

*Monitoreo de biodiversidad
y recursos naturales:
¿para qué?*

Sandra E. Chediack
Compiladora



Corredor Biológico Mesoamericano México
Serie Diálogos / Número 3



Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad

Monitoreo de biodiversidad y recursos naturales: ¿para qué?

Sandra E. Chediack
Compiladora

Serie Diálogos / Número 3



Juan Rafael Elvira Quesada
Secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales

José Sarukhán Kermez
Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
Coordinador Nacional

Ana Luisa Guzmán y López Figueroa
Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
Secretaria Ejecutiva

Pedro Álvarez Icaza
Corredor Biológico Mesoamericano México
Director General

Xochitl Ramírez Reivich
Corredor Biológico Mesoamericano México
Directora Técnica

Raúl Herrera Massieu
Corredor Biológico Mesoamericano México
Coordinador de Comunicación

Colección Corredor Biológico Mesoamericano México

■ Conocimientos ■ Acciones ■ Diálogos

Para mayor información sobre este y otros temas relacionados con el Corredor Biológico Mesoamericano México, consúltese <www.cbmm.gob.mx>. Las opiniones expresadas en este documento son responsabilidad de sus autores y pueden no coincidir con las de la CONABIO y el CBMM.

Coordinación editorial: ROSALBA BECERRA
Revisión de textos: GRACIELA ANAYA DÁVILA GARIBI
Formación electrónica: FEDERICO MOZO
Fotografía de portada: RICARDO FRÍAS
Producción: TRAZOS, CONSULTORÍA EDITORIAL

ISBN 978-607-7607-24-3

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
Corredor Biológico Mesoamericano México
Liga Periférico Insurgentes Sur 4903
Col. Parques del Pedregal
14010, Tlalpan, México, D.F.
Tel. (55) 5004 5000 / (55) 5004 4939
<www.conabio.gob.mx> <www.cbmm.gob.mx>

México, 2009

PRESENTACIÓN

Francis Bacon, uno de los más célebres e influyentes pensadores del siglo XVII, afirmaba que sólo podemos dominar a la naturaleza obedeciéndola. Pero para ello hay que conocerla, hay que comprender el desarrollo y el comportamiento de las especies y de sus relaciones con el medio en el que habitan.

El monitoreo biológico es un método para conocer la dinámica de los ecosistemas; más específicamente, el efecto de la intervención de los seres humanos. De ahí que sea una herramienta esencial para garantizar la conservación, el manejo y el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad en sus distintos niveles de integración, desde los genes hasta las comunidades y ecosistemas.

El seguimiento sistemático de variables biológicas permite al manejador de recursos naturales, al diseñador de políticas públicas y a los científicos y especialistas responder preguntas puntuales; por ejemplo, cuál es la riqueza de especies de aves en un área dada, el tamaño de una población de monos en una reserva, o bien la condición y tendencia de una población de venados para establecer tasas de aprovechamiento cinegético.

Mediante protocolos diseñados para tal efecto, es posible entender el comportamiento reproductivo de una comunidad biológica o el estado de conservación y la “calidad” de un hábitat; asimismo podemos explicarnos fenómenos diversos a través de la presencia o ausencia de especies indicadoras. El monitoreo nos proporciona información biológica básica para tomar decisiones de manejo con márgenes razonables de certeza y sustentabilidad. De ahí que sea un componente indispensable en el diseño de políticas públicas modernas, biológicamente sustentables y socialmente viables.

Pero el monitoreo es una herramienta que también ha de estar en manos de quienes habitan en los bosques y las selvas y aprovechan sus recursos, de hombres y mujeres que conocen las riquezas de su medio natural. De ser un motivo de interés individual y espontáneo, se puede escalar en el empleo de



esta técnica y establecer proyectos específicos sobre ciertas especies y sus poblaciones. Bajo una relación de apoyo mutuo con el especialista, para quien vive de y con la diversidad biológica, puede ser de gran importancia avanzar en la comprensión de la dinámica de los ecosistemas en los que está inmerso. La práctica del monitoreo es una ventana para valorar la biodiversidad, a la vez que proporciona la información requerida para aprovecharla.

Mediante la publicación de este volumen, el Corredor Biológico Mesoamericano México tiene el propósito de promover la aplicación del monitoreo para el manejo adaptativo en las regiones en las que opera. Después de invitar a la reflexión sobre el valor de conservar y hacer un manejo sustentable de la biodiversidad, el libro ofrece información sobre técnicas de muestreo para ciertos grupos de animales o plantas, los diferentes aspectos que hay que considerar al llevar a cabo un proyecto de monitoreo, cómo aprovechar la diversidad biológica sin desequilibrar la relación entre sus poblaciones y el tipo de preguntas que pueden responderse a través del método de monitoreo.

Esperamos que este manual se convierta en un referente que motive y oriente las actividades de planeación, diseño, operación y evaluación de los proyectos de conservación y aprovechamiento de los recursos naturales en corredores biológicos, actividades que reflejen, progresivamente, que vamos aprendiendo a obedecer a la naturaleza.

PEDRO ÁLVAREZ ICAZA

CONTENIDO

Presentación	3
A los lectores	9
Conceptos generales sobre biodiversidad y manejo de recursos naturales <i>Sandra E. Chediack</i>	13
Manejo de recursos naturales y calidad de vida <i>Julia Carabias</i>	29
La selva tropical: más que una numeralia fantástica <i>Ricardo A. Frías</i>	39
La diversidad vegetal de las selvas húmedas: métodos de evaluación <i>Miguel Martínez Ramos, Jorge Rodríguez Velázquez y Gilberto Jamangapé Gómez</i>	45
El mundo en seis patas: los insectos y su papel en la naturaleza <i>Federico Escobar Sarria</i>	57
Los mamíferos de la Selva Lacandona <i>Carlos Muench</i>	65



Efectos de la desaparición de la selva sobre los ambientes acuáticos <i>Carlos Ramírez Martínez</i>	75
Estaciones de campo para la conservación de las áreas naturales protegidas <i>Javier de la Maza</i>	81
Bibliografía sugerida	85

Agradecimientos

Quiero expresar mi gratitud a los autores de los textos que colaboraron desinteresadamente en la impartición de las clases durante el curso y luego se apasionaron ante la idea de publicar sus apuntes de una manera sencilla y amena. Es un orgullo para mí compartir este libro con ellos. Muchas personas y organizaciones han participado de una u otra manera para que esta publicación sea una realidad. De ellos quiero destacar a los alumnos del primer curso, gente hermosa que vive en las comunidades de Frontera Corozal y Benemérito de las Américas, en Chiapas; al Corredor Biológico Mesoamericano México, en especial al maestro Pedro Álvarez Icaza, por su confianza y apoyo; a mi hermana Diana Chediack por su ayuda incondicional; a Ricardo Frías por su infinita paciencia y por revisar varias veces el manuscrito.

A LOS LECTORES

El objetivo de este manual es reflexionar sobre la importancia que tiene monitorear la diversidad biológica y los recursos naturales. Esta diversidad es más que el número de plantas y animales. Es una herramienta que nos permite conocer el medio que nos rodea, los recursos que utilizamos y tomar las medidas adecuadas para manejarlos.

El manual está escrito para que sea accesible a personas interesadas en el tema, que utilizan la selva y que conocen los diferentes tipos de animales, plantas y ambientes que hay en ella. No se ha hecho énfasis en el análisis de datos o en la identificación de especies, pues existen numerosos estudios que describen estos temas y que se sugieren en la bibliografía. Sin embargo se han incluido pocas técnicas de muestreo para ciertos grupos de animales y plantas que son indicadores del estado de conservación de las selvas o porque son recursos aprovechables.

Originalmente utilizamos el contenido de esta publicación como material didáctico en el curso-taller sobre monitoreo de diversidad ecológica y manejo de recursos naturales que se imparte en la Selva Lacandona, en Chiapas. Por esta razón varios ejemplos hacen referencia a la región Mesoamericana. No obstante, esperamos que sea de utilidad para todas las personas que quieran iniciar un proyecto de monitoreo y necesiten capacitarse en el tema.

La población mundial aumenta con rapidez pero el crecimiento de la productividad agropecuaria no es tan veloz. Esto ha generado una crisis donde muchos pierden, entre ellos los bosques. La creciente demanda de granos, principalmente para alimento humano, forraje del ganado y para biocombustibles, ha sido un factor determinante en la deforestación de los bosques tropicales. Más de la mitad de las hectáreas de tierras de cultivos nuevas entre 1980 y 2000 se obtuvieron de bosques tropicales vírgenes. La deforestación de la selva trae, en primera instancia, mejores ingresos a la población local, pero estos ingresos son efímeros. Una vez agotados los recursos de la selva, lo que



Interior de la selva,
Calakmul

Foto: Andrea Ramírez



Potrero
a orillas del río
Lacantún.

Foto: Sandra E. Chediack

queda son poblados llenos de campesinos pobres y tierras poco aptas para la agricultura. Finalmente las condiciones de la gente son más o menos iguales antes y después de haber destruido la selva. Pero ya sin los beneficios que obtenían de ella.

La conservación de los ambientes naturales y de sus recursos depende de nuestras decisiones. Por lo tanto, tenemos la obligación de estar informados y conocer cuáles son los factores que influyen al momento de decidir qué hacer con nuestros bosques. Muchas veces estamos tentados a cultivar o hacer ganadería en lugares que no son los mejores porque el precio de los productos han aumentado circunstancialmente. Pero hay que considerar que los vaivenes del mercado mundial pueden ser “pan para hoy pero hambre para mañana”. Es



necesario tener planes a largo plazo basados en conocimientos objetivos que nos permitan tomar las opciones acertadas de una manera racional. Son los dueños de la selva quienes tienen el poder de decidir el destino de los pedazos de monte que tienen, actuando siempre dentro del marco de la ley. Los científicos y técnicos que queremos asegurar la conservación de la selva debemos trabajar junto a los pobladores dándoles alternativas válidas. Las organizaciones no gubernamentales y del gobierno se suman a este conjunto financiando los proyectos, supervisando que se logren los objetivos a corto y largo plazo y vigilando el cumplimiento de la normatividad en materia ambiental. El gobierno, las organizaciones y los científicos también deben tomar una actitud más crítica con el fin de no fomentar proyectos productivos que terminan empobreciendo o desalentando a las comunidades campesinas.

Ojalá que este manual sea un estímulo para que en cada selva se escriba una historia propia sobre cómo conservar y manejar la diversidad de la vida y los recursos naturales.

SANDRA E. CHEDIACK
San Cristóbal de las Casas, Chiapas, 2009



CONCEPTOS GENERALES SOBRE BIODIVERSIDAD Y MANEJO DE RECURSOS NATURALES

Sandra E. Chediack

¿Qué es la biodiversidad?

La biodiversidad, diversidad biológica o diversidad de la vida es la variedad de seres vivos y ambientes que hay en un lugar. También incluye las interacciones entre los animales, las plantas, el agua, el suelo y el aire que los rodean. La biodiversidad se ha clasificado en distintos niveles relacionados entre sí a fin de estudiarla: genética, específica, del ecosistema y de ambientes.

Diversidad genética

Se refiere a las variaciones entre individuos de un mismo tipo. Por ejemplo entre los seres humanos hay quienes son de piel más clara o más oscura, más altos o más bajos. Entre los coatíes, unos son de pelaje casi negro y otros son dorados. Entre las plantas de un mismo tipo están aquellas con los frutos más grandes o más pequeños.

El hombre ha aprovechado la diversidad genética seleccionando de la naturaleza a los seres con determinadas características útiles. Los reprodujo en cautiverio y con el tiempo ha obtenido las variedades de plantas y animales que se cultivan y crían hoy en día. Las zonas donde se encuentran los parientes silvestres de especies cultivadas, o donde se concentran muchas variedades de un mismo cultivo se llaman centros Vavilov; es decir, en ellas existe una fuente de material genético para mejorar la agricultura. La región Mesoamericana (que comprende desde el centro de México hasta Panamá), donde se localiza la Selva Lacandona, es un centro Vavilov. Aquí se domesticaron numerosas variedades de maíz, frijol, cacao y chicozapote. En un mundo en el que existe una crisis por la falta de alimentos porque el número de personas es cada vez mayor y ya no hay nuevas áreas aptas para actividades agropecuarias, es necesario mejorar el rendimiento de los cultivos y cultivar sin degradar los suelos ni agotar o contaminar el agua. Se están investigando varias opciones para solucionar este problema. Una de las ellas es mejorar las variedades de los cultivos



para que produzcan más con menos agroquímicos. Para lograrlo, es posible recurrir a las especies y variedades de los centros Vavilov. Esto nos lleva a una de las respuestas de por qué conservar la selva.

Otra aplicación importante del estudio de la diversidad genética es que contribuye a conocer el estado de conservación de una población de determinado tipo de animal o planta. Cuando la población pierde variabilidad genética, corre el riesgo de desaparecer. Esto puede suceder en poblaciones de animales o plantas con pocos individuos. En áreas naturales pequeñas y aisladas los individuos son tan escasos que se reproducen entre parientes, lo que da por resultado malformaciones o individuos con menores probabilidades de reproducirse o sobrevivir. También se han observado casos de pérdida de variabilidad en poblaciones que son explotadas. Por ejemplo, en los aprovechamientos forestales suele dejarse cierto número de árboles adultos como “semilleros”, que son los que aportarán semillas para que se perpetúe la especie; sin embargo la nueva generación de arbolitos probablemente sean todos hijos del mismo árbol.

Una forma de conocer el estado de un grupo de individuos es estudiar la variabilidad genética de los adultos y compararla con la de los individuos jóvenes. Si la de éstos es menor que la de los adultos la población tiene problemas. Si se suma una disminución en el área de distribución como ocurre generalmente en las selvas por el proceso de deforestación, lo más probable es que la población desaparezca, a menos que se tomen las medidas necesarias. Por lo regular, cuando hay escasa variabilidad genética, todos los individuos son muy parecidos entre sí y responden igual al ambiente. Cuando se produce un cambio en las condiciones ambientales (sequía, inundación, etc.), no existen individuos diferentes —con capacidades especiales— que podrían responder a un nuevo ambiente. Los individuos que existen no podrán adaptarse a los cambios y perecen; en consecuencia, toda la población desaparece.

Las medidas para detener la pérdida de variabilidad genética dependen del tipo de organismo en cuestión. Una de las acciones preventivas es mantener la conexión entre áreas naturales, lo que permite que las poblaciones de los animales y plantas puedan intercambiar individuos, o partes reproductivas como polen y semillas, y así mantener su salud y función dentro de la selva. Estas conexiones entre áreas naturales conforman los corredores biológicos.

En este manual no se explican los métodos para estudiar la diversidad genética porque es un tema tan extenso e importante, que para abordarlo de



una manera práctica y accesible a todo el público interesado sería necesario escribir un libro en particular.

Diversidad específica (o alfa)

Comprende los distintos tipos (especies) de animales y plantas que viven en un lugar. Como es extremadamente difícil registrar todos los seres de una región, es frecuente que los estudios se centren en determinados grupos como mamíferos, aves, árboles, entre otros. Entonces se habla de la diversidad de mamíferos o de aves o de especies arbóreas.

La región Mesoamericana es uno de los centros de diversidad mundial más amenazado (estos centros se llaman en inglés *hotspots*). Se caracteriza porque en ella viven numerosas especies endémicas y porque gran parte de sus ambientes naturales han sido transformados. Las especies endémicas son tipos de seres vivos que sólo habitan en un determinado lugar. Si desaparecen de ese sitio la especie se extingue. El endemismo es un concepto relativo, ya que se considera que un organismo es endémico de un país, de una región o de una localidad. Por ejemplo, la flor lacandona (*Lacandonia schismatica*) es endémica de la Selva Lacandona y por lo tanto de Chiapas y de México. Es una especie diferente a todas las plantas del mundo porque tiene los órganos sexuales en la flor al revés de todas las demás flores: en el centro tiene los órganos masculinos o estambres, y alrededor los femeninos o carpelos.

En Internet existen numerosas páginas con listas (bases de datos) de las especies que hay en una región. Si no es posible acceder a la red, por lo general esta información está disponible en las oficinas de gobierno y en las organizaciones no gubernamentales dedicadas a conservación y desarrollo. Por ejemplo en la página de la organización Conservación Internacional está disponible una base de datos en la que pueden buscarse todas las especies de vertebrados terrestres: anfibios (sapos, ranas y salamandras), reptiles (tortugas, víboras, lagartos y cocodrilos), aves y mamíferos que habitan en los diferentes *hotspots* del planeta. Esta base de datos ofrece una lista de las especies y para cada una indica si es endémica o no de un *hotspot* y cuál es su estado de conservación. Esta página es www.biodiversityhotspots.org. Lamentablemente sólo está en inglés, pero sin duda en un futuro cercano también estará disponible en otros idiomas.

El estado de conservación se define por categorías en las que se resume la probabilidad de que una especie no se extinga en un futuro cercano. Para determinar a qué categoría pertenece una especie se utilizan varios criterios: la



superficie en la que se encuentra, si su ambiente natural está intacto o ha sido transformado por el hombre, la densidad (número de individuos por superficie), si es o no endémica, entre otros. En la Lista Roja de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) se da a conocer el estado de conservación de especies de plantas y de animales. Los criterios de clasificación en cada categoría pueden consultarse en la página de Internet de la UICN o bien en manuales de esta organización. Existen tres grandes categorías que a su vez se dividen en categorías más específicas (véase figura 1).

Existen dos categorías más de la UICN: “No evaluado”, para las especies que aún no han sido clasificadas según los criterios anteriores, y “Datos insuficientes”, cuando la información existente no es la adecuada para llevar a cabo la evaluación.

Por diferentes motivos muchas especies de nuestro planeta están pasando de las categorías de la izquierda a las de la derecha de la figura 1; esto es, de estar en riesgo a estar amenazadas o extintas. La tarea de los conservacionistas (y de todos) es lograr que este fenómeno se revierta y las especies amenazadas pasen a la categoría de bajo riesgo. Ejemplos del estado de conservación de especies mesoamericanas son: el jaguar y el águila arpía están catalogados como casi amenazados; el saraguato, el mono araña y el tapir se encuentran en peligro; entre las especies vulnerables encontramos a la salamandra mexicana (*Bolitoglossa mulleri*) y la pava pajuil (*Penelopina nigra*).

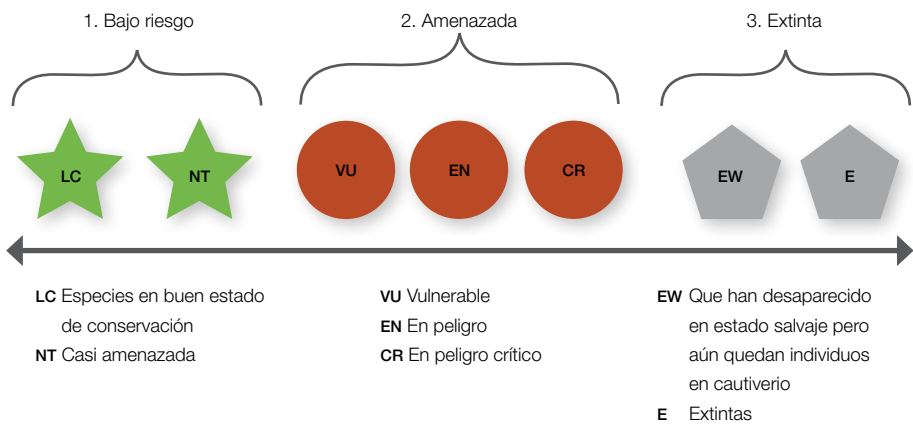


Figura 1. Esquema de las categorías de la clasificación de las especies según la UICN.



Existen programas de “re-introducción” de especies a lugares donde éstas se han extinguido localmente, pero son costosos y no siempre funcionan; no obstante son posibles porque existen individuos de esta especie en otro lugar. En cambio, estos programas no son viables si la especie en vías de extinción es endémica, pues ya no habrá de dónde obtener los individuos si desaparece. Por consiguiente, las especies endémicas ubicadas en las categorías “Casi amenazadas” y “Amenazadas” son las que requieren de una mayor protección. No sólo conservando los individuos, sino también los ambientes donde habitan.

Algunas especies endémicas y amenazadas son recursos naturales y se comercializan como mascotas, “carne de monte”, maderas preciosas, ornamentales, etc. Para regular el comercio internacional de flora y fauna silvestre existe la CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres), organización cuyo objetivo es garantizar que el comercio internacional de especímenes de animales y plantas silvestres no amenace su supervivencia. Para conocer cuáles especies pueden comercializarse, bajo qué circunstancias, en qué países, etc., puede consultarse la página en español de esta organización: www.cites.org/esp/index.shtml. Todos los pericos y guacamayas de México se encuentran en los listados de la CITES; es decir, la mayoría de estas especies no pueden comercializarse y para las restantes se requiere de un permiso especial expedido por el gobierno y por esta or-



Guacamaya roja.

Foto: Sandra E. Chediack



ganización. Por ejemplo, la guacamaya roja (*Ara macao*) —en “peligro de extinción” según la clasificación de la UICN—, aparece en el apéndice I de la CITES, el cual indica que es ilegal su comercialización internacional.

La diversidad específica ha sido la más estudiada y es en la que nos centraremos en este manual. En el cuadro 1 se muestra la diversidad de especies en la región Mesoamericana.

Diversidad del ecosistema

Un ecosistema comprende todos los seres vivos y los componentes no vivos de un lugar, como suelo, agua y aire; incluye, además, el movimiento de energía y materia que fluyen a través de ellos. Por ejemplo, cuando un animal come una planta, o cuando un ser vivo se muere y se descompone para volver a formar parte del suelo, se producen movimientos de materia y energía.

Para describir la diversidad de un ecosistema se utilizan dos elementos: el número de especies y el número de individuos que tiene cada especie. Entre dos ecosistemas formados por especies con el mismo número de individuos en cada uno, el que tiene más especies es más diverso (véase figura 2).

Entre dos ecosistemas con igual número de especies, consideraremos más diverso el que presenta menos diferencias en el número de individuos de unas y otras especies (véase figura 3).

Cuadro 1. Número de especies de animales y plantas en la región Mesoamericana

Grupo de organismos	Número de especies	Número de especies endémicas
Mamíferos	440	66
Aves	1 113	208
Reptiles	692	240
Anfibios	555	358
Plantas	17 000	2 941
Peces (agua dulce)	509	340

Fuente: Myers, N., *et al.* 2000.



Ecosistema A

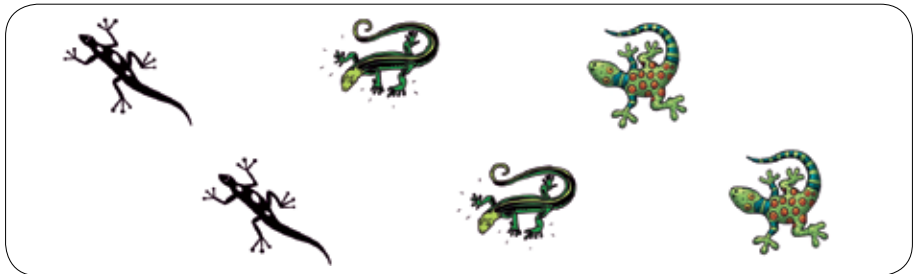


Ecosistema B



Figura 2. Entre dos ecosistemas con el mismo número de individuos, el A es más diverso porque tiene mayor número de especies.

Ecosistema A



Ecosistema B

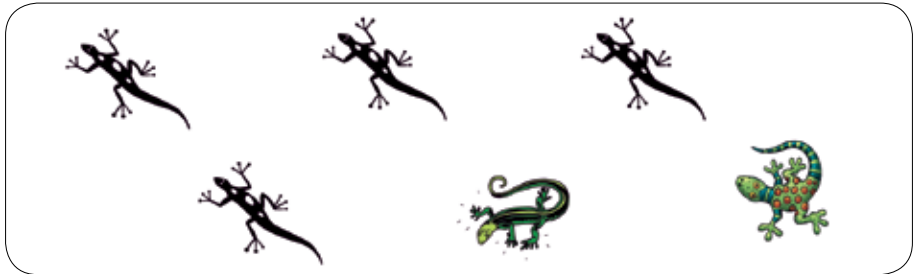


Figura 3. Entre dos ecosistemas con el mismo número de especies, el A es más diverso porque presenta menos diferencias en el número de individuos por especie.



Esta explicación parece un poco complicada pero veremos más adelante, en la sección de mamíferos, cómo la diversidad del ecosistema puede alterarse al desaparecer o disminuir el número de ciertas especies. El doctor Rodolfo Dirzo ha estudiado los efectos en la vegetación de la desaparición de animales por cacería intensa. Él encontró que al desaparecer los herbívoros grandes como el tapir y los venados, aumenta el número de ciertas especies de plantas que antes eran más escasas porque dichos animales se las comían. Estas plantas, libres de sus consumidores, crecen tanto que cubren todo el suelo impidiendo que vivan otras plantas. Es decir, se pierde diversidad en el ecosistema porque disminuye el número de especies y porque sólo una especie tiene muchos individuos. A su vez, la falta de las especies puede producir hambre en los otros animales que se alimentan de ellas, por consiguiente éstos también desaparecen. Por ejemplo, ciertas larvas de mariposas o de polillas pueden disminuir su densidad o desaparecer porque son sumamente específicas en comer sólo algunos tipos de hojas de determinadas especies de plantas.

Diversidad de ambientes

En algunas áreas viven seres que no habitan en otros lugares. Es más fácil encontrar cocodrilos o vaina (*Inga*) en la orilla de los ríos que en el monte. Los diferentes ambientes, por los factores ambientales que los determinan, tienen su propio juego de especies. Por ejemplo, los ambientes con muchos corozos se llenan de animales (como pericos y guacamayas) que comen sus frutos cuando están maduros. Estos animales pasan una temporada aquí y otra en otros ambientes cuando este recurso ya no es tan abundante. Esta diversidad permite mantener una disponibilidad de recursos a lo largo de todo el año y la alta diversidad de especies en la selva.

Importancia de la diversidad biológica y los recursos naturales

Los recursos naturales son elementos que se extraen de la naturaleza para beneficio de los seres humanos. Pueden ser inorgánicos como los minerales y el petróleo, u orgánicos como los árboles y los animales de la selva. Los recursos naturales orgánicos tienen mayor valor en los mercados que los productos agropecuarios tradicionales porque están libres de agroquímicos. La diversidad biológica garantiza la permanencia, bienestar y equilibrio de la vida, incluida la



Bosque mesófilo,
Chiapas.

Foto: Christian Dreckman



Manglares en
Acapetahua, Chiapas.

Foto: Manuel Lemus



nuestra. Cuanto más diverso es un ambiente, más oportunidades tiene de resistir y recuperarse de una catástrofe, o de poseer recursos naturales orgánicos.

De la biodiversidad de los ambientes naturales se obtienen recursos de manera directa o indirecta. Directamente se extrae madera, leña, comida, medicinas, uso turístico, etc. Indirectamente también nos beneficia: mantiene el agua limpia; nos protege del viento y de las crecientes de los ríos; permite cierta estabilidad en el clima; aporta plantas y animales para recuperar sitios que fueron devastados; posee animales como los colibríes y las abejas (polinizadores) que hacen más productivos los cultivos; es fuente de especies que pueden ser criadas o utilizadas en la agricultura, entre otros.



Los ambientes naturales no sólo son importantes por la cantidad de recursos que obtenemos hoy en día, sino también por aquellos recursos que podrán utilizarse en el futuro. Por ejemplo, hasta 1940 el aprovechamiento de los árboles de las selvas en el norte de Argentina consistía en cuatro especies madereras; ahora se aprovechan más de veinte. En el futuro, si se mantienen acciones de protección y conservación de la selva, posiblemente puedan aprovecharse productos que en la actualidad no se conocen, o no existe la tecnología para extraerlos, o que no tienen un precio de mercado adecuado pero que tal vez después mejore.

Si bien la conservación de la biodiversidad es fundamental para la supervivencia de los seres humanos, hay que tener en cuenta que muchos ambientes pueden tener baja diversidad pero que igualmente deben ser conservados. Es el caso de las cabeceras de cuencas, las laderas con pendientes fuertes, las orillas de ríos, las lagunas, los humedales, las áreas que poseen grandes acuíferos subterráneos, los centros Vavilov, las reservas extractivas, entre otros. Un buen ejercicio es que el lector reconozca cuáles son los ambientes que más utiliza y cuáles los que aseguran su supervivencia en el lugar donde vive.

¿Qué es el monitoreo biológico?

El monitoreo es la evaluación de algo que uno quiere estudiar para conocer cómo cambia a lo largo del tiempo o del espacio como consecuencia de factores conocidos. Monitoreamos constantemente. Cuando vamos de compras evaluamos los precios de los productos y los comparamos con los de la semana anterior. Decimos: “¡Qué caro!”, entonces elegimos una opción, como comprar sólo comida. Con el monitoreo biológico hacemos más o menos lo mismo. Salimos a la selva, registramos qué animales vemos a lo largo de cierto tiempo y lo comparamos con los animales que habíamos observado antes en ese u otro lugar. Si hay diferencias buscamos explicaciones que justifiquen nuestras observaciones y, luego, si es necesario, sugerimos acciones para intentar resolver el problema.

El monitoreo biológico es un método. Lo utilizamos para describir cómo cambian las especies y los ecosistemas con el tiempo. También nos permite estudiar las consecuencias de las influencias humanas. Así se pueden predecir y prevenir cambios no deseados o adoptar un manejo adecuado en los cambios que se suceden. El éxito de un proyecto de monitoreo en un lugar y tiempo específicos depende de una buena planeación acorde con los objetivos y los



recursos disponibles. Al desarrollar un monitoreo debemos tener en claro los siguientes componentes:

1. Quiénes son los responsables y todos los participantes del proyecto.
- 2.Cuál es el objetivo del trabajo.
3. Dónde y cómo se realizarán los muestreos en el campo. Esto debe estar relacionado al tipo de análisis que se hará con los datos obtenidos. Muchos proyectos fracasan porque la persona que registra los datos en el campo no sabe para qué lo hace, quien analiza los datos en la computadora nunca salió al campo y el que interpreta los resultados es un empleado que no conoce el campo ni sabe manejar una computadora. Los proyectos deben planearse en conjunto, donde cada uno conozca para qué lo hace y discuta con los otros cómo analizar los datos y el alcance que tienen los resultados obtenidos.
4. El material necesario para el trabajo de campo y el análisis de los datos.
5. Cuánto cuesta la ejecución del proyecto. Aquí hay que tomar en cuenta el tiempo, el esfuerzo y el presupuesto financiero para su desarrollo. Varios proyectos se quedan en el registro de los datos y ya no tienen dinero para el análisis ni la publicación de la información.

En los monitoreos de biodiversidad generalmente se registran dos cosas: las especies observadas y cuántos individuos de cada especie se encontraron. En algunos casos, cuando es necesario, también se identifican los individuos marcándolos o reconociéndolos por señas particulares y se clasifican según sean hembras o machos, jóvenes o adultos.

Existen numerosos manuales que explican cómo se diseña, se toman los datos y se aplica un monitoreo. Uno de los mejores editado en español es el *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad* (2004), citado en la bibliografía.

Manejo sustentable de los recursos naturales

No existe una definición exacta de qué es *manejo sustentable* o *sostenible*, como algunos prefieren llamarlo. Este tipo de manejo incluye aspectos ecológicos, sociales, económicos y culturales. En este manual únicamente se abordará en su sentido ecológico: un manejo es sustentable cuando el recurso puede apro-



vechase por siempre en un área limitada, con el menor impacto posible sobre él mismo, sobre los otros seres que habitan en ese lugar y sobre el ambiente en general.

Es imposible describir un monitoreo del aprovechamiento que pueda aplicarse al manejo de todos los infinitos recursos naturales que se extraen de la naturaleza. Sin embargo, lo básico es considerar si el recurso está o no disminuyendo con el tiempo como consecuencia de su extracción. Para ello se realiza un monitoreo del recurso; es decir, se estudia la densidad (cantidad por superficie, por ejemplo árboles por hectárea) a lo largo del tiempo en muestreos periódicos. Si la densidad es igual o menor entre muestreos sucesivos, el recurso no debe aprovecharse a menos que cambien las condiciones. Si la densidad es mayor, debe estimarse cuánto está creciendo y con base en esto determinar cuánto recurso puede extraerse por unidad de tiempo con el objetivo de mantener la densidad estable o en aumento. Esto último asegura que el recurso no se pierda y que el manejo sea sustentable. El monitoreo de los recursos en áreas con y sin aprovechamiento debe ser constante a fin de monitorear las consecuencias del manejo, hacer mejoras en el mismo y poder responder de manera eficaz a situaciones inesperadas.

En sentido estricto cualquier tipo de explotación de un recurso tiene impactos ecológicos. Por más mediciones que uno realice, siempre quedarán daños en el ambiente sin analizar. En una selva la magnitud del impacto depende del tipo de bosque (composición, flora, fauna, suelo, cercanía al agua, si es o no anegable, etc.), de la intensidad del aprovechamiento (frecuencia, cantidad extraída, maquinaria utilizada, personal, etc.) y de las especies que están siendo extraídas. Por esto, a pesar del esfuerzo puesto en hacer un buen manejo nunca se puede tener certeza de que el recurso aprovechado u otros no están siendo dañados a largo plazo. La única forma de no errar en el manejo es tomar medidas precautorias con la finalidad de conservar los recursos. Hay que proteger el recurso tanto de forma “intangibles” (que no se puede tocar, en áreas protegidas sin ningún manejo excepto el de protección), como a través de su manejo sustentable. Ambas medidas aplicadas de manera simultánea permiten asegurar la protección del recurso a largo plazo.

Un aprovechamiento tiene repercusiones no sólo en la especie que está siendo aprovechada, sino también en otras especies. Recuerden el ejemplo del doctor Rodolfo Dirzo sobre las consecuencias en la biodiversidad de la cacería de los herbívoros que explicamos antes. Por otro lado es importante considerar



que el monitoreo nos muestra lo que está sucediendo en un periodo relativamente corto de tiempo. Por esto hay que informarse (leyendo o preguntando a la gente mayor) sobre eventos extremos que hayan ocurrido en el pasado, que no se hayan registrado durante el muestreo y que podrían invalidar nuestros resultados. Por ejemplo, sequías, heladas, fuertes vientos, aparición de ciertos animales en altas densidades (como larvas de alguna mariposa que coman retoños), presencia de cauces de ríos secos que se inundan cuando hay elevadas precipitaciones en las cuencas, lluvias persistentes, etc. En estos casos deben incluirse en el diseño del aprovechamiento alternativas que consideren las consecuencias de estos eventos si llegasen a suceder.

Asimismo hay que tomar en cuenta los daños en el ambiente. Muy pocas personas tienen la curiosidad o la posibilidad de ver cómo es un ambiente similar al que ellos utilizan sin estar alterado por el hombre. Esto puede provocar un error de apreciación al observar los ambientes naturales que nos rodean. Varias personas creen que un “pedazo de monte” está en muy buen estado de conservación porque lo comparan sólo con otros ambientes explotados, pero cuando visitan las áreas naturales protegidas descubren su error. En los capítulos siguientes veremos cómo difieren las condiciones entre sitios con y sin aprovechamiento y la importancia de las áreas naturales protegidas.

Hasta aquí se ha descrito qué es un manejo sustentable, pero para realizar el cálculo de tasas de aprovechamiento (las cantidades que pueden extraerse y la frecuencia con que debe cosecharse el recurso) es necesario trabajar con científicos o ingenieros. Un aprovechamiento no es únicamente extraer un recurso, también puede incluir otro tipo de manejos que maximicen la producción y que deben considerarse en cada caso particular. Por ejemplo en el manejo de recursos maderables de la selva puede ser necesario realizar enriquecimiento, deshierbe selectivo, eliminación de lianas, rotación de semilleros, etc.

Ejemplos de proyectos

Existen numerosos proyectos que utilizan el monitoreo de biodiversidad como método para responder ciertas preguntas que sirven de guía para alcanzar los objetivos. A continuación hacemos referencia a algunos ejemplos de objetivos y sus correspondientes preguntas planteados durante el curso-taller sobre monitoreo de biodiversidad y manejo de recursos naturales impartido en la Selva Lacandona.



Ejemplo 1

Objetivo: Determinar cuáles áreas de una reserva deben tener un acceso restringido.

Pregunta: ¿En qué zonas de una reserva se concentran especies endémicas y amenazadas?

Ejemplo 2

Objetivo: Determinar si la restauración de un área funciona como corredor biológico entre dos reservas aisladas.

Preguntas: ¿Ha aumentado la variabilidad genética de determinadas especies indicadoras presentes en las áreas desde que están conectadas por dicho corredor? ¿Existen diferencias entre las especies y densidad de las especies presentes en las áreas y en el corredor a lo largo del año?

Ejemplo 3

Objetivo: Conocer el estado de conservación de una especie que está siendo aprovechada.

Preguntas: ¿Son iguales las variabilidades genéticas de adultos e inmaduros? ¿Varía el cambio en la densidad entre muestreos sucesivos en ambientes con y sin aprovechamiento?

Ejemplo 4

Objetivo: Determinar el efecto de la construcción de una represa.

Preguntas: ¿Cuántas y cuáles especies de anfibios, caracoles acuáticos y peces hay río arriba y río abajo de la construcción? ¿Cuántas especies endémicas y amenazadas han desaparecido o han visto afectada su densidad por la obra? ¿La densidad de mosquitos y de otras especies con larvas acuáticas ha aumentado o disminuido?; asociada a la pregunta anterior ¿se han registrado más o menos casos de personas con paludismo en las zonas aledañas? ¿Se ha modificado la pesca en la región?

Ejemplo 5

Objetivo: Conocer el efecto de plantar árboles como parte de un proyecto de restauración de riberas.

Preguntas: ¿Existen diferencias en la erosión de la ribera entre sitios con y sin árboles plantados? ¿Hay más diversidad de especies vegetales y animales a lo



largo del tiempo en sitios con y sin árboles plantados? ¿Hay diferencias entre las especies y densidades de lombrices y animales del suelo entre sitios donde se han plantado y donde no se han plantado árboles? ¿Existen diferencias entre cómo perciben las personas las riberas con y sin árboles plantados?; es decir, si la gente considera que las riberas con árboles plantados son más, igual o menos bonitas.

Ejemplo 6

Objetivo: Conocer el efecto de dejar “franjas de monte” entre parcelas de cultivos.

Preguntas: ¿Varía la cantidad y diversidad de especies polinizadoras como abejas, escarabajos y abejorros entre cultivos con y sin franjas de monte?; asociada a la pregunta anterior ¿varía la producción de frutos o semillas entre las parcelas con y sin franjas? ¿Cuál es la probabilidad de pérdida por incendio de parcelas con y sin monte? ¿Varía la densidad de animales herbívoros entre parcelas?; asociada a la pregunta anterior ¿cuál es la mortalidad de plantas en parcelas con y sin monte?

Ejemplo 7

Objetivo: Conocer el impacto en el ecosistema acuático de la introducción de un virus que mata las larvas de mosquitos de las especies que transmiten el paludismo.

Preguntas: ¿Cuál es la diversidad de especies de mosquitos y especies afines en dicho lugar? ¿Ha cambiado la diversidad con la introducción del virus? ¿Cuál es la diversidad de consumidores de larvas de mosquitos antes y después de la introducción del patógeno?

Seguramente para cada objetivo que aquí se plantea existen muchas otras preguntas que las mencionadas. En los próximos capítulos hay más ejemplos donde se utiliza el monitoreo de determinados grupos de organismos que reflejan el estado de conservación del ambiente en general.



MANEJO DE RECURSOS NATURALES Y CALIDAD DE VIDA

Julia Carabias

Los seres humanos, al igual que el resto de los seres vivos del planeta, desde nuestro origen hemos dependido de la naturaleza para la supervivencia. Sin embargo, no hemos aprendido a valorarla ni a respetarla, por el contrario, en las últimas seis décadas hemos generado un daño ambiental sin precedente.

Los humanos utilizamos las funciones de los ecosistemas, es decir, el flujo de energía, el ciclo de nutrientes y del agua, así como las interacciones de las especies que los conforman para nuestro beneficio y desarrollo. Estos beneficios que obtenemos de los ecosistemas se conocen como *servicios ambientales* y son de varios tipos: de provisión como la obtención de alimentos, agua dulce, madera, fibras, combustibles; de regulación como el control de la erosión, la estabilidad del clima, el control de enfermedades, la purificación del aire y del agua; de soporte como el reciclamiento de nutrientes, la formación de suelo; y culturales como las actividades recreativas, estéticas o educativas.

Todos estos elementos de la naturaleza, su biodiversidad y servicios ambientales constituyen el patrimonio natural de nuestro país y la base material para el desarrollo presente y futuro. Su diversidad representa una ventaja y una oportunidad para lograr el bienestar social nacional, siempre y cuando se aproveche de manera adecuada. Y precisamente éste es el reto y responsabilidad de nuestra generación.

Sin duda, el principal problema ambiental que enfrentará la humanidad en el siglo XXI es la pérdida de la biodiversidad. Esto es, la desaparición de ecosistemas naturales debida a la deforestación, la extinción de especies por la pérdida de sus hábitats y la sobreexplotación. También habrá pérdida de variabilidad genética a causa de la eliminación de las variedades y razas naturales de las especies.

En realidad, la extinción de especies es un fenómeno natural que ha acompañado la historia de la vida en el planeta. Así como constantemente surgen nuevas especies, del mismo modo otras desaparecen, ya sea paulatina o



abruptamente. Uno de los acontecimientos de extinción masiva de especies ocurrió hace 65 millones de años, cuando los dinosaurios y miles de otras especies desaparecieron, al parecer por la colisión de un meteorito contra la Tierra ocurrida en el litoral norte de Yucatán. Sin embargo, hay una diferencia enorme entre esos episodios de extinción pasados y los que se producen hoy en día. Por un lado, la mayoría de las extinciones actuales son producto de las actividades de una sola especie, la humana, y no de causas naturales. Por el otro, la velocidad de extinción actual es casi 1 000 veces mayor que la que se había registrado anteriormente. La velocidad de extinción en la actualidad es tan grande que impide que los procesos naturales de evolución originen nuevas especies al mismo ritmo.

Debido a que se desconoce el número de especies que existen en la Tierra, es imposible saber con precisión cuántas están en proceso de desaparición. Sabemos, sin embargo, que el grado de amenaza es muy alto: 70% de las plantas superiores endémicas están en riesgo, al igual que 35% de los vertebrados, entre los cuales está la cuarta parte de los mamíferos y la décima parte de las aves.

Entre las principales causas de extinción de las especies está la desaparición de ecosistemas y la sobreexplotación. En México, la tasa anual de deforestación es de alrededor de 1%, con más de 400 000 hectáreas de cobertura vegetal, lo que equivale aproximadamente a una pérdida comparable a la superficie completa que queda de selva en la Lacandona en un año o unas setenta canchas de fútbol cada hora.

La selva del trópico húmedo ocupaba originalmente más de 10 millones de hectáreas en el país. Hoy, de ella, sólo queda 14%. Se ha reducido a 1.4 millones de hectáreas a causa de la expansión de la ganadería durante los últimos cuarenta años. Los remanentes se concentran principalmente en la Selva Lacandona de Chiapas y en los Chimalapas de Oaxaca. Afortunadamente, casi 40% de esta superficie ha sido decretada como áreas naturales protegidas (ANP). La Reserva de la Biosfera Montes Azules en la Selva Lacandona, cuya superficie rebasa las 330 000 hectáreas, es la mayor de éstas.

Los incendios forestales que antes no ocurrían en las selvas también son una causa más de deforestación, y se producen por el mal manejo del fuego en las actividades agropecuarias. El fuego se ha utilizado para abrir nuevas tierras de cultivo mediante el sistema llamado roza-tumba-quema (RTQ), para eliminar de las parcelas los restos del cultivo del ciclo anterior y para estimular el rebrote y crecimiento de los pastos en los potreros o pastizales.



El uso del fuego en los sistemas agropecuarios ha sido una práctica durante muchos siglos, pero las condiciones han cambiado y la RTQ ha dejado de ser funcional: el minifundismo no permite la rotación de tierras, se han perdido o debilitado el conocimiento tradicional y los mecanismos de normatividad comunitaria, y no se siguen los criterios para una quema controlada (quemar en la madrugada, sin viento, abriendo brechas cortafuego, vigilado por un grupo de personas). En cambio, el fuego se aplica con descuido, muchas ocasiones los propietarios de las tierras contratan jornaleros que, sin interés alguno por los riesgos de las quemas, las realizan de la manera más fácil y rápida y con frecuencia se descontrolan. Por otro lado, los programas agropecuarios no han desincentivado el uso del fuego, entre otros factores.

La deforestación anual de las selvas tropicales mexicanas sigue siendo, desgraciadamente, por lo menos del doble del promedio nacional. Pierden cada año 2% de su superficie. No obstante, si consideramos que la deforestación se concentra en las áreas que no están protegidas, entonces la tasa anual fuera de las ANP puede ser casi de 4% anual, tal y como está ocurriendo en Chiapas, particularmente en la región de Marqués de Comillas. A este ritmo de deforestación, en veinticinco años México tendrá este tipo de selva tan sólo dentro de las áreas naturales protegidas.

Lo más lamentable es que la transformación de esta región en actividades productivas, principalmente agropecuarias, no ha servido para su desarrollo. Según datos de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México (Semarnat), en el trópico húmedo habitan 9 millones de personas en casi 32 500 localidades y, a pesar de la riqueza natural existente, en más de 90% de estas localidades viven 4.4 millones de personas en estado de marginación alta o muy alta.

¿Cómo usar y al mismo tiempo conservar la biodiversidad?

La creciente preocupación por la destrucción de los recursos naturales ha llevado a las sociedades y los gobiernos a impulsar alternativas encaminadas a un uso y explotación adecuados de la biodiversidad. Estas alternativas se clasifican en tres rubros: 1) protección y conservación de los ecosistemas naturales y su biodiversidad en áreas naturales protegidas; 2) uso sostenible y equitativo de los recursos naturales con la perspectiva de mejorar las condiciones de vida de toda la población, y 3) restauración de las áreas deterioradas.



Protección y conservación en áreas naturales protegidas

Las áreas naturales protegidas son la mejor opción para conservar la biodiversidad. Se definen como las áreas marítimas y terrestres de un país destinadas especialmente a la protección de la diversidad biológica y de sus recursos naturales y culturales. En estas áreas también se pretende garantizar la provisión de bienes y servicios ambientales indispensables para la sociedad.

En México hay 164 áreas naturales protegidas que ocupan una superficie de 23 millones de hectáreas. La Selva Lacandona tiene siete áreas naturales protegidas que ocupan alrededor de 415 000 hectáreas. La más importante es la Reserva de la Biosfera Montes Azules.

Para que las reservas cumplan con sus objetivos requieren lo siguiente: 1) un decreto legal que defina sus límites y categoría; 2) un programa de manejo que especifique las actividades que pueden realizarse y las que están prohibidas; 3) personal que las atienda y dirija; 4) infraestructura para la operación del personal y los visitantes; y 5) recursos económicos suficientes para cumplir con estas funciones.

Uso sostenible de los ecosistemas naturales

El desarrollo de las sociedades se basa en los ecosistemas naturales como fuentes de un sinfín de recursos. Cuando se realiza adecuadamente, la extracción de organismos de la naturaleza no implica la transformación profunda o la destrucción de los ecosistemas; por el contrario, hace posible que los usemos de forma permanente.

Conocimiento indígena tradicional. A lo largo de su historia las culturas indígenas han acumulado conocimientos empíricos sobre los usos que se les pueden dar a las especies y sobre el funcionamiento de los ecosistemas. Este conocimiento es la base de tecnologías tradicionales amigables con el ambiente; es decir, que no dañan los ecosistemas naturales. Por ejemplo, sabemos que más de 5 000 especies de plantas de las más de 25 000 que existen en México son utilizadas para diferentes fines por las comunidades indígenas y campesinas.

Una característica distintiva de las formas tradicionales de explotación natural es el aprovechamiento de varios recursos de un mismo ecosistema, sin especializarse en extraer una sola o pocas especies. Esta práctica conserva la integridad de los ecosistemas y también permite aprovechar mejor el potencial de los recursos disponibles en las diferentes épocas del año, de modo que se satisfacen distintas necesidades.



Manejo productivo de la vida silvestre. En la actualidad se realizan esfuerzos para diversificar el uso de los ecosistemas. Cuando las comunidades rurales extraen de manera racional algunas especies silvestres de los ecosistemas y reciben una retribución justa y competitiva por la venta de estos recursos, se logra el doble propósito de resolver una necesidad de ingreso económico para la gente y de conservar el ecosistema.

Un ejemplo de este enfoque lo tenemos en nuestro país con el establecimiento de un programa para la creación y operación de las denominadas Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA). Las UMA son espacios delimitados en el campo, de propiedad privada, ejidal o comunal, donde se autoriza la extracción de especies animales y vegetales para su comercialización, siempre que exista un programa de manejo aprobado por las autoridades ambientales. Este programa favorece la protección y la conservación de los recursos bióticos, lo que asegura la continuidad de los procesos ecológicos y la conservación de los hábitats de los organismos. Se espera que a mediano plazo esta práctica reduzca la probabilidad de extinción de especies y que fomente la recuperación de aquellas que están en riesgo. Sin embargo, debemos reconocer que proyectos como las UMA no están exentos de problemas. En particular, aún se carece de un plan de acción que permita comercializar los productos extraídos sosteniblemente en el mercado regional y nacional.

Si bien la madera representa una alta proporción de los recursos vegetales que se extraen de los bosques, hay otro grupo de productos forestales, los recursos no maderables, que pueden ser un complemento sustancial de la economía de los campesinos. Algunos casos notables de estos productos son las hojas de palma camedor o de pita en las selvas húmedas. El gran problema de estos productos es que los precios que se les pagan a los campesinos por ellos generalmente son muy bajos.

Algunos productos forestales no maderables han sido la base de industrias que producen cuantiosas ganancias. Un ejemplo muy famoso fue la extracción de la planta llamada barbasco de las zonas tropicales de México en la década de 1960, a partir de la cual comenzó la producción masiva de anticonceptivos hormonales. La falta de una reglamentación justa ha impedido que los beneficios derivados de estos recursos se distribuyan de forma equitativa entre la población que habita en esa región.



Uso forestal maderable. Desde finales del siglo XX se ha agudizado la preocupación por hacer sostenible la extracción de madera de los ecosistemas forestales, tanto templados como tropicales. Esto se ha debido, en gran medida, a que se ha reconocido el valor de estos ecosistemas, más allá de la propia madera. Es decir, la sociedad también ha empezado a valorar los bosques y las selvas por los servicios ambientales que proveen.

Este cambio de actitud se ha traducido en una reducción de la intensidad de la explotación maderera y ha modificado las prácticas de manejo silvícola para hacerlas menos dañinas del entorno. En México la tendencia empieza a dar resultados positivos, como lo demuestra la creación de programas gubernamentales que promueven la organización y participación de los productores campesinos y que ofrecen, entre otras cosas, una capacitación adecuada. De esta manera se garantiza que haya programas de manejo forestal que definan cuánta madera se puede extraer, cuáles son los árboles que se autoriza cortar y qué acciones deben emprenderse para promover la regeneración del bosque.

Un factor clave del éxito del aprovechamiento forestal sostenible es garantizar que las comunidades productoras forestales obtengan mayores ganancias de las que recibirían si se limitaran a vender los trozos de madera (madera en rollo) directamente. La manera de lograr esto es crear las condiciones para que los productores forestales la trabajen y transformen en productos con más valor de mercado, como muebles, mangos de herramienta, artesanías, vigas y tablonés, etc. Este aumento en las ganancias de los productores reduce la cantidad de madera que deben extraer de los bosques para mantenerse. En la actualidad, la Comisión Nacional Forestal de México (Conafor) está apoyando estos programas.

Agricultura sostenible. Si bien por lo general la agricultura es una actividad productiva que implica la remoción de la cobertura vegetal natural, vale la pena mencionar aquí a la agricultura sostenible como una opción menos dañina para el ambiente, en comparación con la agricultura intensiva que depende de agroquímicos y maquinaria pesada. Para que la agricultura sea sostenible hay que manejar adecuadamente el suelo, el agua y las especies que se cultivan, de manera que la capacidad productiva del agrosistema no se agote.

Algunas personas piensan que la base de la agricultura sostenible está en el conocimiento tradicional indígena que, mediante diferentes técnicas de producción, mantenían durante muchos años la productividad de las parcelas, so-



bre todo cuando la densidad de la población humana era baja. Como ejemplos citemos las parcelas de cultivo múltiple —o policultivos— de los lacandones de Chiapas. Ellos cultivan varias especies en una parcela y obtienen diversos productos a lo largo del año. Además, intercalan el maíz con el frijol, que es una especie capaz de fijar nitrógeno de manera natural, lo que enriquece el suelo. Asimismo, usan semillas de variedades que han sido seleccionadas por décadas y que son resistentes a las condiciones locales. Además, algunos campesinos no queman el suelo, sino que lo preparan a mano para cultivarlo y dejan descomponer los restos vegetales para que se reincorporen los nutrientes al suelo, con lo que prescinden de fertilizantes.

Estas prácticas tradicionales han sobrevivido en diferentes partes del mundo durante siglos. Sin embargo, las políticas de producción agrícola masiva promovidas por el gobierno, sobre todo a partir de la década de 1970, las han desplazado a favor de cultivos dependientes de agroquímicos, semilla mejorada y maquinaria. En el corto plazo esto ha incrementado el rendimiento agrícola, pero también se ha demostrado que estas tecnologías modernas no son sostenibles a largo plazo, ya que contaminan los suelos y el agua, producen erosión y agotan los nutrientes y muchas veces obligan a los campesinos a abandonar las parcelas en un estado de gran deterioro.

La combinación de tecnologías tradicionales y modernas constituye una alternativa agrícola sostenible conocida como agroecología. En México hay ejemplos de esta integración, como las plantaciones orgánicas de café, de plátano y de vainilla, en las que no se usan agroquímicos y donde se conservan algunos árboles nativos del ecosistema original. En los últimos años han surgido mercados importantes para estos productos libres de agroquímicos, lo cual representa un fuerte estímulo para los productores. A pesar de las obvias ventajas ambientales de la agroecología, esta alternativa productiva todavía no forma parte de las políticas de desarrollo rural impulsadas por los gobiernos y sus alcances son aún limitados.

Acuicultura. Se define como la crianza de organismos acuáticos (peces, almejas, acamayás, entre otros) en cuerpos de agua natural o artificial. Tanto la acuicultura comercial como la de autoconsumo constituyen alternativas muy prometedoras para la producción de alimentos, que además generan empleos y promueven el desarrollo regional. Sin embargo, esta actividad necesita organizarse para evitar los conflictos ocasionados por la competencia por el uso de agua y



suelo entre la agricultura y la acuicultura. Asimismo, debe practicarse con especies nativas y es necesario utilizar tecnologías que eviten el uso excesivo de alimento balanceado para los peces, ya que esto acrecienta de manera perjudicial la concentración de nutrientes en el agua, lo que afecta al resto de las cadenas alimenticias.

Ecoturismo y otras formas no tradicionales de turismo. A diferencia del turismo tradicional, el ecoturismo y el turismo no tradicional se centran principalmente en la contemplación y la comprensión de la naturaleza. En los últimos años este turismo ha crecido en forma muy dinámica e incluso superó la tasa de desarrollo del turismo tradicional. El ecoturismo tiene como fundamento la conservación de la biodiversidad y los valores escénicos que proporciona la riqueza natural de los países. Por lo tanto, su impulso está muy ligado al estado del ambiente en cada nación.

Las comunidades locales participan de los beneficios generados por el ecoturismo, lo que mejora sus condiciones de vida. Por cierto, esto último es un requisito importante del ecoturismo, pues es precisamente esta mejoría lo que garantiza la protección del ambiente.

Hay una gran coincidencia entre los objetivos del ecoturismo y los de la conservación ambiental. Las dos actividades tienen en común que se basan en la existencia de áreas naturales protegidas, en el manejo de visitantes a estas áreas de acuerdo con su capacidad de carga, en la promoción de programas de educación ambiental dirigidos a las partes interesadas y en el fomento del conocimiento del área protegida y su biodiversidad.

Restauración ecológica

Consiste en la serie de acciones encaminadas a la recuperación parcial o total de la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas que han sido alterados, casi siempre debido a las actividades humanas. En décadas recientes se ha impulsado la búsqueda de métodos de restauración, entre los que destaca la reforestación. Muchas veces la reforestación no incorpora el conocimiento científico ni tiene una visión de recuperación del funcionamiento original del ecosistema. Por ello, tanto en México como en otros países se han utilizado erróneamente especies exóticas para este fin. Como estas especies no están adaptadas a las condiciones locales, la reforestación tiene poco éxito o, cuando lo tiene, las consecuencias sobre la diversidad nativa llegan a ser funestas. Sin



embargo, cada vez encontramos más programas de reforestación basados en el conocimiento científico, el uso de especies nativas y muchas veces con la participación de los habitantes locales.

Todas las actividades productivas arriba mencionadas utilizan las riquezas naturales sin provocar un daño profundo a la naturaleza y además generan empleos, ingresos y con ellos se mejora la economía de los habitantes que las practican. Cuando las poblaciones humanas viven en un medio ambiente sano, en el que hay disponibilidad de recursos naturales, de agua y aire limpios, y generan sus ingresos a partir de un uso adecuado de los recursos naturales, entonces se mejora la calidad de vida de los habitantes de esas poblaciones.



LA SELVA TROPICAL: MÁS QUE UNA NUMERALIA FANTÁSTICA

Ricardo A. Frías

En el prólogo de su *Manual de zoología fantástica*, Jorge Luis Borges dice que “las posibilidades del arte combinatorio lindan con lo infinito”. El hecho de que este maestro de la ficción se sorprendiera con las posibilidades de seres surgidos de la imaginación de hombres de todas las épocas, justifica nuestra humilde admiración ante lo real. Borges describe en su *Manual* un poco más de 82 animales producto del ensueño humano. Los humanos, a lo largo de nuestro desarrollo consciente, hemos logrado describir 25 000 nemátodos, 45 000 crustáceos, 80 000 arácnidos, un millón de insectos, 100 000 moluscos y 50 000 vertebrados, sólo por mencionar aquellos grupos que son materia de estudio de la zoología. Una simple suma de estos elementos nos sorprende con la cantidad de 1.3 millones de especies de animales. Pero la sorpresa no acaba aquí. Según los cálculos de los especialistas, de estos animales aún faltan por describir o nombrar unos 12 millones; sin embargo, algunos investigadores calculan que sólo de escarabajos pueden existir 30 millones de especies en las selvas tropicales. A esta lista habría que agregar otros organismos como plantas, hongos, bacterias y organismos unicelulares que sin duda alguna aumentarían significativamente el número registrado de pobladores de este planeta.

Es frecuente que nos refiramos a la biodiversidad de un lugar o de un país en especial. Al respecto, México tiene mucho que decir: además de su gran diversidad cultural y de paisajes, posee una de las mayores riquezas naturales de todo el planeta, y las áreas naturales protegidas son los sitios designados para garantizar su permanencia.

Se han identificado quince países —denominados megadiversos— en cuyos territorios en conjunto se encuentra 70% de la biodiversidad mundial; esto es, la mayor concentración de la riqueza biológica. México es uno de ellos y ocupa la cuarta posición, debajo de Brasil, Indonesia y Malasia. Aquí se encuentran entre 9 y 12% de las especies del mundo, cifras que guardan poca proporción con lo que esperaríamos si comparamos que la superficie de México (casi



2 millones de kilómetros cuadrados) representa el 1.4% de las tierras que se localizan por arriba del nivel del mar. Esta enorme riqueza natural se explica por la considerable cantidad de ecosistemas que existen en el territorio nacional. La selva tropical lluviosa es la que mayor número de elementos aporta a esta riqueza.

Por otro lado, las selvas tropicales ocupan aproximadamente 7% de la superficie del planeta, pero guardan más de 50% de su biodiversidad. De toda la superficie de selvas del mundo, sólo 5% están protegidas en reservas o parques nacionales y 57% están en el continente americano. En México, la selva tropical cubría originalmente entre 200 000 y 220 000 km² (del 10 al 11% del territorio nacional). Hoy en día, una parte considerable de ese bosque se ha perdido por diferentes causas.

Las áreas naturales protegidas y la conservación de la Selva Lacandona

Las selvas tropicales en el mundo sufren en promedio una deforestación de 1.2% al año. Esta pérdida de cobertura forestal es en su mayoría motivada por la transformación del bosque tropical en campos agrícolas y ganaderos. México no escapa a estas estadísticas de deterioro ambiental. Una vía para disminuir la deforestación en las selvas mexicanas es delimitarlas en áreas naturales protegidas (ANP). Estas áreas, en particular la Selva Lacandona, han demostrado ser un eficiente mecanismo de conservación de estos ecosistemas. La tasa de deforestación al interior de las ANP es significativamente menor que en sistemas biológicos comparables sin protección. Esto es, existe una menor pérdida de cobertura forestal y de mantos acuíferos dentro de las zonas decretadas como áreas naturales protegidas y con presencia de personal, que en sitios sin decreto y sin acciones de conservación (véase figura 1).

Esta información es relevante, ya que en México la Selva Lacandona es el último remanente de selva tropical de gran extensión con el que aún contamos. En su superficie existen dieciocho grandes cuencas hidrológicas. Esta selva cubría un área original de 1.8 millones de hectáreas, que se ha visto reducida a menos de una tercera parte en el transcurso de las últimas tres décadas. No obstante esta severa disminución en sus dimensiones, la Lacandona alberga la quinta parte de la diversidad biológica de toda la nación (véase cuadro 1) en un área que representa 0.016% del territorio nacional.

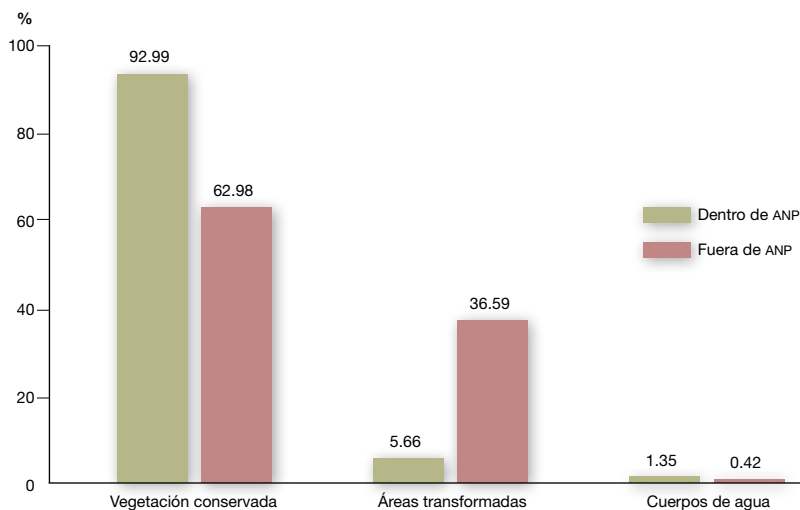


Figura 1. Porcentajes de deforestación en tres tipos de ambientes comparando áreas naturales protegidas y áreas sin protección.

La abundancia e importancia de los recursos naturales que ahí se concentran posiciona a la Selva Lacandona como un sitio estratégico de conservación. Es fundamental fortalecer los esfuerzos de exploración de esta riqueza biológica en el sitio, a través de la descripción de las especies y de los patrones de interacción que explican el funcionamiento del ecosistema. Este tipo de actividad de muestreo y evaluación se conoce comúnmente como monitoreo. Esta región, considerada como una auténtica joya nacional de la biodiversidad, en la

Cuadro 1. Número de especies de diferentes grupos de organismos en México y en la Selva Lacandona

Grupo de organismos	México	Selva Lacandona	%
Mamíferos	477	142	30.2
Aves	1 061	508	47.9
Reptiles	705	79	11.3
Anfibios	290	33	11.4
Mariposas diurnas	1 800	900	50.0
Flora	≈23 000	≈4 500	19.6
Peces (agua dulce)	884	59	6.7
Total	6 221	28 217	22.04



actualidad está sujeta a severos procesos de deterioro que amenazan con destruir su riqueza natural.

Ante esta problemática de deterioro, se han establecido siete reservas federales manejadas por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas que comprenden un total de 419 452 hectáreas de ecosistema predominantemente selvático (véase cuadro 2).

Sólo en la Reserva de la Biosfera Montes Azules es posible identificar trece tipos de vegetación. Además, forma parte de una de las cuencas hidrológicas más importantes de México que alimenta los ríos Lacantún y Usumacinta. Este rol se favorece por la existencia de las lagunas del Ocotol, Ojos Azules, Yan-Ki y El Suspiro, que a manera de una gran presa natural distribuyen agua (probablemente la más limpia y de mayor calidad de todo el país) a todos los valles de la región durante todo el año. En su recorrido por la selva, esta agua va recogiendo nutrientes esenciales que son depositados en el Golfo de México, donde juegan un papel fundamental en el mantenimiento de las poblaciones de peces de esta zona pesquera del país. La riqueza de la selva repercute en niveles tan alejados geográficamente de ella como la economía de los pescadores del golfo y, ciertamente, en nuestra calidad de vida.

Existen muchos beneficios más que la selva nos otorga: desde la limpieza del aire que respiramos, hasta la insustituible labor de los insectos que polinizan las cosechas, entre otros. Pero no deberíamos sorprendernos de la existencia de beneficios insospechados que tal vez no conocemos. Incluso es de espe-

Cuadro 2. Superficie de las áreas naturales protegidas federales mexicanas en la Selva Lacandona

Área natural protegida	Superficie (ha)
Reserva de la Biosfera Lacantún	61 874
Reserva de la Biosfera Montes Azules	331 200
Área de Protección de Flora y Fauna Chan Kin	12 185
Área de Protección de Flora y Fauna Metzabok	3 368
Área de Protección de Flora y Fauna Nahá	3 847
Monumento Natural Bonampak	4 357
Monumento Natural Yaxchilán	2 621
Total	419 452

Fuente: www.conanp.gob.mx

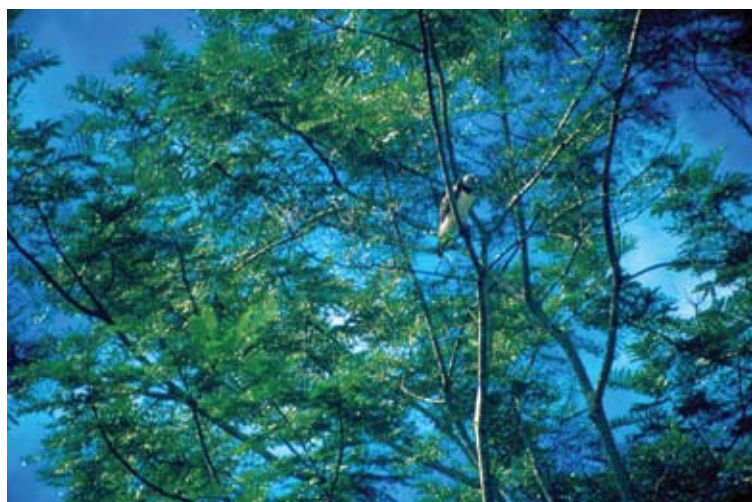


rarse que a lo largo del tiempo y de la dinámica global tan discutida en la actualidad, la importancia de los ambientes naturales y, en particular, de las selvas tropicales cobre cada vez más valor y sentido para nuestra supervivencia. No estar conscientes de esto nos pondrá en una clara desventaja, injustificable ante la pérdida de una riqueza que debería ser considerada estratégica para la nación. El riesgo de perder este patrimonio es un escenario que debería, este sí, extinguirse de nuestro futuro.

La naturaleza en sí misma nos da satisfacción y complementa nuestro sentido de pertenencia a un ambiente natural que, en un pasado lejano, nos dio origen como especie. Somos parte fundamental de esta riqueza y la única especie con potencial para cambiar el destino de las demás. El mismo Borges parece vislumbrarlo al reflexionar sobre la visita de un niño a un zoológico: “Ve por primera vez la desatinada variedad del reino animal, y ese espectáculo, que podría alarmarlo u horrorizarlo, le gusta”.

Primer registro
fotográfico de
águila harpía en
la Reserva de la
Biosfera Montes
Azules.

Foto: Ricardo Frías





LA DIVERSIDAD VEGETAL DE LAS SELVAS HÚMEDAS: MÉTODOS DE EVALUACIÓN

*Miguel Martínez Ramos, Jorge Rodríguez Velázquez
y Gilberto Jamangapé Gómez*

Los bosques: ecosistemas valiosos para la humanidad

Los bosques, ecosistemas donde dominan los árboles, son muy importantes para nuestra vida y para el planeta. De ellos depende el oxígeno que respiramos y muchos de los recursos que usamos (medicinas, madera, alimentos, agua dulce), además de protegernos de desastres naturales (evitan deslaves, inundaciones y enfermedades). En los bosques se encuentra la mayor diversidad de seres vivos. En el mundo existen varios tipos de bosques, a continuación exponemos algunas características de cada uno.

Bosques fríos y templados

En las regiones frías y templadas, en las zonas norte y sur de los continentes y en las partes altas de las montañas, se encuentran los bosques de coníferas donde abundan pinos, abetos, cipreses y otros árboles que producen hojas en forma de aguja y frutos en forma de conos. Estos árboles se mantienen verdes al conservar sus hojas durante todas las estaciones del año. En las regiones templadas, los árboles de los bosques producen hojas anchas y tiran sus hojas al llegar la época invernal. Un ejemplo de estos árboles son el encino y el maple (cuya hoja es el símbolo nacional de Canadá).

Bosques tropicales

Entre el Trópico de Cáncer y el de Capricornio están distribuidos los bosques tropicales, los cuales pueden variar en apariencia y tamaño según la estacionalidad de la lluvia y de la altitud, del tipo de suelo y de la cercanía a la costa del mar. En las regiones tropicales con altitudes bajas (menores a 500 metros sobre el nivel del mar) se localizan los bosques conocidos como *selvas*.

En las regiones donde llueve menos de un metro de agua al año y existe un periodo prolongado de sequía (que puede durar hasta seis meses) se desarrollan los bosques tropicales secos o selvas secas. A estos bosques de estatura



baja (los árboles más grandes no alcanzan más de 12 metros de altura) también se les conoce como *bosques tropicales caducifolios* o *selvas caducifolias*, ya que durante la sequía las plantas desprenden, “tiran”, sus hojas. El término caducifolio indica precisamente este hecho: plantas que tiran sus hojas (de las raíces griegas *caduco* ‘caído’ y *folia* ‘hoja’). Las plantas caducifolias pueden vivir cuando no hay agua disponible porque al tirar sus hojas evitan la pérdida de agua por una fuerte transpiración. Al llegar las lluvias producen rápidamente nuevas hojas y con ellas elaboran el alimento que las nutre en época de crecimiento y las mantiene vivas durante la sequía. Almacenan el agua en sus tallos o en sus raíces, la cual usan cuando el agua escasea.

Cerca de la costa marina, donde el agua dulce de los ríos se mezcla con el agua marina en esteros y lagunas costeras, se encuentran los *manglares*. Son bosques dominados por árboles que pueden vivir en suelos carentes de oxígeno y que contienen mucha sal. Los árboles que habitan allí se les conocen como mangles y se caracterizan por tener raíces especiales: por un lado, raíces en forma de popotes que sobresalen del agua —llamadas neumatóforos— y que les facilitan la oxigenación y, por otro, raíces fuertes en forma de zancos que les permiten soportar la presión provocada por grandes flujos de agua. Además, estos árboles sacan la sal de sus cuerpos a través de concentrar la sal en las hojas que después tiran. En México existen cuatro especies de mangle: *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erectus*.

En las montañas tropicales, entre los 800 y 2200 metros de altitud, se localizan los *bosques mesófilos de montaña*. A estas altitudes la temperatura ambiental es menor que en las tierras bajas variando entre 18 y 23 °C, dependiendo de la altitud. La lluvia es abundante, generalmente mayor a 2 metros de lluvia por año y llega hasta 6 metros. Una característica de estas regiones es la presencia de neblina durante todo el año; por esta razón también se conocen como *bosques tropicales de neblina*. Los árboles son de gran talla, los más altos alcanzan más de 25 metros de altura. En general, los árboles más altos que se exponen a temperaturas bajas en la época de invierno corresponden a especies originarias de las regiones frías y templadas de Norteamérica, tales como encinos, liquidámbar e inclusive coníferas. En el pasado, hace más de dieciséis mil años, durante la última época glaciaria, estos árboles migraron de la parte norte del continente al extenderse las zonas frías hasta Centroamérica. Debajo de los árboles grandes hay plantas que tienen su origen en las regiones tropicales y que pueden desarrollarse protegidas de las temperaturas bajas del invierno gra-



cias a los árboles altos. Los bosques mesófilos de montaña son únicos ya que mantienen muchas especies de plantas de diferentes orígenes biogeográficos.

Selvas húmedas

En las regiones tropicales de tierras bajas, donde la lluvia es abundante y la época de sequía es muy corta o inexistente, se desarrollan los *bosques tropicales húmedos* o *selvas húmedas*. En estos bosques llueve más de 2 metros de agua por año, la temperatura en promedio es mayor a los 23 °C y la altitud no rebasa los 500 metros sobre el nivel del mar. Las selvas húmedas son el ecosistema natural con la mayor diversidad biológica de la Tierra; esto es, viven más especies de plantas, animales y microorganismos que en cualquier otro tipo de ecosistema. Se ha calculado que dos de cada tres especies de flora y fauna se encuentran en estos bosques tropicales. Por ejemplo, en la selva húmeda que protege la Reserva de la Biosfera Montes Azules, en Chiapas, se han encontrado más de 2000 especies diferentes de plantas; en tan sólo 7 hectáreas de terreno existen más de 270 especies de árboles grandes (con troncos que miden más de 10 centímetros de diámetro).

En una selva húmeda los árboles más grandes alcanzan más de 30 metros de altura; en lugares con suelo fértil miden más de 50 metros. Estos árboles grandes forman una bóveda o dosel superior debajo del cual se desarrollan otros árboles de menor tamaño: algunos de hasta 20 metros de altura que forman un dosel medio y otros de 10 metros de altura que conforman un dosel inferior o sotobosque. Se ha calculado que algunas especies de árboles llegan a vivir sólo ocho años (como la papaya silvestre), pero otras varios siglos (como muchas especies de crecimiento lento del dosel superior).

El espeso follaje del dosel influye en el microclima del bosque. La humedad relativa del ambiente aumenta conforme descendemos hacia el suelo, mientras que la temperatura y la luz disminuyen hacia el sotobosque. La temperatura en las partes bajas es varios grados menor que la que se registra en el dosel superior. La cantidad de luz que traspasa el dosel superior y medio y que llega al dosel inferior puede ser sólo de 2% a 6% de aquella que incide sobre el dosel superior.

Además de los árboles, en las selvas húmedas abundan las palmas, los helechos terrestres y las herbáceas. Las palmas tienen forma arbórea pero no forman un tejido leñoso. Diferentes especies de palmas pueden alcanzar tallas máximas desde 1 o 2 metros hasta más de 20 metros de altura, las cuales crecen en el sotobosque toda su vida (la palma xate o camedor), otras alcanzan el dosel



medio (la palma corozo) y otras llegan hasta el dosel superior de la selva (la palma real). Los helechos son plantas inferiores que no producen flores ni semillas y que se reproducen por medio de esporas. Algunas especies de helechos pueden tener forma arbórea que alcanzan más de 8 metros de altura. Las plantas herbáceas de la selva húmeda se caracterizan por poseer hojas muy grandes, algunas miden más de 1 metro cuadrado de superficie, como las de la “hoja elegante” (*Xantosoma robustum*) o las de la “heliconia” o “platanillo” (*Heliconia bibai*).

Sobre los troncos y las ramas de los árboles se desarrollan diversas plantas con otras formas de crecimiento. Las lianas, o bejucos, son plantas leñosas que se enraízan en el suelo y producen tallos muy largos y delgados. Requieren de un soporte para exponer sus hojas en lugares más altos y así recibir mayor cantidad de luz. Este soporte lo encuentran en el tronco de los árboles, por el cual trepan utilizando hojas o ramas en forma de ganchos, espinas o zarcillos. Algunas lianas pueden medir cientos de metros de longitud al subir y bajar entre varios árboles; además producen gran cantidad de follaje al llegar al nivel superior de la selva, lo que hace que la bóveda del bosque sea más cerrada.

Las epifitas (del griego *epi* ‘sobre’ y *phiton* ‘plantas’; es decir, plantas que crecen sobre otras) dependen mecánicamente de los árboles para establecerse y crecer; germinan sobre los troncos o las ramas y allí desarrollan todo o gran parte de su ciclo de vida. Las epifitas más conocidas son las orquídeas, plantas herbáceas (que no forman leño) que producen flores muy elegantes y fragantes. Las bromelias almacenan agua en los espacios que se forman entre las hojas y su centro. Se ha observado que en este micro hábitat, originado por el agua dentro de las bromelias, viven y se desarrollan muchas especies de ranas. Este almacén es muy importante también para la vida de estas plantas, ya que se exponen a una fuerte radiación solar y, por lo tanto, a una fuerte pérdida de agua por evaporación al crecer sobre el dosel alto de la selva.

Otro grupo de epifitas está conformado por los helechos. Un grupo interesante de plantas epifitas son los llamados “árboles estranguladores” o “mata palos”, constituido principalmente por varias especies de “amate” (*Ficus*). Estos árboles germinan sobre las ramas de árboles grandes y al crecer los van cubriendo poco a poco con sus raíces y troncos hasta envolverlos en su totalidad.

Existen otras plantas herbáceas que si bien germinan en el suelo, trepan como lianas a los árboles. Después de alcanzar un cierto tamaño, el tallo se rompe perdiendo su conexión con el suelo, entonces la planta se convierte en una epifita; por ello se les conoce como plantas semiepifitas. Este tipo de vida



se encuentra entre las “araceas”, las cuales tienen hojas muy grandes y elegantes; también existen helechos semiepifitos. Finalmente están las epifitas, formas vegetales simples y minúsculas que crecen sobre las hojas de otras plantas, tales como algas, musgos y hepáticas, además de diversos tipos de líquenes, que son organismos formados por la asociación de hongos y algas.

Anfibios, reptiles, mamíferos arborícolas y varias especies de aves e insectos viven en el dosel medio y superior de la selva. En el dosel medio se localizan mamíferos pequeños como ardillas y todos aquellos que bajan al suelo a buscar insectos, reptiles o semillas. En el sotobosque se encuentran mamíferos de talla considerable como el tigrillo, el ocelote, el tapir y el jaguar. Entre la



Mata palo.

Foto: Manuel Lemus



Mono saraguato.

Foto: Manuel Lemus



hojarasca (hojas, ramas y frutos en descomposición sobre el suelo) habitan microbios, insectos, aves insectívoras y pequeños roedores que hacen sus madrigueras bajo el suelo. En la selva las plantas, los animales y los microbios conviven de manera estrecha y la existencia de estos bosques depende, claramente, de esta convivencia. La diversidad de las selvas húmedas se originó a través de millones de años. Cuando se pierde una selva no es fácil recuperarla.

Importancia de la conservación de las selvas húmedas

La conservación y el estudio de las selvas húmedas son muy importantes, ya que éstas proporcionan una amplia variedad de beneficios para el desarrollo social y la supervivencia del hombre. En el pasado reciente, hace no más de un siglo, las selvas húmedas cubrían cerca de 11 millones de kilómetros cuadrados de la corteza terrestre, lo que representaba cerca de 2% de la superficie de todo el planeta y 7% de la superficie terrestre. Sin embargo, esta extensión se ha venido reduciendo de manera rápida debido a diferentes actividades humanas. En México la selva húmeda cubría 9.1% del territorio nacional (cerca de 18 millones de hectáreas) pero actualmente queda menos de 1.6% (es decir, se ha eliminado cerca de 85% de la extensión original). La deforestación, la tala de árboles y la conversión de las selvas en campos agropecuarios son las principales causas de esta desaparición. A nivel mundial, se estima que durante la última década cerca de 15.6 millones de hectáreas cubiertas con selvas húmedas fueron deforestadas y transformadas a praderas para la crianza de ganado. Se estima que 37% del área original de las selvas en el mundo ha sido destruida por la acción del hombre.

Dada la diversidad biológica y la importancia ambiental y social que tienen estos bosques, su desaparición está provocando grandes problemas biológicos y socioeconómicos. La pérdida de la diversidad es muy alta; miles de especies de plantas y animales se extinguen cada año debido a la deforestación de las selvas. Asimismo, su destrucción ocasiona serios trastornos ambientales como la erosión del suelo, la disminución en la recarga de mantos acuíferos y el incremento en la concentración de CO₂ en la atmósfera. Como se sabe, el aumento de este gas está provocando el “calentamiento global”, es decir el aumento de la temperatura del ambiente en todo el planeta. Se estima que 20% de los gases de efecto invernadero que se liberan a la atmósfera proviene de la quema de selvas y bosques. Además se están perdiendo muchos recursos (me-



dicinales, alimenticios, de construcción, espirituales) de gran valor para las sociedades humanas.

Con el fin de ayudar a disminuir estos problemas, es fundamental tomar conciencia de la importancia de conservar lo que queda de estos bosques. También debemos estudiar y entender cómo recuperar selvas en tierras deforestadas que son improductivas o que pueden servir como corredores que conecten los remanentes forestales. Estos corredores permiten el desplazamiento de plantas y animales, lo que disminuye el riesgo de extinción de especies al facilitar alimento y sitios que son necesarios para su desarrollo y reproducción.

Cómo conocer la diversidad de árboles en una selva húmeda

Una forma de evaluar la diversidad de un bosque es a través de contar e identificar las plantas que quedan dentro de un área de muestreo. El tamaño, número y forma de las áreas de muestreo varían según las necesidades de la investigación. Un método rápido y común para conocer la cantidad de especies de árboles de un bosque es el censo por “transectos Gentry”; su nombre se debe al doctor Alwyn Gentry, quien desarrolló esta técnica. Éste consiste en ubicar 10 puntos que estén distanciados entre sí al menos 120 metros en un área de bosque. En cada punto se coloca una estaca (de madera u otro material sólido) y se fija a ella una cuerda de 50 metros de largo, la cual se extiende dirigiéndola hacia otro punto que se elige sin tener ninguna preferencia. Un metro a la derecha y un metro a la izquierda de la cuerda se registran todos los árboles de cierto tamaño (generalmente aquellos que tienen un tronco de 1 centímetro de diámetro o más a la altura del pecho) (véase figura 1). Para identificar los árboles es importante contar con la ayuda de un experto y/o coleccionar muestras de hojas y ramas que tengan flores o frutos. Al finalizar el censo de los diez transectos, se cuenta cuántos árboles de cada especie diferente se encontraron. Con esta información es posible conocer la diversidad y abundancia de árboles en un sitio, pero dado que la selva es muy diversa, se requiere repetir este ejercicio en otras áreas del bosque con topografía o suelo diferente para obtener la totalidad de especies. Por ejemplo, en la selva aledaña a la Estación Chajul, Chiapas (véase el capítulo “Estaciones de campo para la conservación de las áreas naturales protegidas”, en esta misma publicación) sólo una de cada dos especies que se localizan en la vega del río Lacantún se encuentra en la sierra del Chaquistero (también ubicada en la Reserva de la Biosfera Montes Azules).

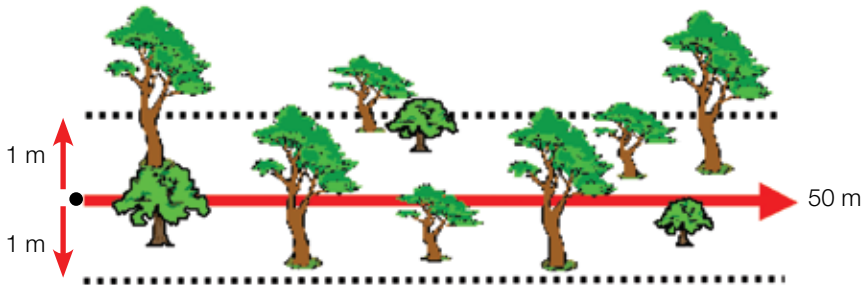


Figura 1. Transecto de muestreo tipo Gentry utilizado para estimar la abundancia y diversidad de una comunidad arbórea.

Esto quiere decir que entre estos dos ambientes únicamente se comparte 50% de las especies. Uno sabe que realizó una buena evaluación de la diversidad cuando al añadir más transectos ya no se registran especies nuevas.

Parcelas permanentes de monitoreo de la vegetación

Si además de conocer la diversidad queremos entender cómo es la dinámica de las plantas (nacimiento, crecimiento y muerte) debemos aplicar la técnica de parcelas permanentes y un programa de monitoreo. Esta técnica consiste en realizar censos de árboles ubicados dentro de una superficie de muestreo delimitada, llamada parcela. Al inicio se marcan los árboles con una etiqueta numerada que se coloca en el tronco procurando no dañarlo; la etiqueta permite dar seguimiento a cada árbol individual para saber su desarrollo (véase figura 2). Además, alrededor del tronco de cada árbol se pinta una marca de color visible a 1.3 metros del suelo, la cual es imprescindible para medir siempre en el mismo lugar el perímetro del tronco de cada árbol (véase figura 3). Al medir de un año al otro este perímetro uno puede saber qué tanto creció el árbol. Para calcular el diámetro del tronco del árbol a la altura del pecho del observador, medida conocida como DAP, se divide el perímetro entre 3.1416 (esto supone que la superficie transversal del tronco tiene forma circular). Para conocer cuántos árboles mueren, nacen y la velocidad con la que crecen deben llevarse a cabo censos repetidos cada cierto tiempo (por lo general cada año durante más de cinco años). En cada censo se obtienen medidas tales como la altura del



Figura 2. Etiqueta y número de registro de un árbol.



Figura 3. Marca roja en cada uno de los tallos donde se registra el diámetro del tronco cada vez que se realiza el censo de la vegetación.



árbol, la anchura de su copa y el diámetro de su tronco, la cantidad de flores, frutos y semillas producidas.

Las parcelas pueden ser de tamaños y formas diferentes: cuadradas, rectangulares o circulares, esto depende de lo que se quiera investigar; por ejemplo, para plantas herbáceas se requiere de parcelas más pequeñas que para árboles. El área de cada parcela debe ser lo suficientemente grande para contener una buena representación del bosque o de las especies que se vayan a estudiar. En varios países tropicales (Panamá, Perú, Ecuador, Brasil, India, Indonesia) se han establecido parcelas permanentes de 50 hectáreas para estudiar la dinámica de las selvas húmedas. Alternativamente, pueden establecerse varias parcelas pequeñas (por ejemplo de una hectárea) en diferentes lugares del bosque para



lograr esta muestra representativa. En México existen pocos sitios donde se han establecido parcelas permanentes de monitoreo de la vegetación de selvas húmedas. En la Selva Lacandona se han instalado este tipo de parcelas, en las que desde hace dieciséis años se monitorea la comunidad de árboles mayores de 10 centímetros de DAP. También se han llevado a cabo este tipo de investigaciones en la Estación de Biología de los Tuxtlas, Veracruz, en Chamela, Jalisco y en Nizanda, Oaxaca.

La técnica de parcelas permanentes es útil en los estudios que tratan de encontrar formas de aprovechamiento de recursos naturales que no lleven a su sobreexplotación y a su desaparición. En este caso el estudio se dirige a la especie que tiene el recurso, puede ser maderable o no maderable (por ejemplo, hojas, frutos, semillas, leña, gomas). Para ejemplificar este uso de las parcelas podemos mencionar la investigación de las palmas comedor o xate (*Chamaedorea elegans*) realizada en la zona cercana a la Estación Chajul. Las hojas de estas palmas son un recurso no maderable muy apreciado por su valor en el mercado de la floricultura en México y en otras partes del mundo. Estas palmas se han sobreexplotado y en muchas regiones sus poblaciones han disminuido notablemente. Para encontrar cuántas hojas pueden cosecharse sin dañar las palmas, se hizo un estudio en la Reserva de la Biosfera Montes Azules en una parcela permanente, donde se etiquetaron todas las palmas, desde las recién nacidas hasta las más grandes (con más de 1 metro de longitud del tallo). A esta población de más de 1 000 palmas, se le aplicaron diferentes tratamientos de cosecha de hojas. Durante tres años seguidos se monitoreó la supervivencia, el crecimiento y la reproducción de las palmas. Se encontró que para evitar la sobreexplotación se debe cosechar no más de una de cada tres hojas nuevas cada seis meses.

Ejemplos de proyectos

La diversidad de los árboles

Objetivo: Comparar la diversidad de árboles de un bosque conservado y un bosque secundario.

Preguntas: ¿Dónde hay más árboles con DAP mayor de 10 centímetros? ¿Dónde hay más especies arbóreas? ¿Dónde hay más árboles con cualidades para ser aprovechables?



Estructura de edades y disponibilidad de hojas en una población de palmas camedor (Chamaedorea oblongata)

Objetivo: Cuantificar la disponibilidad de hojas y la ganancia económica de su cosecha en una población de palmas camedor.

Preguntas: ¿Cuántas palmas hay por categoría de altura? ¿Cuál es el número promedio de hojas por palma en cada categoría? ¿Cuál es el número de hojas aprovechables? (para esto multiplica 0.17 por el total de hojas contadas en todos los transectos y por 10 para obtener este número por hectárea). ¿Cuál es el número de gruesas por hectárea? (cada gruesa tiene 110 hojas). ¿Cuál es la ganancia económica de una cosecha anual por hectárea? Se estima multiplicando el número de gruesa por hectárea por 15 pesos (valor actual de la gruesa).



EL MUNDO EN SEIS PATAS: LOS INSECTOS Y SU PAPEL EN LA NATURALEZA

Federico Escobar Sarria

Ningún otro grupo de animales en la naturaleza es tan rico en especies como los insectos. Se encuentran en casi todos los ambientes, habitan en los ríos y lagos, la vegetación, el suelo, las cuevas e incluso en el interior de otros seres vivos. Los insectos han estado presentes en la Tierra durante millones de años; aparecieron mucho antes que los seres humanos. Se caracterizan por su gran diversidad de formas, colores y tamaños. Participan en un sinnúmero de procesos ecológicos importantes para el funcionamiento de bosques y cultivos: la polinización de las plantas, la descomposición de la materia orgánica, el reciclaje de nutrientes, la dispersión de semillas y el control de otros insectos considerados como plagas, entre otros. Por lo anterior, al desaparecer ciertos grupos de insectos, se producen cambios en la naturaleza.

Desde el punto de vista humano, algunos insectos son perjudiciales, otros benéficos y la mayoría carecen de importancia directa. Debido a estas diferencias resulta de gran utilidad adquirir conocimientos elementales sobre los insectos. Para ello también necesitamos saber identificarlos, conocer los sitios donde viven, sus fuentes de alimento, su comportamiento y formas de desarrollo.

Por otro lado, los insectos son candidatos ideales para el desarrollo de programas de inventario y monitoreo de la biodiversidad porque cumplen con varios de los requisitos para la selección de grupos, conocidos como indicadores o bioindicadores de diversidad: 1) son abundantes, baratos y sencillos de muestrear; 2) están ampliamente distribuidos; 3) son funcionalmente importantes en los ecosistemas; 4) son sensibles y responden de manera predecible a los cambios derivados de la actividad humana, y 5) están estrechamente relacionados con plantas y vertebrados, por lo tanto pueden utilizarse para conocer la diversidad de otros grupos de organismos.

La idea de organismos bioindicadores obedece a su condición de susceptibilidad —experimentada por dichos seres biológicos— frente a ciertas condiciones del medio; por consiguiente, los organismos empleados o considera-



dos bajo esta categoría serán aquellas especies que, por su ausencia o presencia, indiquen la existencia de un factor crítico que señale el impacto de un cambio, generalmente asociado a las actividades humanas en los sistemas naturales. En otras palabras, un indicador es una medida indirecta de algo que queremos medir, pero que es difícil de estimar de forma directa. Por ejemplo, algunos grupos de insectos se han utilizado para evaluar el efecto de la pérdida y fragmentación de los ambientes naturales; también para conocer la relación entre las prácticas de uso del suelo y su funcionamiento, y para evaluar el impacto de la contaminación de los cuerpos de agua y para la planificación de áreas para la conservación. Así, los indicadores son una herramienta útil para evaluar y monitorear los cambios del medio ambiente causados por las actividades humanas u otros factores ambientales que alteran el estado inicial de un lugar.

¿Qué es un insecto?

A pesar de la diversidad de formas y tamaños de los insectos siempre es posible reconocer un patrón básico. Su cuerpo está dividido en tres partes: cabeza, tórax y abdomen (véase figura 1). No poseen esqueleto interno (como aves, mamíferos o peces), sino externo, semejante a una coraza más o menos dura que protege y sostiene el cuerpo.

El ciclo de desarrollo de la mayoría de los insectos es mucho más complicado que el de otros animales, pues experimentan varios cambios para alcanzar su fase adulta; es decir, no mantiene el mismo aspecto durante su vida.

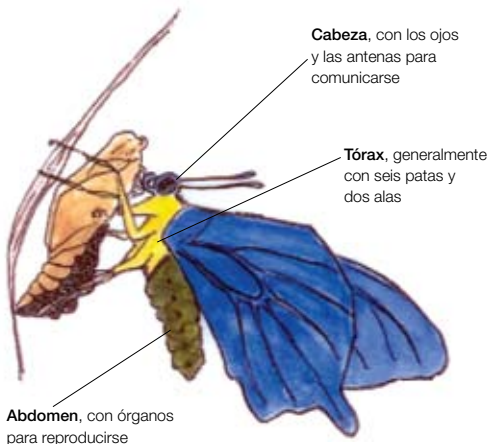


Figura 1. Partes de un insecto.

Ilustración: María Cecilia Villegas



Este proceso, conocido como *metamorfosis*, abarca las siguientes etapas: huevo, larva o ninfa, pupa y adulto. Todo el proceso se llama *metamorfosis completa*; sin embargo, hay insectos que no pasan por todas las etapas de desarrollo, entonces se trata de una *metamorfosis incompleta o gradual*.

¿Por qué los insectos están en todos los ambientes?

Esto se explica por las siguientes características:

- *Alas funcionales*. La posibilidad de volar les permite colonizar nuevos ambientes, encontrar rápidamente alimento y defenderse de sus enemigos.
- *Tamaño pequeño*. Les permite habitar en muchos sitios, debajo de piedras, en la corteza de los árboles, sobre las plantas, al interior de otros animales, sin ser molestados.
- *Metamorfosis*. Este proceso casi exclusivo de los insectos se compone de varias fases: huevo, larva (o estado de alimentación), pupa y adulto (o estado reproductivo). La metamorfosis permite que las larvas y los adultos vivan y se alimenten en diferentes condiciones sin competir por espacio ni alimento.
- *Capacidad reproductiva*. Las hembras adultas son capaces de poner una gran cantidad de huevos. Una mosca, por ejemplo, deposita miles de huevos comparado con una gallina.
- *Intervalo entre generaciones*. El tiempo que transcurre entre dos generaciones, o sea el ciclo de vida completo desde huevo hasta adulto, es muy corto. Una mosca se reproduce cada 11 días, esto quiere decir cerca de 33 generaciones por año; un ser humano, en cambio, puede reproducirse cada 300 días o sea una generación por año.

¿Cómo viven los insectos?

Si clasificamos a los insectos según lo que hacen o la forma como se ganan la vida podemos agruparlos de la siguiente manera (véase figura 2):

- *Defoliadores*. Se alimentan de hojas verdes (larvas de mariposa y chapulines).
- *Chupadores*. Se alimentan de sustancias líquidas producidas por otros seres vivos (piojos y mosquitos).



- *Polinizadores*. Se alimentan del néctar de las flores y resinas de los tallos de las plantas (mariposas y abejas).
- *Depredadores*. Se alimentan de otros insectos (hormigas y avispas).
- *Parásitos*. Utilizan otro animal llamado huésped para vivir y alimentarse (algunas avispas y moscas).
- *Saprófagos*. Se alimentan de plantas y de animales muertos (escarabajos y moscas).
- *Rizófagos*. Se alimentan de raíces de plantas vivas (escarabajos o “gallina ciega”).

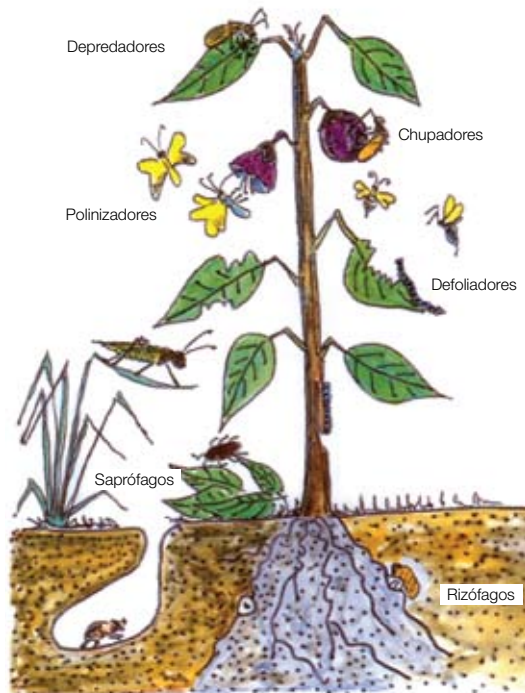


Figura 2. Función de los insectos.

Ilustración: Federico Escobar

Relación entre los insectos y el hombre

Desde que el ser humano se estableció en pequeñas ciudades, la agricultura ha sido una de las principales actividades. Las prácticas agrícolas han permitido sustentar a la población humana en continuo crecimiento. Sin embargo, como consecuencia de esto, cada día se pierden grandes extensiones de bosque, se



producen cambios en el clima y se vierte una gran cantidad de sustancias tóxicas al suelo y a los ríos. En otras palabras, se rompe el equilibrio natural.

En un bosque las distintas y numerosas especies de plantas y animales conviven en un medio que asegura a cada una el alimento y el espacio necesarios para sobrevivir; a esto se le denomina *diversidad*. Los sistemas naturales se autorregulan. Así, a medida que desaparecen especies quedan vacantes o vacíos que con frecuencia no son ocupados y en estos casos el equilibrio se rompe.

Nuestros cultivos *no* son sistemas en equilibrio porque son manejados en forma artificial. Generalmente, se siembra un solo tipo de planta (monocultivo) y se eliminan todas aquellas plantas que “no nos sirven”. Con el propósito de mejorar nuestros cultivos aplicamos fertilizantes e insecticidas para obtener una mayor producción y eliminar los insectos que son dañinos. En otras palabras, estamos creando un medio artificial, inestable y donde los mecanismos naturales no pueden actuar eficientemente. ¿Por qué entonces los cultivos son un foco de atracción para muchos insectos? Porque el alimento es abundante, los enemigos naturales están ausentes por la desaparición de la vegetación natural y la aplicación de insecticidas y porque las plantas están mal nutridas. Todos estos factores son propicios para los *insectos plaga*.

Una de las formas de mantener y, en ocasiones, restablecer el equilibrio en varios sistemas de producción es propiciar la diversificación de los cultivos. Un ejemplo de esto son los cafetales y cacaotales que crecen bajo la sombra de los árboles. Este sistema de producción actúa como reservorio de gran cantidad de especies que participan en procesos muy importantes como la polinización, la descomposición de materia orgánica y el control de plagas, entre otros.

Los insectos son imprescindibles para mantener nuestro planeta. A pesar de que en muchas ocasiones pasan inadvertidos o los detestamos porque nos lastiman, transmiten enfermedades o se comen nuestro alimento, son elementos clave para nuestra supervivencia. Por ejemplo es impensable un mundo sin escarabajos rueda cacas; se ha calculado que en algunos ambientes estos escarabajos entierran 1.5 toneladas de excrementos por hectárea por año, lo que contribuye no sólo a hacer más fértiles los suelos, sino también al control de moscas y parásitos que afectan a los animales domésticos y a los humanos.

Los polinizadores aseguran nuestras cosechas. Se ha estudiado que cultivos rodeados de selva, la cual provee de polinizadores naturales, son más productivos que aquellos alejados de las áreas de bosque, ya que esas plantaciones deben ser polinizadas a mano; además, existen cultivos que poseen polinizado-



res específicos, como la vainilla. Otros insectos como las hormigas, muchas veces consideradas plagas, pueden colaborar a mantener una baja densidad de hierbas no deseadas en cultivos de maíz y frijol; mientras que las hormigas conocidas como “legionarias” o “vagabundas” limpian las casas y los cultivos de insectos no deseados.

Los insectos también se incluyen en la dieta de muchos pueblos. En México se comen chapulines, escamoles (larvas de hormigas) y larvas de determinadas especies de polillas; una investigación realizada en la Universidad Autónoma de México ha contabilizado que en nuestro país se comen 126 especies de escarabajos. Asimismo, en casi todo el mundo se consume miel. En resumen, los aportes de los insectos en nuestra vida son invaluable, además de los beneficios aquí nombrados, son utilizados para extraer medicinas y elaborar ornamentos.

Ejemplos de proyectos

Estos ejemplos están enfocados a responder preguntas relacionadas con el manejo que los humanos hacemos de los distintos ambientes, con el propósito de conocer cuál es el impacto de estas actividades sobre la diversidad de insectos.

Los insectos de la región

Objetivo: Describir y conocer los diferentes tipos de insectos que habitan en la región.

Preguntas: ¿Cuántas formas distintas de insectos se encontraron en cada tipo de ambiente? ¿Cuál podría ser la relación entre los sitios disponibles para vivir y alimentarse (truncos, piedras, hojarasca) y la cantidad de insectos en cada ambiente?

Método: Realizar un recorrido por un bosque y un cultivo, buscar insectos durante dos horas en distintos sitios: en las plantas, en los troncos caídos, bajo las piedras, bajo la corteza de los árboles, en la hojarasca.

Los insectos del agua

Objetivo: Comparar la diversidad de insectos acuáticos siguiendo el curso de un río o quebrada antes de que éste cruce un poblado y después de cruzarlo.



Preguntas: ¿Existen diferencias en la diversidad de insectos acuáticos (número de especies e individuos) entre los sitios escogidos para el muestreo? ¿De qué manera se pueden explicar los resultados?

Método: Formar dos grupos. Uno de ellos hará un recorrido de una hora en el río antes de que cruce el poblado, el otro visitará curso del río después de que ha cruzado el poblado. En cada sitio se obtendrán muestras de insectos mediante la revisión de diferentes sustratos: en las plantas, en los troncos caídos, bajo las piedras, en la hojarasca y en la superficie del agua. Cada grupo debe hacer una descripción del sitio de muestreo y mostrar de forma comparativa sus resultados.

Los escarabajos “rueda cacas”

Objetivo: Comparar la diversidad de escarabajos “rueda cacas” de un bosque y de un pastizal.

Preguntas: ¿Cómo cambia la diversidad de escarabajos “rueda cacas” al pasar de un bosque a un pastizal? A partir de estos resultados explicar ¿cuál es el impacto del reemplazo de las áreas de bosque por pastizales?

Método: Formar dos grupos. Uno de ellos visitará el bosque y el otro el pastizal. En cada sitio se enterrarán en el suelo 10 vasos plásticos de 500 mililitros separados 25 metros entre ellos. Arriba de cada vaso se colocará una muestra de excremento de vaca. El excremento va envuelto en un trozo de tela para mosquitero. Las trampas se dejarán 24 horas en cada sitio. Después recogemos todas las trampas y su contenido. Es importante que los grupos comparen sus resultados.



LOS MAMÍFEROS DE LA SELVA LACANDONA

Carlos Muench

Los mamíferos son animales con gran variedad de formas y tamaños, pero pueden reconocerse por cuatro características comunes: 1) su cuerpo está cubierto de pelo; 2) las hembras tienen mamas o ubres productoras de leche con que alimentan a las crías; 3) tienen labios carnosos para succionar y tomar la leche de la madre; 4) nacen directamente del vientre materno.

En Chiapas se han identificado alrededor de 180 especies de mamíferos. La Selva Lacandona es, sin duda, muy importante para la conservación de este grupo de animales. En esta región se ha verificado la presencia de más de 112 especies de mamíferos, lo que representa una cuarta parte de las especies presentes en México y se ubica como la de mayor riqueza para este grupo en el país. Conforme se realizan más estudios, crece el número de especies reportadas para esta zona, así, el número total de especies de mamíferos que se cree que están presentes es de 142.

En la vida diaria de los pobladores de la Selva Lacandona, los mamíferos silvestres (que habitan naturalmente en la selva) se utilizan como carne de monte. Su importancia en la economía familiar es muy variable según las condiciones de cada comunidad, pero es indudable que practican la cacería para el autoconsumo, para la venta entre los vecinos y a restaurantes, o para el tráfico ilegal de animales vivos.

Los mamíferos silvestres no sólo son necesarios para el hombre por el uso que les da, sino también para el resto de las especies —plantas y animales— con las que comparten el espacio en que viven. Para entender por qué esto es así, debemos conocer un poco más acerca de la gran variedad de mamíferos que existe. Para ello es muy útil dividirlos en grupos más pequeños; es decir, agrupar las especies que se parezcan entre sí en alguna característica, en una palabra, clasificarlos. El sistema de clasificación más reconocido y empleado por los científicos se basa en el parentesco de las especies y se le llama clasificación taxonómica; es parecido a la forma en que hacemos grupos en nuestras familias



a partir de la cercanía de cada pariente. Sin embargo, existen otros criterios para clasificar a los mamíferos que nos ayudan a entender mejor su función en el ecosistema.

Por ejemplo, podemos hablar de los mamíferos que vuelan, los que caminan en la tierra, los que trepan a los árboles y los que nadan en los ríos. Agrupándolos, tenemos una clasificación basada en los “hábitos de movimiento”, y cada grupo que formamos interactúa con el ambiente donde vive de manera distinta, como veremos más adelante. También es diferente el efecto de cada especie de mamíferos sobre su entorno según su tamaño o su “masa corporal”, como dicen los científicos; una vez más, podemos hacer grupos de mamíferos pequeños, medianos y grandes. Por otro lado, un mamífero cumple con una función específica en el ecosistema según lo que acostumbra comer, entonces nuestra clasificación puede ser muy general dividiéndolos en carnívoros y herbívoros (que comen carne o plantas, respectivamente) o muy detallada, de modo que tengamos un grupo para los que se alimentan de insectos y animalitos, aves y mamíferos más pequeños, frutas, hojas, flores, néctar, cortezas o pastos. Cada uno de estos grupos se llama “gremio trófico”. Otro criterio podría ser según la forma de convivencia con otros animales de su especie, o sea si andan siempre en grupo (sociales), como los changos y coatíes, o si están casi siempre solos (solitarios), como los jaguares y los pumas. Incluso, podemos formar grupos de mamíferos de acuerdo con el tamaño del territorio que necesitan para sobrevivir, lo que se llama “ámbito hogareño”, o el tipo de vegetación en el que viven, sus “requerimientos de hábitat”, y qué tanto dependen de ese tipo de vegetación o son capaces de vivir en otro tipo de lugares, lo que se conoce como “especificidad de hábitat”.

Por supuesto, no queremos agrupar a los mamíferos solamente por la diversión de hacerlo. La intención es que pensando en cómo formamos estos grupos, podemos entender mejor el papel que cada especie de mamífero juega en su “comunidad biológica” (el conjunto de plantas y animales con las que convive) y en su “ecosistema” (este mismo grupo de plantas y animales más las cosas no vivas como el agua, el aire y el suelo). Por ejemplo, los mamíferos que comen frutas son muy importantes para las plantas que dan estas frutas, pues estos animales llevan en la panza las semillas que defecarán en lugares lejanos, así otra planta crecerá en un sitio donde no habría podido llegar sola. Este proceso llamado “dispersión de semillas” es, en buena parte, responsable de la composición de las asociaciones vegetales, es decir, al grupo de plantas que



existe en un lugar cualquiera, y por tanto podemos decir que contribuye a darle forma al mundo natural.

Ahora, fijándonos en cómo formamos los grupos, nos queda claro que las plantas cuyas semillas es capaz de dispersar un mamífero herbívoro serán distintas de acuerdo con su tamaño o masa corporal, y las llevará tan lejos como se lo permita el tamaño de su ámbito hogareño y sus hábitos de movimiento. No hay que dejar afuera a los carnívoros, fundamentales en el ecosistema porque controlan las poblaciones de los animales que se comen, permitiendo así un equilibrio entre las especies de herbívoros de cada sitio y evitando que alguna de estas especies se convierta en una plaga. De forma muy parecida, los herbívoros que comen hojas evitan que ciertas plantas crezcan demasiado e impidan el crecimiento de otras especies. Por consiguiente, si en un lugar desaparecen estos animales, su ausencia puede provocar la desaparición de algunas plantas y a su vez producir hambre en otros animales que necesitaban estas plantas (tal es el caso de algunas larvas de mariposas o de polillas que comen sólo las hojas de determinadas especies de plantas) que finalmente también desaparecerán. Esta cadena de desapariciones nos da una idea de lo complicado que son los ecosistemas y las relaciones de las especies que los componen. Reconociendo esta complejidad y conscientes de la gran diversidad de características ecológicas en los mamíferos (los grupos que formamos), vemos por qué es imprescindible conservar estos animales de una región: cada especie, distinta de las demás, cumple una función particular para el ecosistema.

Ya vimos que los mamíferos son importantes en muchos sentidos, pero ¿éstas son las únicas razones para estudiarlos? ¿No es cierto que otros grupos de seres vivos también son fundamentales para el ambiente y para el hombre? Sí, es verdad; pero los mamíferos tienen además ciertas características que los hacen muy útiles cuando uno quiere planear el aprovechamiento de los recursos naturales, o bien evaluar las prácticas con las que los ha aprovechado en el pasado. Entre los mamíferos se encuentran las especies de animales terrestres más grandes que existen. Estos animales de gran masa corporal suelen tener efectos fuertes sobre la forma y composición del ecosistema; asimismo tienen los ámbitos hogareños más grandes, por lo que necesitan de mucho espacio para sobrevivir. En este sentido, si los protegemos conservando la selva que utilizan, también se beneficiarán otras especies que requieren áreas más pequeñas para vivir.



Por otro lado, el de los mamíferos es uno de los grupos biológicos mejor conocidos y más estudiados. Esto hace posible relacionar la presencia o ausencia de una especie de mamíferos con características ecológicas conocidas, con el proceso que puede estar causándola. Algunos ejemplos, quizá burdos: si las especies que desaparecen son las de mayores requerimientos de espacio, como el pecarí de labios blancos, el tapir o el jaguar, entonces el problema puede ser que no hay suficiente área de selva. Si las especies que están desapareciendo son las que la gente prefiere para cazar, como los venados, el pecarí de collar y el tepezcuintle, entonces debemos regular la cacería. Si empiezan a desaparecer las tropas de monos araña, puede significar que los parches de selva que quedan están totalmente aislados entre sí.

Por último mencionaremos que los mamíferos son buenos indicadores de la calidad del ambiente porque son propensos a desaparecer ante distintos procesos derivados de la intervención humana. Sin embargo, la defaunación (desaparición de los animales de una región) suele ser gradual, poco a poco, comenzando con los mamíferos de mayor tamaño como el tapir y el jaguar, afectando a toda la comunidad biológica debido al papel ecológico de estas especies.

Monitoreo de mamíferos

Si realmente queremos saber sobre el estado de las poblaciones de mamíferos en un lugar y de los factores que afectan estas poblaciones, lo que debemos desarrollar es un programa de monitoreo biológico. El monitoreo es una actividad que consiste en recabar información de manera constante sobre el estado del sistema estudiado, en este caso las poblaciones de mamíferos. El análisis de la información permite detectar cambios en el sistema e identificar así las acciones pertinentes para revertir o facilitar estos cambios. En otras palabras, el monitoreo nos ayuda a conocer si el manejo que realizamos es o no el adecuado, y si debemos adaptarlo a nuevas condiciones del sistema.

Pero, ¿cómo conseguimos la información que necesitamos para el monitoreo? Si bien algunos mamíferos son fáciles de ver, como los changos, la mayoría de las especies saben ocultarse muy bien. Algunos sólo salen de noche, o están quietecitos, o simplemente no los vemos porque hay muy pocos. Como puede resultar difícil y complicado observarlos, utilizamos métodos indirectos para detectar su presencia o bien los atrapamos para estudiarlos; para ello em-



pleamos distintos tipos de trampas, como jaulas y redes. Aquí sólo explicaremos dos métodos indirectos: transectos y trampeo fotográfico.

Transectos

Un transecto es un sendero de un largo conocido, que se recorre de manera periódica para buscar huellas, materia fecal, señales de alimentación, dormideros, pelos o huesos que nos indiquen la presencia de un mamífero. A partir de esta información se calculan “índices de abundancia relativa”, esto es, cantidades que pueden compararse entre sitios distintos para tener una idea de qué tantos animales de determinada especie hay en cada sitio respecto al otro. Si en realidad queremos saber cuántos animales hay por hectárea (la densidad de población), no basta conocer los signos de presencia, necesitamos haber visto a los animales directamente. Estas observaciones directas también se realizan durante los transectos, pero debemos acumular muchos kilómetros recorridos para tener suficientes datos y estimar la densidad. Esto se hace fácilmente con animales que no huyen de nosotros, como los monos araña y saraguatos.

Los transectos tienen la ventaja de que pueden llevarse a cabo por pocos observadores y su costo es muy bajo, pero requieren de cierta capacitación para identificar a los mamíferos y sus señales. Si hay dificultad para reconocer una huella, puede fabricarse un molde de yeso para identificarla más tarde.

Trampeo fotográfico

El trampeo fotográfico o fototrampeo se basa en el uso de cámaras fotográficas que están conectadas a un sensor infrarrojo, de manera que la cámara se dispara al “sentir” el calor y el movimiento de un animal (véase figura 1). Este método es la mejor forma de obtener datos sobre especies crípticas, es decir tímidas, que se esconden o que son muy raras. Con estas fotografías puede calcularse un índice de abundancia relativa de cada especie o bien la densidad de población de una o algunas especies, si se tomó en cuenta el tamaño de su ámbito hogareño al decidir el espacio entre cámara y cámara, y si se cubrió una buena parte del área a monitorear.

El trampeo fotográfico permite cubrir áreas grandes con el trabajo de pocas personas; además es más sencillo capacitarse para el uso de las cámaras que para realizar los transectos, pero requiere de un gasto inicial considerable.



Figura 1. Imágenes captadas por cámaras trampa: la cola de un puma y un tigrillo.

Estos dos métodos sirven para monitorear mamíferos medianos y grandes. Ya hemos visto que estas especies funcionan como indicadores ecológicos importantes. Aunque las especies a monitorear dependen de los objetivos del proyecto, en octubre de 1997, durante un taller de monitoreo de la biodiversidad de la selva maya se propuso esta lista de especies indicadoras:

- Tepezcuintle (*Agouti paca*)
- Tapir (*Tapirus bairdii*)
- Temazate (*Mazama americana*)
- Pecarí de collar (*Tayassu tajacu*)
- Coyote (*Canis latrans*)



Zorro gris (*Urocyon cinereoargenteus*)
Jaguar (*Panthera onca*)
Mono araña (*Ateles geoffroyi*)
Mapache del norte (*Procyon lotor*)
Pecarí de labios blancos (*Tayassu pecari*)
Venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*)
Saraguato (*Alouatta pigra*)

Manejo de mamíferos silvestres

Aquí comentaré algunas acciones posibles para el manejo de los mamíferos silvestres, una vez que conocemos su situación gracias al programa de monitoreo.

Muchas son las especies de mamíferos que se aprovechan, sin embargo no hay estudios científicos que avalen las tasas de aprovechamiento para todas ellas. Sobre la región de la Selva Lacandona, en 2001 el doctor Eduardo Naranjo y sus colaboradores investigaron el estado de las poblaciones del tapir, los venados y los pecaríes en la Reserva de la Biosfera Montes Azules y en dos ejidos colindantes. Utilizaron varios métodos para evaluar la sustentabilidad de la cacería: si podría realizarse por mucho tiempo sin que se acaben los animales cazados. Para el tapir, calcularon una densidad poblacional muy baja en las reservas ejidales, alrededor de 20% de lo registrado dentro de Montes Azules, y concluyeron que la cacería de esta especie no es sustentable. El pecarí de labios blancos presentaba una situación aún más crítica.

Los autores proponen que la cacería de subsistencia, o sea aquella que sirve para alimentar a la familia, puede practicarse de manera planificada sin tener efectos graves en la comunidad de mamíferos mayores. Para lograrlo, es necesario realizar un ordenamiento territorial para las comunidades que establezca áreas vedadas temporal o permanentemente a la cacería de especies sensibles a esta práctica. Además, deben establecerse cuotas máximas anuales de cosecha de las especies con mayor productividad y por lo tanto resistentes a la cacería, tales como el tepezcuintle, el armadillo de nueve bandas, el pecarí de collar, el venado temazate y el venado cola blanca. La cacería de estas especies es sustentable si su densidad es igual o más de 60% de la densidad encontrada en un sitio sin presión de caza; pero una mejor estrategia es determinar cuotas para cada especie utilizando los datos del monitoreo. En cuanto al tapir, el jaguar, el pecarí de labios blancos y otras especies amenazadas, la recomendación



es prohibir definitivamente su cacería con mecanismos de control comunales. Si logramos una cacería bien regulada, podremos aspirar a un aprovechamiento comercial de la fauna silvestre, basada en los mismos mecanismos de regulación y legalizada mediante Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA).

Alternativamente, la presencia de mamíferos silvestres e incluso las actividades de monitoreo de sus poblaciones pueden ser aprovechadas como un atractivo más de los proyectos de desarrollo ecoturístico en la región. El trampeo fotográfico produce imágenes muy llamativas, y la búsqueda de huellas es una actividad que complementa el disfrute de un sendero interpretativo.

La cría en cautiverio de mamíferos silvestres es otra alternativa de manejo. Las comunidades indígenas y campesinas tienen diversas especies de mamíferos nativos como mascotas, pero en general no las crían para consumo. Uno de los mamíferos silvestres preferido para la cría en artesanal, por el sabor de su carne, es el tepezcuintle, aunque no tenga una gran vocación para la crianza en cautiverio por sus hábitos solitarios, agresividad y limitada capacidad reproductiva (una cría por parto, hasta dos partos por año). Los criaderos de tepezcuintle, que suelen ser de pocos animales confinados en un recinto o en jaulas, tienen un éxito muy modesto. Existen proyectos de cría en cautiverio de esta especie mejor desarrollados, como el del Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales en Panamá, que considera desde el diseño de las instalaciones, el manejo del plantel de cría, la alimentación y sanidad hasta la socialización temprana de las crías con el criador. Este modelo representa un gran avance técnico, pero no garantiza aún la rentabilidad del criadero, y requiere de un manejo muy cuidadoso, de modo que es difícilmente aplicable en un contexto de microempresa campesina.

Estas y otras opciones hacen posible obtener un beneficio económico de los mamíferos silvestres, pero debemos ser conscientes de que la viabilidad de estas actividades depende de la conservación de los mamíferos en su hábitat natural. Para lograrlo es esencial el mantenimiento de las principales áreas protegidas de la Selva Lacandona: Montes Azules, Lacantún, Chan Kin, Yaxchilán, Bonampak, Metzabok y Nahá (véase figura 2). La conectividad entre estas reservas es un factor de gran relevancia en la persistencia de las poblaciones, por lo que es necesario mantener y reestablecer corredores que permitan el flujo de animales y genes entre ellas. Así, es sumamente importante evitar la deforestación en el área de La Cojolita, la cual conecta el conglomerado Mon-



tes Azules-Lacantún-Bonampak con las reservas de Yaxchilán y Chan Kin y las selvas del Petén en Guatemala. De manera similar, debemos mantener conexiones entre reservas comunitarias y ejidales en las subregiones Marqués de Comillas y Comunidad Lacandona. Hacia el interior de cada comunidad la conectividad del paisaje puede mejorarse reforestando los arroyos, estableciendo cercas vivas y dedicando áreas estratégicas a la producción forestal, con el fin de reestablecer la continuidad entre las áreas forestales remanentes.



Figura 2. Áreas naturales protegidas de la Selva Lacandona y Corredor Biológico Selva Maya Zoque.



EFFECTOS DE LA DESAPARICIÓN DE LA SELVA SOBRE LOS AMBIENTES ACUÁTICOS

Carlos Ramírez Martínez

Conservación de los recursos hídricos y la deforestación

En el estado de Chiapas, la región conocida como Marqués de Comillas se localiza en la subcuenca del río Lacantún, que forma parte de la cuenca del río Usumacinta, uno de los más importantes de México (véase figura 1). El río Lacantún nace en los Altos de Chiapas y en su recorrido atraviesa buena parte del territorio de la Reserva de la Biosfera Montes Azules. La gran cantidad de agua que conduce es de muy buena calidad, con poca contaminación, lo cual permite que en él viva un elevado número de plantas y animales. Tradicionalmente, este río y sus afluentes han sido utilizados para proveer de agua para uso doméstico a las comunidades que habitan en su ribera, además de ser fuente de alimento, ya que los pobladores aprovechan su riqueza mediante la pesca.

Durante muchos años, la región de Marqués de Comillas permaneció bien conservada gracias a que en ella vivía poca gente. Sin embargo, desde hace unos treinta años esta situación cambió con la llegada de grupos de migrantes de otros estados de la República, principalmente Oaxaca, Veracruz y Guerrero, debido a programas de re-ubicación de comunidades rurales impulsados por el gobierno federal. Con la creación de nuevos centros de población creció la demanda de alimentos y materias primas, lo que causó una transformación en los ecosistemas de la zona.

En el caso de los ambientes terrestres se ha talado gran cantidad de hectáreas de selva y, por tanto ha disminuido el número de plantas y animales que habitan en ellas, como las ceibas, la caoba, las guacamayas y los monos, entre otras especies. En los ambientes acuáticos, se ha incrementado la captura de animales (peces, ranas, tortugas, cocodrilos, acamayaz y otros) que viven en el río Lacantún y sus afluentes, lo que ha originado su paulatina desaparición. Pero la pesca no es la única causa de la desaparición de estos organismos, ya que la deforestación de la selva también provoca cambios importantes en estos ambientes. Por ejemplo, cuando se talan y queman áreas de selva, las cenizas



Figura 1. Localización de la subcuenca del río Lacantún.

Tomada de CI, 2008

que caen al río cambian la química del agua, y por consiguiente se produce el desplazamiento de las especies que ahí habitan. Además, con las lluvias, los suelos que quedaron desnudos por la pérdida de la vegetación son arrastrados fácilmente causando tanto el asolvamiento de ríos y arroyos, como la desaparición de áreas de anidación y alimentación de varias especies de peces.

Otro problema que está perjudicando los ambientes acuáticos es el uso de sustancias químicas empleadas en la agricultura y la ganadería (fertilizantes y pesticidas) que contaminan el agua, pues matan a muchos de los organismos de los que se alimentan los peces y generan problemas de salud en la población, como enfermedades de la piel, el estomago y hasta pueden causar cáncer.



Monitoreo en ambientes acuáticos

Por todas estas razones, es necesario implementar diferentes acciones en beneficio de la conservación de la riqueza de nuestros ríos y arroyos, ya que en la medida que éstos conserven su diversidad biológica, las comunidades podrán seguir gozando de sus beneficios. Una de las primeras acciones es realizar un monitoreo para conocer el estado en el que se encuentran los ríos. Para ello es preciso llevar a cabo muestreos periódicos de las poblaciones de peces y otros organismos acuáticos como tortugas, cocodrilos, acamayás, etc. Cabe señalar que muestrear no significa sacrificar animales, más bien los muestreos pueden consistir en sólo observar a estos animales o bien capturarlos cuando se requiera y después liberarlos.

Algunas de las preguntas que podrían responderse realizando un monitoreo del río Lacatún y sus tributarios son:

1. ¿Se encuentran contaminados nuestros ríos y arroyos? De ser así, ¿qué de contaminantes tienen y cuál es su probable origen?
2. ¿La pesca está provocando la disminución de la cantidad de peces y otros animales que viven en los ríos y arroyos? De ser así, ¿qué debemos hacer para evitarlo?
3. ¿La calidad que tiene el agua de los ríos y arroyos nos permite beberla y utilizarla para uso doméstico? De no ser así, ¿qué debemos hacer para poder utilizarla?

A continuación se describen, en forma muy general, algunos de los métodos que se utilizan para monitorear ambientes acuáticos:

Calidad del agua

El muestreo se realiza en forma periódica (se recomienda que sea mensual) a lo largo de uno o dos años continuos. Se utilizan equipos electrónicos de fácil manejo que nos proporcionen información sobre el comportamiento de ciertos parámetros en el momento del muestreo: la temperatura, la cantidad de oxígeno disuelto en el agua, la cantidad de sólidos en suspensión en el agua, el pH del agua, alcalinidad, dureza y el grado de turbidez, etc. Para conocer el tipo de contaminantes en el agua o en los sedimentos, es necesario tomar muestras y



posteriormente analizarlas en laboratorios que cuentan con el personal capacitado y el equipo adecuado.

Peces

Se recomienda que al menos se lleven a cabo dos muestreos a lo largo del año (tiempo de secas y lluvias). Se colocan principalmente redes fijas (redes agalleras) en sitios de remanso por una o dos horas, o bien otras impulsadas por el hombre (chinchorros playeros), con las cuales se hace un muestreo de sitios de playa por al menos una hora; en otros casos se utilizan trampas y anzuelos. Los peces que se capturan se miden, pesan y examinan para ver si no tienen enfer-



Pobladores de Marqués de Comillas pescando en el río Lacantún.

Foto: Carlos Ramírez



Figura 4. La zona ribereña es importante para lograr la conservación de los ambientes acuáticos de las selvas.

Foto: Manuel Lemus



medades aparentes. A veces es necesario sacrificarlos para conocer su sexo, estado reproductivo, hábitos de alimentación a través de la revisión del contenido de sus intestinos, y verificar si padecen algún tipo de enfermedad. Para llevar a cabo su identificación taxonómica deben fotografiarse y enviarse a laboratorios que cuentan con equipo y especialistas que realizan esta actividad.

Macro Invertebrados Acuáticos (MIA)

Los MIA son pequeños organismos que viven en el agua, como larvas de insectos, moluscos (caracoles) y crustáceos (acamayas), que nos sirven para saber si los ríos están contaminados con agroquímicos y pesticidas. Su muestreo se lleva a cabo periódicamente (se recomienda que sea cuatrimestral) y se emplean redes de cuchara a lo largo de transectos de 50 a 100 metros. Los organismos capturados se fijan en alcohol al 70% y para su identificación se utilizan guías impresas. Su presencia o ausencia sugiere la existencia de contaminantes en el agua; para comprobarlo deben realizarse análisis de calidad del agua como los descritos anteriormente.

Una vez que conocemos los resultados del monitoreo, debemos implementar acciones para proteger los ecosistemas acuáticos en caso de que aún estén en buen estado de conservación, o bien recuperarlos en si están deteriorados. Como medidas de protección, se cuenta con el diseño y establecimiento de instrumentos de administración pesquera como los planes de ordenamiento y sus reglamentos, los cuales no prohíben la pesca, sino que autorizan que se practique de manera adecuada. Otra acción es conservar en buen estado las zonas ribereñas, así habrá una mayor cantidad de organismos vivos en los ambientes acuáticos de las selvas.

Por su parte, las medidas de recuperación se basan principalmente en la reforestación de áreas deterioradas de la cuenca y las zonas de ribera, la creación de comités de vigilancia que eviten el saqueo de especies vivas, así como el diseño, construcción y operación de unidades de producción acuícola (granjas de peces) que utilicen especies nativas (como mojarras tenguayacas, mojarras castarricas y pejelagartos).

Por último, cabe subrayar que el aprovechamiento de los recursos hídricos requiere de la participación de todos los habitantes de las comunidades, quienes serán los principales beneficiarios y responsables de que se mantengan bien conservados.



ESTACIONES DE CAMPO PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

Javier de la Maza

Las áreas naturales protegidas (ANP) se crean con un objetivo de beneficio público para garantizar que se mantenga la biodiversidad y se permita la continuidad de los procesos evolutivos de la flora y fauna, asegurando así que la sociedad cuente, a largo plazo, con los servicios ambientales que generan los ecosistemas tales como: protección de cuencas hidrológicas; captación de agua; protección contra la erosión; mitigación del cambio climático; conservación del acervo genético entre otros.

La creación de ANP en todo el mundo nos ha enseñado que no basta con un decreto o una ley para que éstas se conserven. Las tareas de conservación son realmente una actividad continua que involucra a los gobiernos y a la sociedad, particularmente a las comunidades que viven en ellas y a las organizaciones de la sociedad civil. Para que su conservación sea efectiva es necesario que el personal que opera los proyectos en el campo cuente con infraestructura en sitios estratégicos de manera que pueda ejecutar tanto actividades de vigilancia, protección y recuperación de especies de flora y fauna silvestres, como de investigación, monitoreo, educación ambiental y trabajo con las comunidades.

La presencia permanente y continua de personal vinculado a la conservación de las áreas protegidas produce un efecto inmediato sobre las acciones ilegales que afectan la integridad de las ANP, como son las invasiones de tierra, los incendios, la captura y caza furtiva de fauna silvestre y la extracción ilegal de madera, entre otras.

La infraestructura puede ser de varios tipos según su propósito: casetas de control de acceso y vigilancia, estaciones de campo, centros de visitantes, torres de detección de incendios y albergues o zonas para acampar. Además, estos espacios se convierten en fuentes de trabajo para los habitantes de las comunidades vecinas a las áreas naturales protegidas.

Natura y Ecosistemas Mexicanos, A.C. ha consolidado y construido dos estaciones de campo: la Estación Chajul y la Estación Tzendales en la ribera



del río Lacantún en la Reserva de la Biosfera Montes Azules. La presencia de estas estaciones ha actuado como el elemento central de disuasión para evitar que se invada la ribera y, a su vez, ha permitido conservar zonas muy importantes, especialmente la selva riparia que casi ha desaparecido en la ribera sur del Lacantún. Asimismo, han servido de plataforma y albergue para el lanzamiento de múltiples proyectos de conservación, investigación y difusión en la selva.

Estas dos estaciones, en coordinación con la comunidad lacandona y el gobierno federal —a través de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente— han venido impulsando un conjunto de acciones para lograr la conservación de los ecosistemas naturales y de las especies que por ley protege la Reserva de la Biosfera Montes Azules (RBMA). Las principales líneas de acción son:

- Presencia permanente de personal técnico, de vigilancia y de investigación.
- Contratación y capacitación de habitantes de la localidad para que desarrollen actividades de apoyo en los proyectos de conservación.
- Realización de investigaciones y estudios que permitan conocer y comprender mejor el funcionamiento de un ecosistema tan complejo como es la selva tropical húmeda y de las especies de plantas y animales que la integran, con el objetivo de volver más eficientes las acciones de protección y de uso sostenible de recursos naturales con una visión de largo plazo.
- Monitoreo y recuperación de especies consideradas amenazadas o en peligro de extinción.
- Apoyo operativo y logístico a las autoridades en las acciones de vigilancia y monitoreo para la RBMA.
- Desarrollo de proyectos alternativos para el aprovechamiento sostenido y diversificado de los recursos naturales de la selva, con los ejidos y comunidades colindantes a la RBMA y que están legalmente establecidos.
- Apoyo a los indígenas lacandones para el desarrollo de servicios turísticos vinculados a un uso no destructivo de la selva.
- Ejecución de programas de capacitación, educación ambiental y difusión que permitan integrar a la población local, regional y nacional en el quehacer de la conservación de la RBMA y de las especies de plantas y de animales que la habitan.



Monitoreo en las estaciones de campo

El monitoreo es una actividad periódica que nos permite evaluar presencias, ausencias y tendencias con la finalidad de comprender el comportamiento de una población en un espacio determinado y en el transcurso del tiempo. En el caso de la fauna silvestre en un área natural protegida, el monitoreo es necesario para conocer la distribución, abundancia, ámbitos hogareños y cambios en las poblaciones silvestres, así como para interpretarlos y relacionarlos con el impacto causado por las actividades humanas. Asimismo es fundamental para diagnosticar las acciones específicas que se desarrollarán en materia de conservación y recuperación de las poblaciones en peligro de extinción, y para evaluar las acciones que se están llevando a cabo en la zona.

BIBLIOGRAFÍA SUGERIDA

- Álvarez, M., et al. 2004. *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá.
- Begon, M., J. Harper y C. Townsend. 1996. *Ecology. Individual, Population and Communities*. Blackwell Sciences, Oxford.
- Bourne Jr., J.K. y J. Stameyer. 2009. El fin de la abundancia. Informe especial. La crisis alimentaria mundial. *National Geographic en Español* 24 (6):30-59.
- Carabias, J. y R. Landa. *Agua, medio ambiente y sociedad: hacia la gestión integral de los recursos hídricos de México*. Universidad Nacional Autónoma de México, El Colegio de México, Fundación Gonzalo Río Arronte, México.
- Conabio (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 2006. *Capital natural y bienestar social*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- De la Lanza Espino, G., S. Hernández Pulido y J.L. Carbajal Pérez (comps.). 2000. *Organismos indicadores de la calidad del agua y la contaminación (bioindicadores)*. Plaza y Valdés, Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional del Agua. México.
- De la Maza, R. 1997. El paisaje. La visión primigenia. En: *Selva Lacandona: Un paraíso en extinción*. Pulsar, México, pp. 29-47.
- Dirzo, R. y A. Miranda. 1990. Contemporary neotropical defaunation and forest structure, function, and diversity: a sequel to John Terborgh. *Conservation Biology* 4:444-447.
- Gaston, K.J. (ed.). 1996. *Biodiversity: A Biology of Numbers and Difference*. Blackwell Science, Oxford.
- Gómez-Pompa, A. 1992. Una visión sobre el manejo del trópico húmedo en México. En: M.A. Vásquez-Sánchez y M.A. Ramos (eds.). *Reserva de la Biosfera Montes Azules, Selva Lacandona: Investigación para su conservación*. Centro de Estudios para la Conservación de los Recursos Naturales (Publ. Esp. Ecósfera 1), Chiapas, pp. 7-18.
- González Soriano, E., R. Dirzo y R.C. Vogt (eds.). 1977. *Historia natural de los Tuxtlas*. Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.



- González-Espinosa, M., N. Ramírez-Marcial y L. Ruiz-Montoya (coords.). 2005. *Diversidad biológica de Chiapas*. Plaza y Valdés, México.
- INE (Instituto Nacional de Ecología). 2000. *Programa de manejo de la Reserva de la Biosfera Montes Azules*. Instituto Nacional de Ecología, México.
- Jacobsen, T.R. 2003. Populating and Environment: Human Growth, Density, and Migration in the Atlantic Forest. En: C. Galindo-Leal y I. de Gusmão Câmara (eds.). *The Atlantic Forest of South America. Biodiversity Status, Threats, and Outlook*. Island Press, Washington, D.C., pp. 426-435.
- Kent, M. y P. Coker. 1992. *Vegetation Description and Analysis. A Practical Approach*. John Wiley & Sons, Nueva York.
- Lazcano-Barrero, M.A. y R.C. Vogt, 1992. Peces de la Selva Lacandona, un recurso potencial. En: M.A. Vásquez-Sánchez y M.A. Ramos (eds.). *Reserva de la Biosfera Montes Azules, Selva Lacandona: Investigación para su conservación*. Centro de Estudios para la Conservación de los Recursos Naturales (Publ. Esp. Ecósfera 1), Chiapas.
- Lebrija, E. 2001. Análisis estructural de la vegetación ribereña en la región de Nizanda, Oaxaca, México. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias-Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Martínez-Ramos, M. 1994. Regeneración natural y diversidad de especies arbóreas en selvas húmedas. *Bol. Soc. Bot. Méx.* 54:179-224.
- Moller, H., et al. 2004. Combining Science and Traditional Ecological Knowledge: Monitoring Populations for Co-Management. *Ecology and Society* 9(3):2.
- Muench, C.E. 2006. Corredores de vegetación y conectividad de hábitat para el tapir (*Tapirus bairdii*) en la Selva Lacandona, Chiapas. Tesis de maestría. Centro de Investigaciones en Ecosistemas, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Myers, N., et al. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403:853-858.
- Naranjo, E.J. 2001. Ecología poblacional y conservación del Tapir en la Selva Lacandona, Chiapas. Informe final del Proyecto R080 Conabio.
- Paulian, R. 1988. *Biologie des Coléoptères*. Éditions Lechevalier, París.
- Pennington, T.D. y J. Sarukhán. 1998. *Árboles tropicales de México. Manual para la identificación de las principales especies*. Universidad Nacional Autónoma de México, Fondo de Cultura Económica, México.
- Peters, C.M. 1996. *The Ecology and Management of Non-Timber Forest Resources*. World Bank, Washington, D.C.
- Ramos-Elorduy, J. y J.M. Pino Moreno. 2004. Los coleoptera comestibles de México. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoológica* 75 (1):149-183.
- Rodiles-Hernández, R. y J. Cruz-Morales. 2004. Capacidades locales para el análisis de las pesquerías en la cuenca del Usumacinta. En: L. Gama, S. Ochoa-Gaona y C. Chiappy (eds.). *Etnopaisaje, trabajo comunitario y manejo y conservación de re-*



-
- ursos naturales*. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, El Colegio de la Frontera Sur, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México, pp. 96-105.
- Rodiles-Hernández, R., *et al.* 2005. *Lacantunia enigmatica* (Teleostei: Siluriformes) a new phylogenetically puzzling freshwater fish from Mesoamerica. *Zootaxa* 1000:1-24.
- Rodrigues, A.L., *et al.* 2009. Boom-and-Bust Development Patterns Across the Amazon Deforestation Frontier. *Science* 324:1435-1437.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa, México.
- Torres-Orozco, B.R y A. Kobelkowsky. 1991. *Los peces de México*. AGT Editor, México.
- Vásquez-Sánchez, M.A. y M.A. Ramos-Olmos (eds.). 1992. *Reserva de la Biosfera Montes Azules, Selva Lacandona: Investigación para su conservación*. Centro de Estudios para la Conservación de los Recursos Naturales (Publ. Esp. Ecósfera 1), Chiapas.
- WCMC (World Conservation Monitoring Centre). 1998. *Freshwater Biodiversity: a preliminary global assessment*. By Brian Groombridge and Martin Jenkins. WCMC-World Conservation Press, Cambridge.
- Wilson, E.O. 1994. *La diversidad de la vida*. Crítica, Barcelona.

Monitoreo de biodiversidad y recursos naturales:
¿para qué? se imprimió en los talleres de
Seprim/HEUA730908AM1, Cerrada de Técnicos
y Manuales 19-52, Col. Lomas Estrella,
09880 México, D.F.
El tiro fue de 1000 ejemplares.

Cuando dejamos “franjas de monte” entre parcelas de cultivos, ¿cambia la cantidad y diversidad de especies polinizadoras como abejas, escarabajos y abejorros que suele haber entre las siembras? ¿Hay más diversidad de especies vegetales y animales a lo largo del tiempo en sitios con y sin árboles plantados? ¿La restauración de un área funciona como corredor biológico entre dos reservas aisladas? ¿En qué zonas de una reserva se concentran especies endémicas y amenazadas? ¿La densidad de mosquitos ha aumentado o disminuido? El objetivo de este manual es invitar a formular y responder preguntas como éstas a través del monitoreo biológico, con el fin de conocer el medio que nos rodea y los recursos que utilizamos y, así, tomar las medidas adecuadas para manejarlos.

Diez autores que han mantenido un profundo contacto con selvas y bosques del sureste de México nos abren una ventana, desde su campo de estudio, para introducirnos y animarnos a hacer monitoreo de la biodiversidad y los recursos naturales. A partir de la descripción de los diferentes niveles en los que se clasifica la diversidad biológica y de una reflexión acerca de cómo usarla y, al mismo tiempo, conservarla, nos conducen hacia contenidos prácticos como el procedimiento básico para conocer la diversidad de árboles en una selva húmeda o la identificación de métodos para el monitoreo de mamíferos. Este manual tiene su origen en el curso-taller sobre monitoreo de diversidad ecológica y manejo de recursos que se imparte en la Selva Lacandona, Chiapas.

Conocimientos, Acciones y Diálogos son los cuadernos en los que el Corredor Biológico Mesoamericano México va dejando constancia del trabajo realizado en favor de la conectividad entre áreas de gran riqueza biológica en nuestro territorio. Son referentes, huellas de utilidad para orientar los empeños de la gran diversidad de actores que trabajan en torno al uso o manejo sustentable de nuestros recursos y la conservación de la biodiversidad. La serie *Conocimientos* contiene algunos de los diagnósticos e investigaciones que van teniendo lugar. *Acciones*, reúne experiencias que van cristalizando alrededor del uso sustentable y la conservación, y *Diálogos* alimenta el intercambio de saberes, son guías, inventarios y manuales de utilidad para los actores involucrados.

SEMARNAT



SECRETARÍA DE
MEDIO AMBIENTE Y
RECURSOS NATURALES



CONABIO
GOBIERNO
FEDERAL



Global
Environment
Facility