrollo de las culturas mesoamericanas. El tapir representó un alimento sustancioso extraído por cientos de años de manera sustentable. Sin embargo, la desaparición de las selvas donde habita y la caza furtiva han provocado que hoy en día este magnífico animal se encuentre solamente en remanentes de selvas en áreas alejadas de Campeche, Tabasco, Chiapas y Quintana Roo.*



*Ciertas especies y ecosistemas son particularmente frágiles ante los cambios en la calidad del medio ambiente. El flamenco rosado ha sido fuertemente afectado por la contaminación de las lagunas hipersalinas que disminuye la cantidad de crustáceos disponibles como alimento. Para recuperar sus poblaciones se han establecido Reservas de la Biosfera como Ría Lagartos, Los Petenes y Ría Celestún, en Campeche y Yucatán.*



*En todas partes del mundo la observación de aves representa una actividad ecoturística que aporta ingresos a las regiones donde las aves nativas vuelan libres. La gran diversidad de aves en México representa una oportunidad para promover esta actividad entre los amantes de la naturaleza, impulsando la conservación de este grupo y mejorando el entorno socioeconómico de las comunidades que pueblan los bosques, selvas y desiertos mexicanos.*

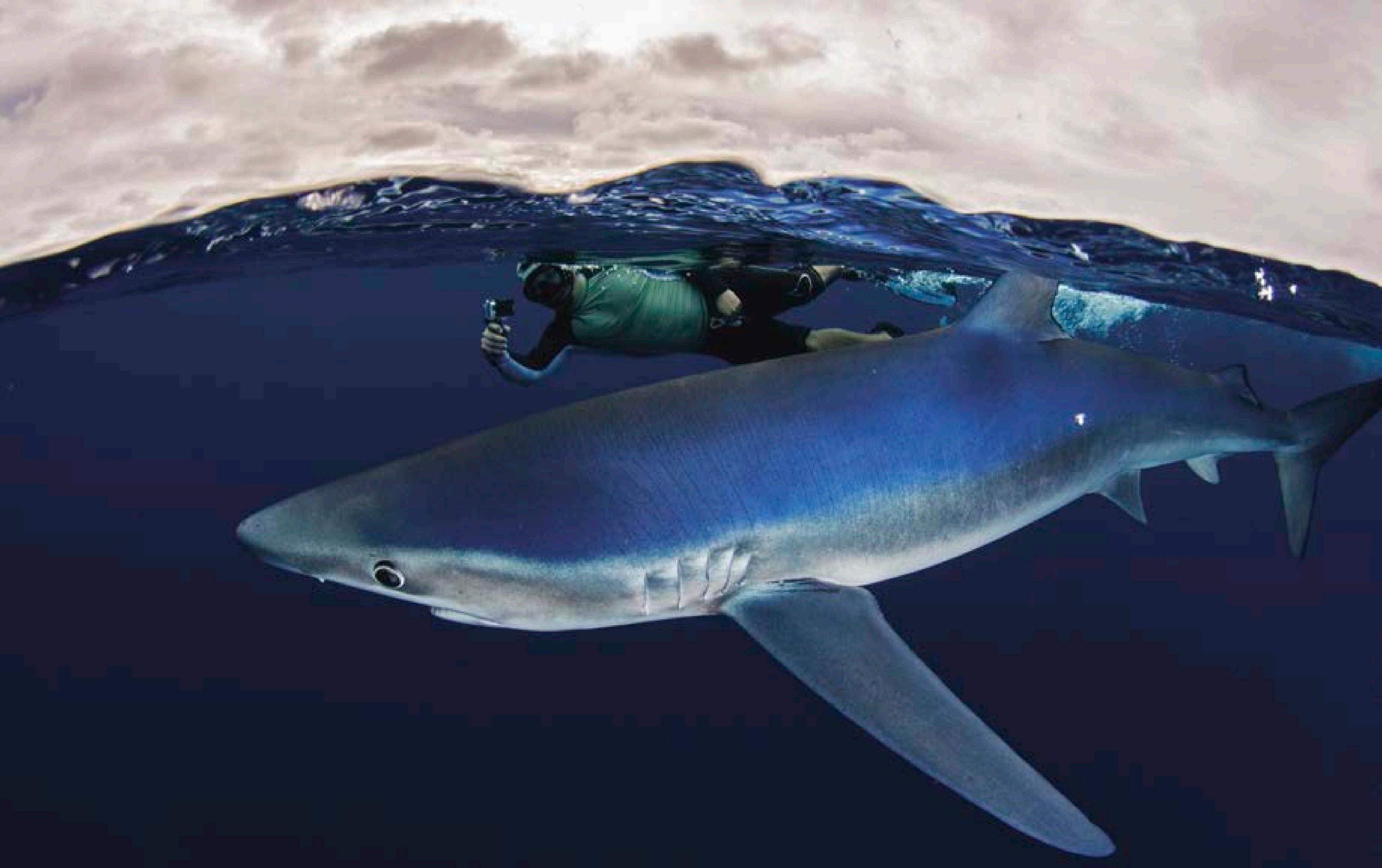


*México tiene la fortuna de ser el sitio de anidación de seis de las siete tortugas marinas que habitan los mares y océanos del mundo, por lo que se trata de especies prioritarias para la conservación en la agenda del gobierno mexicano. La colaboración entre instituciones federales y locales, universidades, organizaciones civiles y empresas privadas ha impulsado por más de medio siglo la recuperación de las tortugas y la protección de sus principales sitios de anidación en las costas de Oaxaca, Guerrero, Michoacán, Tamaulipas, Veracruz y Quintana Roo.*



México, Belice, Guatemala y Honduras han colaborado por décadas para establecer una red de Áreas Naturales Protegidas a lo largo de la segunda barrera arrecifal más grande del mundo que orgullosamente comparten. El Arrecife Mesoamericano, como se le conoce, enfrenta la invasión del pez león, especie introducida por el ser humano que se ha convertido en una plaga y amenaza para otras especies. En México se han puesto en marcha algunas estrategias innovadoras en colaboración con comunidades locales para erradicar a este depredador, incluyendo la apertura de caza deportiva y permisos de pesca que brinden un incentivo para su captura.

PÁGINA 226 La conservación de rayas y tiburones es un desafío global, ya que la mayoría de estas especies se desplaza con las corrientes marinas alrededor del mundo y existe una fuerte demanda internacional por los productos que se obtienen de ellos. En México, que cuenta con más de 200 especies de rayas y tiburones, se han impulsado para su protección iniciativas legales como la Norma Oficial Mexicana NOM-029-PESC. Esta regulación permite la extracción de algunas especies y protege enérgicamente a las especies más amenazadas, permitiendo la conservación de estos animales erróneamente considerados peligrosos para el ser humano.





GERARDO CEBALLOS Y RODRIGO SIERRA

## *LOGROS Y RETOS DE LA CONSERVACIÓN*

*U*na de las grandes maravillas de nuestro planeta, cada vez menos apreciada por la humanidad, es la belleza, complejidad y grandeza de la naturaleza. Es difícil explicar, para quien no lo ha visto, la majestuosidad de un pino milenario, la inmensidad del mar, la tranquilidad de las praderas, la exuberancia de una selva, la hermosura de un arrecife de coral policromado o el imponente porte de un jaguar. A pesar de que nuestra historia está estrechamente entrelazada a ella, las sociedades modernas se alejan cada día más de los ambientes silvestres, sus plantas y sus animales, los cuales nos han acompañado desde nuestros orígenes. Poco a poco hemos perdido el rumbo, y poco a poco han desaparecido nuestro interés y aprecio por la naturaleza. Se ha desvanecido nuestra capacidad de asombro por el simple sonido del viento entre las hojas de los árboles, el ruido de la lluvia en el bosque, el susurro de sonidos extraños en la noche oscura y la diversidad de innumerables especies de plantas y animales silvestres. El precio de este desapego es muy alto y se manifiesta en problemas ambientales muy severos como el cambio climático global, la destrucción de selvas, bosques y mares, la extinción de especies y la contaminación, entre muchos otros. Vivimos en un mundo de heridas, como lo mencionó acertadamente Aldo Leopold, hace ya muchas décadas.

La naturaleza está amenazada por las actividades del hombre. El mayor reto que enfrenta la humanidad en este siglo es, probablemente, la conservación

de la diversidad biológica, entendida como la variedad de formas de vida que cubren nuestro planeta, incluyendo especies de plantas, animales, hongos y microorganismos, la riqueza genética que cada una alberga y los ecosistemas de los que forman parte. La conservación de la naturaleza es una necesidad imperiosa, importante hoy más que nunca en la historia de la humanidad. Y requiere de la participación de todos los sectores de la población. En ese sentido, la elocuente encíclica *Laudato Si'* (Alabado Seas) que el Papa Francisco, líder religioso de más de mil millones de personas, publicó en junio de 2015 está dedicada a la necesidad de enfrentar el deterioro ambiental. El Papa expresa *"Hago una invitación urgente a un nuevo diálogo sobre el modo como estamos construyendo el futuro del planeta. Necesitamos una conversación que nos una a todos, porque el desafío ambiental que vivimos, y sus raíces humanas, nos interesan y nos impactan a todos"*.

## *Conservación en México*

México es un país con una larga tradición en la conservación de la naturaleza que data de la época prehispánica. En tiempos modernos las estrategias de conservación de biodiversidad se organizan en tres ejes principales que son la creación de áreas naturales protegidas, la protección de las especies en peligro de extinción y el establecimiento de prácticas de uso sustentable de especies y ecosistemas en las denominadas unidades de manejo ambiental. Estos ejes han sido fundamentales para el desarrollo del país, protegiendo a los ecosistemas y sus especies así como proveyendo de incalculables bienes y servicios a la población mexicana.

Los primeros esfuerzos modernos para conservar la naturaleza datan de 1861 con la promulgación de la Ley Forestal Nacional por parte del presidente Benito Juárez. En ese entonces, por ejemplo, se exigía que diez árboles fueran sembrados por cada árbol de caoba o cedro talado. En el periodo en que el General Porfirio Díaz accedió al poder, entre 1876 y 1911, México se desarrolló rápidamente. Se construyó una amplia infraestructura ferroviaria y se inició la minería, la explotación forestal, la agricultura y la ganadería a gran escala, incrementando la presión sobre los recursos naturales. En esa época, además de formarse los grandes latifundios que llevarían a la Revolución Mexicana, se promulgó también como Bosque Nacional al Mineral del Chico, Hidalgo, área protegida que hasta nuestros días conserva su cobertura forestal y es un destino ecoturístico importante.

En 1917, al término de la Revolución Mexicana, el Presidente General Venustiano Carranza decretó El Desierto de los Leones, ubicado en los límites entre la Ciudad de México y el Estado de México como el primer Parque Nacional, continuando así con el legado de la protección de los recursos naturales de nuestro país. Años más tarde, durante el mandato del

Presidente Lázaro Cárdenas se decretaron 33 Parques Nacionales y algunos refugios de flora y fauna, se decretaron vedas a la caza de vida silvestre y se cancelaron concesiones mineras y forestales con el objetivo de privilegiar la salud ambiental y el bienestar de la población rural. La prioridad de esa época fue proteger los bosques para el abastecimiento de agua limpia a zonas urbanas y rurales.

En las posteriores administraciones, estos mismos sitios (áreas naturales y tierras públicas) se incluyeron en el reparto agrario, transformándolas en ejidos, contraponiendo dos políticas diametralmente diferentes dentro del mismo territorio. Por un lado, los Parques Nacionales como áreas de no explotación y en el otro extremo, el desarrollo agrario a gran escala con la utilización productiva del espacio como único objetivo del campo mexicano.

## *El Día de la Tierra*

No fue sino hasta la década de 1970 cuando las iniciativas de conservación a nivel global reconocerían que no son las actividades humanas *per se* las que dañan el ambiente, sino la escala y los métodos empleados para llevarlas a cabo. La conservación y el desarrollo pueden ser más compatibles con estrategias que incluyan aspectos como el control de la sobrepoblación humana, la reducción en el uso de combustibles fósiles, un consumo más eficiente y un menor desperdicio de los recursos naturales. En 1970 se celebró por primera vez el Día de la Tierra (22 de abril) como síntoma de la preocupación generalizada producida por la degradación ambiental a escala planetaria. En ese momento se hizo claro el impacto de las actividades humanas a gran escala con la pérdida de millones de hectáreas de bosques, selvas y otros ecosistemas, la extinción de especies, la contaminación del aire, el suelo y el agua, y el cambio climático global, por mencionar algunos problemas. En 1971 se lanzó el programa "El Hombre y la Biosfera" de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) el cual busca regular las actividades productivas con el objetivo de mantener y mejorar las condiciones naturales de los ecosistemas y mejorar las condiciones de vida de las poblaciones humanas que habitan estos espacios. Este fue el nacimiento del concepto formal de manejo sostenible. El instrumento legal generado a partir de este programa son las Reservas de la Biosfera, entendidas como áreas geográficas representativas de la diversidad de hábitats del planeta que, además de estar protegidas, albergan comunidades humanas cuyas actividades económicas no ponen en riesgo el valor ecológico del sitio, y en donde se llevan a cabo actividades de investigación, monitoreo, educación y entrenamiento para la conservación.



## Áreas naturales protegidas

Esta nueva concepción de la conservación y el rediseño de las áreas protegidas ha sido de gran utilidad en países como México en donde la falta de tierras federales imposibilita la aplicación exitosa de políticas de cero extracción. Además de mantener la biodiversidad, éstas aportan bienes y servicios ambientales invaluable a la sociedad global. La creación de Áreas Naturales Protegidas por parte de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp) es la estrategia principal para la conservación de la biodiversidad en México. La Conanp administra 179 áreas naturales con el apoyo de los pobladores locales, universidades, organizaciones de la sociedad civil, iniciativa privada y gobiernos estatales. Por otro lado la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (Profepa) se encarga de supervisar la aplicación de las normas ambientales a nivel nacional, y la Conabio es responsable de recabar la información pertinente sobre nuestra biodiversidad, además de promover su conocimiento y conservación. Entre las organizaciones conservacionistas de ámbito nacional destacan la Alianza Fundación Carlos Slim-WWF México, Pronatura, Naturalia, Natura y Ecosistemas Mexicanos, Conservación de Islas y la Alianza WWF México-Telcel.

Las áreas protegidas abarcan alrededor de 13% del territorio del país e incluyen algunas de las regiones de mayor belleza escénica y mayor concentración de diversidad biológica. Estas reservas se extienden a lo largo de todo el territorio nacional desde los matorrales y pastizales áridos del norte, los bosques templados de las regiones montañosas, las selvas tropicales y humedales de las planicies costeras del Pacífico y el Golfo de México, hasta los arrecifes coralinos de aguas someras y las ventanas hidrotermales de las profundidades del océano. Estas incluyen algunas joyas como las Reservas de la Biosfera del Alto Golfo de California, El Pinacate e Islas del Golfo de California (península de Baja California), Janos (Chihuahua), Chamela-Cuixmala (Jalisco), Cuatro Ciénegas (Coahuila), Izta-Popo y Nevado de Toluca (Estado de México), El Triunfo y Montes Azules (Chiapas), Calakmul (Campeche) y Sian Ka'an (Quintana Roo). Hay un total de 41 Reservas de la Biosfera (126527 km<sup>2</sup>), 67 Parques Nacionales (14453 km<sup>2</sup>), 5 Monumentos Nacionales (162 km<sup>2</sup>), 8 Áreas de Protección de Recursos Naturales (44400 km<sup>2</sup>), 37 Áreas de Protección de Fauna y Flora (66872 km<sup>2</sup>) y 18 Santuarios (1462 km<sup>2</sup>). Existen también decenas de áreas de carácter estatal, comunitario y privado, aumentando el área manejada bajo prácticas sustentables.

## La conservación de especies

En 1992 se celebró la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo en Río de Janeiro, Brasil, en la que se generó el Convenio sobre la Diversidad Biológica, firmado por el Estado Mexicano. Este convenio compromete a los países firmantes a identificar

PÁGINA 228 Desde su creación en el año 2000 la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas ha hecho un gran esfuerzo para proteger la diversidad biológica de México, estableciendo más de 170 áreas protegidas en casi 26 millones de hectáreas.

La conservación en México es dinámica, adaptándose a diversas condiciones socioambientales con el paso del tiempo. El decreto que protege al Nevado de Toluca ha experimentado una serie de modificaciones que lo han hecho pasar de Parque Nacional a Área de Protección de Flora y Fauna, permitiendo a los pobladores aprovechar los recursos que ahí se encuentran.

los componentes de la diversidad biológica importantes para su conservación y uso sostenible ordenándolas por categorías de riesgo. La Norma Oficial Mexicana para la protección de las especies en peligro (NOM-ECOL-059) es el resultado de este convenio. Aquí se enumeran las especies en riesgo de extinción en México y se les protege a nivel federal independientemente de si se encuentran dentro o fuera de un área natural protegida y su aprovechamiento y destrucción son considerados delitos federales. Más de 2 000 especies de plantas y animales se encuentran en esta norma, que es la más importante legislación para la protección de las especies amenazadas en nuestro país. Los métodos para la conservación de esas especies son variados e incluyen aspectos como la reintroducción a sitios en los que desaparecieron, la protección de sus sitios de anidamiento y la creación de nuevas áreas protegidas y corredores biológicos.

### *Regresando a sus horizontes*

Por siglos, el silencio de la vastedad de la Sierra Madre Occidental era interrumpido constantemente por el aullido de los lobos grises. Ese era, tal vez, el sonido más característico de esas montañas, que desde sus cimas parecen ser interminables. Pero esos aullidos se fueron desvaneciendo, asediados por las armas y los venenos, hasta que un día en la década de 1970 no volvieron a escucharse más. La vastedad quedó en silencio; el lobo mexicano se había extinguido en el medio silvestre. En un esfuerzo titánico para evitar la extinción de esta subespecie de lobo característica de México y el suroeste de los Estados Unidos, los últimos individuos silvestres fueron capturados en el norte de México para iniciar un ambicioso programa de reproducción en cautiverio con la esperanza de, algún día, regresarlos a su hábitat original. Más de 35 años después en los bosques que previamente habitaran, 5 lobos fueron liberados en la sierra de Sonora. Ese día regresaron los aullidos a las montañas abruptas de la Sierra Madre. A pesar de las enormes dificultades en mayo de 2016 ya había ¡17 lobos silvestres! Número que sin duda irá en aumento.

La reintroducción de especies se ha convertido en un importante recurso para la conservación en todo el mundo y dados los impactos negativos de la destrucción de hábitats seguramente será más común en el futuro. Algunos países como Sudáfrica, Nueva Zelanda y Estados Unidos de América tienen una larga experiencia y son pioneros en el tema. En México se han llevado a cabo reintroducciones exitosas de especies que desaparecieron hace uno o dos siglos.

Cuando los colonizadores europeos se asentaron en las planicies norteamericanas la transformación del ambiente fue tan rápida que poco conocemos de la naturaleza silvestre de estos ecosistemas. Para finales del siglo XIX los 30 millones de bisontes americanos que habitaban estos enormes paisajes habían sido reducidos a unos pocos miles. Aunque las pieles de



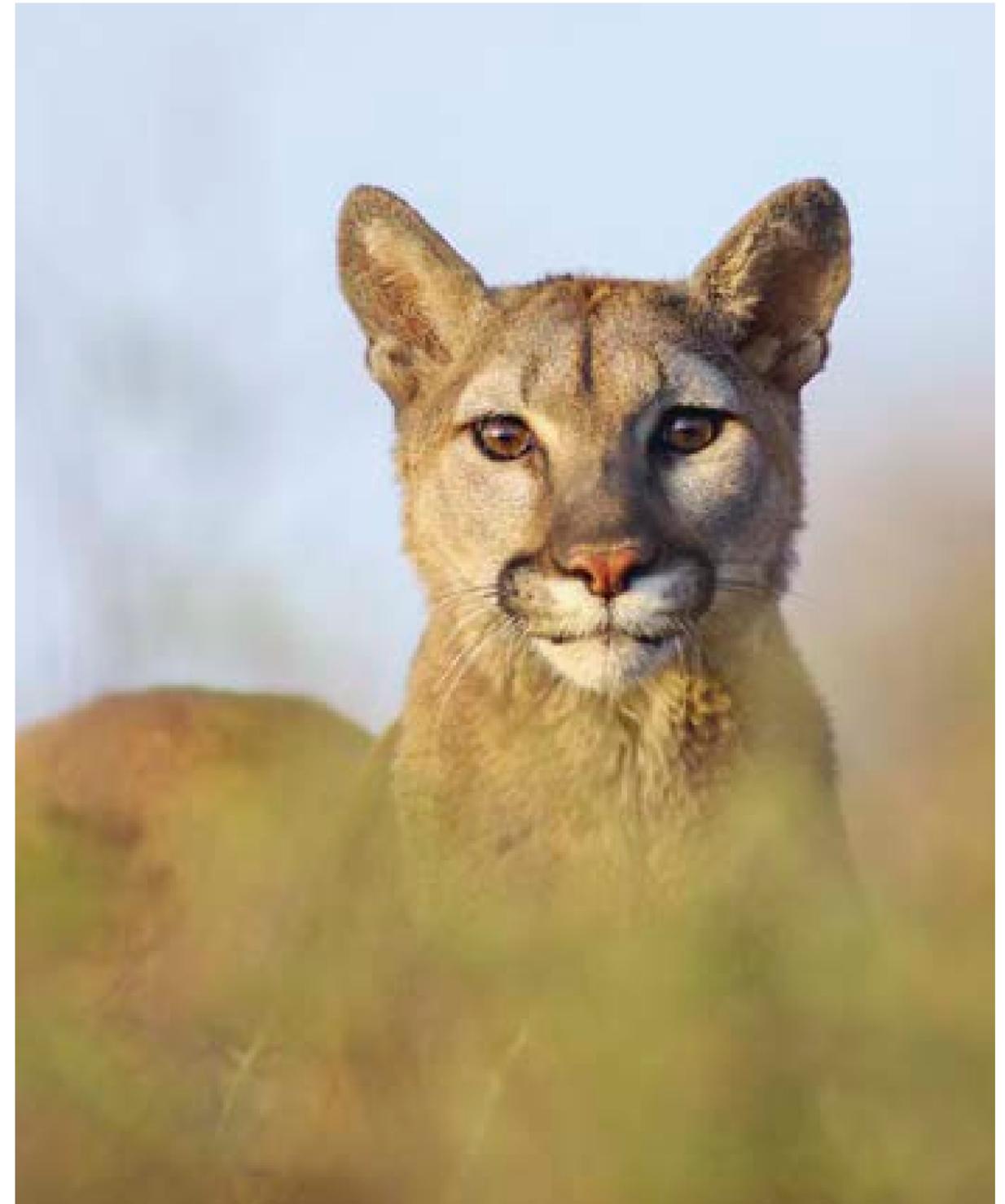
*En 2014 se reintrodujeron los lobos mexicanos a la sierra de Chihuahua.*

bisonte fueron ocupadas para la producción de bandas y abrigos y su carne como alimento, su eliminación fue más de naturaleza táctica, en busca de eliminar a las culturas americanas que dependían de ellos. Una vez exterminados, las praderas se poblaron con ganado doméstico para la producción de carne y leche.

Con el paso del tiempo continuó la tenaz intervención humana sobre los pastizales, y los perritos llaneros fueron envenenados bajo la hoy desechada hipótesis de que competían por el forraje con el ganado. Los hurones de patas negras, quienes dependen de los perritos como alimento, también colapsaron. A finales de 1974, después de una serie de factores que incluyeron enfermedades como el moquillo y la peste bubónica, aunado a la pérdida de las colonias de perros llaneros, que eran su presa principal, los últimos ejemplares fueron capturados para establecer un grupo de reproducción en cautiverio para salvarlos de la extinción. Sin embargo, el último de esos ejemplares sucumbió de cáncer en enero de 1979. Una terrible noticia que se propagó como un reguero de pólvora. El Servicio de Fauna Silvestre de Estados Unidos emprendió una intensa búsqueda de posibles sobrevivientes silvestres con resultados infructuosos lo que derivó en que se declarara oficialmente extinta a la especie en septiembre de 1981. Afortunadamente la historia sufrió un giro imprevisto tres años después, cuando en Wyoming, un perro labrador dejó un hurón en la puerta del rancho donde vivía. El rancharo llevó el ejemplar a las oficinas locales del servicio de fauna silvestre, en donde estupefactos lo identificaron como la especie extinta! Esto desencadenó una intensísima búsqueda en la que se logró descubrir una población de más de 100 individuos. La suerte no acompañó al descubrimiento y esta población fue, como otras tantas, diezmada por enfermedades. Los últimos 18 individuos fueron capturados para establecer un programa de reproducción en cautiverio. El programa fue exitoso y ahora cuenta con más de 700 ejemplares. Los primeros ejemplares fueron liberados en colonias de perros llaneros en Wyoming, a lo que seguirían reintroducciones en Montana, Dakota del Sur, Arizona, Colorado y Utah. El descubrimiento de las más extensas colonias de perros llaneros en Norteamérica en la región de Janos en Chihuahua, nos llevó a proponer este sitio como un área de reintroducción potencial para los hurones. El 18 de septiembre de 2001, después de una agobiante odisea burocrática en dos países, cruzamos la frontera entre El Paso, Texas, y Ciudad Juárez, Chihuahua, con los primeros cuatro hurones de patas negras. Su regreso a México pasó inadvertido para las cientos de personas que caminaban sobre el puente internacional. Para nosotros era un gran alivio que todos los animales estuvieran vivos. Alrededor de las ocho de la noche, después de completar un trayecto de tres horas entre Ciudad Juárez y Janos, con un frío intenso y una noche oscura, liberamos los primeros hurones en los pastizales de Janos. "Nunca olvidaré ese día y la sensación de plenitud al liberarlos", evoca Gerardo.

En México, los últimos bisontes silvestres desaparecieron probablemente en 1866 en Coahuila. En el año 2009, un grupo de 23 animales genéticamente puros (pues existen bison-

*Símbolo de fuerza y poder, el puma o león de montaña ha infundido respeto y admiración en las sociedades prehispánicas. Mantener esos valores culturales es mantener viva la conexión espiritual con la naturaleza.*





*En el mundo tanto terrestre como marino, la diversidad biológica interactúa de maneras sorprendentes. Estos secretos de la naturaleza han inspirado al género humano desde el origen del tiempo. Actuemos ahora para que así siga siendo por muchas generaciones más.*

tes que se han cruzado con el ganado doméstico) fue liberado en un corral en la Reserva de la Biosfera Janos, compartiendo su hábitat con los hurones reintroducidos años antes. Otras reintroducciones son las del wapití en la década de 1970 en las Serranías del Burro en Coahuila, el cóndor de California en la Sierra de San Pedro Mártir y la guacamaya roja en Los Tuxtlas, Veracruz, y Palenque, Chiapas.

### *De jaguares y tortugas marinas*

El jaguar es un ejemplo interesante de la participación de la sociedad civil, las instituciones de gobierno y los científicos para la conservación de una especie en peligro de extinción. Los expertos e interesados en la conservación del jaguar se agruparon en la Alianza Nacional para la Conservación del Jaguar y llevaron a cabo el primer censo nacional de jaguar en el mundo. Después de arduos trabajos de campo en diferentes regiones de la geografía nacional se determinó que existían 4 000 jaguares en México en el año 2011. Los resultados llevaron a proponer una estrategia nacional para la conservación de esta especie, que toca 9 temas fundamentales para mitigar los impactos de las actividades humanas y asegurar su conservación en el largo plazo. Estos temas incluyen la definición de corredores biológicos y áreas prioritarias para la conservación, establecimiento de acciones de monitoreo del jaguar y de sus presas, trabajo en torno al conflicto jaguar-ganado, mejoras en el diseño de la infraestructura carretera y organización de actividades de educación ambiental.

Existen numerosos casos de éxito en la conservación y manejo de otras especies en riesgo de extinción en México. El país cuenta con el mayor número de especies de tortugas marinas en el mundo ya que en sus playas anidan 7 de las 8 especies que existen en nuestro planeta. Los individuos que nacen aquí pasan su vida navegando los océanos del mundo para regresar a su madurez a desovar a las mismas playas donde nacieron y continuar así el ciclo de la vida. Tres especies (laúd, carey y lora) están catalogadas a nivel global como Críticamente Amenazadas mientras que las otras cuatro especies (verde, cahuama, golfina y negra) están catalogadas como En Peligro de Extinción. Estos afables y carismáticos animales han sido aprovechados por los seres humanos desde tiempos inmemoriales, consumiendo su carne y huevos, además de utilizar sus caparazones para la construcción de instrumentos, joyería y artesanías. Debido a la nula regulación de su explotación, el grueso de las especies de tortugas marinas se vio severamente afectado. Su recuperación fue un trabajo de escala global en el que México ha jugado un papel crítico. En el país se implementó una exitosa estrategia conocida como el programa de campamentos tortugueros, en donde se salvaguardan las nidadas hasta su nacimiento para posteriormente regresarlas al mar. Especies como la tortuga golfina

han recuperado sus poblaciones a tal grado que algunas podrían ser aprovechadas, bajo estrictos mecanismos de control, en un futuro cercano.

Uno de los proyectos de recuperación de especies más impresionante en nuestro país es sin duda la conservación de especies en las islas del océano Pacífico y Golfo de California. La historia evolutiva de estos sitios es fascinante. Algunas de estas islas se han desprendido del continente llevando consigo plantas, animales y demás formas de vida en una suerte de arca de Noé. Al paso de milenios, estas especies se han diferenciado de las continentales, generando nuevas especies únicas en el planeta. Otras islas han surgido en medio del océano debido a la actividad volcánica y han sido pobladas por las especies que llegan ahí gracias a las corrientes marinas, a las escasas aves que anidan en ellas o por grandes accidentes humanos. La fragilidad de estos ecosistemas es obvia. Al estar aislados cualquier intervención tiene mucha más probabilidad de impactar a gran escala una o varias especies, afectando su existencia de manera contundente. La colonización de estas islas, ya sea como bases de abastecimiento utilizadas por piratas, militares e incluso centros penitenciarios como es el caso de las Islas Marías, ha conllevado la introducción de especies exóticas. Chivos, cerdos, ratas, ratones y gatos figuran como algunas de las especies comúnmente llevadas por las embarcaciones tanto como alimento, mascotas o polizontes indeseados. Con el paso del tiempo chivos y cerdos han destruido la vegetación nativa y en algunos casos única de estos sistemas insulares, mientras que gatos y roedores han diezmando poblaciones enteras de vertebrados endémicos. Mamíferos, aves, reptiles y anfibios endémicos han estado al borde de la extinción y en algunos casos incluso declarados formalmente extintos. Para salvaguardar la biodiversidad única de estos sitios se ha recurrido a intervenciones extremas pero necesarias, como las campañas de erradicación de especies exóticas. A la fecha más de 40 islas han sido liberadas completamente de especies exóticas.

### *Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre*

El manejo y uso de las especies de plantas y animales silvestres que no se encuentran en peligro de extinción se lleva a cabo en lo que se ha llamado Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA). Son el tercer eje rector de la conservación y manejo de la vida silvestre en México, la línea de aprovechamiento sostenible de los recursos naturales en nuestro país. Éstas se enfocan en ofrecer alternativas productivas compatibles con la conservación de la biodiversidad y se establecen dentro de predios de tenencia social y/o

privada mediante la elaboración de un plan de manejo detallado. Al inicio de su operación se utilizaron más que nada con fines extractivos, promoviendo la cacería y colecta de plantas y otros componentes del ecosistema bajo esquemas de manejo sostenible. Actualmente, éstas también consideran actividades no extractivas como el turismo rural, de aventura y de observación de vida silvestre.

Un caso especialmente interesante del manejo de una especie vulnerable es el del borrego cimarrón. El borrego cimarrón del desierto contaba con una población de miles de individuos a principios del siglo xx. En México esta especie habitaba en la península de Baja California, Nuevo León, Coahuila, Chihuahua y Sonora. Para 1959 estaba presente en la península de Baja California y Sonora, con poblaciones remanentes en los otros tres estados con no más de 3 000 individuos. Debido a este terrible panorama, se delimitaron y protegieron las áreas donde esta especie habitaba, se vedó totalmente su aprovechamiento e incluso se realizaron costosas reintroducciones, con el fin de recuperar a la especie en sitios de donde había sido extirpada. En 1997 se reanudó, con el aval de estudios científicos muy rigurosos, la cacería deportiva regulada, que hoy en día genera millones de pesos y es un incentivo para la conservación de la especie. Para el año 2000 se estimó que la población se había incrementado a 6 700 individuos, distribuidos en la mayoría de los estados de donde había sido extirpada. Los cocodrilos de pantano enfrentaron una situación similar. Durante la década de los setenta sus poblaciones se vieron críticamente reducidas debido a su excesivo aprovechamiento para el comercio de piel ligado a la industria de la moda. Como sucedió con el borrego cimarrón, el primer paso fue establecer una veda total a su extracción, acompañada de la creación de áreas naturales protegidas y programas de reproducción en cautiverio. Ahora la especie rebasa los 100 000 individuos en el medio silvestre. Recientemente, en el año 2010, el aprovechamiento estrictamente controlado de esta especie fue reabierto, fomentando un uso sostenible de este recurso. Estos dos casos de éxito para la conservación son el claro ejemplo de cómo los tres ejes de conservación funcionan en nuestro país.

### *Los retos de la conservación*

Es innegable el continuo avance en la protección de la biodiversidad mexicana, a pesar de los severos problemas a los que se enfrenta el país, como la corrupción, la delincuencia organizada y la pobreza. Hay enormes adelantos en la creación de nuevas áreas protegidas y la consolidación de las existentes, la prevención de la extinción de especies y el manejo de especies y ecosistemas.

Mucho es lo que falta por hacer. El camino para llegar a la sustentabilidad como nación es aún largo. Los retos más importantes a nivel global son la adaptación a los impactos



*La abundancia de recursos marinos y costeros de la península de Baja California permitió hace 10 500 años el establecimiento y florecimiento de los primeros grupos humanos que llegaron a estas regiones. En la actualidad, esta península es uno de los lugares más conservados del mundo donde existen poblaciones saludables de aves marinas, lobos marinos, delfines y ballenas.*

del cambio climático, el cambio a uso de energías limpias, evitar la deforestación, desertificación y la extinción de especies, así como revertir la contaminación tan severa que afecta tanto a humanos como a las demás formas de vida.

La conservación de la naturaleza es la clave para lograr mantener nuestra civilización. La falsa dicotomía humano-naturaleza nos ha cegado por mucho tiempo. La transición hacia la sustentabilidad y la aplicación de las normas ambientales y programas de manejo son quizá los retos más grandes para la comunidad conservacionista mexicana. Somos naturaleza, respiramos el aire que producen las plantas mediante la fotosíntesis y consumimos alimentos provenientes de los suelos. Somos un eslabón más en el incesante ciclo de nutrientes, tal vez la especie dominante actualmente, pero dependemos completamente de las demás. Nuestro bienestar es directamente proporcional al bienestar de los ecosistemas que habitamos y los organismos con los que los compartimos.

El país se ha comprometido a dedicar 17% de su territorio a áreas naturales protegidas dentro de los acuerdos de los Objetivos del Milenio (ONU). En las áreas protegidas deberían estar prohibidas las actividades mineras y la extracción de hidrocarburos, y debería fortalecerse el presupuesto para su manejo. Por otro lado, el país debe establecer ya, sin perder más tiempo, una política pública de cero deforestación y cambio de uso de suelo en los ambientes naturales. Sólo así podremos enfrentar el reto del cambio climático global. Existen ecosistemas enormemente amenazados como las selvas altas de las cuales persiste menos de 5% de lo que había hace un siglo, en Los Chimalapas en Oaxaca y La Lacandona en Chiapas, y con pocas probabilidades de permanecer en el largo plazo sin políticas de esta envergadura.

Se debe fortalecer la legislación y procuración de justicia que protege a las especies en peligro de extinción y ampliar los recursos para establecer programas de conservación para todas esas especies. Entre las especies en peligro de extinción la más críticamente amenazada es la vaquita marina, endémica del Alto Golfo de California, de la cual sólo quedan 60 ejemplares. Su extinción será el preludio de la enorme debacle a la que se enfrentará la humanidad en las siguientes décadas y un enorme fallo de nuestras instituciones ambientales.

El futuro ha llegado. Queda poco tiempo para actuar. No más de tres o cuatro décadas. Somos la generación que lleva a cuesta el enorme peso de la conservación de la naturaleza, el mantenimiento de los servicios ambientales y el bienestar humano. Aún estamos a tiempo de mejorar nuestro planeta, nuestro único hogar. Pero la ventana de tiempo se cierra. Nuestras acciones colectivas determinarán el futuro de la diversidad biológica y de la civilización. De allí el tamaño de esta empresa y nuestra responsabilidad. El tiempo y las generaciones futuras serán el testigo de nuestra respuesta a este reto sin precedente en nuestra historia como especie.



*Los beneficios*



*La característica más sobresaliente de nuestro planeta, que lo vuelve único en el universo infinito, es la vida. Los animales, plantas y microorganismos, de los que se han descrito dos millones de especies pero que se estima podrían ser más de cincuenta millones, son fundamentales en el equilibrio ecológico y las condiciones ambientales que permiten que haya vida en el planeta. El valor de la diversidad biológica es incalculable. Su presencia ha sido la base de las civilizaciones, del desarrollo y el bienestar que gozamos actualmente. A los beneficios que obtenemos los seres humanos del buen funcionamiento de la naturaleza se le llaman bienes y servicios ambientales. El reconocimiento de su importancia para la salud, la economía, la cultura y la sociedad se ha incrementado enormemente desde que se generó el concepto en la década de 1990. Los bienes ambientales incluyen el aire limpio, el agua potable y las plantas medicinales, por ejemplo. Los servicios ambientales incluyen la combinación adecuada de gases en la atmósfera, el ciclo hidrológico y la productividad primaria (que es la transformación de la energía del sol por plantas y microorganismos), la fertilización de los suelos, la prevención de desastres naturales como inundaciones, la polinización de plantas silvestres y cultivos, y la dispersión de las plantas que conforman los bosques y selvas, entre muchos otros.*





*Los manglares actúan como protectores naturales de las zonas costeras ante la erosión ocasionada por mareas y huracanes y son hogar de una gran cantidad de especies de plantas y animales. También permiten el desarrollo de la pesca artesanal, principal actividad económica de las comunidades humanas que los circundan. La variedad de peces, moluscos y crustáceos obtenidos de este ecosistema es la base de la gran riqueza gastronómica característica de las regiones costeras y representa una fuente de proteína que contribuye de manera importante a la salud de la población.*



*La búsqueda de peces reúne a pescadores, peces depredadores y pelícanos en un dinámico equipo. Las aves son un indicador inequívoco de la presencia de cardúmenes, mientras que bajo el agua peces de mayor tamaño esperan la oportunidad de alimentarse. Sobre la superficie, los pescadores que han avistado a los pelícanos tienden sus redes para extraer lo que se convertirá en el sustento de gran número de familias. Las aves reciben su recompensa al alimentarse de las entrañas de los peces que los pescadores arrojan. Al final de la jornada, todos salen beneficiados de esta alianza.*



La diversidad que albergan los ecosistemas también ha sido fuente de sustancias tóxicas y benéficas para la humanidad. Reptiles como el monstruo de gila o moluscos como los nudibranchios producen venenos mortales para el ser humano. Por otro lado, raíces, semillas, hojas, flores y tallos con propiedades medicinales son regularmente utilizados por las comunidades humanas para muy diversas curaciones y remedios. Muchas de éstas han sido la base para medicamentos y actualmente se siguen identificando sustancias químicas con propiedades curativas que la medicina moderna reconoce y utiliza.



*La cuenca del Valle de México es el repositorio de millones de litros de agua que escurren de los volcanes nevados del centro del país. Los ambientes acuáticos formados por la acumulación de estas aguas son conocidos como ciénegas y en ellos habita el ajolote. Este pequeño animal es un anfibio altamente sensible a la contaminación, por lo que su presencia es considerada un indicador de la buena calidad del agua. Desafortunadamente, este anfibio ha desaparecido en algunas ciénegas, no sólo por la contaminación sino también por la extracción de agua para saciar la sed de la creciente ciudad de Toluca. El desvanecimiento del ajolote marca así la gradual pérdida de la calidad y cantidad de agua que las sociedades humanas necesitan para sobrevivir.*

*Las abejas son las encargadas de garantizar el éxito de la agricultura mundial y gran parte de la alimentación de la humanidad ya que son responsables del proceso de polinización necesario para que las flores se conviertan en frutos. Además de ser las encargadas de esta vital función, producen y conservan la preciada miel, cera y jalea real, aprovechadas por millones de personas en todo el mundo para la elaboración de productos comestibles y cosméticos.*





*Los agaves son protagonistas de la elaboración de una de las bebidas más famosas del mundo, el mezcal. Con cerca de 50 especies aprovechadas para producir estos destilados —de las más de 150 especies de agaves que crecen en México— distintas regiones del país se distinguen por su perfil particular en los procesos de cocción, fermentación y destilación. Sin embargo, los mezcales tradicionales enfrentan un momento crítico por la creciente demanda en el mercado urbano y el surgimiento de numerosos intermediarios y envasadores. Paralelamente, empresas e instituciones gubernamentales han fomentado un modelo productivo que apuesta por la homogenización e industrialización de la bebida, así como un marco legal desfavorable para los pequeños productores, quienes se sienten orgullosos de mantener viva y defender esta herencia emblemática de México.*



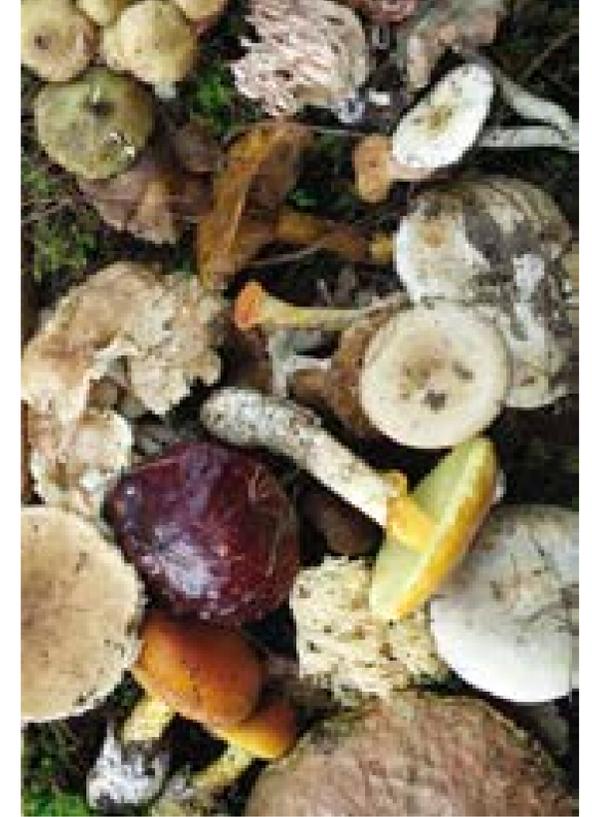
*Numerosos árboles han desarrollado una estrecha relación con otros organismos como aves y roedores, a quienes proveen de jugosas frutas a cambio de dispersar las semillas que asegurarán la continuidad de la especie y regenerarán los procesos que mantienen vivos a los ecosistemas. Al favorecer el desarrollo de frutos dulces y carnosos, estas interacciones han jugado un papel central en la disponibilidad de recursos aprovechados por las comunidades humanas. Además de cosechar frutos silvestres, todas las culturas del mundo han domesticado árboles frutales, muchos de ellos fundamentales para la alimentación y el sustento económico de las familias.*



*Los pueblos de Mesoamérica han utilizado más de 3 500 especies de plantas –incluyendo el chicle y el cacao– integrándolas gradualmente a sus tradiciones por medio de la selección y el cultivo. Esta riqueza biocultural es protegida por diversos tratados internacionales, como la Convención sobre la Diversidad Biológica firmada por el Estado Mexicano, pero los promotores más importantes somos los consumidores, quienes al elegir productos basados en estos recursos podemos contribuir a mantener viva esta herencia.*



*Los cafetales se desarrollan óptimamente a la sombra de árboles tropicales en los que vive una gran cantidad de aves. Gracias a que las aves eliminan a los insectos que podrían dañar los frutos del café, estas especies actúan como un control natural de plagas, relación bien conocida por productores tradicionales. En México hay experiencias exitosas de organización y manejo de plantaciones de café en más de 100 000 hectáreas, muchas de ellas bajo esquemas de producción orgánica que fomentan la conservación de la cobertura forestal, la calidad de los suelos y del agua. Numerosas organizaciones de productores de café de altura han logrado colocar su grano dentro de los mejores del mundo, generando una derrama económica fundamental para las comunidades que habitan las selvas húmedas de nuestro país.*



La buena salud de los bosques depende de una intrincada red de relaciones entre las especies que los habitan. A nivel del suelo algunas especies de hongos proveen nutrientes y minerales a las plantas que los rodean, mientras que las plantas les aportan carbohidratos que no pueden generar por sí mismos. Este tipo de asociación es conocida como simbiosis y es común en la naturaleza. Tras pasar un tiempo dentro del suelo bajo la forma de delicadas fibras llamadas hifas, los hongos producen magníficas estructuras reproductoras –típicas de estos organismos– que proveen un gratificante alimento a los roedores a cambio de llevar consigo las esporas que perpetuarán las poblaciones de hongos indispensables para el funcionamiento de estos ecosistemas.



*La Ciudad de México, una de las más grandes del mundo, mantiene en su territorio un sistema de canales en el que se siguen utilizando métodos ancestrales de agricultura que han sobrevivido por siglos al resguardo de los pueblos ancestrales de esta zona lacustre. En Xochimilco se produce maíz en milpa, hortalizas, granos como haba, frijol y amaranto, forraje, árboles frutales y una amplia variedad de plantas ornamentales.*





*La madera y fibras de las plantas han sido utilizadas por muchas comunidades para cubrir diversas necesidades que van de la construcción de techos, paredes y cercas para sus casas, hasta la elaboración de recipientes, cestas, petates y sombreros. La elaboración de objetos ornamentales también ha encontrado un espacio propio en el mercado de las artesanías, convirtiéndose en una opción adicional de ingreso para las comunidades que han impreso en ellos su sello particular. El arte del tejido y la cestería ha estado tradicionalmente en manos de las mujeres, quienes a través de su labor conservan el conocimiento en torno a este oficio y fortalecen los lazos de la comunidad.*



*La domesticación y diversificación del maíz llevada a cabo por las culturas mesoamericanas ha generado una amplia gama de variedades de este grano, convirtiéndolo en "el gran regalo de Mesoamérica para el mundo". El extraordinario conocimiento adquirido sobre el maíz permitió incluso domesticar un hongo que se alimenta de los granos de la mazorca, el huitlacoche, que forma parte de la memoria colectiva de México. La conservación de esta herencia biológica y cultural fue acordada a nivel mundial mediante el Convenio sobre la Diversidad Biológica, con base en el cual se han impulsado iniciativas que promueven la conservación del conocimiento y las tradiciones de los pueblos de México.*



*Además del papel central que juegan en la dieta, plantas y animales se integran a la cultura de los pueblos a través de otros usos igualmente importantes. La cochinilla del nopal es un insecto cuyo interior de color rojo brillante fue utilizado por los pueblos mesoamericanos para fabricar pintura ceremonial, así como para teñir las telas que vestían a las autoridades religiosas y políticas. Durante el periodo de la Colonia, los españoles denominaron a este tinte "el oro rojo", pues debido a los tonos que se obtenían y la calidad de las tinciones, éste era el colorante más solicitado por autoridades eclesíásticas, dispuestas a pagar grandes sumas de dinero por él.*

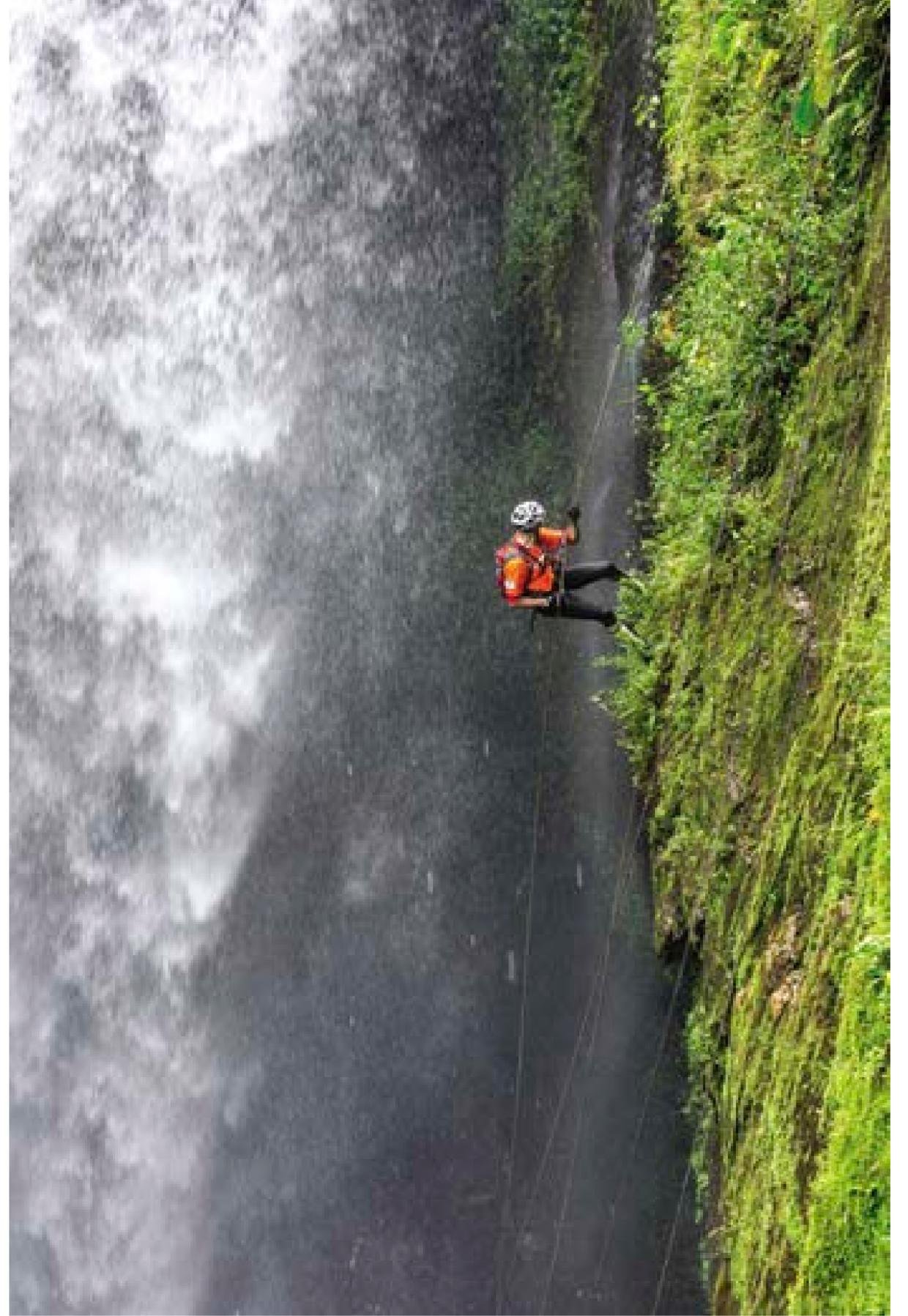


*El borrego cimarrón es una especie representativa de los desiertos mexicanos con un alto valor cinegético. En las llamadas Unidades de Manejo Ambiental (UMA) se regula la caza de borregos y se promueve la conservación de millones de hectáreas, necesarias para mantener poblaciones viables de esta especie. Por ejemplo, el aprovechamiento cinegético de borregos en Isla Tiburón, Sonora, ha dejado una derrama económica de más de 3 millones de dólares desde que empezó el proyecto y, aunque la cacería es un tema controversial, este esquema representa una oportunidad para recuperar especies nativas.*





*Las cálidas aguas que bañan la península de Baja California son el lugar escogido por la ballena gris para tener a sus crías en los meses de invierno. Cada año habitantes de esta región se organizan en coordinación con la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas para realizar expediciones de avistamiento que reúnen a miles de turistas, fotógrafos y científicos de todo el mundo que buscan ser testigos de esta maravillosa travesía. Los numerosos servicios asociados a esta actividad aportan importantes ingresos para el sustento de las familias que habitan esta región costera.*





PÁGINAS 282 Y 283 Las imponentes formaciones naturales que hay a lo largo y ancho del territorio mexicano han sido altamente apreciadas por adictos a la adrenalina y deportistas extremos que buscan experiencias únicas de contacto con la naturaleza en sus vertiginosos ríos o en imponentes paredes verticales. México ha sido sede de competencias mundiales de deportes extremos, los cuales representan una alternativa para valorar la belleza escénica de los paisajes, un servicio ambiental más que nos brinda la naturaleza.

Paisajes como los que ofrece la península de Baja California han inspirado tanto a las culturas ancestrales como a los amantes modernos del turismo de aventura. El ecoturismo, como se le conoce, representa un ingreso significativo para los pobladores que tienen la fortuna de custodiar estos lugares. Además de garantizar su sustento, estas actividades promueven en los pobladores el conocimiento de su entorno y el desarrollo de un genuino sentimiento de orgullo por el lugar en el que han crecido, manteniendo estos espacios libres de actividades dañinas para el medio ambiente.

GERARDO CEBALLOS

---

## EPÍLOGO

# *TRES DÉCADAS, CAMBIO CLIMÁTICO Y EL FUTURO DE LA HUMANIDAD*

*H*ace 66 millones de años un enorme meteorito impactó la superficie de nuestro planeta dejando un cráter de 185 kilómetros de diámetro y causando una gran extinción masiva en la que desapareció 75% de las especies de animales, incluyendo los dinosaurios. El meteorito se impactó en la zona donde mucho tiempo después emergería la península de Yucatán, a una velocidad de 64 000 kilómetros por hora, con la fuerza de 100 mil millones de toneladas de dinamita. El cráter de Chicxulub, como se le bautizó, es visible desde el espacio en el extremo noroeste de la península de Yucatán. Al momento del impacto, todo ser viviente a 1 000 kilómetros a la redonda fue vaporizado. A la explosión le siguió un tsunami con olas de 400 metros de altura. Después, los escombros de la explosión llegaron a la mitad de la distancia de la Tierra a la Luna y al regresar provocaron innumerable incendios. Ese momento cambió dramáticamente la historia de la vida en la Tierra.

Por difícil que parezca, el crecimiento de la población humana y sus impactos en el ambiente está provocando la sexta extinción masiva, comparable en sus efectos a la extinción provocada por el meteorito del cráter de Chicxulub. El cambio climático global, la extinción de especies y poblaciones, la contaminación, las enfermedades emergentes, entre muchos otros factores, se encuentran en el origen del actual predicamento al que se enfrenta el género humano. Se estima que miles, tal vez cientos de miles, de especies se extingan en las siguientes décadas. Se estima también que estos cambios ambientales drásticos van a afectar irremediablemente a la humanidad. Proyecciones sólidas indican que la ventana de tiempo para actuar es de solo una o dos décadas y que, de no aminorar el impacto que las actividades humanas están teniendo sobre los ecosistemas terrestres y marinos, existe la posibilidad real de un colapso en la obtención de alimentos, agua potable y otros recursos necesarios para mantener la civilización. Nunca antes habíamos enfrentado un reto de tal magnitud. Lo que está en juego es el futuro mismo de la humanidad.





## APÉNDICE ACTORES DE LA CONSERVACIÓN

La conservación de la naturaleza requiere del esfuerzo coordinado de diferentes sectores, incluyendo a los gobiernos, la sociedad civil, la iniciativa privada y la academia. En México, la agenda de conservación del gobierno federal recae en la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales -a través de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, la Dirección General de Vida Silvestre, la Procuraduría de Protección al Ambiente y la Comisión Nacional Forestal-, en conjunto con la Secretaría de la Defensa Nacional y la Secretaría de Marina. En la sociedad civil y la iniciativa privada existen diversas organizaciones a nivel local, regional, estatal y nacional cuyas líneas de trabajo incluyen acciones de protección de la biodiversidad. Destacan a nivel nacional la Fundación Carlos Slim, WWF-México, Pronatura, Naturalia, el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, Natura y la Alianza Nacional para la Conservación del Jaguar, entre muchas otras. Aquí presentamos brevemente a manera de ejemplo algunas de las actividades llevadas a cabo por la Secretaría de la Defensa Nacional, la Alianza WWF-Fundación Carlos Slim y la Alianza Nacional para la Conservación del Jaguar.

# ALIANZA WWF-FUNDACIÓN CARLOS SLIM

En el año 2009 WWF-México y la Fundación Carlos Slim, junto con un grupo de destacados conservacionistas, diversas comunidades y el Gobierno Federal —a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat)— formaron una Alianza en favor de la conservación del patrimonio natural y el desarrollo sustentable de México. A esta Alianza se han sumado 60 organizaciones mexicanas de la sociedad civil y la academia, donantes privados y fundaciones nacionales e internacionales para contribuir a revertir las tendencias de deterioro de los recursos naturales en 6 regiones y 18 áreas prioritarias del país. La principal estrategia de esta Alianza es consolidar y catalizar los esfuerzos que se llevan a cabo localmente para escalar los impactos positivos en favor de las comunidades y la conservación de la biodiversidad de México. Las iniciativas apoyadas por la Alianza incluyen desde implementar proyectos comunitarios hasta contribuir a la formulación de políticas públicas orientadas a alcanzar una economía sustentable. Nuestro profundo agradecimiento a todas las organizaciones y a los científicos que con su trabajo hacen de esta iniciativa una realidad. Los desafíos son inmensos, pero también lo es el compromiso de todos los que somos parte de este esfuerzo nacional.

## LOGROS 2009-2015

| Conservación de ecosistemas y especies  | Fortalecimiento de capacidades  | Beneficios sociales  |
|---|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• 306 621 hectáreas de selva, bosque y desierto protegidas y con vigilancia comunitaria</li> <li>• 1 011 545 hectáreas de ecosistemas prioritarios bajo manejo sustentable</li> <li>• 8 mil hectáreas reforestadas y restauradas</li> <li>• Reducción de la tala ilegal en las zonas núcleo de la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca</li> <li>• 40 viveros forestales operando</li> <li>• 65 áreas naturales protegidas (públicas, privadas y comunitarias) bajo manejo fortalecido</li> <li>• 23 planes de manejo comunitario</li> <li>• 1 784 km de brechas cortafuego construidas</li> <li>• 6 sitios prioritarios con medidas de adaptación al cambio climático</li> <li>• 25 especies prioritarias bajo monitoreo</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 47 782 alumnos y 286 maestros participando en actividades de educación ambiental</li> <li>• 39 cooperativas pesqueras fortalecidas para el uso sustentable de los recursos marinos</li> <li>• 163 brigadas locales de vigilancia equipadas y capacitadas</li> <li>• 379 embarcaciones aplicando técnicas de pesca sustentable</li> <li>• 21 nuevas instalaciones construidas para conservación e investigación</li> <li>• 55 comités locales para el manejo del fuego conformados y 437 brigadistas capacitados</li> <li>• Más de 2 500 pescadores, miembros de comunidades locales y técnicos capacitados</li> <li>• Más de 135 personas participan en actividades de conservación y educación ambiental</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 800 empleos (permanentes y temporales) creados</li> <li>• 18 empresas comunitarias establecidas</li> <li>• 13 planes de negocios comunitarios</li> <li>• 2 545 personas de comunidades y ejidos participan en proyectos de conservación</li> <li>• 60 organizaciones de la sociedad civil y entidades académicas instrumentan proyectos de conservación</li> <li>• 218 expertos participan directamente en los proyectos de conservación de la Alianza</li> </ul> |



### Mar de Cortés

- Apoyo a la erradicación de especies exóticas invasoras en islas del Golfo de California (ratas, gatos, cabras). Hasta ahora se ha logrado la erradicación de especies exóticas en las islas San Pedro Mártir, Archipiélago de Bahía de Loreto, Isla Farallón de San Ignacio, Isla Isabel e Islas Marietas. En estos sitios se ha observado la recuperación de los ecosistemas en ausencia de las especies invasoras.
- 12 áreas naturales protegidas con sistemas de monitoreo y vigilancia fortalecidas a través de la participación del gobierno federal, sociedad civil y sector privado.

### Desierto Chihuahuense

- Protección de más de 62 mil hectáreas de pastizales áridos. La mayor parte de esta superficie es propiedad de ganaderos que trabajan con organizaciones de la sociedad civil en mejorar sus prácticas productivas para asegurar la preservación de los pastizales nativos.
- Apoyo a la construcción de instalaciones para la reproducción en cautiverio de lobo mexicano, especie declarada como probablemente extinta en medio silvestre (NOM 059-SEMARNAT-2010). En ellas se logró el nacimiento de una cría, lo cual alienta nuestros esfuerzos para restablecer sus poblaciones en vida libre en el futuro.
- Fortalecimiento de capacidades de estudiantes del Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario 22 en Cuatrociénegas. Más de 60 becarios han recibido apoyos académicos, técnicos y financieros para desarrollar sus habilidades científicas y aspirar a una mejor calidad de vida.

### Chiapas

- Más de 28 mil hectáreas bajo alguna categoría de conservación o aprovechamiento sustentable (incluye áreas de pago por servicios ambientales, extracción de resina y palma camedor, así como producción de café orgánico).
- Fortalecimiento de la vigilancia en tres áreas naturales protegidas federales: Reserva de la Biosfera Montes Azules, Reserva de la Biosfera Lacantún y Reserva de la Biosfera El Triunfo, que cubren más de 500 mil hectáreas.
- Tres centros turísticos (Canto de la Selva, Campamento Tamandúa, Centro Ecoturístico El Pirú) en operación.
- Diez aulas de medios equipadas con computadoras e internet en operación, utilizadas por niños del municipio de Marqués de Comillas.

### Arrecife Mesoamericano

- Erradicación de especies exóticas invasoras en la Reserva de la Biosfera Banco Chinchorro. Se comprobó la ausencia de rata negra en los tres cayos anteriormente invadidos.
- Reducción de 38% en el número de incendios en áreas prioritarias de la península de Yucatán.
- Más de 17 cooperativas consolidadas para promover el turismo sustentable en Quintana Roo, protegiendo más de 10 mil hectáreas de selva.

### Oaxaca

- 18 mil hectáreas bajo esquemas de aprovechamiento forestal sustentable.
- Un Plan Estatal de Acción contra el Cambio Climático establecido.
- Fortalecimiento de la protección de tortugas marinas a través de la vigilancia en 13 campamentos tortugueros.

# ALIANZA NACIONAL PARA LA CONSERVACIÓN DEL JAGUAR

**E**l jaguar es una especie en peligro de extinción en México cuya conservación en el largo plazo enfrenta serias dificultades. Ante esta situación un grupo de alrededor de 45 especialistas de diversas disciplinas provenientes de universidades, organizaciones no gubernamentales e instancias de gobierno decidieron conformar la Alianza Nacional para la Conservación del Jaguar (ANCJ). Esta alianza tiene como objetivo promover e impulsar proyectos que contribuyan a la construcción de una política ambiental que garantice la conservación del jaguar, sus presas y su hábitat en México.

Se ha trabajado la Estrategia Nacional para la Conservación del Jaguar enfocada en identificar los problemas que afectan al jaguar y construir sus soluciones. La estrategia se enfoca en nueve componentes clave tanto del ámbito ecológico como político, económico y social, que en conjunto forman un documento único en su tipo. Los componentes son: Áreas Prioritarias, Monitoreo de Jaguares y sus Presas, Protocolo de Atención al Jaguar, Conflicto Humano-Jaguar, Fortalecimiento del Marco Legal, Infraestructura, Comunicación, Difusión y Educación, Comisión de Cooperación Internacional y Manejo Comunitario.

## Algunos logros

- 10 simposios nacionales y uno internacional "El jaguar mexicano en el siglo XXI".
- Participación en el Programa de Recuperación de Especies Prioritarias Jaguar y en el Programa de Acción de Conservación de Especies de la Conanp.
- Realización del primer Censo Nacional del Jaguar en México. Esta fue la primera evaluación en el continente americano diseñada para estimar el tamaño de las poblaciones de jaguar a nivel de un país.
- Conferencia de Prensa, en junio de 2015, en la que se presentó la Estrategia Nacional de Conservación del Jaguar con la Semarnat, Conanp, ANCJ, Alianza WWF-Telcel y Telmex.
- Desarrollo de la Estrategia Nacional de Conservación del Jaguar como instrumento de política ambiental en México.
- Participación activa de la sociedad civil, organizaciones no gubernamentales y academia como actores clave en la conservación del jaguar. Se ha contado con la colaboración esencial del Instituto de Ecología de la Universidad Nacional Autónoma de México y de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp), así como con el patrocinio de la Alianza WWF-Telcel, Telmex, la Fundación Carlos Slim y la organización Servicios Ecológicos y Científicos, A.C.



Distribución del jaguar en México

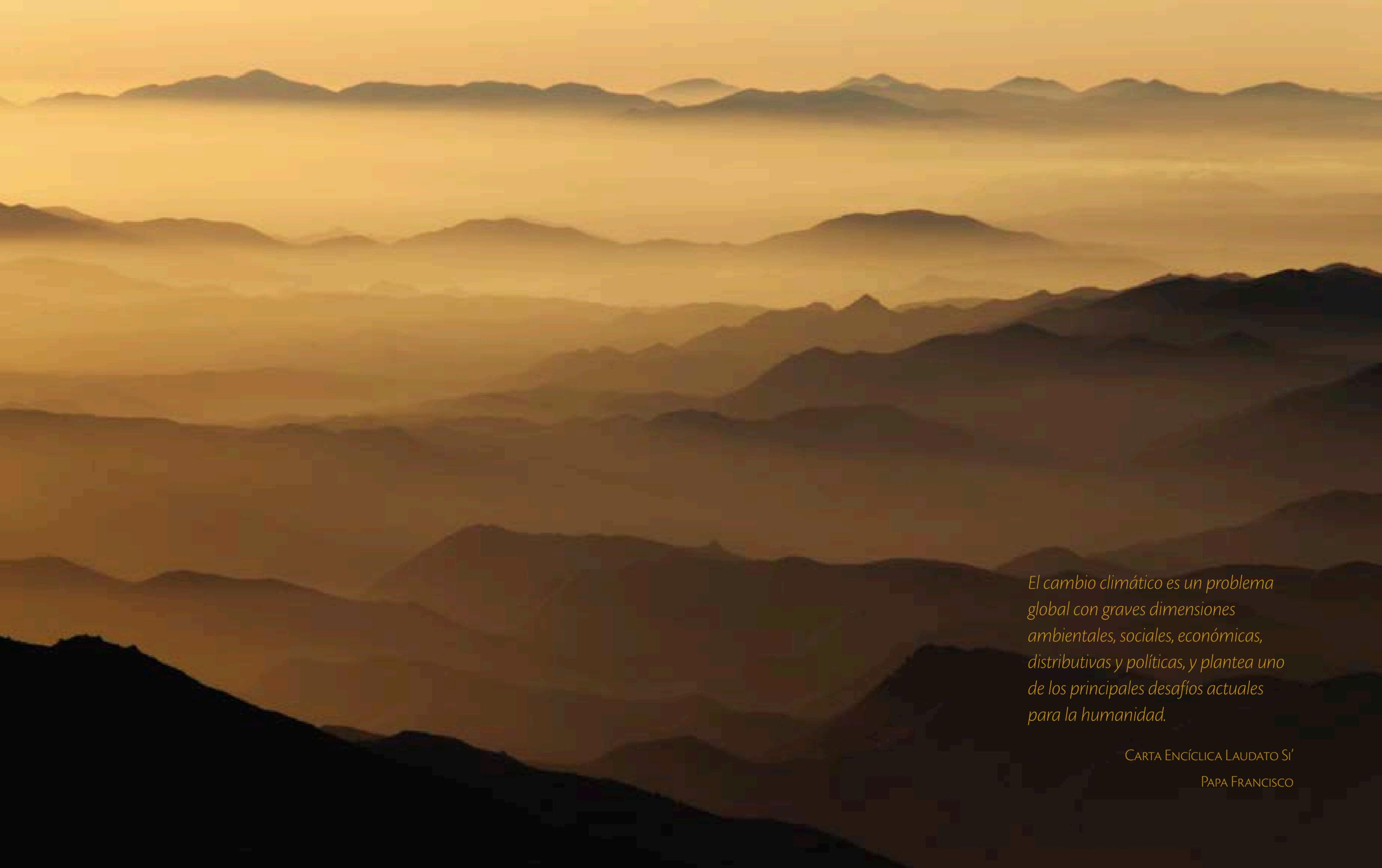
|              |                 |              |           |
|--------------|-----------------|--------------|-----------|
| selvas altas | selvas medianas | selvas bajas | humedales |
|--------------|-----------------|--------------|-----------|

## Miembros de la Alianza Nacional para la Conservación del Jaguar

**Chiapas** Epigmenio Cruz (Zoomat), Gabriela Palacios (Zoomat), Marco Huerta (Conanp). **Colima** Andrés García (Instituto de Biología, UNAM). **Ciudad de México** Horacio Bárcenas (Facultad de Ciencias, UNAM), Carmen Bolaños (Instituto de Ecología, UNAM), Dulce Brousset (Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM), Ivonne Cassaigne (Wildlife Pharmaceuticals Mexico SA de CV), Arturo Caso (SEMARNAT), Gerardo Ceballos (Instituto de Ecología, UNAM), Greta Cerecedo Palacios (Instituto de Ecología, UNAM), Cuauhtémoc Chávez (Universidad Autónoma Metropolitana-Lerma), Nancy de la Cruz (Umbral), Antonio de la Torre (Instituto de Ecología, UNAM), Luis Fueyo (SEMARNAT), José F. González Maya (Instituto de Ecología, UNAM), Karla G. Hernández-Aguilar (Instituto de Ecología, UNAM), Génesis López (Instituto de Ecología, UNAM), Rodrigo Medellín (Instituto de Ecología, UNAM), Oscar Moctezuma (Naturalia AC), Pilar Rueda Zozaya (Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco), César Sánchez (Conanp), Valeria Towns (Natura y Ecosistemas Mexicanos AC), Heliot Zarza (Universidad Autónoma Metropolitana-Lerma/ Instituto de Ecología, UNAM). **Estado de México** Octavio Monroy (UAEM). **Guerrero** Fernando Ruiz (Proyecto Guerrero Jaguar/Universidad Autónoma de Guerrero). **Hidalgo** Daen Morales (BioFutura, AC) Jonatan J. Morales (BioFutura AC). **Jalisco** Martha Collignon (Alianza Jaguar, AC), Rodrigo Núñez (Proyecto Jaguar AC). **Morelos** David Valenzuela (Universidad Autónoma de Morelos). **Nayarit** Erik Saracho (Alianza Jaguar AC). **Oaxaca** Alfonso Aquino (Preconjugarrh AC), Karla Rojas (Jaguares en la Selva AC), Víctor Rosas Vigil, Víctor Rosas Cosío (Yaguar Xoo AC). **Puebla** Alejandro Juárez (Colin, Consultores en Vida Silvestre), Osvaldo Erik Ramírez (Iukapalli). **Querétaro** Roberto Pedraza (Grupo Ecológico Sierra Gorda). **Quintana Roo** Marco A. Lazcano-Barrero (La Voz del Jaguar/ Reserva Ecológica El Edén AC), Pablo Navarro (Onca Maya AC). Sandra Ortiz (Soluciones Éticas Ambientales), Francisco Remolina Suárez (consultor independiente). **San Luis Potosí** Octavio Rosas Rosas (Colegio de Postgraduados). **Sinaloa** Yamel Rubio (Universidad Autónoma de Sinaloa). **Sonora** Gerardo Carreón (Naturalia AC). **Yucatán** Carlos Alcérreca (Biocenosis AC), Almira Hoogesteyn (Cinvestav-Mérida), Luis Pereira (consultor independiente).







*El cambio climático es un problema global con graves dimensiones ambientales, sociales, económicas, distributivas y políticas, y plantea uno de los principales desafíos actuales para la humanidad.*

CARTA ENCÍCLICA LAUDATO SI'

PAPA FRANCISCO

# REALIDAD AUMENTADA

En este volumen de la serie editorial de TELMEX se introduce nuevamente Realidad Aumentada infinitum, una tecnología que está experimentando una gran expansión y que ofrece al lector tener acceso a información adicional a la presentada por medio de un video, audio o modelo 3D.

Para acceder al contenido de Realidad Aumentada es necesario contar con un smartphone o una tablet y descargar la aplicación **RA infinitum**, misma que se encuentra disponible de forma gratuita en Play Store y App Store. Simplemente descarga la aplicación, ábrela, apunta a la foto y disfruta el contenido.

En este libro las imágenes en las que se puede disfrutar Realidad Aumentada infinitum están identificados por el símbolo **RA** en las siguientes páginas:

- Portada
- Página 30
- Página 73
- Página 209
- Página 214



## Nombres comunes y científicos

Águila pescadora • *Pandion haliaetus*  
Águila real • *Aquila chrysaetos*  
Ajolote de Lerma • *Ambystoma lermaense*  
Amate o higuera • *Ficus* spp.  
Bagre del Usumacinta • *Lacantunia enigmatica*  
Ballena gris • *Eschrichtius robustus*  
Ballena jorobada • *Megaptera novaeangliae*  
Ballena zifio • *Mesoplodon hotaula*  
Berrendo • *Antilocapra americana*  
Bisonte • *Bison bison*  
Borrego cimarrón • *Ovis canadensis*  
Bromelia • *Bromelia* spp.  
Calabaza • *Cucurbita* spp.  
Caoba • *Swietenia macrophylla*  
Carpintero imperial • *Campephilus imperialis*  
Cedro • *Cedrella odorata*  
Ceiba • *Ceiba pentandra*  
Chachalaca • *Ortalis* spp.  
Ciprés de Guadalupe • *Cupressus guadalupensis*  
Cochinilla • *Dactylopius coccus*  
Cocodrilo de pantano • *Cocodylus moreletti*  
Cóndor de California • *Gymnogyps californianus*  
Delfín rosado • *Inia araguaiaensis*  
Elefante marino • *Mirounga angustirostris*  
Flamenco americano • *Phoenicopterus ruber*  
Frijol • *Phaseolus vulgaris*  
Guacamaya roja • *Ara macao*  
Guajolote • *Meleagris gallopavo*

Guarumbo • *Cecropia* spp.  
Hocofaisán • *Crax rubra*  
Hongo quitrido de los anfibios • *Batrachochytrium dendrobatidis*  
Hurón de patas negras • *Mustela nigripens*  
Jaguar • *Panthera onca*  
Lince • *Lynx rufus*  
Lobo fino de Guadalupe • *Arctophoca townsendi*  
Lobo mexicano • *Canis lupus baileyi*  
Magnolias • *Magnolia rzedowskiana* y *M. predaza*  
Maiz • *Zea mays*  
Mantarraya gigante • *Manta birostris*  
Mapache de Cozumel • *Procyon pygmaeus*  
Mariposa monarca • *Danaus plexippus*  
Mono araña • *Ateles geoffroyi*  
Mono aullador • *Alouatta palliata*  
Mounstro de Gila • *Heloderma suspectum*  
Nutria marina • *Enhydra lutris*  
Ocelote • *Leopardus pardalis*  
Ojoche • *Brosimum alicastrum*  
Oso negro • *Ursus americanus*  
Pájaro bobo de patas azules • *Sula nebouxii*  
Pavo salvaje • *Meleagris gallopavo*  
Pavón cornudo • *Oreophaps derbianus*  
Pelicano blanco americano • *Pelecanus erythrorhynchos*  
Penicilina • *Penicillium notatum*  
Perico de cabeza lila • *Amazona finschii*

Perrito llanero • *Cynomys ludovicianus*  
Pez león • *Pterois antennata*  
Puma • *Puma concolor*  
Quetzal • *Pharomachrus mocinno*  
Ramón • *Brosimum alicastrum*  
Rana de Sulawesi • *Limnonectes larvaepartus*  
Serpiente torito • *Ophryacus smaragdinus*  
Tapir • *Tapirus bairdii*  
Tecolotito común • *Glaucidium brasilianum*  
Tiburón ballena • *Rhincodon typus*  
Tlacuachín • *Tlacuatzin canescens*  
Tortuga cahuama • *Caretta caretta*  
Tortuga carey • *Eretmochelys imbricata*  
Tortuga golfinia • *Lepidochelys olivacea*  
Tortuga laúd • *Dermochelys coriacea*  
Tortuga lora • *Lepidochelys kempi*  
Tortuga negra • *Chelonia agassizi*  
Totoaba • *Totoaba macdonaldi*  
Totuga verde • *Chelonia mydas*  
Troglón mexicano • *Trogon mexicanus*  
Vainilla • *Vanilla planifolia*  
Vaquita marina • *Phocoena sinus*  
Venado cola blanca • *Odocoileus virginianus*  
Viejo de monte • *Eira barbara*  
Wapiti • *Cervus canadensis*  
Zacatuche • *Romerolagus diazi*  
Zorra gris • *Urocyon cinereoargenteus*

## Bibliografía selecta

- Barnosky, A.D., N. Matzke, S. Tomiya, G.O. Wogan, B. Swartz, T.B. Quental, C. Marshall, J.L. McGuire, E.L. Lindsey, K.C. Maguire, B. Mersey, E.A. Ferrer. 2011. Has the Earth's sixth mass extinction already arrived? *Nature* 471, 51-57.
- Barnosky, A.D. y E.A. Hadly. 2016. *Tipping point for planet Earth: How close are we to the edge?* Thomas Dunne Books, Nueva York.
- Benítez Díaz, H. y M. Bellot Rojas. 2003. *Biodiversidad: uso, amenazas y conservación*. En: Sánchez, O., E. Vega, E. Peters y O. Monroy-Vilchis (eds.). *Conservación de Ecosistemas Templados de Montaña*. Instituto Nacional de Ecología, México. pp. 93-106.
- Carson, R. 1962. *Silent spring*. Houghton Mifflin Company, Boston.
- Cartron, E.J-L., G. Ceballos y R.S. Felger (eds.). 2005. *Biodiversity, ecosystems and conservation in northern Mexico*. Oxford University Press, Nueva York.
- Ceballos, G. y P.R. Ehrlich. 2002. Mammal population losses and the extinction crisis. *Science* 296, 904-907.
- Ceballos, G. y P.R. Ehrlich. 2009. Discoveries of new mammal species and their implications for conservation and ecosystem services. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106, 3841-3846.
- Ceballos, G., A. Barnosky, A. García, R.M. Pringle, T.M. Palmer y P.R. Ehrlich. 2015. Accelerated modern human-induced species losses: Entering the sixth mass extinction. *Science Advances* 1, e1400253.
- Ceballos, G., P.R. Ehrlich y A. Ehrlich. 2015. *The annihilation of nature: human extinction of birds and mammals*. John Hopkins Press, Baltimore.
- Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad (Conabio). 2016. Página web <<http://www.conabio.gob.mx>>.
- Conservación de Islas A.C. 2016. Página web <<http://www.islas.org.mx/index.php>>.
- Dirección de Especies Prioritarias para la Conservación. 2016. Programa de conservación de especies en riesgo Procer. Página web <<http://procer.conanp.gob.mx>>.
- Dirzo, R., H.S. Young, M. Galletti, G. Ceballos, J.B. Nick, B. Collen. 2014. Defaunation in the Anthropocene. *Science* 345, 401-406.
- Ehrlich, P.R. 1968. *The population bomb*. Ballantine, Nueva York.
- Grupo Ecológico Sierra Gorda A.C. 2016. Página web <<http://sierragorda.net>>.
- Leopold, A. 1949. *A sand county almanac*. Oxford & Clarendon Press, Nueva York.
- Natura y ecosistemas mexicanos. 2016. Página web <<https://natura-mexicana.wordpress.com>>.
- Thershy, B.R., C.J. Donlan, B.S. Keitt, D.A. Croll, J.A. Sánchez, B. Wood, M.A. Hermosillo, G.R. Howald y N. Biavaschi. 2002. *Island conservation in north-west Mexico: a conservation model integrating research, education and exotic mammal eradication*. En: Veitch C.R. y M.N. Clout (eds.). *Turning the tide: The eradication of invasive species*. Proceedings of the International Conference on Eradication of Island Invasives. International Union for the Conservation of Nature.
- UNESCO. 2016. Man and the biosphere program. Página web <[www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/ecological-sciences/man-and-biosphere-programme](http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/ecological-sciences/man-and-biosphere-programme)>.
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN). 2016. Página web <<http://www.iucn.org/es>>.
- Wilson, E.O. 1993. *The diversity of life*. W.W. Norton and Company, Nueva York/Londres.
- World Wildlife Fund-México. 2010. Alianza wwf-Fundación Carlos Slim. Página web <[http://www.wwf.org.mx/quienes\\_somos/nuestras\\_alianzas/alianza\\_wwf\\_fundacion\\_carlos\\_slim](http://www.wwf.org.mx/quienes_somos/nuestras_alianzas/alianza_wwf_fundacion_carlos_slim)>.
- World Wildlife Fund México. 2003. Alianza wwf-Telcel. Página web <[http://www.wwf.org.mx/quienes\\_somos/nuestras\\_alianzas/alianza\\_wwf\\_telcel](http://www.wwf.org.mx/quienes_somos/nuestras_alianzas/alianza_wwf_telcel)>.

## Fotografía primeras y últimas páginas

- PÁGINA 2 México es sede y estación de paso de majestuosas migraciones. Aves, mamíferos terrestres y acuáticos, insectos y otras especies encuentran en nuestro territorio el escenario ideal para hacer una pausa y continuar su recorrido. Numerosas aves se dan cita anualmente en los manglares y cuerpos de agua de la península de Yucatán; la emblemática mariposa monarca aprovecha el invierno para aparearse antes de volver al norte, y las ballenas grises y jorobadas se aparean y tienen a sus crías en nuestras costas. Año tras año estos animales se dan cita en diferentes lugares del territorio mexicano, brindando de manera generosa un espectáculo inolvidable.
- PÁGINA 4 Los felinos son quizás los animales más emblemáticos de las selvas centroamericanas, en particular de la península de Yucatán. Desde tiempos inmemoriales han sido parte fundamental de la cosmovisión de las culturas prehispánicas, que los identificaban como una de sus más importantes y poderosas deidades. Aún el día de hoy, despojados ya de ese carácter sagrado, siguen infundiendo respeto y admiración en aquellos que han tenido la fortuna de verlos. Aunque en grave peligro de extinción, su magnífica figura sigue alentando leyendas y animando el espíritu de aquellos que desde la ciencia, la literatura y el arte continúan refrendando su poderosa presencia.
- PÁGINA 6 El bosque de niebla y las selvas tropicales de México son de los sitios biológicamente más diversos del mundo, a la vez son de los más amenazados. La Reserva de la Biosfera El Triunfo, en Chiapas, protege uno de los últimos bosques de niebla del país en donde majestuosos árboles cubiertos de vida se elevan por encima de los 30 metros.
- PÁGINAS 8 Y 10 México se ubica en una posición privilegiada por estar rodeado por el mar Caribe, el Golfo de México, el océano Pacífico y el Golfo de California. En ellos existen riquezas naturales aún inexploradas, especies únicas y paisajes sorprendentes. Además, los mares proporcionan alimentos y son fuente de esparcimiento para gran parte de la población, lo que los vuelve un eje central de la economía y la seguridad alimentaria nacionales.
- PÁGINAS 14, 16 Y 18 Las montañas, planicies, costas e islas de México han sido también el hogar de numerosas comunidades humanas, que por generaciones han encontrado en estos majestuosos paisajes abrigo, abundantes alimentos y fuentes de medicinas para tratar las enfermedades. Lugares como el Golfo de California, en Baja California Sur (página 14), el lago de Xochimilco, en Ciudad de México (página 16) o Cuatrociénegas, en Coahuila (página 18), han servido de escuelas, centros sagrados de culto, lugares de trabajo y de recreación. A pesar de que la naturaleza ha sido diezmada por el hombre, ella, sagrada y majestuosa, sigue dándonos a todos motivos para agradecer y proteger su incansable generosidad.
- PÁGINA 22 Las estribaciones de la Sierra Madre Occidental y la Sierra Madre Oriental mantienen poblaciones saludables de venados cola blanca. Si bien esta especie se distribuye desde el sur de Canadá hasta el norte de Sudamérica, en México se encuentra la mitad de las subespecies reconocidas. Su carne es altamente apreciada en las comunidades rurales y urbanas, por lo que se ha promovido su reproducción y aprovechamiento en Unidades de Manejo Ambiental desde las zonas áridas del norte, hasta las áreas tropicales del sureste de México.
- PÁGINA 24 Los mares mexicanos, particularmente el Golfo de México y el mar Caribe, son el hogar del tiburón ballena. Este enorme pez de hasta

- 12 metros de largo suele visitar nuestras aguas para alimentarse de plancton, al cual atrapa gracias a un peculiar sistema de filtración de agua. Durante el verano se reúne gran número de tiburones ballena en las costas caribeñas, ofreciendo un espectáculo excepcional. Este fenómeno ha representado una oportunidad de generar ingresos para las comunidades de esa región, que resguardan y aprovechan sustentablemente la riqueza biológica de nuestro país.
- PÁGINA 24 Los Valles de Tehuacán y Cuicatlán, entre Puebla y Oaxaca, albergan una de las comunidades vegetales más diversas del país. En esta región, que comprende menos de 1% del territorio nacional, se han registrado 10% de las especies de plantas descritas en el país, además de ser el sitio con más endemismos en México. En estos valles y montañas las culturas prehispánicas reconocieron más de 800 plantas útiles, y fueron el escenario de la domesticación de los tres cultivos más importantes del país: el frijol, la calabaza y el maíz.
- PÁGINA 32 Las expresiones de vida en los desiertos mexicanos han sorprendido por siglos a científicos, poetas y artistas que han tenido la fortuna de apreciar los espectaculares paisajes resguardados en la Reserva de la Biosfera El Pinacate y Gran Desierto de Altar, en Sonora. En estos sitios las temperaturas durante verano que sobrepasan los 40°C aniquilarían a la mayoría de plantas, pero las cactáceas han desarrollado capacidades que le permiten sobrevivir y aprovechar los pocos nutrientes disponibles en estos desiertos rebosantes de vida.
- PÁGINA 34 La Sierra Gorda queretana y guanajuatense protege uno de las regiones con la mayor diversidad de ecosistemas en el país, en un rango altitudinal que va desde los 200 hasta los 3000 msnm. En ambos estados, se establecieron dos Reservas de la Biosfera en donde la participación social toma cada vez más fuerza para lograr una convivencia y armonía con la naturaleza mediante el uso sustentable y conservación de los servicios ambientales que proveen sus bosques, selvas y matorrales.
- PÁGINA 294 Colibrí y bromelias: en esta dupla encontramos una inmensa gama de colores y un gran número de enseñanzas. El colibrí y su ligereza nos hablan de eternidad, continuidad y resurrección; su capacidad de volar hacia atrás nos recuerda la necesidad de volver al pasado sin detenernos en él, su pericia para permanecer en un lugar nos llama a estar en el presente aprovechando cada esfuerzo y su velocidad al partir nos habla de continuar siempre. Las bromelias nos hablan de capacidad de adaptación y de permanencia, de tomar lo necesario del ambiente, agradecerle adornándolo de belleza y continuar en constante renovación.
- PÁGINA 296 El agua y su permanente movimiento es el ejemplo más claro de generosidad y equilibrio. En todas las formas en que se presenta propicia la vida, la armonía y la belleza. Su relación con el entorno es de tal integralidad que, además de ser fuente de inspiración, en su constante ir y venir nos alimenta y sostiene. Para ella sólo queda tener gratitud, admiración y respeto.
- PÁGINA 298 Una vez más, y como siempre, la naturaleza se impone majestuosa, se muestra para recordarnos que ella nos sobrevivirá, íntegra y generosa, y que lo hará a pesar de nuestra acción, con o sin nosotros. Nos antecedió y permanecerá más allá de la humanidad. Nuestra misión es aprender de ella, disfrutarla, respetarla y conservarla.

## AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro más profundo agradecimiento a la Fundación Carlos Slim y a Teléfonos de México por su invaluable apoyo a lo largo de estos años para la elaboración de este excepcional proyecto editorial. Los libros que integran esta iniciativa difunden temas ambientales de relevancia sobre la diversidad biológica de México, América y el mundo así como los retos de su conservación. Este volumen, el décimo de la serie, está dedicado a la diversidad de México, uno de los países biológicamente más diversos. Agradecemos especialmente al Lic. Héctor Slim Seade por su confianza y compromiso con este proyecto de largo plazo. A Graciela Chacón por la coordinación del proyecto.

Agradecemos también el interés y las aportaciones informativas de la Secretaría de la Defensa Nacional así como el apoyo de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. A nuestras familias que han sido fuente importante de inspiración y apoyo constante. A Guadalupe Mondragón, Pablo Ceballos, Regina Ceballos, Anne Ehrlich, Guillermina Gómez Vázquez, Melosa Granda, Dalia Sierra, José María Sierra, Alfredo Ponce, Guadalupe Ponce, Angélica Ponce y Maritza Ponce.

Finalmente queremos expresar nuestro agradecimiento al equipo de colaboradores y amigos cuya dedicación y trabajo han hecho posible alcanzar la calidad de esta obra. A Rosalba Becerra por el diseño y coordinación editorial, a Claudio Contreras Koob por su trabajo iconográfico y a Xitlali Aguirre Dugua por la revisión y corrección de estilo. A Carmen Bolaños y Greta Cerecero por su apoyo con la revisión del texto y de información técnica.

Coordinación: GERARDO CEBALLOS

Diseño: ROSALBA BECERRA

Investigación iconográfica: CLAUDIO CONTRERAS KOOB

Pies de foto: EDUARDO PONCE

Corrección de textos: XITLALI AGUIRRE DUGUA

Cuidado editorial: TRAZOS, CONSULTORÍA EDITORIAL

Fotografía:

Adalberto Ríos Lanz, páginas 45, 266, 276

Adalberto Ríos Salay, páginas 68, 255, 261, 265, 269 arriba,  
270, 271, 272, 275

Alejandro Boneta, página 264

Alejandro González Terrazas, páginas 20, 106, 111, 112,  
118, 209

Alejandro Prieto, páginas 2, 108

Alfredo Martínez, páginas 282, 283, 296

Art Wolfe, páginas 104, 228

Barry Mansell/Latin Stock Mexico, página 260

Carlos Frías Ojinaga, páginas 142, 158, 162, 165

Carlos Hahn, página 273

Christian Vizl, páginas 154, 156, 238, 253

Claudio Contreras Koob, páginas 16, 24, 32, 37, 60, 61, 74, 78,  
83, 98, 100, 102, 124, 128, 131, 132, 133, 134, 136, 139, 146  
izquierda, 150, 160, 163, 166, 186, 188, 190, 192, 194, 200  
arriba, 203, 205, 217, 218, 219, 222, 223, 224, 225, 235, 242,  
244, 248, 254 abajo, 258, 268, 274, 280, 298

Daniela Medellín, página 215

Daniel Garza Tobón, páginas 4, 18, 22, 56, 86, 93, 107, 138,  
183, 197 abajo, 220 centro y abajo, 237, 286

Fernando Constantino Martínez Belmar, páginas 42, 84, 92,  
130, 144, 147, 164 arriba, 200 abajo, 257

Frans Lanting/National Geographic Creative, página 94

Gabo Reed, páginas 52, 180, 206

George Steinmetz/National Geographic Creative, página 285

Gerardo Ceballos, páginas 40, 90, 91, 96, 97, 116, 120, 121,  
210, 214, 220 arriba, 232, 262, 263, 267, 269 abajo

Ingo Arndt / Latin Stock Mexico, página 202

Jero Prieto/Pelagic Life, página 155

Jorge Douglas Brandon Pliego, páginas 140, 146 derecha  
arriba, 164 abajo

Jorge Silva, páginas 6, 50, 54, 58, 70, 122, 168, 173,  
208, 213, 284, 294

Leopoldo Islas, páginas 126, 204

Lorant Voros, página 110

Luis Felipe Rivera, páginas 67, 80, 117, 212, 216

Marco López, páginas 66, 82, 246, 254 arriba, 256

Miguel Ángel de la Cueva, páginas 14, 72, 288

National Geographic, página 285

Octavio Aburto, páginas 8, 10, 48, 88, 114, 152, 250, 251, 252

Richard Herrmann / Latin Stock Mexico, página 176

Roberto Pedraza, páginas 34, 76, 81, 146 derecha abajo, 171,  
184

Rodrigo Friscione/Pelagic Life, páginas 99, 226, 281

Rodrigo Sierra, página 64

Rurik List, páginas 196, 197 arriba

Santiago Gibert, páginas 189, 198, 278, 279

Sedena, páginas 28, 30, 31

Sergio Velasco, página 62

Tom Jefferson, página 193

Thomas Baille, páginas 148, 149

---

Impresión: Toppan Printing Co. (HK) Ltd

DR © de la primera edición Teléfonos de México, S.A.B. de C.V., 2016

Parque Vía 190, Col. Cuauhtémoc, C.P. 06599, Ciudad de México

ISBN 978-607-9057-07-7

Todos los derechos reservados. Ninguna parte del contenido de este libro  
puede ser reproducida por ningún medio sin el permiso escrito del titular  
de los derechos de autor.



### Gerardo Ceballos

Gerardo Ceballos es investigador del Instituto de Ecología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Es uno de los ecólogos y conservacionistas hispanos de mayor prestigio. Sus intereses académicos se centran en la investigación básica y aplicada en ecología y conservación, con especial énfasis en especies en riesgo de extinción y áreas naturales protegidas. Es un prolífico escritor con más de 45 libros publicados. Le interesa la naturaleza, las expediciones científicas, la conservación de la biodiversidad, la fotografía y la lectura.

### Paul R. Ehrlich

Investigador en el Departamento de Ciencias Biológicas de la Universidad de Stanford, en Estados Unidos de América. Es uno de los ecólogos más importantes en la historia por sus aportes teóricos en temas como la coevolución, el crecimiento de la población humana, los servicios ambientales y la extinción de poblaciones. Sus brillantes aportaciones están plasmadas en más de 1500 publicaciones. Fue uno de los primeros ambientalistas en alertar sobre los enormes impactos del crecimiento de la población humana en su libro *La bomba de la población* publicado en 1970.



### Rodolfo Dirzo

Es un investigador mexicano de gran prestigio internacional. Actualmente es profesor del Departamento de Biología de la Universidad de Stanford, en Estados Unidos. Sus intereses científicos se centran en la ecología y evolución de plantas y animales y la conservación de la diversidad biológica y de los procesos ecológicos. Entre sus aportaciones está la de haber acuñado el término *defaunación* para describir el proceso y las consecuencias de la pérdida de la fauna causada por las actividades humanas.

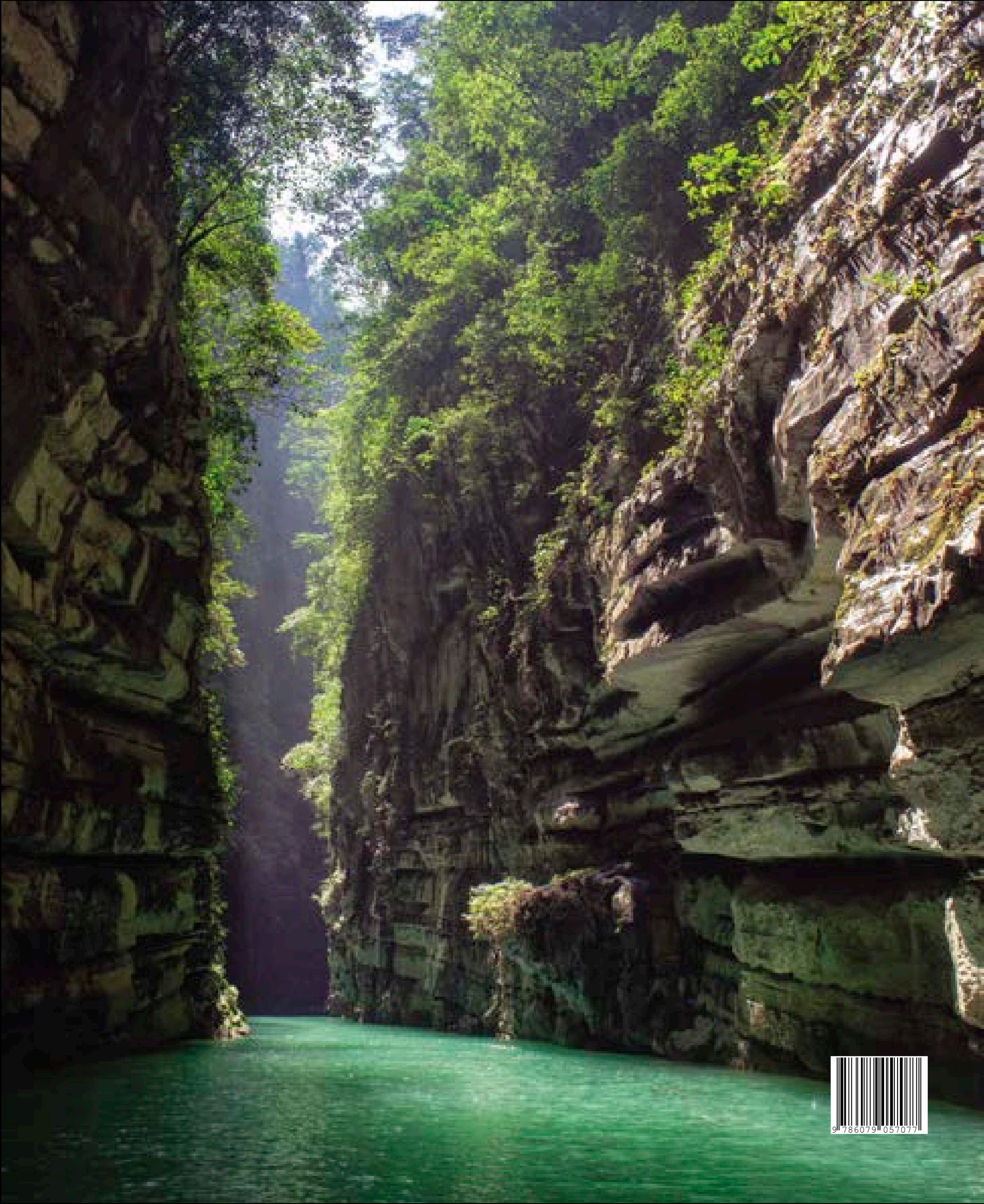
### Eduardo Ponce

Biólogo de la conservación que se ha dedicado a la investigación y aplicación de herramientas económicas, así como al diseño de políticas públicas que confronten y reviertan los conflictos socio-ambientales que amenazan la diversidad biológica de México y Centroamérica. Eduardo ha trabajado por más de 10 años en proyectos de investigación y conservación de especies amenazadas y en el diseño, creación y manejo de áreas naturales protegidas.



### Rodrigo Sierra

Conservacionista, fotógrafo y productor de ganado sustentable, su trabajo hace énfasis en la interacción entre cultura y naturaleza, con el objetivo de mejorar el manejo de los recursos naturales en el largo plazo. Busca que la fotografía sea un medio de expresión y comunicación en torno a los problemas socio-ambientales de nuestro país. Su trabajo ha sido publicado en diversas revistas. Doctor por la Universidad Nacional Autónoma de México con la especialidad en manejo integral de ecosistemas. Desde 2002 trabaja en el norte de México desarrollando proyectos de investigación, conservación y manejo de recursos naturales a gran escala.



9 786079 057077