

Serie *¿Y el medio ambiente?*

# BIODIVERSIDAD

Conocer para conservar



**GOBIERNO  
FEDERAL**

**SEMARNAT**



[www.gobiernofederal.gob.mx](http://www.gobiernofederal.gob.mx)  
[www.semarnat.gob.mx](http://www.semarnat.gob.mx)



**Vivir Mejor**

Serie *¿Y el medio ambiente?*

# BIODIVERSIDAD

Conocer para conservar





**Biodiversidad**  
**Conocer para conservar**  
**Serie ¿Y el medio ambiente?**

**DR © 2011, SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES**

Dirección General de Estadística e Información Ambiental

Dirección de Análisis e Indicadores Ambientales

Boulevard Adolfo Ruiz Cortines No. 4209

Jardines en la Montaña, CP 14210

Tlalpan, México D. F.

Teléfono 56 28 08 54, Fax 56 28 08 53

<http://www.semarnat.gob.mx>

Primera edición 2011

Impreso en México

ISBN 978-607-7908-34-0



**GOBIERNO  
FEDERAL**

**SEMARNAT**



El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), a través del Proyecto PNUD-SEMARNAT “Construcción de ciudadanía y espacios de participación para el desarrollo sustentable, 2008-2013” apoyó parcialmente la elaboración de esta obra, con objeto de mejorar la cantidad, calidad y accesibilidad de la información ambiental.



Esta publicación es parte del Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales (SNIARN) de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Su contenido y edición estuvieron a cargo de la Dirección General de Estadística e Información Ambiental. **AUTORES:** Arturo Flores Martínez, César E. Rodríguez Ortega, Verónica E. Solares Rojas, Teresa González Ruiz y Mayra Adriana García Cerecedo. **COLABORADORES:** Yonatan Aguilar Cruz, Miguel Chipole Ibáñez y Sergio Barrios Monterde. **DISEÑO GRÁFICO:** Ariadna Jaimes Chacón y Esperanza Martínez Vargas. **FOTOGRAFÍAS:** cuando no se indica su autor o fuente, proceden de sitios en Internet con acceso libre.





# ÍNDICE

<b>PRESENTACIÓN</b>	<b>xi</b>
<b>¿Qué es la biodiversidad?</b>	<b>1</b>
¿Cómo se define y estudia la biodiversidad?	2
¿Cuántas especies existen?	8
¿Dónde se encuentran todas estas especies?	12
Los países megadiversos	17
México, país con una biodiversidad excepcional	19
La diversidad genética en México	19
¿Cuántas especies hay en México?	23
Las especies endémicas	24
Nuestra riqueza de ecosistemas	26
¿Por qué es importante la biodiversidad?	29
<b>¿Qué amenaza a la biodiversidad?</b>	<b>39</b>
Nuestra huella en el mundo	40
Pérdida y fragmentación de hábitats	42
Sobreexplotación de especies	51
Pesca	51
Caza	54
Tráfico ilegal de la biodiversidad	59
Especies invasoras	60
Contaminación	68
Contaminación del agua	68
Contaminación del suelo	72
Contaminación atmosférica	73
Contaminación por luz y sonido	74
Cambio climático	76
Organismos genéticamente modificados	80
<b>¿Cuál es la situación de la biodiversidad?</b>	<b>87</b>
Ecosistemas	88
Ecosistemas terrestres	88
Ecosistemas acuáticos	93
¿Cómo vamos con las especies?	102



<b>¿Cómo conservamos la biodiversidad?</b>	<b>117</b>
Un poco de historia	118
¿Qué proteger?	119
¿Cómo conservar especies?	123
Conservando las poblaciones de las especies en la naturaleza	124
Conservando especies fuera de su hábitat natural	131
Colecciones de plantas y semillas	133
Los zoológicos, acuarios y criaderos	135
¿Cómo conservamos los ecosistemas?	137
Las áreas naturales protegidas	137
Pago por servicios ambientales	142
Recuperación de los ecosistemas	144
Las leyes y los acuerdos también ayudan a la conservación de las especies y ecosistemas	145
¿Cómo manejar sustentablemente la biodiversidad?	150
Reconciliando las actividades agropecuarias con el ambiente	153
Los bosques como aliados para el desarrollo sustentable	155
Aprovechando sustentablemente la vida silvestre	155
Viajando sustentablemente	157
 <b>¿Qué puedo hacer?</b>	 <b>161</b>
Conociendo la biodiversidad: los más extremos	163
¿Qué ver y a dónde ir?	165
La biodiversidad en su ambiente natural	165
Para visitar en México...	166
La biodiversidad fuera de su ambiente natural	168
Los jardines botánicos, zoológicos y acuarios	168
Los museos	169
La biodiversidad del pasado	170
Para observar la biodiversidad...	172
Kit para un naturalista	172
Descubriendo pistas...	174
¿Qué hacer para conservar la biodiversidad en el lugar donde vives?	176
Biodiversidad en las ciudades	178
Biodiversidad en los campos de cultivo	180
¿Cómo estar alerta cuando compres plantas y animales?	181
Conoce a los incomprendidos	182
¿Cómo conservar la biodiversidad en su ambiente natural?	184
Acciones que podría pensarse que no son útiles a la biodiversidad	186
 <b>Bibliografía</b>	 <b>189</b>

# ÍNDICE DE RECUADROS

<b>Centros de origen</b>	<b>5</b>
<b>¡Se buscan!</b>	<b>13</b>
<b>¿Qué hace a México un país megadiverso?</b>	<b>20</b>
<b>De México para el mundo: el maíz</b>	<b>22</b>
<b>Importancia de los manglares</b>	<b>35</b>
<b>Monocultivos: agroecosistemas pobres en biodiversidad</b>	<b>46</b>
<b>Sobrepesca del tiburón martillo</b>	<b>53</b>
<b>Especies que no volverán</b>	<b>55</b>
<b>Defaunación: una amenaza silenciosa</b>	<b>58</b>
<b>Tráfico ilegal de la flora y fauna mexicanas: cactáceas, orquídeas y pericos</b>	<b>61</b>
<b>Las islas de basura de los océanos</b>	<b>69</b>
<b>Mar Aral: crónica de un desastre</b>	<b>95</b>
<b>Las tortugas marinas de El Caribe: un futuro incierto</b>	<b>100</b>
<b>Las grandes extinciones y sus causas</b>	<b>104</b>
<b>La foca monje de El Caribe: una extinción muy “humana”</b>	<b>107</b>
<b>Las orcas que acabaron con las algas</b>	<b>112</b>
<b>Descubridores de la naturaleza</b>	<b>120</b>
<b>¿Qué es y para qué sirve la biología de la conservación?</b>	<b>122</b>
<b>Algunos aspectos básicos para conservar la biodiversidad</b>	<b>125</b>
<b>Conservando nuestras especies: el Procer</b>	<b>130</b>
<b>De la regeneración natural a la restauración de los ecosistemas</b>	<b>146</b>



<b>Al rescate de la biodiversidad global: el Convenio sobre la Diversidad Biológica</b>	<b>149</b>
<b>Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES)</b>	<b>151</b>
<b>El Informe Brundtland y el desarrollo sustentable</b>	<b>152</b>
<b>Producción ambientalmente amigable: los productos orgánicos</b>	<b>154</b>
<b>El manejo sustentable de los bosques en México</b>	<b>156</b>
<b>Las Uma y el manejo sustentable de la vida silvestre en México</b>	<b>158</b>

# PRESENTACIÓN

En todo el mundo, la biodiversidad se encuentra amenazada por distintas actividades humanas que han causado la pérdida de hábitats, la fragmentación de los ecosistemas, la introducción de especies exóticas invasoras, la sobreexplotación de recursos, la contaminación del aire, tierras, ríos y mares, por mencionar algunas de las más conocidas, sin dejar de señalar los ya visibles efectos del cambio climático.

Dado el ritmo de pérdida de diversos elementos de la biodiversidad, resulta de gran importancia lograr que todos los sectores de la sociedad consideren el valor y la importancia de nuestro patrimonio natural y que se reconozca en todos los ámbitos la provisión de servicios ambientales que brindan los ecosistemas.

México cuenta hoy con sistemas de información y portales Web que albergan datos y conocimientos confiables, con sustento científico y técnico, cada vez más completos, que permiten ponerlos a disposición de diversos usuarios con el fin de difundir el conocimiento sobre nuestra riqueza biológica y tomar las mejores decisiones en materia de conservación y uso sustentable. Dos buenos ejemplos, desarrollados por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), son el Portal de Biodiversidad Mexicana ([www.biodiversidad.gob.mx](http://www.biodiversidad.gob.mx)) y el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de México (SNIB), los cuales están en actualización permanente y constituyen ejemplos mundiales de la forma en la que los países pueden y deben manejar esta información.

*Biodiversidad. Conocer para conservar* es una obra más que la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales pone a disposición del público en general para dar a conocer el patrimonio natural de todas y todos los mexicanos. A través del Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales (SNIARN), cumple nuevamente con el compromiso de difundir información actualizada, confiable, accesible y oportuna para contribuir a construir una sociedad más informada y responsable con el cuidado del ambiente.

Este libro es el tercer número de la Serie ¿Y el medio ambiente?, un proyecto que comenzó en el año 2006 con la publicación de *¿Y el medio ambiente? Problemas en México y el mundo* y continuó con *Cambio Climático. Ciencia, evidencia y acciones*. Al igual que estos últimos, tiene por objeto ofrecer información actualizada, confiable y oportuna a un público que no es especialista pero está interesado en temas ambientales, en este caso, la biodiversidad.



La Serie ¿Y el medio ambiente? nació del reconocimiento de que si bien la solución de los problemas ambientales requiere de la actuación decidida de los gobiernos, sólo podrá conseguirse con la participación informada y comprometida de la sociedad, cuyas actitudes y acciones contribuyen no sólo a disminuir las presiones que afectan al medio ambiente, sino son también parte esencial de las soluciones dirigidas a conservarlo y revertir su deterioro.

Esta nueva obra se enfoca en esa riqueza natural que hace a nuestro planeta único: la biodiversidad. A través de sus páginas, el lector no sólo descubrirá los conceptos básicos sobre este estimulante y maravilloso tema, sino también conocerá cuáles son las principales actividades humanas que amenazan su futuro, cuál el estado que guarda en México y el mundo, y los esfuerzos emprendidos para preservar y recuperar especies y ecosistemas. En la última sección, al igual que en las dos publicaciones previas, se ha incluido un apartado que pretende guiar al lector a conocer y emprender acciones prácticas para ayudar a proteger y conservar la biodiversidad de su localidad y, al final de cuentas, de nuestro país entero.

Sin duda, la información contenida en esta obra contribuirá a tomar conciencia del valor e importancia de la biodiversidad, pero sobre todo, de la necesidad de actuar pronto y de manera eficaz para que las generaciones presentes y futuras tengamos la oportunidad de seguir disfrutando y aprovechando sustentablemente de este capital natural.

La biodiversidad de México es parte significativa de la diversidad biológica del mundo, por lo que con éstas y otras acciones nos sumamos a los esfuerzos de la comunidad internacional para contribuir de manera efectiva a reducir significativamente la tasa de pérdida de la biodiversidad y proteger nuestro futuro común.

**Ing. Juan Rafael Elvira Quesada**  
**Secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales**

# ¿QUÉ ES LA BIODIVERSIDAD?

**A** diferencia de los planetas vecinos del Sistema Solar, la Tierra es el único conocido en el que se han dado las condiciones para que se desarrolle la vida como la conocemos. Cualquiera que sea el modo en el que la definamos, la vida es, en todas sus manifestaciones de forma y color, actuales y pasadas, el resultado de más de 3 500 millones de años de evolución. Este largo y complejo proceso ha generado la enorme diversidad biológica que conocemos y de la que también formamos parte los seres humanos.

Quizá cuando piensas en la biodiversidad vengan a ti imágenes de aves revoloteando, monos en el dosel de la selva o insectos inundando con sus sonidos el ambiente, pero también lo es la exuberante selva, los secos desiertos y los fríos bosques. Incluso, las variedades de maíz, chile o papa que ves en el mercado son manifestaciones de la biodiversidad.

Las maravillas de la biodiversidad están afuera, en casi cada rincón de nuestro mundo y nos invitan a descubrirlas y a sorprendernos de ellas. La diversidad biológica, sin embargo, enfrenta un momento crucial en su historia. Al igual que los eventos naturales amenazaron su porvenir en el pasado, los seres humanos la hemos conducido a lo que podría ser otro punto de quiebre en su historia. El desarrollo y avance tecnológico de la humanidad han ido desafortunadamente de la mano del deterioro y la pérdida de la biodiversidad. Ahora, más que nunca, es nuestra responsabilidad poner empeño en proteger y recuperar ese valioso capital natural. Para ello, conocer más sobre la diversidad biológica es un buen punto de inicio, ¿no crees?

En este libro te queremos compartir aspectos muy interesantes acerca de la biodiversidad: qué es, cuál es su importancia y cómo se estudia, cuántas especies y ecosistemas se conocen y cómo se distribuyen en México y el mundo. También

descubrirás cuáles son las amenazas que la ponen en riesgo, en qué situación se encuentra y qué se está haciendo para detener su pérdida y revertir su deterioro. Por último, te presentamos una sección con recomendaciones para que observes y conozcas la biodiversidad y con ello puedas actuar para protegerla. Esperamos que disfrutes este viaje, conozcas el valor de la biodiversidad y te convenzas de lo valioso que resultará sumar tu esfuerzo para conseguir la permanencia, por miles de años más, de este maravilloso tesoro que alberga nuestro planeta.

## **¿CÓMO SE DEFINE Y ESTUDIA LA BIODIVERSIDAD?**

El término biodiversidad es relativamente reciente y fue sugerido por primera vez en 1985 por el científico Walter G. Rosen como una contracción del concepto diversidad biológica. En su sentido más amplio, biodiversidad se refiere a la gran variedad de organismos y ecosistemas que existen sobre la Tierra. Representa el capital natural de una región y es tan importante como los otros capitales que generalmente reconocemos: el económico y el humano. De esta manera, así como los países miden su riqueza en términos económicos, también lo pueden hacer en términos de su biodiversidad.

La biodiversidad no sólo se refleja en la variedad de especies, sino también en las diferencias que existen entre los individuos de una especie o en la gama de ecosistemas existentes. Por ejemplo, si observamos con detalle dos gorriones, si bien son de la misma especie, rápidamente



descubriremos que no son exactamente iguales, aunque se vean muy parecidos son las pequeñas diferencias en la forma, color o tamaño lo que nos permiten distinguirlos, lo mismo ocurre con dos hongos o dos pinos. Estas diferencias también se notan a nivel de ecosistemas: dos bosques templados, aunque en apariencia sean similares, poseen características diferentes en México y Canadá (como las especies que los integran, por ejemplo), al igual que los pastizales de Chihuahua y los de las estepas rusas.

Para entender mejor la biodiversidad, los expertos han dividido su estudio en tres niveles: i) diversidad genética, ii) de especies y iii) de ecosistemas (Figura 1). La variación genética (primer nivel de estudio) está contenida dentro de las especies (segundo nivel) y éstas a su vez forman parte de los ecosistemas (tercer nivel). Vamos a ver con más detalle en qué consiste cada uno de ellos.

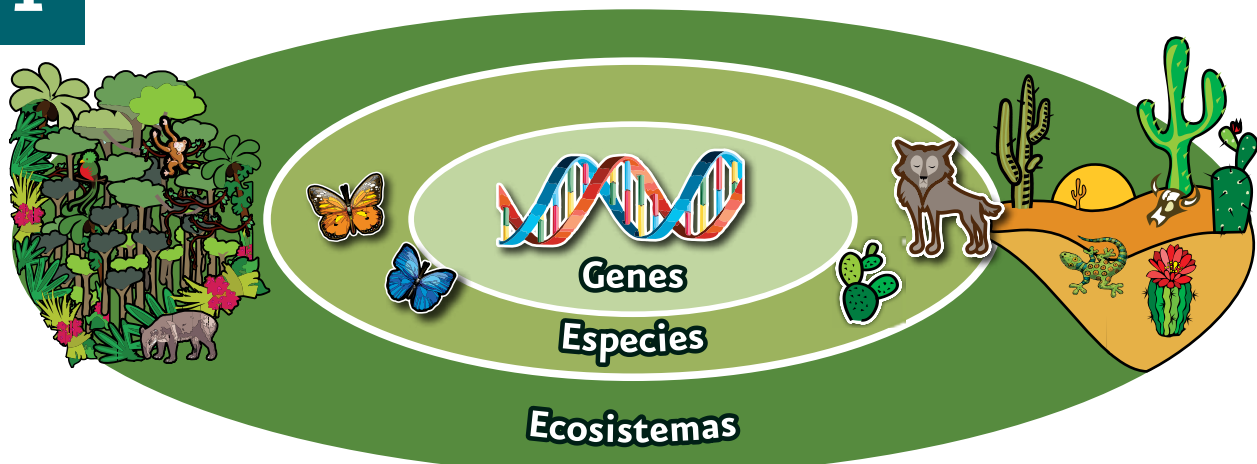
¿Te has preguntado por qué cada individuo a pesar de que se parezca a otro, no es exactamente igual sino que posee características que lo hacen único? Los animales, las plantas, así como cada

uno de nosotros, somos diferentes. Esto es una expresión de lo que se llama diversidad genética y la puedes apreciar en los diversos colores y formas de los insectos, en los colores de la piel y los ojos humanos, así como en las tonalidades del pelo de los animales e, incluso, en los sutiles cambios en los cantos de los canarios y otras aves.

La diversidad genética es resultado de la variación en el contenido de la información que cada organismo tiene en el ADN<sup>1</sup> de sus células. El ADN es como una base de datos en donde se almacena la información que determina todas las características de un organismo -como el color del pelaje y de los ojos-; todo ello en la forma de pequeños paquetes conocidos como genes. Las diferencias en el contenido y la cantidad de paquetes, así como la forma en que éstos se expresan en una condición ambiental particular es lo que, a fin de cuentas, distingue a cada una de las especies. Los individuos heredan estos genes de sus padres, que a su vez los heredaron de sus abuelos, de tal manera que la diversidad genética es el resultado de la acumulación de mezclas de genes ocurridas a través del paso de muchas generaciones.

FIGURA  
**1**

### Niveles de estudio de la biodiversidad



<sup>1</sup> El ADN es la abreviatura del ácido desoxirribonucleico. Es una molécula muy larga compuesta de unidades llamadas nucleótidos que forman a su vez a los genes. Constituye, junto con el ácido ribonucleico (ARN), el principal almacén del material genético de los organismos.

A lo largo de la historia, los humanos hemos aprovechado la diversidad genética existente de manera natural en las especies para la generación de variedades de animales o plantas con características particulares que nos resultan de utilidad. Por ejemplo, la gran variedad de tipos de maíz, frijol, chile, calabaza, jitomate o papa, son resultado de la selección y cruce que los agricultores han realizado durante muchísimos ciclos de siembra buscando mejorar, por ejemplo, su sabor, color, resistencia a condiciones extremas o plagas, e incluso, sus propiedades nutricionales (Figura 2). Esta práctica, conocida como domesticación de especies, llevó a que algunas regiones del mundo (incluido México) se convirtieran en centros de origen de especies domesticadas de plantas o animales. Para saber más sobre ellos te recomendamos leer el **Recuadro Centros de origen**.

El segundo nivel de estudio se refiere a la concepción más común de la biodiversidad, es decir a la variedad de especies<sup>2</sup> que viven en un lugar o región determinada. En una selva, por ejemplo, la diversidad de especies la integran los cientos de especies de árboles, arbustos, lianas, hongos, helechos, felinos, roedores, aves y microorganismos, entre muchas otras que ahí habitan.

Una de las maneras en las que la comunidad científica ha definido a la especie es como el grupo de organismos que pueden reproducirse entre sí (generando descendencia fértil) y no con otras especies.

<sup>2</sup> A lo largo del libro haremos referencia a especies, géneros y familias, los cuales son niveles en los que se clasifica a los seres vivos. Cada uno de los niveles se encuentra dentro de otro. Por ejemplo, las especies *Panthera leo* (león), *Panthera tigris* (tigre), *Panthera onca* (jaguar) y *Panthera pardus* (leopardo) conforman el género *Panthera* y éste se agrupa con otros 13 géneros en la familia Felidae.

FIGURA  
2

**Algunas variedades de papa, chile y frijol**



**Papa (*Solanum tuberosum*)**



**Chile (*Capsicum annum*)**



**Frijol (*Phaseolus vulgaris*)**

En México y el mundo los agricultores han seleccionado y reproducido, a través de incontables generaciones, aquellas especies y variedades que poseen características útiles (plantas con mejores sabores y frutos grandes y dulces, por ejemplo). Como resultado se han conseguido, entre otros, los cultivos básicos como el trigo, arroz, maíz y papa. En el caso de los animales, se han seleccionado a los de mejor carne o leche, así como a los más resistentes al trabajo, por citar algunos casos, para llegar a las razas de ganado que se conocen hoy en día.

El resultado de estas prácticas llevó a que algunas regiones del mundo se convirtieran en los llamados centros de origen o de domesticación de especies y variedades. De acuerdo con la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), un centro de origen se puede definir como la región "... donde ocurrió el origen o la diferenciación de una especie o población particular". A nivel mundial se reconocen ocho centros de origen de las plantas cultivadas, los cuales fueron propuestos en 1935 por el agrónomo y genetista ruso Nikolai I. Vavilov (Figura a). En contraste, un lugar se considera centro de domesticación cuando en él ocurre el proceso por el cual ciertos grupos de plantas o animales se vuelven totalmente dependientes del ser humano para su reproducción, como es el caso del maíz.

FIGURA  
**a**

**Centros de origen de algunas plantas cultivadas**



## Centros de origen

También para el ganado se han hecho estudios para identificar los centros de domesticación. Casi todas las especies de ganado importantes en el mundo han sido resultado de diversos episodios de domesticación en regiones geográficas distintas. En la Figura b te mostramos las doce zonas de domesticación de ganado reconocidas y algunos ejemplos de especies ahí domesticadas.

FIGURA

**b**

























### Principales centros de domesticación de algunos tipos de ganado



En el contexto internacional, México es conocido como el centro de domesticación de tan sólo una especie de animal: el guajolote. Sin embargo, es uno de los principales centros de origen y domesticación de plantas cultivadas en el mundo. Entre ellas sobresalen especies comestibles como el maíz, chile, calabaza, algodón y frijol. Se estima que por lo menos 118 especies de plantas de importancia económica mundial fueron domesticadas en México y más de 15% de las especies que se consumen como alimento en el mundo tienen su origen en nuestro país. En la siguiente Tabla te presentamos algunos ejemplos de plantas, tanto comestibles como ornamentales, cuyo centro de origen o domesticación es México y de las cuales se obtienen también fibras, colorantes y compuestos químicos medicinales. 🌿



## Algunas plantas con origen o domesticadas en México

Alimentos	 Maíz ( <i>Zea mays</i> )	 Aguacate ( <i>Persea americana</i> )
	 Frijol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> )	 Cacao ( <i>Theobroma cacao</i> )
	 Calabaza ( <i>Cucurbita pepo</i> )	 Jitomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> )
	 Jícama ( <i>Pachyrhizus erosus</i> )	 Tomate ( <i>Physalis ixocarpa</i> )
Bebidas	 Maguey pulquero ( <i>Agave salmiana</i> )	 Maguey mezcalero ( <i>Agave potatorum</i> )
	 Agave azul ( <i>Agave tequilana</i> )	 Maguey espadín ( <i>Agave angustifolia</i> )
Condimentos y estimulantes	 Vainilla ( <i>Vanilla planifolia</i> )	 Achiote ( <i>Bixa orellana</i> )
	 Chile ( <i>Capsicum annuum</i> )	 Tabaco ( <i>Nicotiana rustica</i> )
Fibras	 Algodón ( <i>Gossypium hirsutum</i> )	 Henequén ( <i>Agave fourcroydes</i> )
Gomas y ceras	 Chicozapote ( <i>Manilkara zapota</i> )	 Candelilla ( <i>Euphorbia antisiphilitica</i> )
Ornamental y pigmento	 Nochebuena ( <i>Euphorbia pulcherrima</i> )	 Cempasúchil ( <i>Tagetes erecta</i> )
	 Dalia ( <i>Dahlia</i> sp.)	 Añil ( <i>Indigofera suffruticosa</i> )

El científico sueco Carl von Linneo (1707-1778) ideó un sistema de clasificación de las especies y propuso darles nombres únicos. Dicho nombre incluye dos términos: el género y el nombre específico. Ambos términos deben ser escritos en cursiva o subrayados. Cada especie descrita tiene entonces un nombre científico, universal y único, basado en esta nomenclatura y puede tener uno o más nombres comunes dependiendo de la región que se trate. Así, el nombre científico de nuestro muy conocido maíz es *Zea mays*, pero tiene varios nombres comunes a lo largo del mundo pues se le llama choclo en varios países de Sudamérica, corn en Estados Unidos y milho en Brasil.

Para explicarte el último nivel de la biodiversidad, hagamos un viaje imaginario a lo largo de distintas regiones del país. Comencemos en Baja California; es posible que hayas visto en fotos o estado frente a ese fantástico paisaje en el que se disfrutan al mismo tiempo el mar y el desierto. Ahora crucemos el Golfo de California y bajemos hacia la costa de Nayarit a disfrutar de un paseo por la zona de manglares y lagunas. Si seguimos hacia el sur llegaremos a Oaxaca, en cuyas costas podrás apreciar las extensas selvas bajas y en sus serranías grandes extensiones de bosques templados y algunas zonas de bosques de niebla. Este breve viaje nos ejemplifica el tercer nivel de estudio de la diversidad biológica, el de los ecosistemas. La diversidad de ecosistemas comprende tanto la variedad de hábitats de un área determinada (es decir, el espacio físico con características específicas de clima, suelos y topografía, entre otros aspectos) como las comunidades biológicas que los habitan (esto es, el conjunto de poblaciones de plantas, animales y microorganismos y sus interacciones entre sí y con su hábitat).

Los ecosistemas se han definido como "...el conjunto de organismos de especies de plantas, animales, hongos y microorganismos que habitan un área y que interactúan entre sí y con su ambiente abiótico."

Cada una de las especies dentro de los ecosistemas tiene una función en términos de su papel en las redes alimenticias; algunas son productoras de alimento (como el fitoplancton o las plantas),

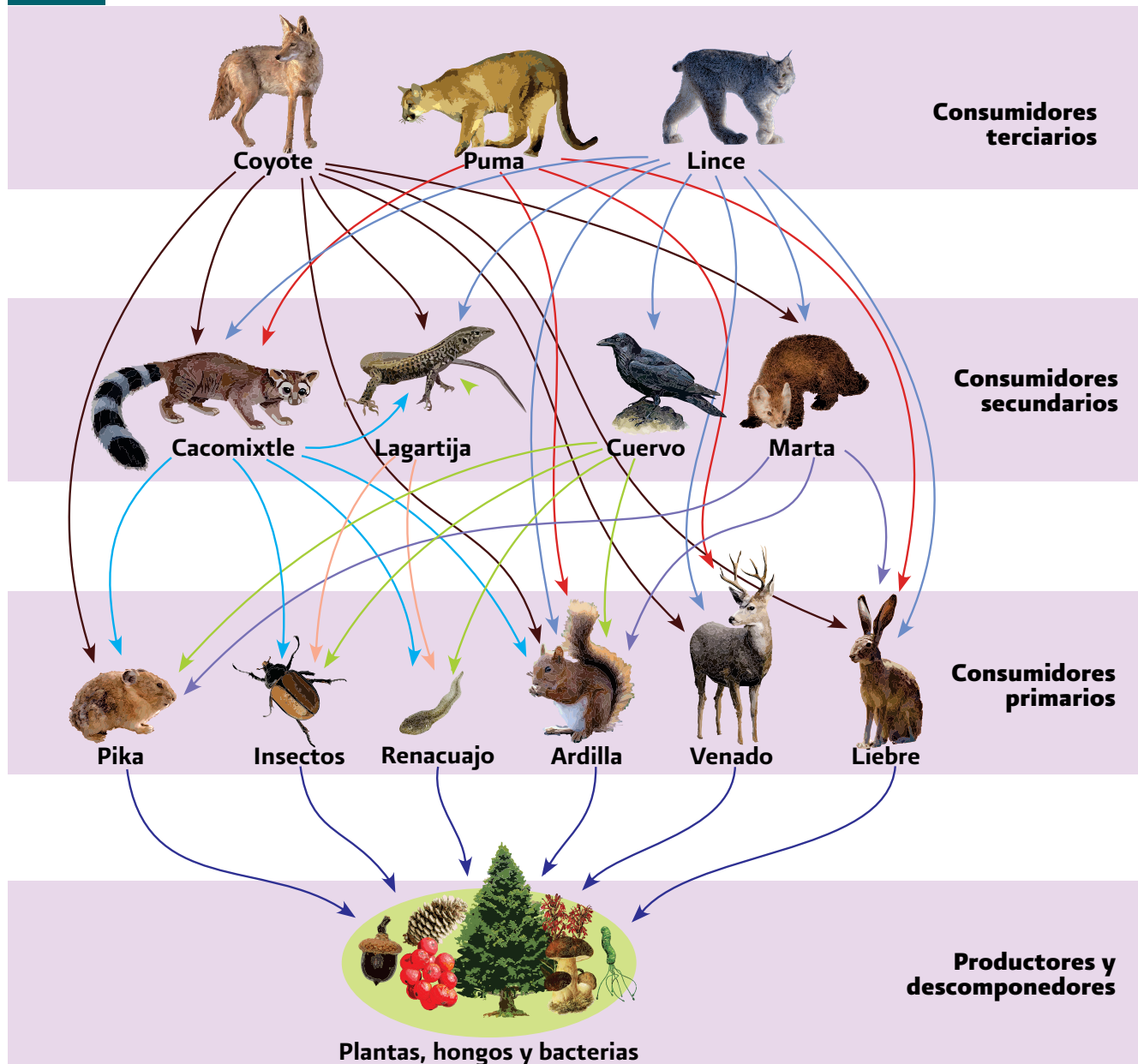
otras son conocidas como consumidores que pueden ser primarios si se alimentan directamente de productores como las plantas (ejemplos de ello son los herbívoros como conejos, vacas, orugas, etc.) o secundarios y terciarios, si se alimentan de individuos no productores (como los depredadores por excelencia: jaguares, águilas y tiburones). Existen también las especies descomponedoras (como los hongos y bacterias) que transforman, en el suelo, la materia orgánica de los tejidos muertos de plantas y animales en nutrimentos que ponen a disposición de otras especies. Además, las especies también interactúan con su ambiente abiótico, es decir, reaccionan (y algunas veces también modifican) a las condiciones de humedad, temperatura y luz, entre otras. En la Figura 3 te mostramos un ejemplo sencillo de las interacciones que existen entre algunas especies dentro de un ecosistema boscoso; puedes imaginar que si eliminamos o alteramos un elemento del ecosistema, pueden producirse efectos importantes en otras especies. En otras secciones del libro encontrarás ejemplos reales de lo que ha ocurrido cuando se afecta una especie dentro de un ecosistema.

## ¿CUÁNTAS ESPECIES EXISTEN?

¿Te has preguntado alguna vez cuántas especies habitan la Tierra? Hasta la fecha, la comunidad científica ha descrito aproximadamente 1.68 millones de especies y cada año se agregan a esta lista alrededor de 18 000 más, de las cuales la mayoría son plantas e insectos (el grupo al que pertenecen los escarabajos, hormigas, abejas y libélulas, entre otros). Del total de

FIGURA  
**3**

## Las especies establecen diversas interacciones dentro de los ecosistemas



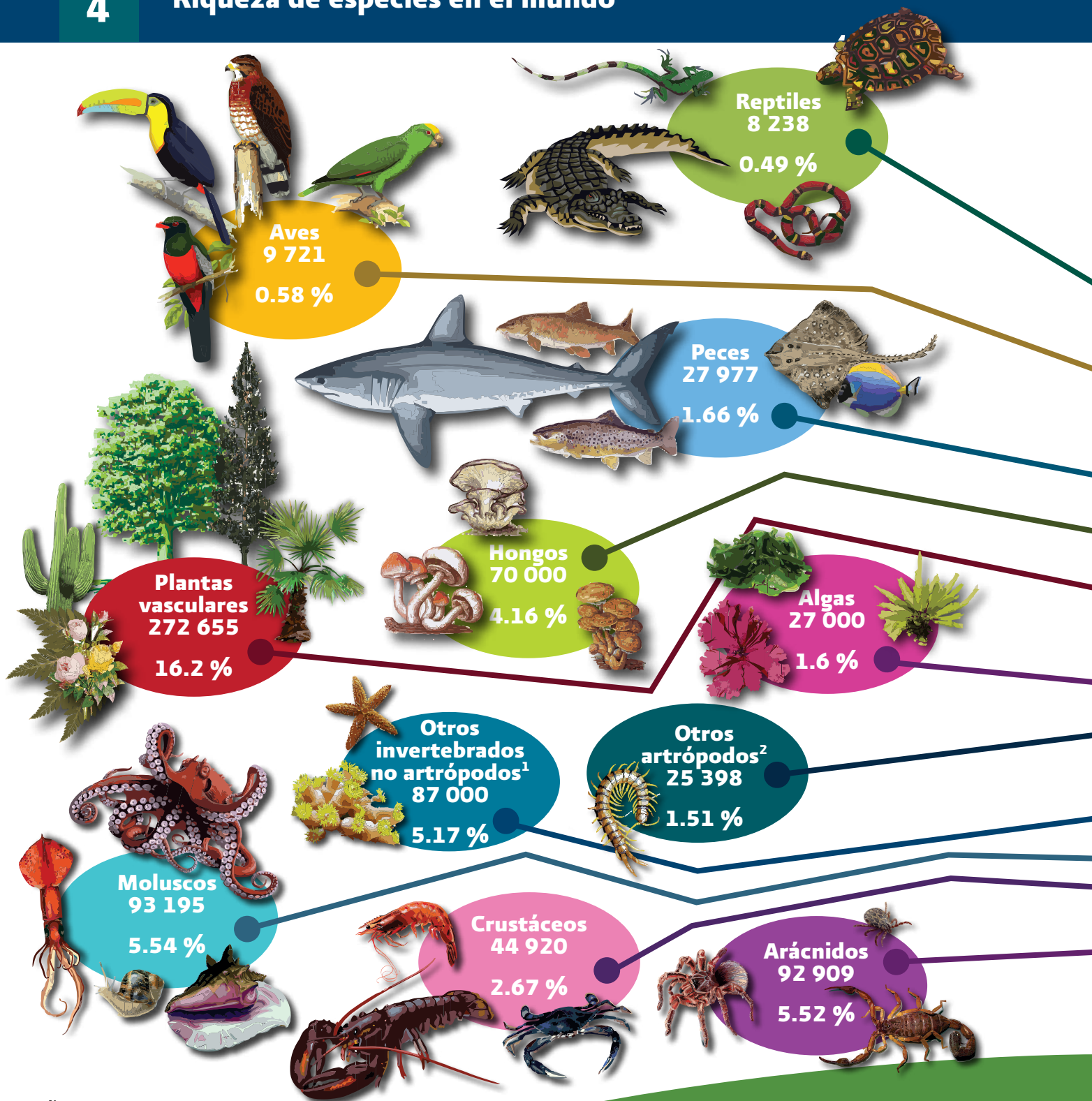
especies conocidas, aproximadamente la mitad corresponde a insectos, alrededor de 16% a plantas, poco más de 5% a arácnidos<sup>3</sup> y 4% a hongos. Como puedes notar en la Figura 4, los grupos de animales más evidentes y con los que estamos más familiarizados representan un porcentaje bajo de las especies descritas en el mundo.

Sin embargo, debemos decirte que las especies descritas no son todas las que habitan el planeta, ya que aún faltan muchas por descubrir. Algunos expertos calculan que este número podría oscilar entre 5 y 30 millones. Si estas cifras te parecen elevadas, te diremos que otras estimaciones ofrecen números mayores, debido a que hay ecosistemas que no han sido explorados suficientemente (como las selvas sudamericanas

<sup>3</sup> Los arácnidos incluyen a las arañas, alacranes y ácaros.



## Riqueza de especies en el mundo



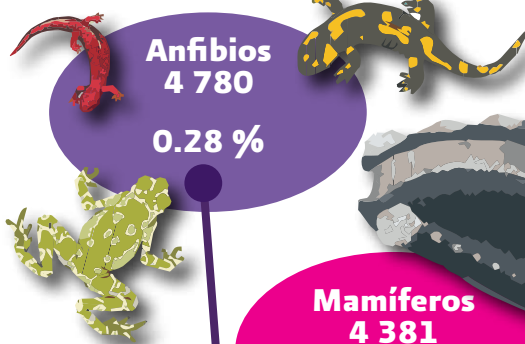
**Notas:**

<sup>1</sup>Incluye corales, esponjas, erizos, estrellas y pepinos de mar, así como gusanos planos, redondos y anillados, entre otros.

<sup>2</sup>Incluye milpiés y ciempiés, entre otros.

**≈28 millones**  
de especies por descubrir

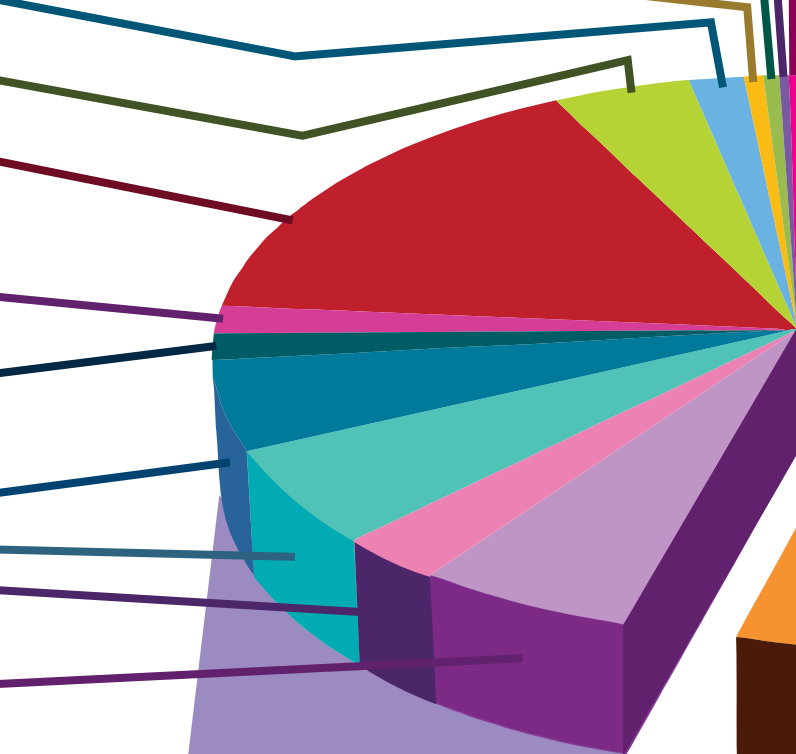
**94%**



**Anfibios**  
4 780  
0.28 %



**Mamíferos**  
4 381  
0.26 %



**≈ 1.68  
millones**  
de especies  
descritas



**Insectos**  
915 350  
54.37 %



o las del este de Asia) o habían permanecido prácticamente inaccesibles para el ser humano y apenas comienzan a explorarse (como las profundidades oceánicas).

Otra razón que hace pensar a la comunidad científica que el total estimado de especies podría ser muy alto, es que los taxónomos (que son los expertos que se dedican a describir y clasificar a las especies) se han concentrado durante mucho tiempo en estudiar a ciertos grupos biológicos y han prestado poca atención a otros. Por ejemplo, cerca de una tercera parte de ellos estudia a los vertebrados (es decir, a las aves, mamíferos, peces, anfibios y reptiles), otra tercera parte a las plantas y la proporción restante se dedica a los muy numerosos invertebrados (como insectos, caracoles y arañas), hongos, algas y bacterias. Como verás, la colecta y el estudio se han dirigido principalmente a los grupos cuyos organismos son más evidentes, mientras que aquellos difíciles de observar a simple vista (como muchas especies de hongos, bacterias y otros organismos microscópicos), han sido menos colectados y clasificados.

Si consideramos que el total de especies en el planeta fuese de tan sólo 5 millones, entonces podemos decir que la ciencia actualmente conoce y ha descrito formalmente cerca de 34% de la diversidad mundial, pero si el número real ronda los 30 millones, entonces apenas se conoce el 5.6%. De cualquier manera, lo que es un hecho es que la diversidad de especies es enorme y que aún nos queda un largo camino que recorrer para conocerla en su totalidad, si es que algún día lo logramos (ver **Recuadro ¡Se buscan!**).

Cuando los científicos descubren una nueva especie, lo primero que hacen para que sea reconocida es describirla y clasificarla dentro de algún grupo biológico según sus características; entonces se le da un nombre científico que será válido en todo el mundo.

## ¿DÓNDE SE ENCUENTRAN TODAS ESTAS ESPECIES?

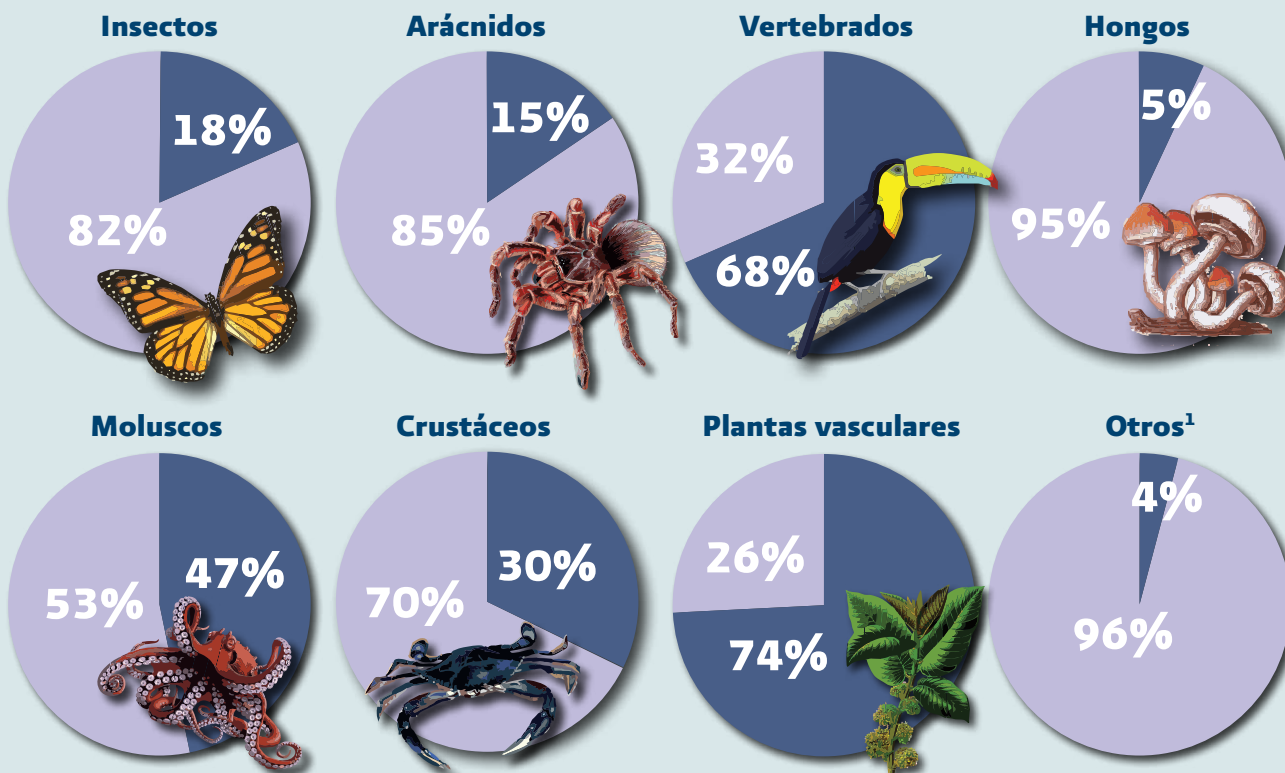
Las especies no están distribuidas homogéneamente en el planeta, sino en patrones que están determinados por diversos factores. Mientras algunas áreas poseen una diversidad de especies excepcional (como las selvas tropicales y los arrecifes coralinos), en otras el número de especies es considerablemente menor (como en algunas regiones polares o desérticas y en las ventilas hidrotermales de los fondos oceánicos; Figura 5).

Los expertos han identificado algunos factores que influyen en la distribución de las especies, por ejemplo la latitud, la altitud y la profundidad, así como otros de orden ambiental como la temperatura y la precipitación. Estos factores se correlacionan entre sí, por ejemplo, a mayor profundidad en los mares, menor es la temperatura, y a menor latitud, es decir conforme nos acercamos al Ecuador terrestre, mayor es la temperatura. Veamos cómo se relaciona la riqueza de especies con estos factores. En lo que respecta a la latitud, en general, el número de especies de plantas y animales disminuye hacia los polos y se incrementa hacia el Ecuador. Por otro lado, para la mayoría de las especies, conforme aumenta la altitud, menor es su número, es por ello que en tierras bajas generalmente se pueden encontrar más especies de las que podríamos encontrar en las cimas de las montañas y volcanes. Con respecto a la profundidad en mares y lagos, conforme nos sumergimos en ellos, menor es el número de especies. En el caso de los factores relacionados con las variables climáticas te diremos, por ejemplo, que en general a mayor temperatura y precipitación, mayor es el número de especies.

A pesar del intenso trabajo que por siglos han realizado los especialistas buscando, identificando, describiendo y clasificando especies a lo largo del mundo, aún nos falta por conocer una gran parte de su diversidad global. No obstante, su esfuerzo se ve recompensado en las cerca de 18 000 especies (en su mayoría invertebrados) que se descubren anualmente en el mundo.

Aunque ya se han descrito alrededor de 1.68 millones de especies, se calcula que si el total que habita nuestro planeta es de 30 millones, entonces faltaría más del 90% por ser descubiertas y descritas formalmente. En la Figura puedes encontrar el porcentaje de las especies descritas y la estimación de las que aún no se han descubierto para diferentes grupos biológicos.

Tal vez te preguntes cómo es que a pesar de que se han descrito miles de especies aún falten tantas por conocer. Esto se debe a que encontrarlas no es tarea fácil. Algunas de ellas están en lugares poco accesibles al hombre o no son nada fáciles de coleccionar, como las que viven en las profundidades oceánicas, las cuevas, las aguas frías por debajo de los casquetes polares, las copas y troncos de los árboles, las paredes rocosas y las grietas de las montañas, entre otros hábitats.



**Nota:**

<sup>1</sup> Incluye corales, anémonas, medusas, algas, estrellas de mar y diversos tipos de gusanos, entre otros grupos.

**Especies descritas**

**Especies por conocer**



## RECUADRO

## ¡Se buscan!

Para darte una idea de lo que se puede avanzar en el conocimiento de la riqueza de especies, te diremos que en una exploración de las selvas de Panamá, los científicos encontraron, en tan sólo 19 árboles, 1 200 especies de escarabajos. Otros estudios han encontrado que en una hectárea de selva podrían existir hasta 42 000 especies de insectos.

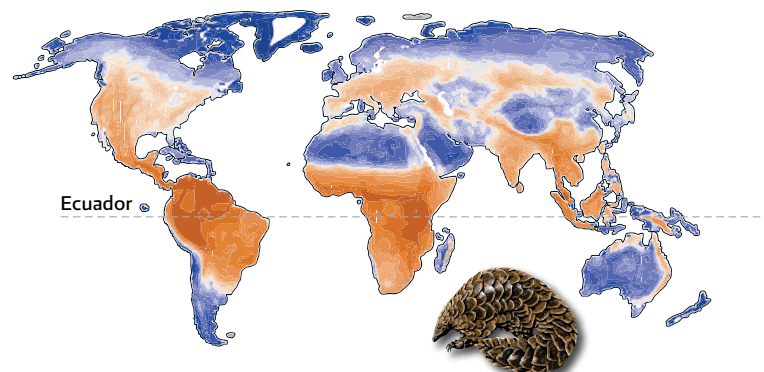
Hay miles de ejemplos no muy conocidos de especies descritas en años recientes. En el año 2010, por ejemplo, se descubrieron en Borneo, la rana más pequeña del mundo (*Microhyla nepenthicola*), apenas más grande que un chícharo; en Filipinas, el lagarto gigante (*Varanus bitatawa*), de aproximadamente 2 metros de largo; y en las selvas de Colombia, fue encontrado el mono tití (*Callicebus caquetensis*). Aun en las zonas urbanas se han hecho este tipo de descubrimientos, por ejemplo, en 2003 se encontró en el Central Park de Nueva York, Estados Unidos, una nueva especie de ciempiés (aunque en realidad sólo tiene 82 patitas), bautizada como *Nannarrup hoffmani*, de poco más de un centímetro de largo.

Como verás, la tarea es grande. Ahora más que nunca es necesario impulsar e incrementar el trabajo de los especialistas que buscan explorar muchas regiones y ecosistemas que están amenazados o desapareciendo rápidamente. Con tristeza podemos decir que es muy probable que muchas especies de plantas, animales e incluso microorganismos se han extinguido o lo harán sin que lo sepamos. 🌱

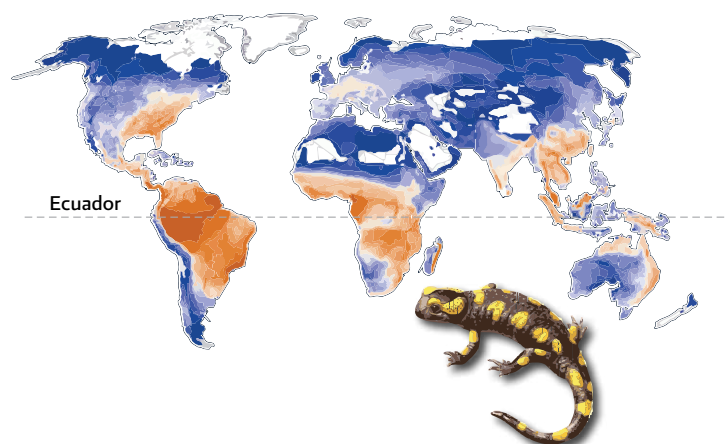
## FIGURA 5

## Distribución de la riqueza de especies de algunos grupos

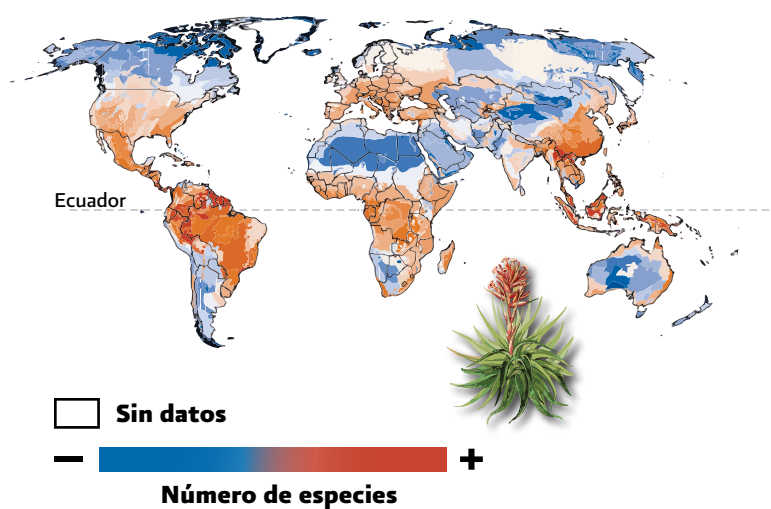
### Mamíferos terrestres



### Anfibios

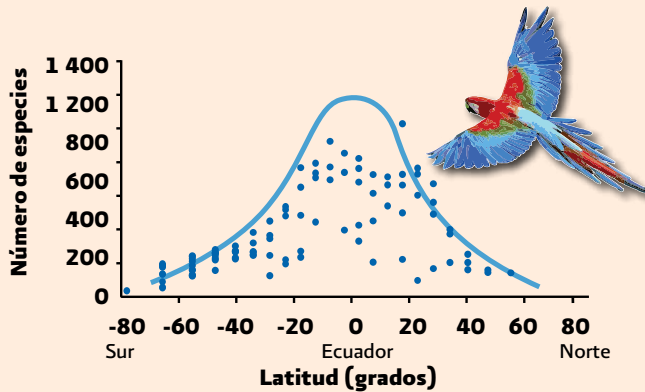


### Plantas vasculares

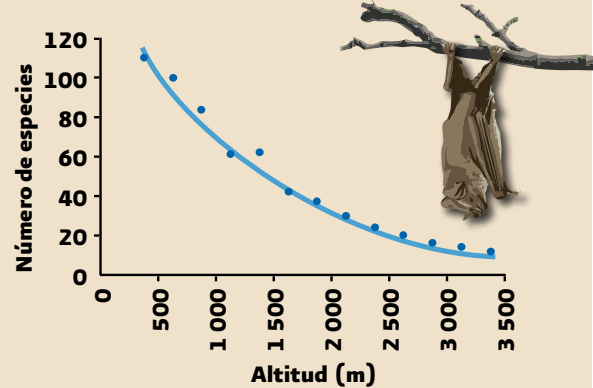


**FIGURA**  
**6**

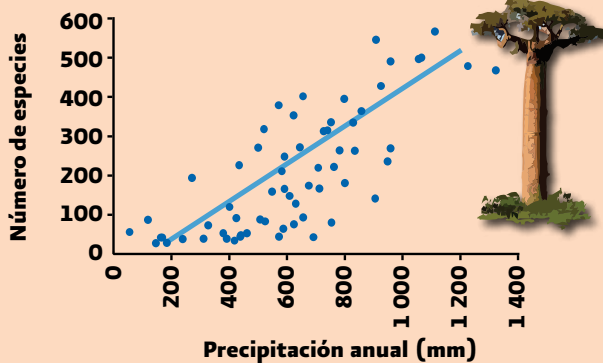
## Distribución de algunos grupos de especies con relación a factores geográficos y ambientales



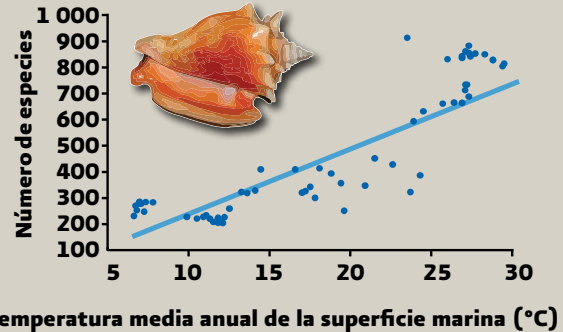
En el continente americano el número de especies de aves es mayor cerca del Ecuador.



En el Parque Nacional Manu, en Perú, el número de especies de murciélagos disminuye conforme aumenta la altitud.



En el sur de África existe un mayor número de especies de plantas leñosas donde llueve más.



Al este del océano Pacífico, conforme se incrementa la temperatura del mar, se ha observado un mayor número de especies de gasterópodos (es decir, los moluscos que sólo tienen una concha como los caracoles).

En la Figura 6 te mostramos ejemplos de cómo se distribuye la diversidad de algunos grupos de especies con relación a estos factores.

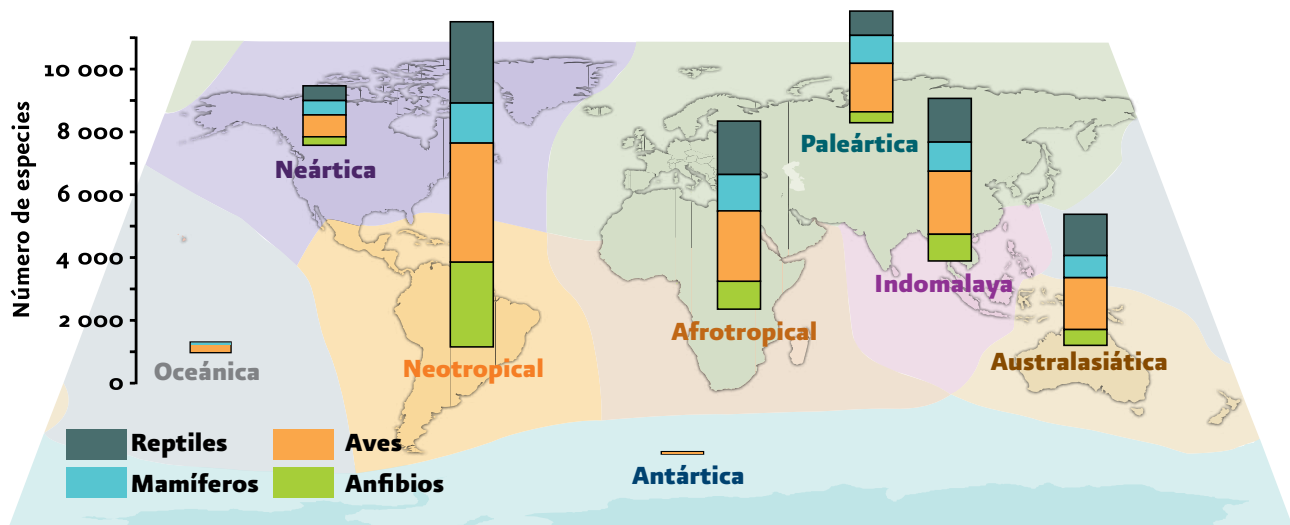
El estudio de la distribución de las especies también se puede abordar desde una perspectiva global, regional, local, por ecosistema o incluso a nivel de hábitat. Veamos algunas de estas aproximaciones. Los expertos han propuesto regiones biogeográficas con base en los patrones de distribución de las especies. Estas regiones son grandes extensiones de la superficie terrestre donde la flora y la fauna han evolucionado en relativo aislamiento durante largos periodos. Dicho aislamiento se ha mantenido por barreras

geográficas como océanos, desiertos o montañas que han impedido que las especies de plantas o animales migren de una región a otra.

Una de las clasificaciones más empleadas reconoce ocho regiones biogeográficas en el mundo: Paleártica (que incluye a Europa, Asia y el norte de África), Neártica (Norteamérica, incluyendo la parte norte de México), Neotropical (sur de México, Centro y Sudamérica), Afrotropical (África subsahariana y el extremo sur de Arabia), Indomalaya (sureste de Asia, Filipinas e Indonesia), Australasiática (Australia, Nueva Guinea y Nueva Zelanda), Oceánica (Polinesia, Fiji y Micronesia) y Antártica. La Figura 7 muestra

FIGURA  
**7**

## Número de especies conocidas por región biogeográfica



el número de especies, por grupo, en las diferentes regiones biogeográficas. Podrás notar que la región Neotropical alberga la mayor riqueza de anfibios, aves, mamíferos y reptiles; le siguen la región Afrotropical, Indomalaya, Australasiática y Paleártica.

Los ecosistemas también se distribuyen de manera heterogénea en el planeta. En la Figura 8 te presentamos la distribución de los principales ecosistemas terrestres en el mundo de acuerdo con una de las clasificaciones existentes elaborada por el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF, por sus siglas en inglés), que los agrupa en 14

grandes tipos. Además de estos ecosistemas naturales existen otros que han sido producto de las actividades humanas, incluso nosotros dentro de nuestras comunidades urbanas y rurales formamos parte de ellos.

Los ecosistemas no son igualmente ricos en especies; algunos, como las selvas tropicales, tienen mayor número de especies y otros significativamente menos, como los pastizales de las zonas templadas. En la Figura 9 te mostramos una comparación del número de especies de algunos grupos que podemos encontrar en los ecosistemas del mundo. La mayor riqueza de especies de vertebrados se encuentra en los bosques tropicales y subtropicales de niebla, con alrededor de 20 000 especies entre anfibios, aves, mamíferos y reptiles. En contraste, los ecosistemas con menor número de especies de vertebrados son la tundra y los bosques boreales. Como también podrás apreciar, en la mayoría de los ecosistemas es mayor el número de especies de aves, seguidas de los mamíferos y los reptiles.

La enorme diversidad de ecosistemas provee un sinfín de hábitats para numerosas especies. Esta variedad la podemos encontrar a diferentes niveles, que van desde el tronco de un árbol que alberga cientos de especies de insectos, la hojarasca que se acumula en el suelo y que es un refugio para una gran cantidad de animales y microorganismos, hasta las inmensas selvas en las que habitan cientos de especies de plantas, animales, hongos y microorganismos.

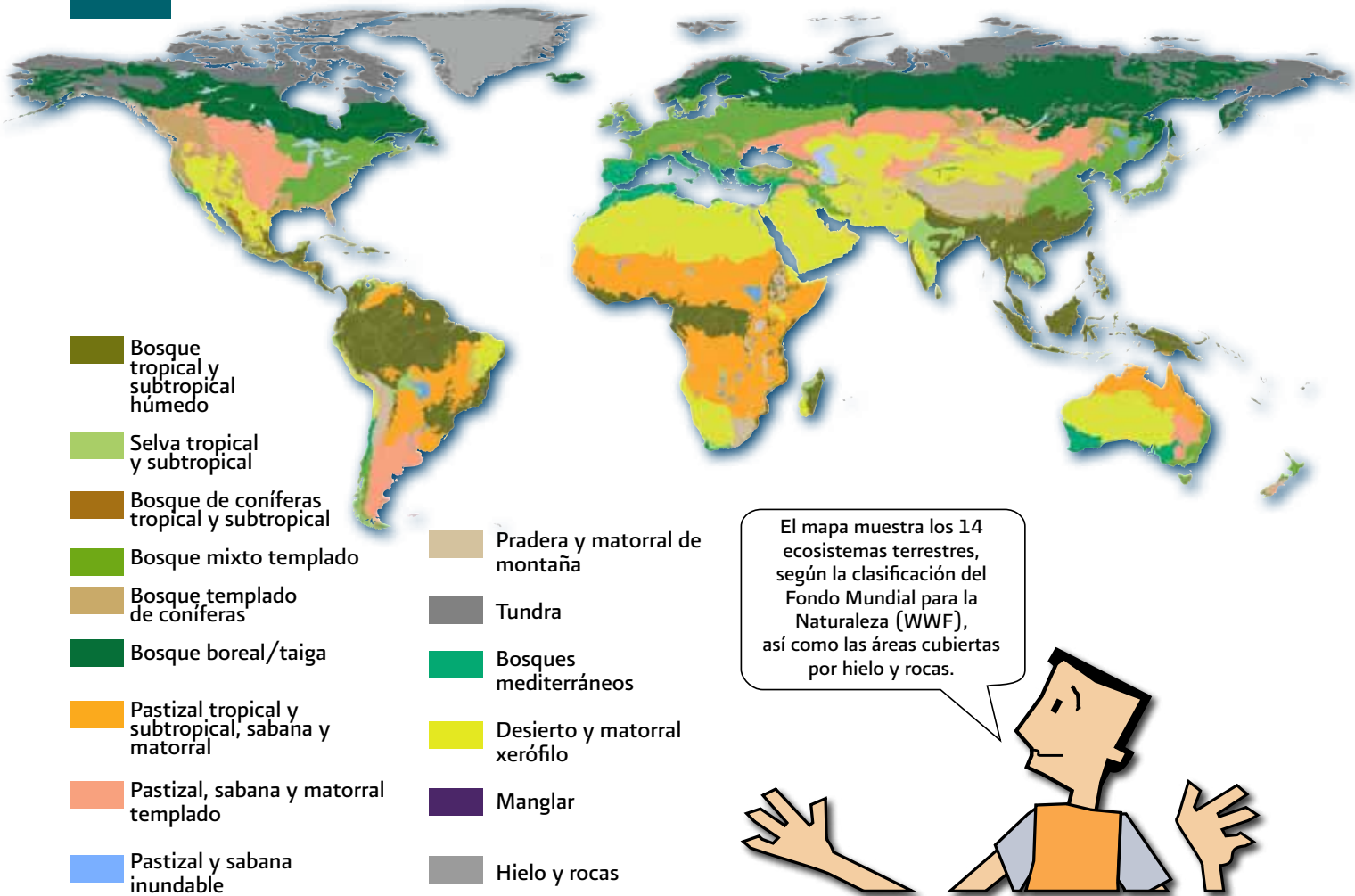


Una muestra de la enorme diversidad que existe en los ecosistemas, se encuentra en la región amazónica de Brasil, Colombia y Perú, la cual alberga un tercio de las plantas conocidas en todo el planeta. Tan sólo en la parte brasileña se estima que hay al menos 30 000 especies de plantas, 311 de mamíferos, 1 300 de aves, 163 de anfibios y 1 800 de peces de agua dulce.

FIGURA

8

## Los ecosistemas terrestres del mundo



## LOS PAÍSES MEGADIVERSOS

¿Has escuchado hablar de los países megadiversos? Entre las casi 200 naciones del mundo, existe un selecto grupo de países que poseen una biodiversidad excepcional, de ahí que se les llame de esta manera. En este grupo se encuentran México, Colombia, Ecuador, Perú, Brasil, Congo, Madagascar, China, India, Malasia,

Indonesia, Australia, Papúa Nueva Guinea, Sudáfrica, Estados Unidos, Filipinas y Venezuela (Figura 10). ¡Imagínate, en ellos se encuentra entre el 60 y 70% de la diversidad mundial de especies! No obstante, se considera que un país es megadiverso no sólo debido a su gran riqueza de especies, sino también a su diversidad genética y de ecosistemas.

FIGURA  
**9**

## Distribución de algunos grupos de vertebrados terrestres en los ecosistemas del mundo

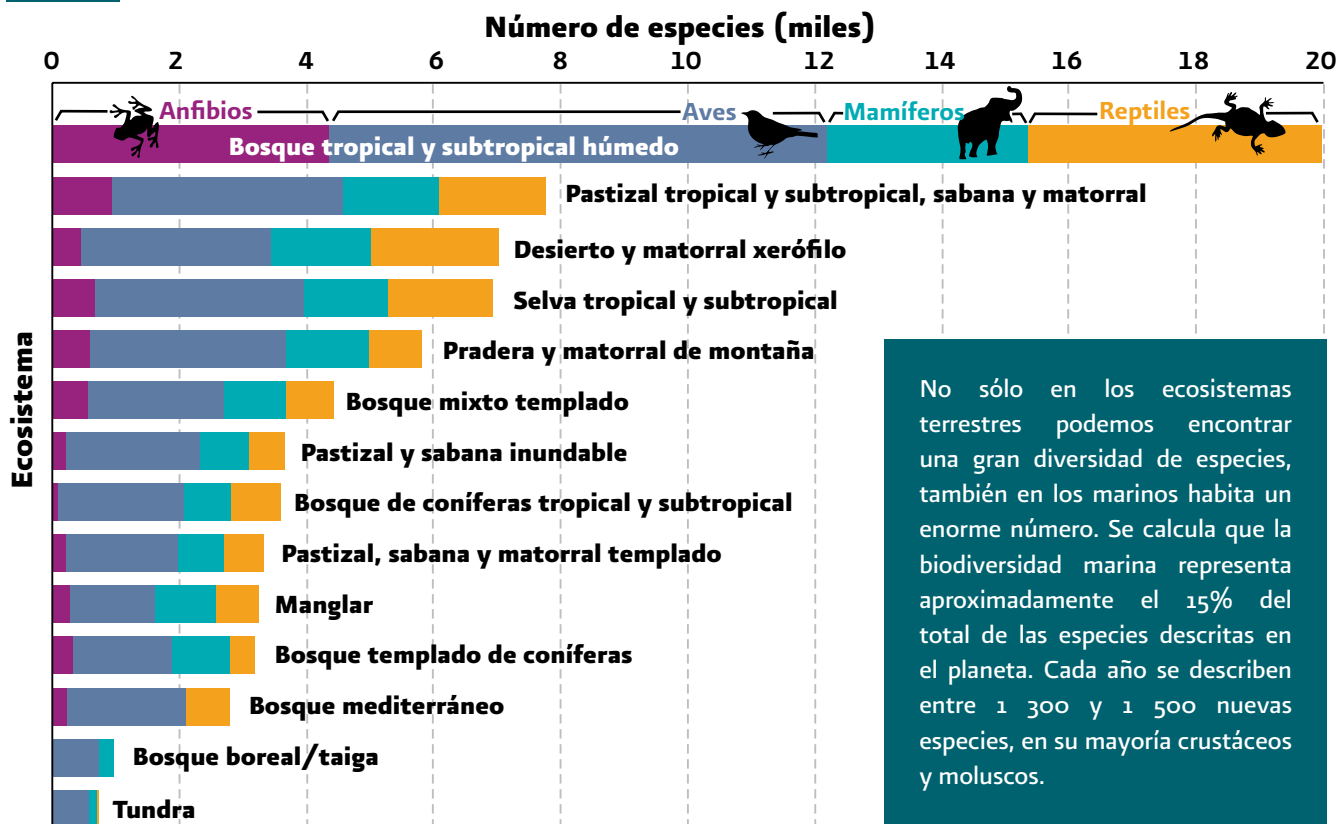
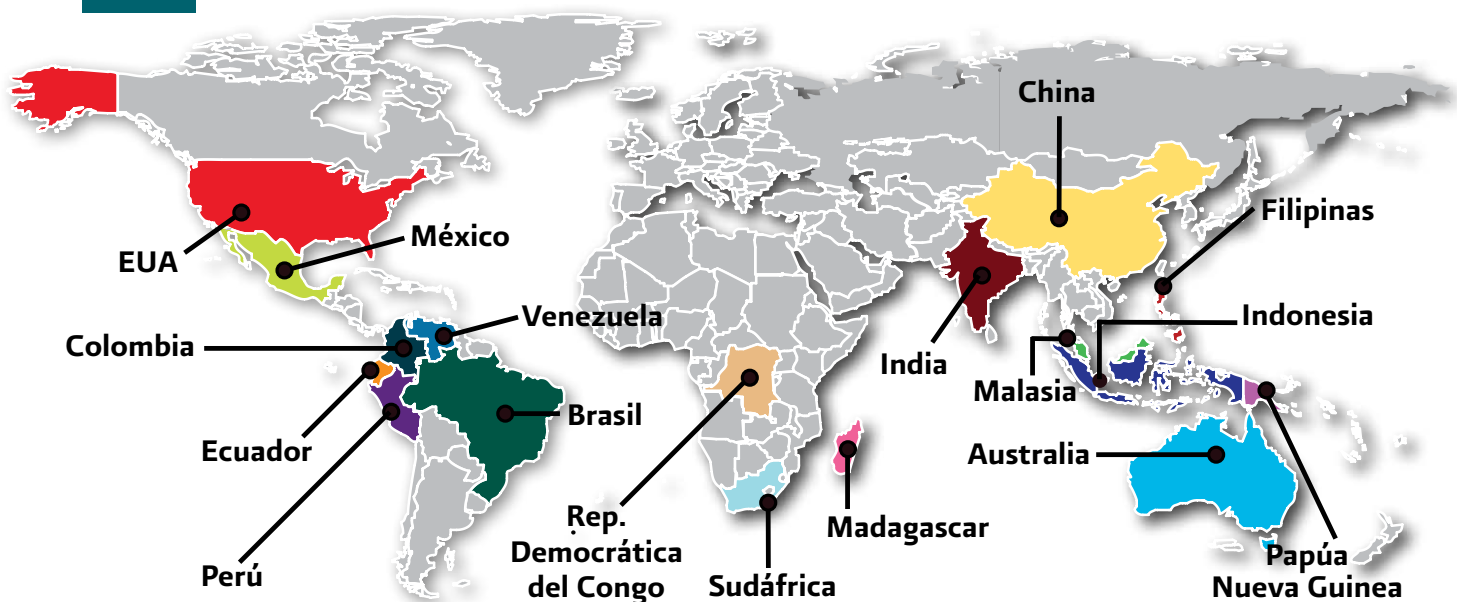


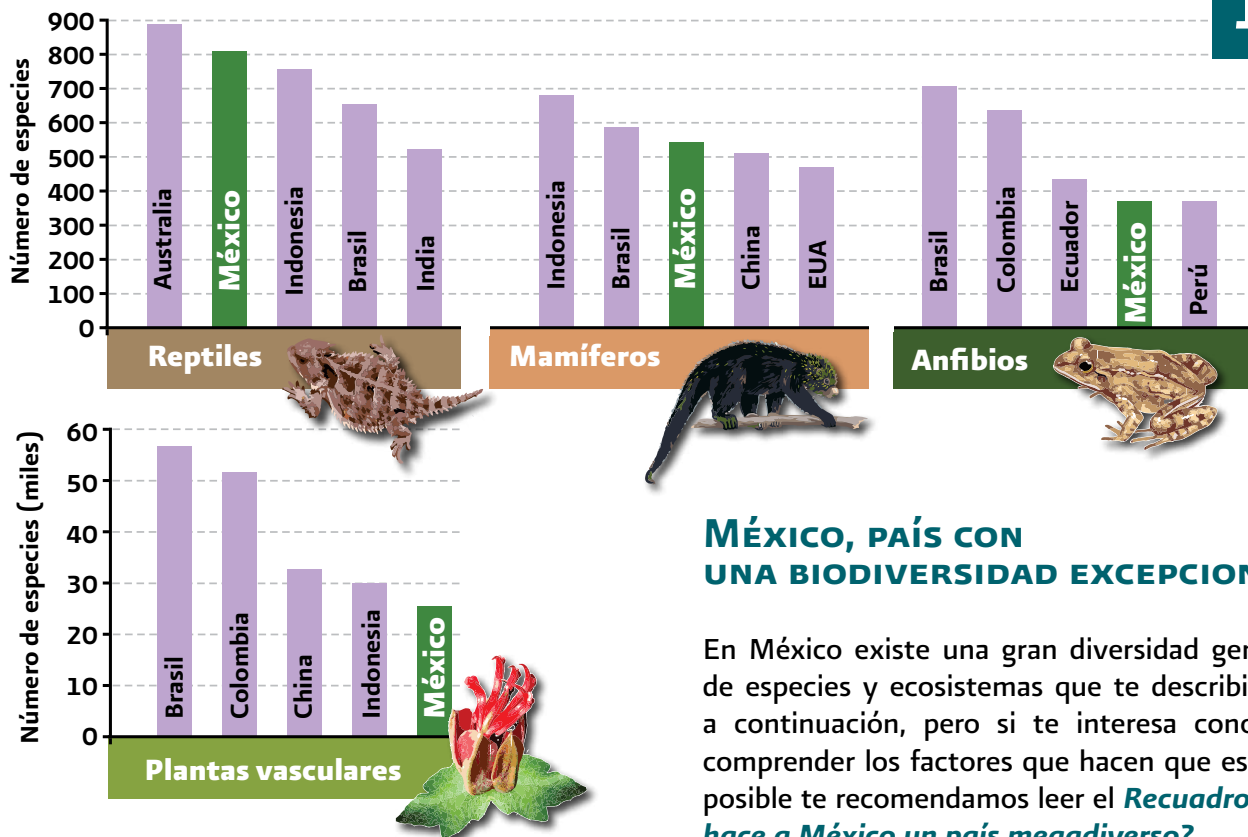
FIGURA  
**10**

## Países megadiversos



**Países con mayor número de especies de animales y plantas**

FIGURA  
**11**



## MÉXICO, PAÍS CON UNA BIODIVERSIDAD EXCEPCIONAL

En México existe una gran diversidad genética, de especies y ecosistemas que te describiremos a continuación, pero si te interesa conocer y comprender los factores que hacen que esto sea posible te recomendamos leer el **Recuadro ¿Qué hace a México un país megadiverso?**

Los países megadiversos comparten, en general, la posición geográfica cercana al Ecuador, una gran diversidad de paisajes, superficies territoriales grandes, la presencia de barreras geográficas que producen el aislamiento de las especies, e incluso, una gran riqueza cultural que ha promovido la generación de nuevas variedades de plantas y animales por medio de la domesticación.

Si consideramos la riqueza de especies de algunos grupos de animales y plantas, México se ubica dentro de los primeros lugares de los países megadiversos en cuanto a la diversidad de reptiles (segundo lugar), mamíferos (tercero), anfibios (cuarto) y plantas (quinto; Figura 11). Si se considera el número total de especies de vertebrados y vegetales, México se ubica en cuarto lugar a nivel mundial.

## LA DIVERSIDAD GENÉTICA EN MÉXICO

La información que los científicos han recopilado indica que la diversidad genética de las especies mexicanas es enorme. Hasta ahora la mayor parte de los estudios se ha concentrado en las especies de interés económico, principalmente plantas. De acuerdo con la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), se ha encontrado una elevada diversidad genética en algunas especies silvestres de pinos, encinos, epífitas<sup>4</sup> y cícadas, así como en plantas comestibles como las calabazas. Para los animales, se tiene documentada una alta diversidad genética en el lobo marino de California (*Zalophus californianus*) y algunas especies de aves. Mención especial merece el caso del maíz (*Zea mays*), que además de contar con una gran diversidad genética es uno de los cereales de mayor importancia en el mundo (**Recuadro De México para el mundo: el maíz**).

<sup>4</sup> Se llaman así porque crecen adheridas a los troncos de los árboles por medio de sus raíces.

## ¿Qué hace a México un país megadiverso?

La comunidad científica concuerda con que la gran biodiversidad de México se debe cuando menos a tres factores: en nuestro territorio se encuentran y mezclan dos importantes zonas biogeográficas, el complejo relieve montañoso y la variedad de climas. Esto a su vez se suma a la evolución *in situ* de muchísimas especies durante millones de años.

Comencemos por la confluencia de dos zonas biogeográficas: la Neártica y la Neotropical. De la zona Neártica proceden las especies típicas de los climas fríos, como las mariposas monarca, el borrego cimarrón y el lobo mexicano, así como pinos, abetos y otras coníferas. De la zona Neotropical provienen las especies tropicales, como el tapir, los monos, las iguanas y las guacamayas, así como una enorme diversidad de árboles como la caoba, el cedro y el hule, entre muchas otras.

El segundo factor es el relieve. Si has viajado por carretera o por avión, habrás notado que en muchas zonas de nuestro país el paisaje no es en lo absoluto plano. Lejos de ello, está integrado por imponentes serranías, altas mesetas, volcanes y grandes valles que permiten el viaje de caudalosos ríos y el asiento de numerosos lagos y lagunas. Toda esta diversidad de ambientes crea una extensa gama de condiciones que permiten la presencia de muchas y muy variadas especies. Además, las múltiples sierras y volcanes funcionan como barreras que impiden que muchas de las poblaciones se comuniquen o se extiendan a otras regiones, evitando así que los individuos de ambos lados de la cadena montañosa se entrecrucen y se favorezca, al paso de muchísimas generaciones, la aparición de nuevas especies.

### Factores que influyen en la biodiversidad de México

#### Regiones biogeográficas



#### Relieve



#### Climas





Finalmente, el tercer factor que ha enriquecido la gran biodiversidad de México es la variedad de climas. La posición geográfica de nuestro país, la influencia de dos grandes océanos (el Pacífico y el Atlántico) y las cadenas montañosas crean en el territorio nacional un impresionante mosaico de climas. Podemos encontrar desde los muy secos en el norte, hasta los cálidos-húmedos en el sureste, pasando por los templados a lo largo de las principales sierras y los fríos en la parte alta de las montañas. Esta variedad de climas permite que una gran diversidad de ecosistemas y sus especies prosperen.

Estos factores no han actuado por separado, su acción conjunta, combinada con cambios geológicos en el territorio y los procesos de evolución de los grupos biológicos a lo largo de varios cientos de millones de años, han hecho posible que en nuestro país se desarrolle la excepcional biodiversidad que encontramos actualmente. 🌿

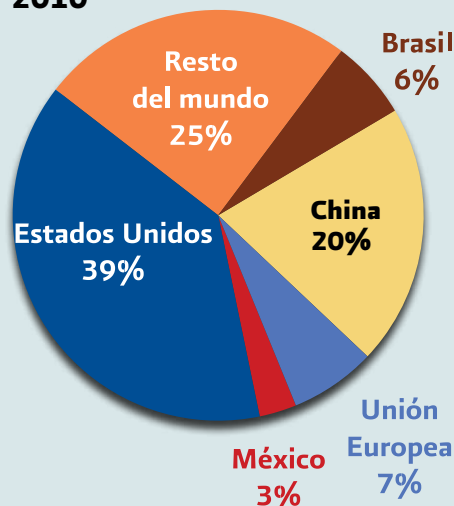


“De maíz amarillo y de maíz blanco se hizo su carne; de masa de maíz se hicieron los brazos y las piernas del hombre. Únicamente masa de maíz entró en la carne de nuestros padres...”. Es así como relata el Popol Vuh la profunda relación del hombre prehispánico con el maíz. Los antiguos mexicanos le brindaron a la humanidad algunas de las especies de plantas que más se consumen en las cocinas y los platos del mundo actualmente. De ellas, la más famosa e importante es, sin duda, el maíz (*Zea mays*). Las evidencias arqueológicas y biológicas señalan al altiplano mexicano como el lugar en el que hace unos 7 000 años atrás se domesticaron las primeras plantas de esta especie, llamada teocintle (*Zea mays parviglumis*). Esta planta que, en nada se parece al maíz que conocemos hoy en día, contiene el doble de proteínas que el maíz pero produce una espiga de tan sólo cinco a once granos que caen al suelo una vez maduros.

La domesticación del teocintle para transformarlo en el maíz cultivado, requirió un proceso de selección y mejoramiento artificial que iniciaron los antiguos habitantes del territorio mexicano y que continúa hasta nuestros días. Esta selección no se hacía con técnicas sofisticadas, sino aprovechando la destreza de los agricultores que seleccionaban y reproducían manualmente las plantas con las mejores mazorcas. Las bondades que este cereal le trajo a la alimentación produjeron que se extendiera, primero, a lo largo del continente americano (principalmente en Guatemala, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia, donde se ha diversificado también su nombre: maíz, choclo, jojoto, milho y elote) y después de la llegada de los españoles, al resto del mundo. Actualmente, el maíz es uno de los ocho cereales más importantes a nivel mundial (junto al trigo, cebada, avena, centeno, arroz, sorgo y mijo) y proveen, en conjunto, el 56% del aporte energético y 50% de la proteína consumida en el mundo.

De acuerdo con la Conabio existen en el continente americano entre 220 y 300 variedades de maíz; en México se encuentran entre 41 y 59 de ellas, lo cual es un reflejo de su gran riqueza genética. Más allá de sus virtudes como alimento del que se pueden obtener las tradicionales tortillas, harinas, hojuelas

**Principales productores de maíz, 2010**



**Teocintle  
(*Zea mays parviglumis*)**



**Maíz (*Zea mays*)**

y pastas muy nutritivas, también es usado como ingrediente esencial para procesos industriales como la fabricación de plásticos biodegradables y medicinas, y es la base de productos como el almidón, aceites, bebidas alcohólicas, edulcorantes y biocombustibles. Del maíz se producen también variedades forrajeras para alimentar al ganado.

A pesar de que nuestro país es el centro de origen del maíz, los principales países productores son Estados Unidos y China con poco más de 486 millones de toneladas en el año 2010, lo que corresponde al 59% de la producción mundial. Por su parte, México participa en la producción global de maíz con 3% del total. En lo que se refiere al consumo, en 2010 Estados Unidos era el mayor consumidor mundial (con 35%), seguido por China con el 19% y la Unión Europea con 7%; México ocupó el quinto lugar con 4% del consumo mundial. 🌽

También se ha analizado la diversidad genética de algunos microorganismos. Las bacterias del género *Rhizobium* (que viven en el suelo asociadas a las raíces de las leguminosas como el frijol y muchas especies de árboles tropicales y les ayudan a capturar el nitrógeno que existe en el aire y transformarlo en nutrimentos) y la *Escherichia coli*, una bacteria que vive naturalmente en el intestino de los animales de sangre caliente, incluyendo el humano, han mostrado poseer una alta variedad en sus genes.

## ¿CUÁNTAS ESPECIES HAY EN MÉXICO?

De las 1.68 millones de especies descritas en el mundo, se estima que en México tenemos entre 10 y 12% del total de las de vertebrados terrestres y plantas vasculares a nivel mundial. Estas cifras resultan notables puesto que, en general, se espera que a mayor tamaño de los países habrá mayor diversidad y nuestro país tan sólo ocupa 1.5% de la superficie terrestre global. Del total de especies que se conocen en México, poco más de 25 000 corresponden a plantas vasculares, alrededor de 5 500 a vertebrados (la mayoría peces y aves), 7 000 a hongos y cerca de 70 000 a invertebrados (la mayor parte insectos: 47 853 especies; Figura 12).

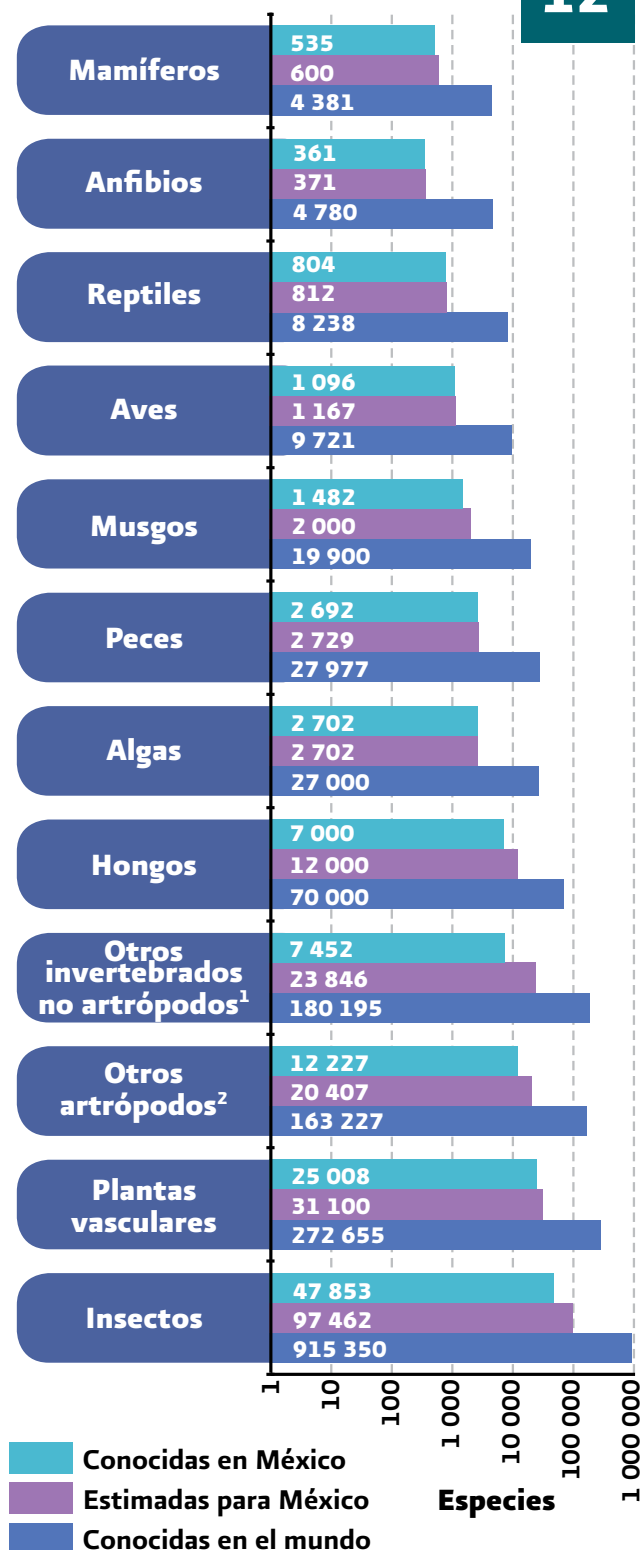
Aun cuando los botánicos han incrementado notablemente el conocimiento de las plantas mexicanas, pues han descrito alrededor de 25 000 especies, se estima que el total podría oscilar entre las 27 000 y 30 000. Para los vertebrados, los expertos calculan que se conoce cerca del 97% de las especies, pues estiman que el total podría alcanzar cerca de 5 700 especies.

México posee entre el 10 y 12% del total de las especies de vertebrados terrestres y plantas vasculares a nivel mundial.



## Especies conocidas y estimadas en México y el mundo por grupo

FIGURA  
12



<sup>1</sup>Incluye corales, esponjas, erizos, estrellas y pepinos de mar y gusanos planos, redondos y anillados, entre otros.

<sup>2</sup>Incluye milpiés y ciempiés, entre otros.

Esta gran diversidad no está distribuida homogéneamente; entre los estados del país hay diferencias importantes en la riqueza de especies (Figura 13). En el caso de los vertebrados, los cinco estados que poseen la mayor riqueza de especies son Veracruz, Oaxaca, Chiapas, Sinaloa y Baja California. Para plantas vasculares y artrópodos los estados más ricos son Veracruz, Chiapas, Oaxaca, Guerrero y Jalisco.

## LAS ESPECIES ENDÉMICAS

Otro de los rasgos importantes de la riqueza biológica de México es que muchas de sus especies son endémicas. Esto quiere decir que su distribución está restringida a una determinada región o país y no se encuentran en algún otro lugar del planeta. México no sólo tiene especies endémicas, también existen géneros o familias endémicas<sup>5</sup>.

Dos ejemplos notables de especies endémicas mexicanas son el ajolote de Xochimilco (*Ambystoma mexicanum*) y el teporingo, zacatuche o conejo de los volcanes (*Romerolagus diazi*) que habita las praderas de alta montaña que bordean el Valle de México (Figura 14). Si comparamos a nuestro país con el resto del mundo, ocupa el cuarto lugar en especies endémicas de vertebrados (tan sólo por debajo de Australia, Brasil e Indonesia) y el tercero en especies endémicas de plantas vasculares (después de China e India; Figura 15).

<sup>5</sup> Un ejemplo de género endémico a México es el de las cotorras serranas (*Rhynchopsitta*), cuyas especies *R. terrisi* y *R. pachyrhyncha* tan solo habitan algunos bosques templados del norte del país. Un ejemplo de familia endémica a nuestro país es la Typhlochactidae, compuesta por nueve especies de alacranes que habitan en cavernas.

FIGURA  
**13**

## Riqueza de especies de algunos grupos por entidad federativa

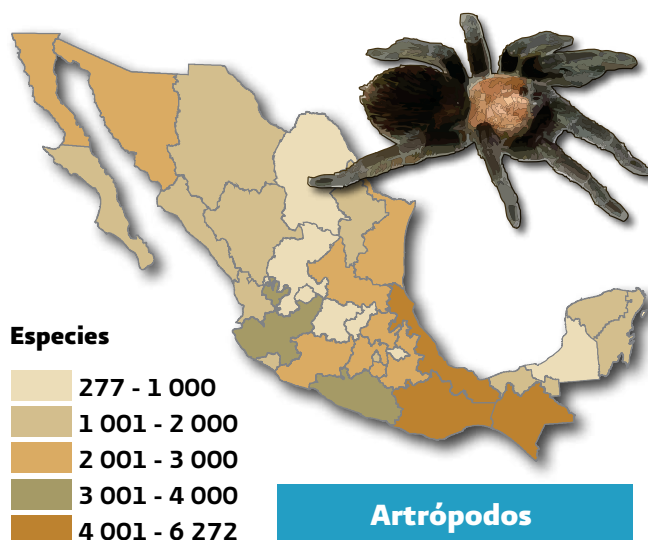
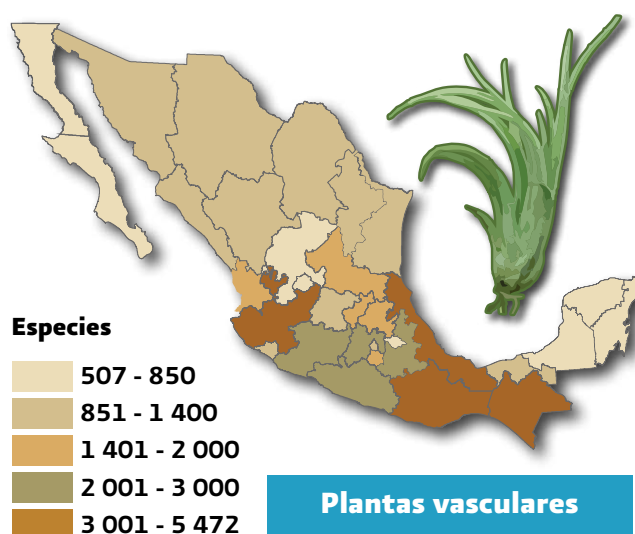
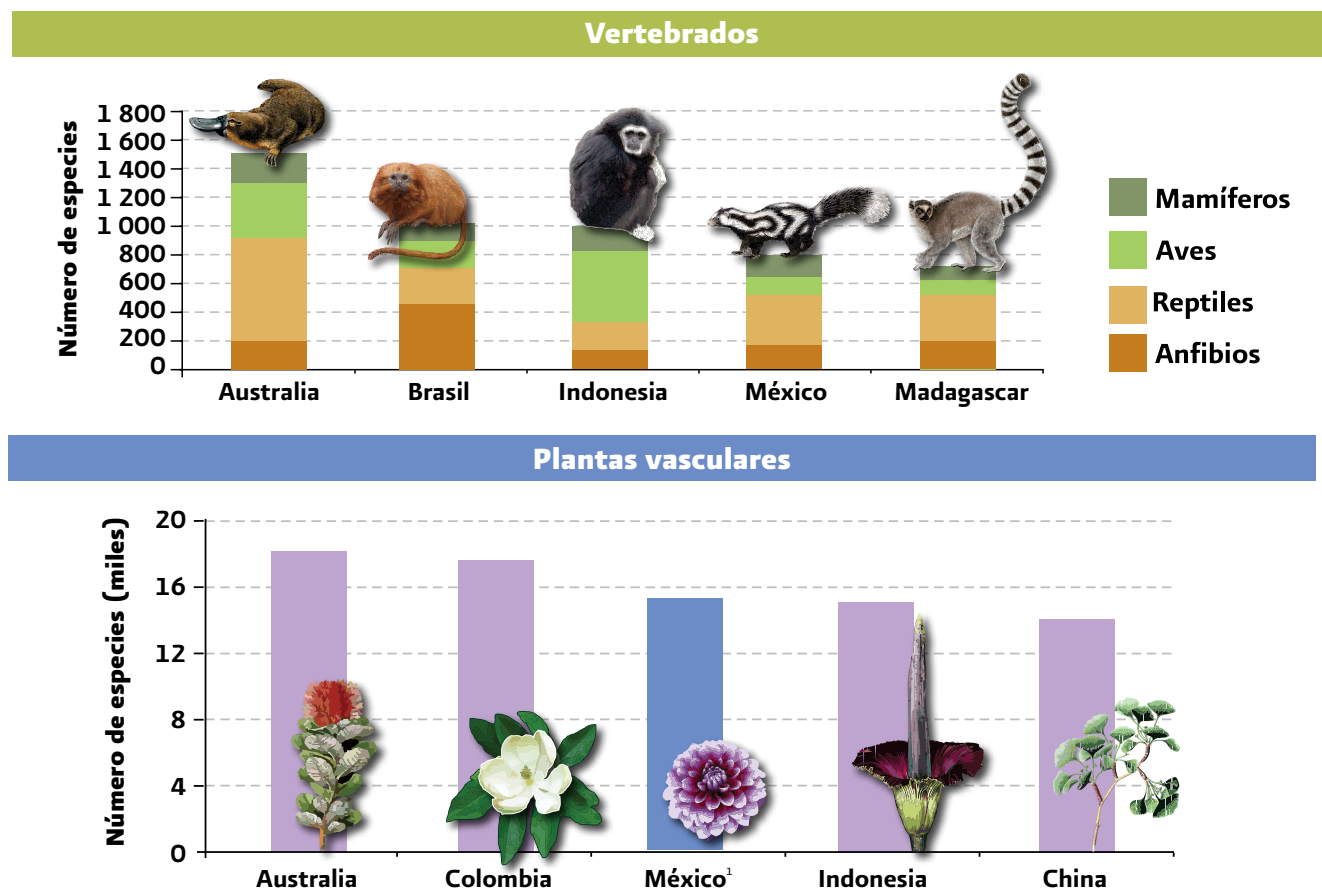


FIGURA  
**14**

## Ejemplos de especies endémicas mexicanas



Entre los vertebrados, el grupo que destaca por su endemismo es el de los anfibios, ya que 48% de las especies mexicanas sólo habitan nuestro país (Figura 16). En el caso de los reptiles, 46% de las especies mexicanas son endémicas; le siguen los mamíferos (30%), las aves (11.4%) y los peces (10%). Por último, de las poco más de 25 000 especies de plantas vasculares descritas en nuestro territorio, entre el 40 y 60% son endémicas; destaca la familia de las cactáceas, con poco más del 77% de sus especies endémicas.



Nota:

<sup>1</sup>Las estimaciones sobre el número de plantas vasculares endémicas reportan entre 10 mil y 15 mil especies.

## NUESTRA RIQUEZA DE ECOSISTEMAS

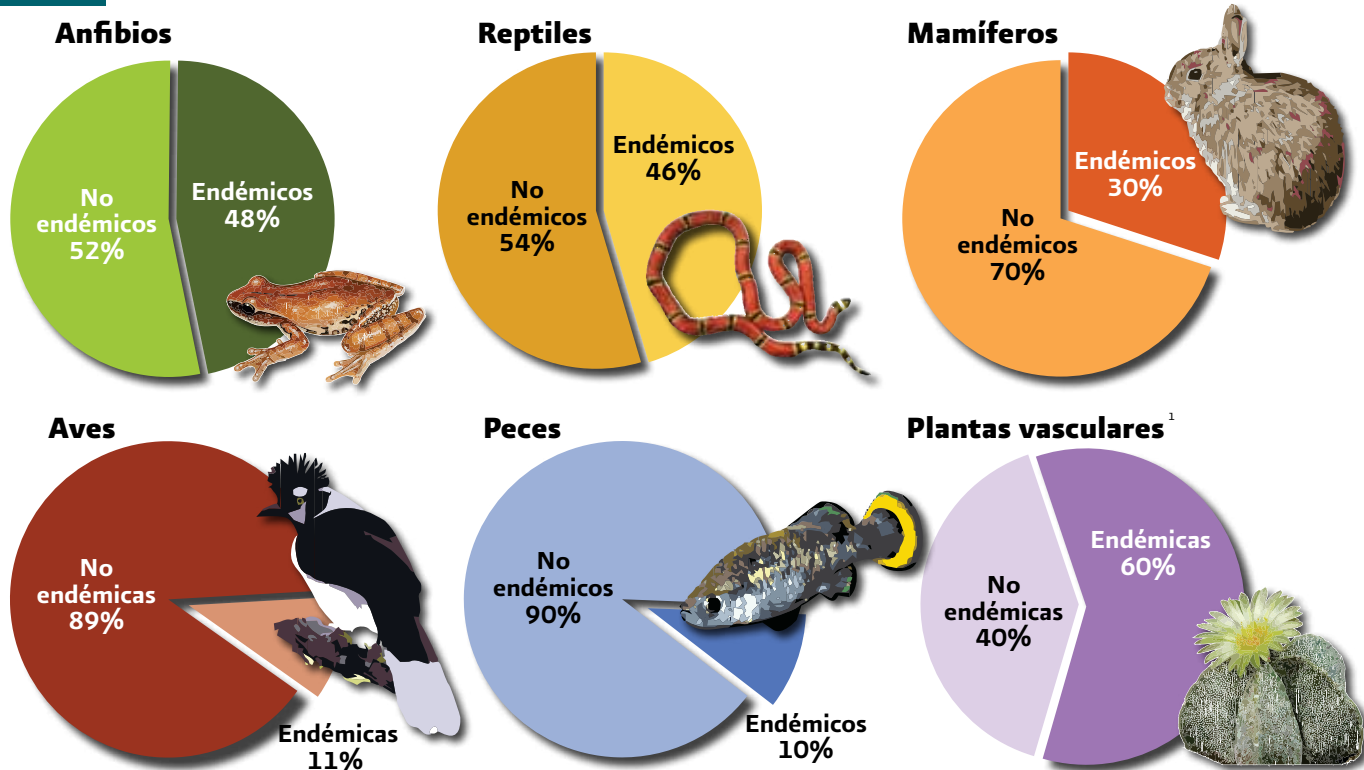
En la parte terrestre de nuestro país podemos encontrar casi todos los tipos de vegetación reconocidos en el mundo, que van desde las selvas húmedas y subhúmedas (como las de la Península de Yucatán), los bosques templados y mesófilos de montaña (como los de la Reserva de la Biosfera El Triunfo, en Chiapas), hasta los matorrales xerófilos (dominados por arbustos y que se encuentran principalmente en el norte del país), los pastizales naturales (como los de Janos en Chihuahua) y la vegetación halófila y gipsófila<sup>6</sup>

de las zonas costeras y desérticas. En la Figura 17 te presentamos con mayor detalle la distribución de los ecosistemas en México.

Con la gran diversidad de ecosistemas de México rivalizan, a nivel mundial, tan sólo la de China, India, Perú y Colombia. Algunos autores consideran que ciertos tipos de vegetación, como los pastizales gipsófilos del altiplano central o los izotales dominados por plantas como los sotoles, yucas y nolinás, son exclusivos de nuestro país, lo cual sería el equivalente a poseer “ecosistemas endémicos” (Figura 18).

FIGURA  
**16**

## Endemismo de vertebrados y plantas vasculares en México

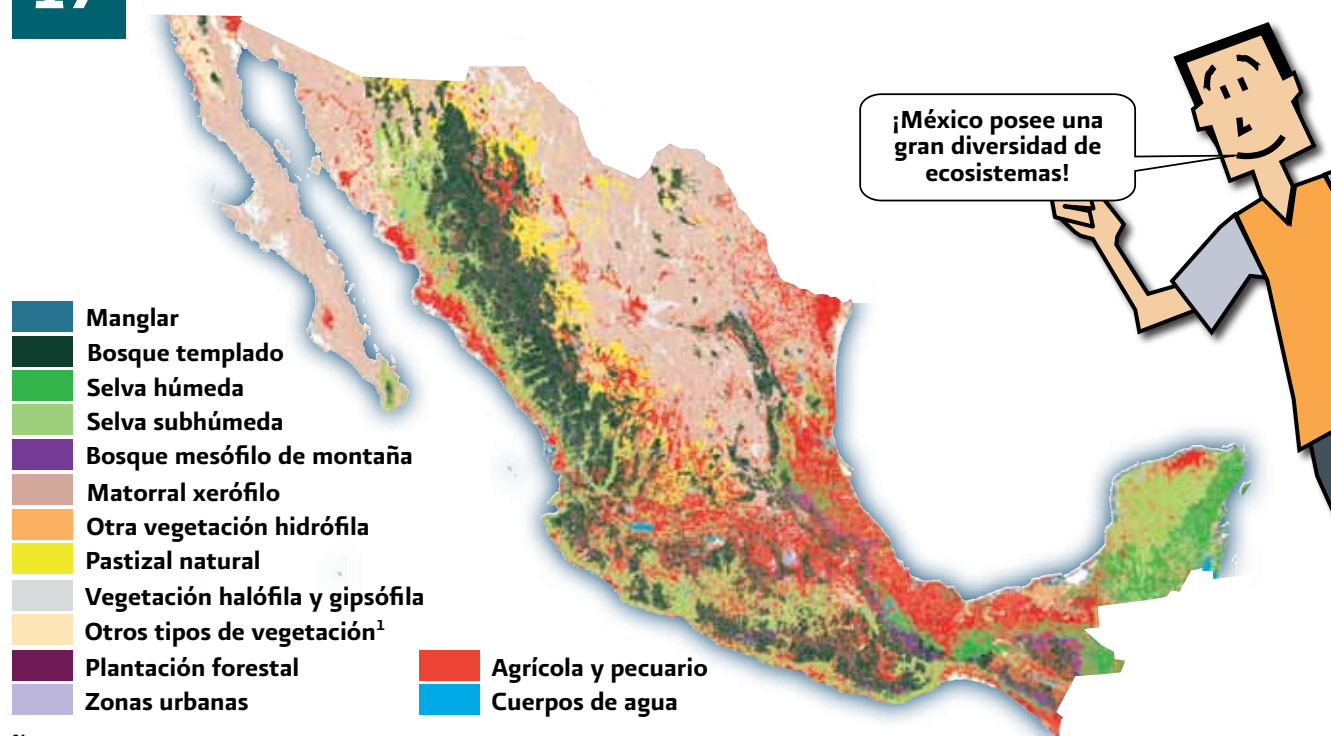


Nota:

<sup>1</sup>Las estimaciones reportan entre 40 y 60% de especies de plantas vasculares endémicas.

FIGURA  
**17**

## Distribución de los ecosistemas naturales y transformados en México



Nota:

<sup>1</sup>Incluye palmar natural e inducido, vegetación de dunas costeras, chaparral, matorral submontano, sabana y sabanoide. Las selvas subhúmedas incluyen a las selvas caducifolias y subcaducifolias.



La selva húmeda de La Lacandona alberga el 25% de toda la diversidad de especies de México en un área que apenas alcanza el 1% de la superficie nacional.

FIGURA  
**18**

### Ejemplos de ecosistemas endémicos a México



**Pastizales gipsófilos**



**Izotales del altiplano central mexicano**

Las selvas húmedas y los bosques de niebla son los ecosistemas terrestres con mayor riqueza de especies. En México, contribuyen con el 17 y 12%, respectivamente, de la flora nacional (más de 5 000 y 3 000 especies, respectivamente).

La riqueza natural de México no sólo se encuentra en la parte terrestre, sino también en los ecosistemas acuáticos. Existen ecosistemas donde predominan las aguas salobres (como los estuarios, en los cuales confluyen el agua dulce de los ríos y la salada del mar) y otros en los que domina el agua dulce, como en los ríos, lagos y lagunas. En nuestro territorio se calcula que habita 60% de los peces de agua dulce de Norteamérica y 6% del total mundial. Los ríos con mayor diversidad de peces son el Coatzacoalcos (53 especies, 13% endémicas), Lerma-Santiago (57 especies, 58% endémicas), Pánuco (75 especies, 30% endémicas) y Papaloapan (47 especies, 21% endémicas). Algunas de las lagunas y lagos más importantes por su riqueza de especies y número de endemismos son el lago de Chapala (en los estados de Jalisco y Michoacán), los lagos-cráter de la Cuenca Oriental (Puebla, Tlaxcala y Veracruz), el lago de Catemaco (Veracruz), la laguna de Chichankanab (Quintana Roo y Yucatán) y la laguna de la Media Luna (San Luis Potosí).

En los bosques de niebla de México, también llamados bosques mesófilos de montaña, el 30% de especies de plantas son endémicas. En estos bosques también existe una elevada diversidad de vertebrados terrestres (755 especies).

Nuestros mares albergan también muy diversos ecosistemas. Cerca de las costas podemos encontrar a los arrecifes de coral, lagunas costeras y comunidades de pastos marinos; mucho más allá, en mar abierto, existen en las profundidades oceánicas ecosistemas repletos de especies. Sin embargo, debido a que la exploración marina ha sido más difícil y es costosa, el conocimiento que se tiene sobre sus ecosistemas y especies es menor que en el caso de los ecosistemas terrestres.

Los arrecifes coralinos son los ecosistemas marinos de mayor riqueza biológica. En México existen alrededor de 60 especies de corales constructores de arrecifes y tan sólo en el sur del Golfo de México se han registrado 1 983 especies de plantas y animales asociadas a los arrecifes.

En general se conocen bien las especies acuáticas de interés económico, es decir, aquellas que se extraen para el consumo humano (como el atún, el huachinango, el calamar, el camarón o la langosta, entre muchas otras) o bien las que son de uso deportivo (como el marlín o el pez vela). Sin embargo, no se sabe mucho respecto a otras especies tanto de aguas profundas como someras. La Conabio reporta que en nuestro país se han descrito 2 184 especies de peces marinos, y que esta cifra sólo es superada por la diversidad de la región del Pacífico asiático, conformada por Indonesia, Filipinas, Australia y parte de Papúa Nueva Guinea, las cuales, no obstante, suman una superficie marina mucho mayor que la nacional.

## ¿POR QUÉ ES IMPORTANTE LA BIODIVERSIDAD?

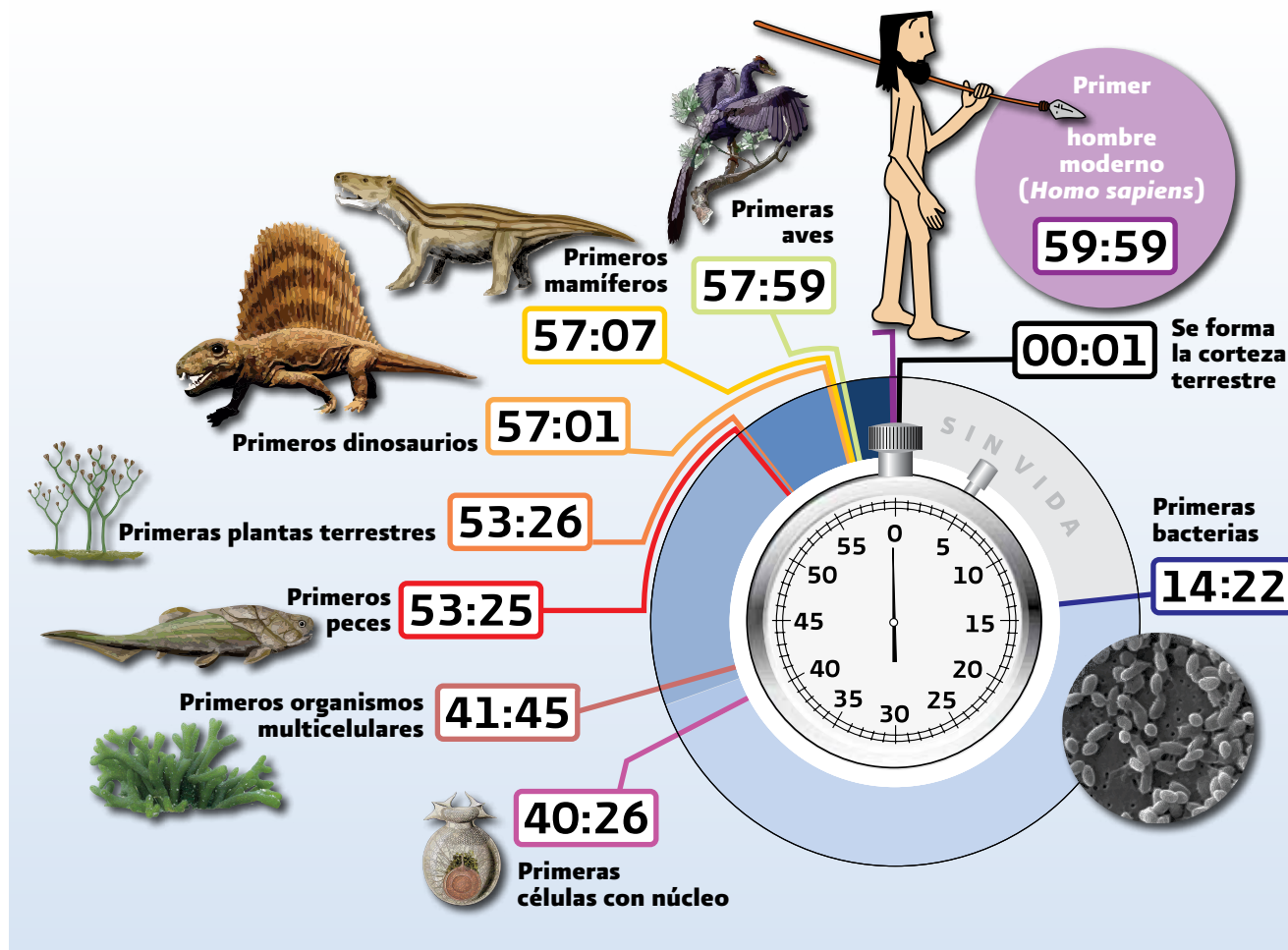
Ahora que sabes qué es la biodiversidad, cómo se estudia y dónde se encuentra, la siguiente pregunta es cuál es su importancia y por qué

nos debe preocupar que se pierda o deteriore. Quizá la primera razón que nos viene a la mente es que de ella obtenemos recursos sin los cuales no viviríamos, pero es importante reconocer que la biodiversidad, en toda su variedad de formas y niveles, es valiosa por sí misma, independientemente de la importancia que pueda tener para nosotros.

La biodiversidad, con toda su gama de ecosistemas y especies (algunas extintas y otras aún presentes), han ocupado este planeta mucho antes de que la humanidad hiciera su aparición y han jugado un papel importante en el desarrollo y fisonomía de la vida tal y como hoy la conocemos. Déjanos darte algunos ejemplos de ello. Las células que forman nuestro cuerpo y las de las plantas y animales que conoces fueron, según parece apuntar la evidencia científica, el resultado de la asociación simbiótica entre algunos de los primeros organismos unicelulares que vivieron en la Tierra. Por otro lado, las características de la atmósfera actual, y en particular la presencia del oxígeno vital para la respiración, fueron consecuencia de la actividad de numerosos organismos fotosintéticos. Finalmente, el éxito y la expansión de las plantas con flores, ahora tan comunes, no pudiera explicarse sin la presencia de insectos con los que han convivido desde hace poco menos de doscientos millones de años.

En realidad, si lo pensamos detenidamente, la vida en el planeta ha sido el resultado de la existencia e interacción de un sinfín de especies, entre las que la especie humana (*Homo sapiens*) y sus ancestros somos sólo una pequeñísima parte. Tal y como nos reconocemos actualmente, tan sólo hemos estado una fracción insignificante de la historia de la Tierra. Si esta historia la representáramos como una hora, los primeros organismos vivos unicelulares aparecerían cerca del minuto catorce, las plantas a los 53:26, los dinosaurios a los 57:01, los primeros mamíferos

## La biodiversidad ha existido desde mucho tiempo antes que la humanidad



a las 57:07 y la humanidad hubiera evolucionado tal y como es actualmente tan sólo hasta el último segundo de esa hora (59:59; Figura 19).

Si consideramos esta perspectiva histórica, es evidente que la biodiversidad tiene valor por sí misma, por lo que deberíamos entonces preguntarnos si, como especie, podemos considerarnos como sus legítimos propietarios y si tenemos por tanto el “derecho” de afectarla como lo hemos estado haciendo desde muchos siglos atrás o quizá, más bien, deberíamos reconocer y asumir el compromiso de conservarla.

Nuestra especie, como todas las demás que habitan el planeta, depende forzosamente del ambiente y de muchos de sus recursos para cubrir sus necesidades. Posiblemente no lo consideramos importante porque lo vemos como algo natural que simplemente está ahí (como el oxígeno que respiramos) o no lo asociamos con una función de los ecosistemas (por ejemplo, con proveer alimentos y materiales diversos o el agua limpia) o simplemente porque nuestro contacto y conocimiento de la naturaleza se restringe a algún día de excursión, a las salidas a la playa o a los documentales sobre la vida salvaje.

Pero déjanos decirte que, independientemente de si vives en ciudades o en zonas rurales, los beneficios que obtenemos de los ecosistemas son muchísimos e indispensables. Formalmente estos beneficios se denominan servicios ambientales. En la Figura 20 te mostramos algunos de los servicios ambientales más importantes que obtenemos de los diferentes ecosistemas. La comunidad científica clasifica formalmente a los servicios ambientales en cuatro tipos: de soporte, provisión, regulación y culturales (Figura 21). De ellos, los de soporte son quizá, los más importantes, ya que constituyen la base para el funcionamiento de los ecosistemas y con ello, para la existencia de los demás tipos de servicios.

Aunque la biodiversidad y sus servicios ambientales son, en esencia, gratuitos y para todos los seres humanos, tradicionalmente los hemos considerado inagotables y no han sido valorados en su justa dimensión. Quizá por ello, a lo largo de la historia, para poder cubrir nuestras necesidades los hemos sobreexplotado, sin considerar que dañamos al ambiente y a la biodiversidad y, en muchos casos, esto se refleja en la pérdida y deterioro de los mismos servicios ambientales. Un ejemplo lo podrás consultar en el **Recuadro Importancia de los manglares**.

Esta pérdida y deterioro de los ecosistemas ha generado el interés y la necesidad de cuantificar su valor. Un concepto que recientemente ha cobrado mucha importancia es el valor de los servicios ambientales. Veamos en qué consiste.

¿Alguna vez has pensado cuánto pagarías por el aire que respiras o por la lluvia que riega los cultivos? Contestar estas preguntas no es nada fácil. Desde el punto de vista económico una posibilidad es estimar cuánto costaría, -de ser posible-, sustituir los servicios ambientales por sistemas artificiales que brindaran el mismo servicio. Por ejemplo, la filtración y purificación del agua que realizan los ecosistemas podría sustituirse por plantas de tratamiento y potabilizadoras que para su construcción y operación requieren de mucho dinero.

Hagamos un ejercicio para tratar de asignar un valor económico a un servicio ambiental. Por ejemplo, una labor que hacen naturalmente los murciélagos, aves, serpientes y muchas otras especies es controlar las plagas que atacan los cultivos. Una estimación del valor de este servicio ambiental podría obtenerse por medio del cálculo del precio de los plaguicidas que deberíamos usar para eliminar las plagas en ausencia de estos animales. A esta cifra también debemos sumar el costo de la transportación de estos químicos a los campos de cultivo, los salarios de los trabajadores que los aplicarían y posiblemente el tratamiento de las personas que resultasen afectadas por su aplicación, entre otros costos.

Como puedes ver, asignar un valor económico a los servicios ambientales de los ecosistemas no es sencillo, ya que son muchas las variables que se deberían considerar y no son siempre fácilmente medibles. En teoría, si pudiéramos hacerlo,



Servicio ambiental	Importancia para el bienestar humano	
Regulación del clima	Mantenimiento de las condiciones climáticas adecuadas para la vida.	
Ciclos de nutrientes y del agua	Procesamiento de desechos y materia orgánica muerta. Ciclo del agua.	
Polinización y control de enfermedades y plagas	Producción de algunos cultivos comerciales y control biológico de organismos nocivos.	
Regulación de la calidad del aire	Regulación de las concentraciones de contaminantes dañinos para la salud.	
Educación, espiritualidad y recreación	Seguridad, educación, apreciación estética, ecoturismo, espiritualidad, recreación y cultura.	
Provisión de agua	Sustento básico para la vida y las actividades productivas. Regulación de las concentraciones de contaminantes.	
Provisión de alimento	Sustento básico y recursos económicos.	
Provisión de recursos diversos	Usos múltiples: medicinas, fibras y ornato, entre otros.	
Provisión de leña	Fuente de energía.	
Control de la erosión	Mantenimiento del suelo, soporte físico para las plantas, retención y disponibilidad de nutrimentos.	
Protección contra eventos naturales extremos	Regulación de tormentas e inundaciones y amortiguamiento de sus consecuencias.	
Provisión de madera	Material de construcción, fabricación de papel y bienestar económico.	

Aproximadamente una tercera parte de la producción alimentaria mundial depende de la polinización que realizan los insectos (principalmente las abejas). Se calcula que el valor de este servicio en la agricultura alcanza los 200 000 millones de dólares anuales.

resultaría de sumar el valor de los servicios de provisión (como la madera y los alimentos) que tienen precio en el mercado, el de los servicios de soporte y regulación (como el control de plagas

que mencionamos anteriormente o la regulación del clima), y el valor de los servicios culturales (como el valor espiritual y estético de los ecosistemas), el cual es difícilmente calculable.

No obstante, a pesar de la dificultad que implica, se han hecho diversos esfuerzos para asignar un valor a los servicios ambientales. En 1997, un equipo de investigadores hizo una estimación del valor de los servicios que anualmente prestan los ecosistemas a nivel mundial. Sin considerar

[illegible]

todas las categorías de los servicios brindados, el cálculo obtenido fue de entre 16 y 54 millones de millones de dólares (esto es, ¡un 16 o 54 seguidos por doce ceros!), lo cual equivale a casi cinco veces el total de la deuda externa de los países en desarrollo, que en 2007 ascendía a 3.36 millones de millones de dólares. Posteriormente se han hecho nuevas evaluaciones, mejorando la forma de calcular el valor de los servicios ambientales y, aunque difieren en sus cuentas, en todos los casos resultan valores muy altos. En la Figura 22

se muestran los resultados que se obtuvieron en este estudio para cada tipo de ecosistema.

Sin duda, los ecosistemas son muy valiosos y el costo asociado a perderlos es muy alto. Por eso se dice que en la mayoría de los casos es más rentable conservarlos que pagar los costos ocasionados por su falta, pero parece que no lo hemos entendido. En el siguiente capítulo veremos las principales amenazas identificadas en el mundo.

## Tipos de servicios ambientales

Procesos de regulación  
o funcionamiento  
de los ecosistemas

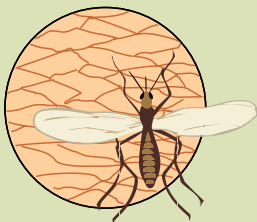
Polinización



Regulación del clima y  
control de inundaciones



Control de  
enfermedades



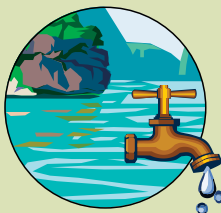
**Regulación**

Productos materiales que  
se obtienen directamente  
de los ecosistemas

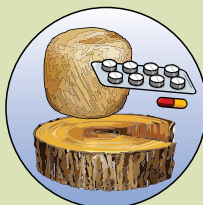
Alimento



Agua



Combustibles, fibras y  
medicamentos



**Provisión**

Beneficios no materiales que  
satisfacen necesidades científicas,  
espirituales y recreativas

Espirituales  
y religiosos



Recreación y  
ecoturismo

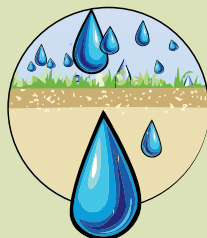


Estéticos y  
educativos

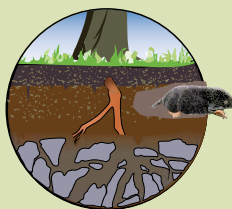


**Culturales**

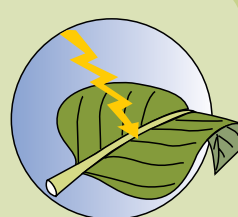
Ciclo del agua



Formación del suelo  
y ciclo de nutrientes



Fotosíntesis



**Soporte**

Procesos en los que se basa el funcionamiento de los ecosistemas y,  
por lo tanto, la producción de otros tipos de servicios

## Importancia de los manglares

Los manglares son ecosistemas en los que predominan varias especies de árboles conocidos como mangles. Generalmente no son muy altos, pero sí muy resistentes a la salinidad del agua, por lo que viven en la interfase de los ambientes terrestres y marinos. Ocupan un lugar muy importante entre los ecosistemas, porque son muy ricos en especies y brindan valiosos servicios ambientales. Por citar sólo algunos, diremos que purifican y mejoran la calidad del agua, ayudan a evitar inundaciones porque sirven de barrera para mitigar los efectos de eventos meteorológicos extremos (como los huracanes) y capturan una importante cantidad de carbono atmosférico (ayudando a reducir la concentración de gases de efecto invernadero que provocan el cambio climático). Además, son fuente importante de nutrientes para ecosistemas costeros como los arrecifes de coral y los pastos marinos y constituyen el hábitat de un gran número de especies de valor comercial para el hombre (como camarones y peces) y de aves residentes y migratorias.

El Informe sobre Manglares del Mundo, elaborado por la FAO, reporta que en el año 2000 había unas 15.2 millones de hectáreas de este ecosistema en el mundo, siendo Indonesia, Australia, Brasil, Nigeria y México los países que concentraban casi la mitad de esta superficie. Desafortunadamente, se calcula que la superficie de estos ecosistemas está desapareciendo a un ritmo de entre 1 y 2% anual. En nuestro país, la Conabio indica que de acuerdo con el Inventario Nacional de Manglares publicado en 2009, la superficie estimada de manglares es de unas 770 000 hectáreas, la mayor parte (55%) en la península de Yucatán (principalmente en Campeche) y 24.5% en la región del Pacífico Norte, principalmente en las Marismas Nacionales en los estados de Nayarit y Sinaloa (Figura a). Se desconoce cuál era la extensión original de manglares que existían en nuestro país, pero se calcula que podría haber alcanzado los 1.4 millones de hectáreas, lo que significaría que quizá ya hemos perdido cerca de la mitad de estos ecosistemas.

**Distribución de los manglares en México**

FIGURA

**a**

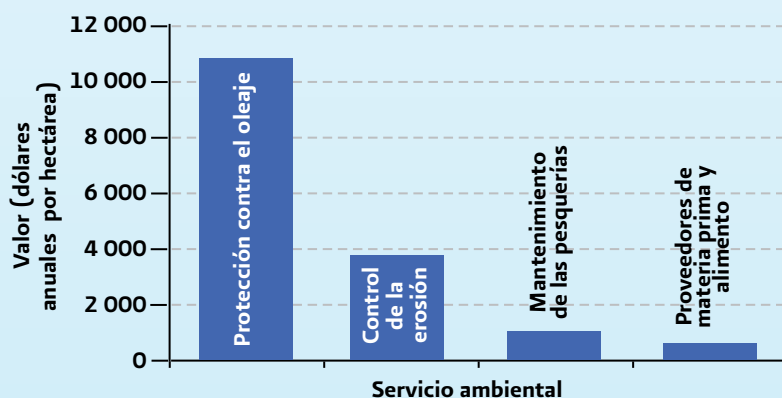


En el mundo, los manglares también han sufrido el impacto humano: algunos cálculos estiman que la mitad se han perdido y una buena porción de los que restan se encuentran deteriorados. El principal factor que ha motivado su destrucción es el desarrollo de las actividades económicas que se dan en las costas; muchos desarrollos turísticos y urbanos actuales así como granjas camaronícolas están sobre lo que antes fueron manglares.

Otro agente de deterioro importante es la construcción de presas y obras de riego en las cuencas de los ríos que los alimentan de agua dulce, las cuales modifican la cantidad y calidad del agua (particularmente la concentración de sales) que llega a los manglares. Como los mangles son muy sensibles a cambios en la concentración de sales disueltas, cuando se hacen obras que alteran de manera importante los flujos naturales de agua, pueden verse muy afectados o morir. La descarga de aguas residuales también los daña porque altera la calidad del agua con la que están en contacto. Por si fuera poco, ahora también enfrentan la amenaza del cambio climático: la elevación del nivel del mar podría dañar irreversiblemente a los humedales costeros, cambiando su composición de especies y reduciendo su productividad.

Si la pérdida de la riqueza biológica de estos ecosistemas nos debe preocupar, debemos agregar también el valor económico de los servicios ambientales que brindan. Para darte una idea, en el 2007 se publicó un estudio con las estimaciones del valor que podrían alcanzar algunos servicios ambientales que brindan los manglares en Tailandia (Figura b), resaltando la protección contra el oleaje, cuyo valor estimado alcanzó más de 10 000 dólares por hectárea cada año.

**FIGURA**  
**b**  
**Valor de algunos servicios ambientales en manglares de Tailandia**





Un buen ejemplo del valor que pueden tener los manglares (o el costo de perderlos) es lo que ocurrió en diciembre de 2004 con el tsunami<sup>1</sup> en Asia. Las olas devastaron el sudeste asiático, principalmente en Indonesia, Malasia, Sri Lanka, Tailandia y las Maldivas. Las cifras oficiales reportaron más de 250 000 muertos, 100 000 desaparecidos y 5 millones de desplazados que perdieron sus casas y bienes. Se calcula que el costo económico en Aceh, la provincia más afectada en Indonesia, alcanzó los 4.4 mil millones de dólares (97% de su Producto Interno Bruto, es decir casi la totalidad del valor de su economía). En la Figura c te mostramos los efectos que tuvo el tsunami en una zona de la provincia de Aceh.



<sup>1</sup>Un tsunami es una serie de olas enormes, de entre 4 y 20 metros de altura, causadas por fuertes terremotos o erupciones volcánicas en el fondo marino.

Estudios recientes sobre los efectos de este tsunami sugieren que algunas áreas fueron protegidas por la presencia de los manglares, por lo que es posible que los daños en las zonas costeras hubieran sido menores si sus ecosistemas naturales hubieran estado más conservados y en mejor estado. 🌿

## Vista aérea en Aceh, Indonesia, antes y después del tsunami de 2004

FIGURA

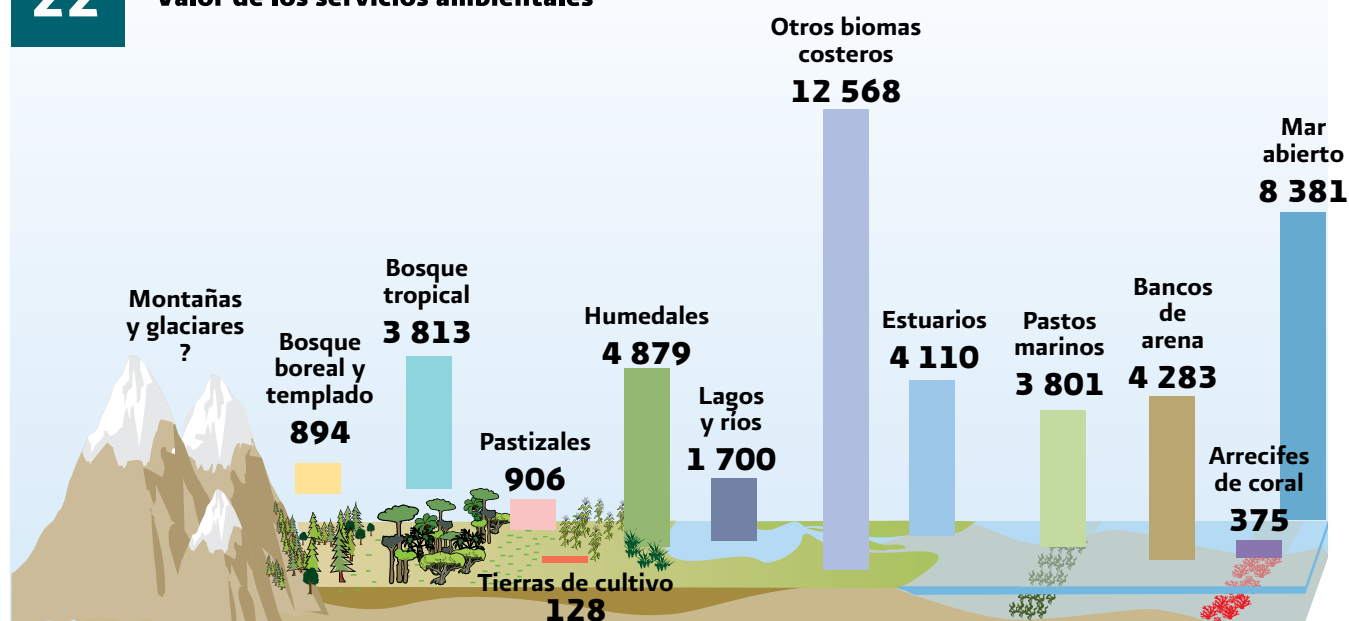
C



FIGURA

22

## Valor de los servicios ambientales



**Nota:**

Los valores corresponden al valor mundial en miles de millones de dólares anuales. Para montañas y glaciares no se hizo el cálculo.