

## CONECTAR PERSONAS Y ECOSISTEMAS

**Intente imaginar a la Tierra sin ecosistemas.**

Los ecosistemas son los motores productivos del planeta, comunidades de especies que interactúan entre sí y con el entorno físico en el que viven. Ellos nos rodean en forma de bosques, praderas, ríos, aguas costeras y profundas, islas, montañas, e incluso ciudades. Cada ecosistema representa una solución a un desafío particular de la vida, resuelto durante milenios; cada uno codifica las lecciones de supervivencia y eficiencia a medida que innumerables especies se pelean por la luz solar, el agua, los nutrientes y el espacio. Despojada de sus ecosistemas, la Tierra se asemejaría a las imágenes inhóspitas y sin vida transmitidas desde Marte por las cámaras de la NASA en 1997.

Esa imagen también enfatiza la dificultad de recrear los sistemas naturales mantenedores de vida que proporcionan los ecosistemas si los dañáramos hasta el punto que no pudieran recuperarse. Las tierras fértiles del mundo, por ejemplo, son un regalo de millones de años de procesos orgánicos e inorgánicos. La tecnología puede copiar los nutrientes que la tierra proporciona para los cultivos y la flora nativa, pero a escala global los costos serían inasequibles.

**En todos los aspectos, el desarrollo humano y la seguridad humana están íntimamente vinculados a la productividad de los ecosistemas. Nuestro futuro yace directamente en su constante viabilidad.**

El hecho es que dependemos totalmente de los ecosistemas que nos sustentan. Desde el agua que bebemos hasta los alimentos que comemos, y desde el mar que renuncia a su abundancia de productos hasta el suelo en el que construimos nuestros hogares, los ecosistemas producen bienes y servicios de los que no podemos prescindir. Los ecosistemas hacen que la Tierra sea habitable: purificando el aire y el agua, conservando la biodiversidad, descomponiendo y reciclando los nutrientes, y proporcionando una infinidad de otras funciones cruciales.

Cosechar la generosidad de nuestros ecosistemas afianza nuestras economías y nos proporciona empleos, especialmente en países de ingreso mediano y bajo. La agricultura, la silvicultura y la pesca son responsables de uno de cada dos empleos en todo el mundo y de siete de cada diez empleos en África subsahariana, Asia oriental y el Pacífico. En un tercio de los países del mundo, los cultivos, la madera y los peces aportan más a la economía que los productos industriales. (World Bank 1999b:28–31, 192–195). Solo la agricultura mundial produce USD 1,3 billones en alimentos y fibras por año (Wood et al. [PAGE] 2000).

Además, los ecosistemas alimentan nuestras almas ofreciendo lugares para la expresión religiosa, el disfrute estético y la recreación. En todos los aspectos, el desarrollo humano y la seguridad humana están íntimamente vinculados a la productividad de los ecosistemas. Nuestro futuro yace directamente en su constante viabilidad.

Si nuestra vida en la Tierra es inconcebible sin ecosistemas, entonces necesitamos saber cómo vivir mejor en ellos. El mundo es grande, la naturaleza es resistente y los seres humanos han estado alterando el paisaje por decenas de miles de años; todo esto hace que sea fácil ignorar las señales de advertencia de que las actividades humanas podrían estar dañando la capacidad de un ecosistema de seguir produciendo bienes y servicios.

En efecto, muchos países y sociedades han alterado por completo el paisaje transformando los usos de las ciénagas, las praderas y los bosques, y siguen prosperando. Lo que alguna vez fue una pradera de pasto alto de 200 Mha en el corazón de los Estados Unidos de América se ha transformado casi por completo en campo de cultivo y zonas urbanas. Los bosques que alguna vez fueron extensos en Europa han sufrido básicamente el mismo destino. Estas

transformaciones han producido beneficios evidentes, tales como suministros de alimentos y producción industrial estables, lo que convirtió a los Estados Unidos de América y a algunos países de Europa en líderes económicos. Sin embargo, también imponen costos (deterioro del mantillo, contaminación de pozos y canales, reducción de rendimientos de pesca, y pérdidas de zonas silvestres y lugares pintorescos) que amenazan con destruir la riqueza y la calidad de vida de las que gozan estos países.

No hace falta mirar mucho para ver lo alto que pueden ser los costos de deteriorar los ecosistemas. Las ricas aguas del Mar Negro solían producir más de 700.000 toneladas por año de anchoa, esturión, bonito y otras variedades de peces. Sin embargo, en los últimos 30 años, las presiones humanas han alterado drásticamente la ecología del Mar Negro. Al comienzo de la década de los setenta, la creciente contaminación produjo frecuentes florecimientos de algas. Un rápido crecimiento en la pesca durante la década de los ochenta disminuyó poblaciones de peces clave. En 1982, el golpe final se produjo con la introducción accidental de una criatura similar a una medusa, un ctenóforo americano, que pronto dominó la red de alimentos acuáticos, compitiendo directamente con los peces nativos por los alimentos. Para 1992, la captura de peces en el Mar Negro había disminuido un tercio con respecto a la cantidad anterior (Prodanov et al. 1997:1-2). En la actualidad, la mayoría de los pescadores de los seis países que rodean al mar sacan redes prácticamente vacías, y la industria pesquera que alguna vez fue importante sufre grandes pérdidas de trabajos y ganancias (Travis 1993:262-263).

La degradación del ecosistema mostró un lado diferente a los chinos que vivían a lo largo del río Yangtsé en 1998. En años anteriores, los leñadores habían talado los bosques de las amplias cuencas del río, mientras que los agricultores y los urbanistas vaciaron los lagos y las ciénagas, y ocuparon las llanuras aluviales del río. Mientras tanto, la escasa atención a la conservación de la tierra hizo que 2400 millones de toneladas métricas de tierra se lavaran río abajo por año, sedimentando lagos y reduciendo aún más los amortiguadores que anteriormente absorbían las aguas de crecida (Koskela et al. 1999:342). Cuando lluvias récord cayeron en la cuenca de Yangtzé en el verano de 1998, estas prácticas de deterioro aumentaron las inundaciones, lo que dejó un saldo de 3600 personas muertas, 14 millones de personas sin hogar y

\$ 36 000 millones de pérdidas económicas (NOAA 1998; World Bank 1999a). El gobierno de China actualmente está tratando de restaurar los servicios de control de inundaciones naturales del ecosistema, pero podría demorar décadas y miles de millones de dólares reforestar las pendientes despojadas y recuperar ciénagas, lagos y llanuras aluviales.

## ¿Cuán viables son los ecosistemas de la Tierra?

A pesar de los costos de deteriorar los ecosistemas y de nuestra dependencia de su productividad, es sorprendente lo poco que conocemos acerca del estado general de los ecosistemas de la Tierra o de su capacidad para mantenernos en el futuro. Necesitamos saber: ¿Cuán viables son los ecosistemas de la Tierra actualmente? ¿Cuál es la mejor manera de manejar los ecosistemas para que permanezcan prósperos y productivos a pesar de las crecientes demandas de los seres humanos?

Esta edición especial por el milenio del Informe sobre recursos mundiales, *Recursos mundiales 2000-2001*, intenta responder estas preguntas enfocándose en los ecosistemas como el apoyo biológico de la economía mundial y del bienestar del ser humano. Considera tanto a los ecosistemas predominantemente naturales, tales como bosques y praderas, como a los ecosistemas creados por el hombre, como campos de cultivo, huertas u otros agroecosistemas. Ambos tipos de ecosistemas pueden producir una variedad de beneficios y ambos son fundamentales para la supervivencia humana.

En este capítulo se examina de qué manera las personas dependen de los ecosistemas y se evalúan los factores que impulsan la manera en que las personas utilizan, y a menudo deterioran, los ecosistemas. En el capítulo 2 se evalúa el estado actual de los ecosistemas mundiales y se presentan los resultados de un importante análisis nuevo sobre las condiciones y presiones de los ecosistemas llevado a cabo por el Instituto de Recursos Mundiales, el Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias y muchos otros colaboradores. En el capítulo 3, los estudios de caso ilustran las concesiones implicadas en el manejo de ecosistemas y las formas en las que algunas comunidades respondieron a medida que sus ecosistemas locales se deterioraban. En el capítulo 4 se considera el

desafío más importante de manejar ecosistemas en el siglo XXI para mantenerlos productivos y vitales, incluso a medida que la población y el consumo aumentan.

Todos estos capítulos se enfocan en los bienes y servicios que los ecosistemas producen como medidas fundamentales para la prosperidad del ecosistema. Este enfoque de “bienes y servicios” enfatiza cómo dependemos de los ecosistemas a diario.

## ¿Perder el vínculo?

Es fácil perder el contacto con nuestro vínculo con los ecosistemas a pesar de su importancia. Para los millones de nosotros que dependemos directamente de los bosques y la pesca para nuestra supervivencia, la vital importancia de los ecosistemas es un hecho de la vida cotidiana. Sin embargo, para los millones de nosotros que vivimos en ciudades o barrios residenciales y hemos pasado de trabajar la tierra a trabajar con teclados de computadoras, nuestro vínculo con los ecosistemas es menos directo. Compramos alimentos y prendas de vestir en tiendas y dependemos de la tecnología para producir agua y energía. Damos por hecho que habrá alimentos en el mercado, que el transporte y las viviendas estarán disponibles, y todo a un precio razonable. Con demasiada frecuencia, solo recordamos nuestro vínculo con los sistemas naturales cuando una pesquería colapsa, una represa se seca o la contaminación del aire comienza a enfermarnos; cuando el flujo de los bienes y servicios es alterado. Entonces, de repente, tomamos conciencia del verdadero valor de estos recursos y de los posibles costos económicos y biológicos de su mal manejo.

Desafortunadamente, el mal manejo de los ecosistemas abunda. En todo el mundo, el uso excesivo y el abuso por parte de los seres humanos de los principales ecosistemas desde las selvas tropicales, pasando por los arrecifes de corales hasta las praderas han deteriorado o destruido hectárea por hectárea de lo que alguna vez fue un hábitat productivo. Esto ha dañado, sin lugar a dudas, la vida silvestre, tal como lo demuestra la cantidad de especies en peligro de extinción. No obstante, también ha perjudicado los intereses humanos disminuyendo el flujo de precisamente los recursos y servicios de los que dependemos.

La disminución en la capacidad de producción de los ecosistemas puede tener costos humanos devastadores. Con demasiada frecuencia, los pobres son los

primeros afectados y de forma más directa por la degradación de los ecosistemas. Generalmente, las personas de bajos recursos económicos son las que más dependen de los ecosistemas para su existencia y para obtener dinero; sin embargo, a menudo, son las que menos control tienen sobre cómo se utilizan los ecosistemas y quién obtiene los beneficios de ese uso.

En muchas áreas, la productividad agrícola en descenso, los reducidos suministros de agua dulce, el menor rendimiento de la madera y la pesca en declive ya se han cobrado una cuota importante en las economías locales.

*(continúa en la pág. 19)*

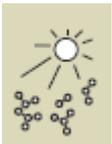
## Cuadro 1.1 Historia de uso y abuso

Muchos de los desafíos que enfrentamos en la actualidad (deforestación, erosión del suelo, desertificación, salinización y pérdida de biodiversidad) ya eran problemas incluso en la edad antigua. Lo que ha cambiado ahora es la magnitud, la velocidad y la naturaleza a largo plazo de los desafíos de la civilización moderna en cuanto a los ecosistemas de la Tierra. Antes de la Revolución Industrial, el deterioro ambiental era mucho más paulatino (se producía durante cientos o miles de años)

y estaba relativamente localizado. Sin embargo, las acciones acumulativas de las sociedades industrializadas de rápido crecimiento han originado problemas más complejos. La lluvia ácida, las emisiones de gases de efecto invernadero, el agotamiento de la capa de ozono, los desechos tóxicos y los extensos accidentes industriales son ejemplos de dichos problemas con consecuencias regionales o globales.

<p>De 7000 a. C a 1800 a. C</p> 	<p>Mesopotamia/Sumeria</p> <p><i>Salinización y anegamiento del agroecosistema de Sumeria</i></p>	<p>Alrededor de 7000 a.C, las personas de esta región (en la actualidad, Iraq en su mayoría) comenzaron a modificar el ambiente natural. Debido a la falta de agua de lluvia suficiente, la tierra debía ser regada para el cultivo, y la demanda de alimentos crecía a medida que la población aumentaba. La tierra regada se salinizó y se anegó. Registros que señalan que “la tierra se volvió blanca” con sal datan de 2000 a. C. Hacia 1800 a. C., el sistema agrícola, la base de la civilización sumeria, colapsó.</p>
<p>De 2600 a. C. al presente</p> 	<p>Líbano</p> <p><i>Uso excesivo y explotación del bosque de cedros del Líbano</i></p>	<p>Hubo un tiempo en el que el Monte Líbano estaba cubierto con un bosque de cedros que era famoso por su belleza y fortaleza. El Templo de Salomón fue construido con cedro de esta zona al igual que muchos barcos fenicios. En el tercer milenio a. C., Biblos se enriqueció con su comercio de madera. Los egipcios usaron la madera de cedro para construcción y usaron la resina para momificación. La explotación continuó a través de los siglos. Solo cuatro pequeñas arboledas quedan en la actualidad.</p>
<p>De 2500 a. C. a 900</p> 	<p>Imperio Maya</p> <p><i>Erosión del suelo, pérdida de la viabilidad del agroecosistema y sedimentación del agua en América Central</i></p>	<p>Los mayas vivían en lo que ahora forma partes de México, Guatemala, Belice y Honduras. Las técnicas agrícolas que usaron fueron creativas e intensivas: limpieza de laderas de la selva, creación de terrazas en los campos para contener la erosión del suelo, drenaje de pantanos cavando canales y uso de la tierra de esos canales para formar campos elevados. Finalmente, se le exigió demasiado a este sistema. La erosión del suelo redujo el rendimiento de los cultivos, y niveles más altos de fangos en los ríos dañaron los campos elevados. Es posible que la disminución en la producción de alimentos y la competencia por el resto de los recursos hayan producido la desaparición de la civilización.</p>
<p>De 800 a. C. a 200 a. C</p> 	<p>Grecia</p> <p><i>Transformación y deforestación en el Mediterráneo</i></p>	<p>En los tiempos de Homero, Grecia todavía estaba cubierta en gran parte con una mezcla de bosques de árboles de hojas perennes y de hojas caducas. Con el correr del tiempo, se eliminaron los árboles a fin de proporcionar tierra para la agricultura, combustible para cocina y calefacción, y materiales de construcción. El excesivo pastoreo impidió la regeneración. El olivo, preferido por su valor económico, comenzó a florecer en la Grecia antigua porque crecía bien en la tierra degradada.</p>
<p>De 200 a. C. al presente</p> 	<p>China</p> <p><i>Desertificación a lo largo de la Ruta de la Seda</i></p>	<p>La fortificación de la Gran Muralla durante la dinastía Han originó el cultivo intensivo de las tierras de labranza en la China del Norte y la China Occidental y el crecimiento de grandes rutas de comercio y de viaje que se conocieron como la Ruta de la Seda. Los desiertos comenzaron a expandirse irreversiblemente en esta área como resultado de las demandas de una población en crecimiento y de cambios climáticos paulatinos.</p>
<p>De 50 a. C a 450</p> 	<p>Imperio Romano</p> <p><i>Desertificación y pérdida de la viabilidad del agroecosistema en África del Norte</i></p>	<p>El desafío de proporcionar alimentos a la población de Roma y a sus enormes ejércitos invadió el imperio. Las provincias de África del Norte, que alguna vez fueron graneros productivos, se degradaron paulatinamente a medida que las demandas de granos por parte de Roma llevaron al cultivo a tierras marginales, propensas a la erosión. La maleza se esparció y algunas áreas intensamente cultivadas quedaron desiertas. Los sistemas de riego</p>

		que usaban los romanos dependían de las cuencas hidrográficas que ya habían sido deforestadas y que actualmente producen menos escorrentías, lo que reduce la posibilidad de restaurar la productividad.
De 1400 a 1600 	Islas Canarias <i>Explotación de recursos humanos y naturales, degradación y extinciones en muchas regiones</i>	Originarios de África del Norte, los guanches fueron un pueblo que habitó las Islas Canarias por más de 1000 años antes de que los españoles llegaran hacia 1400. Los españoles esclavizaron a los guanches, eliminaron los bosques y crearon plantaciones de caña de azúcar. Antes del año 1600, los guanches habían fallecido, víctimas de las enfermedades euroasiáticas y de las condiciones de plantación. Al igual que en las Islas Canarias, regiones en las Américas, África y Asia en las que los pueblos eran forzados a cultivar y exportar cultivos comerciales como azúcar, tabaco, algodón, caucho, bananas o aceite de palma, siguieron sufriendo la deforestación, el daño al suelo, las pérdidas de biodiversidad y la dependencia económica instituida durante la colonización.
1800 	Australia y Nueva Zelanda <i>Pérdida de biodiversidad y propagación de especies invasivas en los ecosistemas de las islas</i>	No había animales de pezuña hendida en Australia y Nueva Zelanda antes de que los europeos llegaran a finales del siglo XVIII y comenzaran a importarlos. A los 100 años había millones de ovejas y reses. El inmenso aumento en animales de pastoreo exterminó muchos de los pastos nativos que no se adaptaron bien al pastoreo intensivo. La biodiversidad de las islas sufrió mundialmente algunas de las pérdidas más drásticas después de que se introdujeron las plantas y los animales no nativos. La flora y la fauna de las islas se habían desarrollado aisladamente durante milenios y, por lo tanto, no tenían depredadores naturales. Muchas especies de aves de las islas, por ejemplo, eran no voladoras y se convirtieron en una presa fácil para los invasores. Se estima que el 90 % de todas las extinciones de aves se produjo en las islas.
1800 	América del Norte <i>Transformación, pérdida del hábitat y matanza descontrolada de la vida silvestre en América del Norte</i>	A medida que la tierra fue despejada para el asentamiento y el cultivo en todo el mundo, los hábitats de animales de casi todos los tipos se redujeron; los animales fueron matados para obtener alimento, pieles o por recreación mientras el comercio se extendía. En América del Norte, manadas de bisontes, que sumaban un total de quizás 50 millones, fueron cazados casi hasta su extinción a fines del siglo XIX. Especies acuáticas y terrestres se volvieron blancos de explotación y extinción. En el siglo XIX, se mató un gran número de ballenas para abastecer a las economías industrializadas que necesitaban aceite de ballena en gran cantidad, principalmente para iluminación y lubricantes. En la costa noroeste de América del Norte, las poblaciones de ballenas estaban a punto de extinguirse hacia el siglo XX.
De 1800 a 1900 	Alemania y Japón <i>Contaminación de los sistemas de agua dulce con sustancias químicas industriales</i>	La Revolución Industrial tuvo un inmenso impacto en las aguas del mundo. Los ríos que corrían por las zonas industriales, como el Rin en Alemania, o ríos que corrían por las zonas mineras, como el Watarase en Japón, quedaron muy contaminados en el siglo XIX. La industria química alemana contaminó el Rin de tal manera que el salmón, que había sido abundante hasta 1765, era escaso en 1914. Hacia 1800, la mina de cobre más importante de Japón desechó residuos de la extracción minera en el río Watarase, y el ácido sulfúrico de las fundiciones contaminó el agua y eliminó cientos de hectáreas de árboles y vegetación de los bosques. Los peces y las aves murieron y los habitantes locales se enfermaron. Hacia 1890, la tasa de natalidad humana descendió por debajo de la tasa de mortalidad en la cercana ciudad de Ashio.
1900 	Estados Unidos de América y Canadá <i>Erosión del suelo y pérdida de biodiversidad en los Estados Unidos de América y Canadá</i>	Las grandes llanuras de los Estados Unidos de América y Canadá fueron labradas a fines del siglo XIX y comienzos del XX, y se plantaron nuevas formas de trigo resistente a las sequías. Una vez que la cubierta herbácea protectora original fue destruida, la sequía en la década de los treinta permitió que las fuertes tormentas de vientos persistentes arrastraran gran parte del suelo seco. Posteriormente, se introdujeron métodos para la conservación del suelo de forma tal que cuando la erosión eólica afectó el área nuevamente en las décadas del cincuenta y del setenta, las consecuencias no fueron tan graves.
De 1928 al	Todo el mundo	Los clorofluorocarbonos (CFC) son una familia de compuestos

<p>presente</p> 	<p><i>Las sustancias químicas industriales disminuyen la capa de ozono del mundo</i></p>	<p>volátiles inventados en 1982. Como se pensó que eran los primeros refrigerantes no inflamables y no tóxicos del mundo, su uso creció rápidamente. También se los usó como solventes industriales, agentes espumantes y propulsores de aerosoles. La producción de CFC alcanzó su pico en 1974, el mismo año en que los investigadores se dieron cuenta de que las emisiones de CFC podrían dañar la salud de los seres humanos y la capa de ozono. En 1985, el descubrimiento de un “agujero en la capa de ozono” sobre la Antártida coincidió con el primer esfuerzo coordinado en forma internacional para eliminar gradualmente la producción de los CFC y otras sustancias nocivas para el ozono. La eliminación gradual de la producción de CFC en todo el mundo está programada para 2010.</p>
---	--	---

## Cuadro 1.2 Conectar ecosistemas y personas

Una profesional de la ciudad en Tokio lee un diario impreso en un árbol convertido en pasta de papel de los bosques de América del Norte. Su comida y sus prendas de vestir provienen de plantas y animales de todo el mundo, algodón y cachemir de Asia, peces de los océanos Pacífico e Índico, carne de las praderas norteamericanas y australianas, frutas y vegetales de tierras de labranzas en cuatro continentes. El café que bebe proviene de las plantaciones tropicales de América Central, pero se prepara con agua de pozos cerca de la ciudad.



En un pueblo de Borneo, los niños van a la escuela por el río, impulsados en barcos largos hechos a mano de árboles locales. En campos de arroz cercanos, las familias cultivan arroz, su principal alimento básico así como una fuente de pimienta, un cultivo comercial, y vino.



Los Shuar del Ecuador Amazónico encuentran refugio en casas con techos de paja hechos de hojas de palmeras locales. También usan los tallos de las hojas de palmeras para tejer canastas y recipientes. Cultivan mandioca, papaya, batata y otros cultivos derivados del bosque tropical para su propia subsistencia y para obtener efectivo. El bosque también es fuente de leña y medicinas así como también de caza y pesca.

**Los ecosistemas nos mantienen. Son los principales productores de la Tierra, fábricas de energía solar que producen las necesidades más básicas: alimentos, fibras, agua. Además, los ecosistemas ofrecen servicios imprescindibles (purificación del agua y el aire, control climático, ciclo de nutrientes y producción del suelo) servicios que no podemos reemplazar a ningún precio razonable.**

## Principales bienes y servicios proporcionados por los ecosistemas

Ecosistemas	Bienes	Servicios
<b>Agroecosistemas</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cultivos de alimentos</li> <li>▪ Cultivos de fibras</li> <li>▪ Recursos genéticos de cultivos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Conservan funciones de cuenca limitadas (infiltración, control de flujo, protección parcial del suelo)</li> <li>▪ Proporcionan hábitat para aves, polinizadores, organismos del suelo importantes para la agricultura</li> <li>▪ Crean materia orgánica del suelo</li> <li>▪ Secuestran el carbono atmosférico</li> <li>▪ Proporcionan empleos</li> </ul>
<b>Ecosistemas Costeros</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Peces y mariscos</li> <li>▪ Harina de pescado (alimento animal)</li> <li>▪ Algas (para alimento y uso industrial)</li> <li>▪ Sal</li> <li>▪ Recursos genéticos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Madera</li> <li>▪ Suavizan los impactos de tormentas (manglares, islas barrera)</li> <li>▪ Proporcionan hábitat para vida silvestre (marina y terrestre)</li> <li>▪ Conservan la biodiversidad</li> <li>▪ Diluyen y tratan los desechos</li> <li>▪ Proporcionan puertos y rutas de transporte</li> <li>▪ Proporcionan hábitat para seres humanos</li> <li>▪ Proporcionan empleos</li> <li>▪ Ofrecen disfrute estético y recreación</li> </ul>
<b>Ecosistemas Forestales</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Madera</li> <li>▪ Leña</li> <li>▪ Agua potable y de riego</li> <li>▪ Forraje</li> <li>▪ Productos que no son de madera (viñedos, bambú, hojas, etc.)</li> <li>▪ Alimentos (miel, hongos, frutas y otras plantas comestibles; caza)</li> <li>▪ Recursos genéticos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Madera</li> <li>▪ Eliminan los contaminantes del aire, emiten oxígeno</li> <li>▪ Ciclo de nutrientes</li> <li>▪ Conservan una variedad de funciones de cuenca (infiltración, purificación, control de flujo, estabilización del suelo)</li> <li>▪ Conservan la biodiversidad</li> <li>▪ Secuestran el carbono atmosférico</li> <li>▪ Suavizan los impactos y extremos meteorológicos</li> <li>▪ Generan tierra</li> <li>▪ Proporcionan empleos</li> <li>▪ Proporcionan hábitat para vida silvestre y seres humanos</li> <li>▪ Ofrecen disfrute estético y recreación</li> </ul>
<b>Sistemas de aguas dulces</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Agua potable y de riego</li> <li>▪ Peces</li> <li>▪ Hidroelectricidad</li> <li>▪ Recursos genéticos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Flujo de agua tampón (controlan tiempo y volumen)</li> <li>▪ Diluyen y arrastran desechos</li> <li>▪ Ciclo de nutrientes</li> <li>▪ Conservan la biodiversidad</li> <li>▪ Proporcionan hábitat acuático</li> <li>▪ Proporcionan corredores de transporte</li> <li>▪ Proporcionan empleos</li> <li>▪ Ofrecen disfrute estético y recreación</li> </ul>
<b>Ecosistemas de praderas</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ganadería (alimento, caza, pieles, fibra)</li> <li>▪ Agua potable y de riego</li> <li>▪ Recursos genéticos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Madera</li> <li>▪ Conservan una variedad de funciones de cuenca (infiltración, purificación, control de flujo, estabilización del suelo)</li> <li>▪ Ciclo de nutrientes</li> <li>▪ Eliminan los contaminantes del aire, emiten oxígeno</li> <li>▪ Conservan la biodiversidad</li> <li>▪ Generan tierra</li> <li>▪ Secuestran el carbono atmosférico</li> <li>▪ Proporcionan hábitat para vida silvestre y seres humanos</li> <li>▪ Proporcionan empleos</li> <li>▪ Ofrecen disfrute estético y recreación</li> </ul>

**Un ecosistema es una comunidad de organismos que interactúan y el entorno físico en el que viven. Cada hectárea del planeta es parte de un ecosistema.**

- En las provincias marítimas de Canadá, el colapso de la pesca de bacalao a principios de la década de los noventa dejó 30 000 pescadores dependientes de pagos de prestaciones sociales del gobierno y diezmó las economías de 700 comunidades solamente en Newfoundland (Milich 1999:628).
- La escasez de agua en las ciudades en China, enormemente agravada por la excesiva extracción y contaminación de fuentes de aguas subterráneas y ríos cercanos, le cuesta a las economías urbanas aproximadamente USD 11 200 millones por año en producción industrial reducida y aqueja a casi la mitad de las principales ciudades de la nación (WRI et al. 1998:120).
- La tala comercial de los bosques de India y la transformación de los bosques para la agricultura han dejado un desastre el sistema tradicional del manejo de los bosques locales por parte del pueblo. Esto trajo escasez de leña y materiales de construcción a muchos de los 275 millones de indios rurales que recurren a los recursos forestales locales (Gadgil and Guha 1992:113–145, 181–214; WCFSD 1999:59). Si este patrón persiste, la pérdida de ecosistemas prósperos será, en última instancia, un freno no solo en las economías locales sino también en el desarrollo nacional y mundial.

### **Adoptar una perspectiva humana**

Todos los organismos tienen un valor intrínseco; praderas, bosques, ríos y otros ecosistemas no existen solo para servir a los seres humanos. Sin embargo, *Recursos mundiales 2000-2001*, examina deliberadamente los ecosistemas y su manejo desde una perspectiva humana porque el uso humano es la fuente principal de presión en los ecosistemas en la actualidad, superando en gran medida los procesos naturales de cambio de los ecosistemas. En el mundo moderno, prácticamente cada uso que los seres humanos hacen de los productos y servicios de los ecosistemas se traduce en un impacto en dichos ecosistemas. Por lo tanto, cada uso se convierte ya sea en una oportunidad para un manejo informado o en un motivo para la degradación.

Sin embargo, el uso responsable de los ecosistemas enfrenta obstáculos básicos. Normalmente, ni siquiera reconocemos a los ecosistemas como unidades cohesivas porque a menudo se extienden a través de límites

administrativos y políticos. Los miramos por partes o nos concentramos en los productos específicos que generan. No entendemos su complejidad, la interdependencia de sus organismos, las propias cualidades que los hacen productivos y estables.

El desafío para el siglo XXI, entonces, es comprender las vulnerabilidades y la resistencia de los ecosistemas de manera tal que podamos encontrar formas de conciliar las demandas del desarrollo humano con las tolerancias de la naturaleza. Eso requiere aprender a ver nuestras actividades a través de los lentes vivos de los ecosistemas. Al final, significa adoptar un enfoque orientado a ecosistemas para manejar el medio ambiente, un enfoque que respete los límites naturales de los ecosistemas y tenga en cuenta sus interconexiones y retroalimentaciones.

## **Fuentes de riqueza y bienestar**

Los ecosistemas no son solo grupos de especies; son sistemas combinados de materia orgánica e inorgánica y de fuerzas naturales que interactúan y cambian. La energía que hace funcionar el sistema proviene del sol; la energía solar es absorbida y convertida en alimento por las plantas y otros organismos de fotosíntesis en la base de las cadenas alimentarias. El agua es el elemento fundamental que circula por el sistema. La cantidad de agua disponible, junto con los extremos de temperatura y la luz solar que recibe el lugar, determina en gran medida qué tipos de plantas, insectos y animales viven allí y cómo se categoriza el ecosistema.

Los ecosistemas son dinámicos, rehaciéndose constantemente, reaccionando a las alteraciones naturales y a la competencia entre las especies. Es la interacción local, compleja del entorno físico y de la comunidad biológica lo que genera el paquete particular de servicios y productos que cada ecosistema produce; también es lo que hace que cada ecosistema sea único y vulnerable.

La escala también es importante. Un pequeño pantano, una sola duna o una pequeña área de un bosque pueden considerarse como un ecosistema, único en su mezcla de especies y microclima, un micromedioambiente. En una escala mucho más grande, un ecosistema se refiere a comunidades más amplias, un bosque de 100 o 1000 km<sup>2</sup> o un sistema grande de ríos, cada uno de los cuales tiene muchos de esos micromedioambientes.

En esta edición del Informe sobre recursos mundiales se examinan los ecosistemas en una escala aún mayor. Se tiene en cuenta cinco tipos o categorías principales de ecosistemas: praderas, bosques, agroecosistemas, sistemas de aguas dulces y ecosistemas costeros. En conjunto, estos cinco tipos principales de ecosistemas cubren la mayor parte de la superficie de la Tierra y proporcionan la mayoría de los bienes y servicios que las personas obtienen de los ecosistemas. Dividir los ecosistemas de esta forma nos permite examinarlos en una escala global y pensar en términos amplios acerca de los desafíos de manejarlos de manera sustentable.

No obstante, las divisiones entre ecosistemas son menos importantes que los vínculos entre ellos. Las praderas dan lugar a sabanas que se convierten lentamente en bosques. El agua dulce se vuelve salobre a medida que se acerca al área costera. Los ecosistemas polares, insulares, montañosos e incluso urbanos se combinan y contribuyen a la mezcla. Todos estos sistemas están estrechamente unidos en un continuum global de energía, nutrientes y organismos, la biosfera en la que vivimos.

## **Beneficios directos e indirectos**

Los beneficios que los humanos obtienen de los ecosistemas pueden ser directos o indirectos (Daily 1997:1–10; ESA 1997a:1–13). Los beneficios directos se extraen en su mayor parte de las plantas y los animales de un ecosistema en forma de alimentos y materias primas. Estos son los "productos" más conocidos que produce un ecosistema, cultivos, ganadería, pesca, caza, madera, leña y forraje. Los recursos genéticos que derivan de la biodiversidad de los ecosistemas del mundo también proporcionan beneficios directos mediante la contribución de genes para mejorar la cosecha y la resistencia a enfermedades de los cultivos y para desarrollar medicinas y otros productos.

Los beneficios indirectos surgen de las interacciones y la retroalimentación entre los organismos que viven en un ecosistema. Muchos de ellos aparecen en forma de servicios, como control de erosión, y purificación y almacenamiento de agua que las plantas y los microorganismos del suelo proporcionan en una cuenca, o la polinización y dispersión de semillas que producen muchos insectos, aves y mamíferos. Otros beneficios son menos tangibles, pero, no obstante, muy

valorados: el espectacular placer de un atardecer, por ejemplo, o la importancia espiritual de una montaña sagrada o una arboleda forestal (Kellert and Wilson 1993). Cada año, millones de personas realizan peregrinaciones a lugares sagrados al aire libre, vacacionan en regiones pintorescas o simplemente hacen una pausa en un parque o en sus jardines para reflexionar o relajarse. Como la manifestación de la naturaleza, los ecosistemas son el escenario psicológico y espiritual de nuestras vidas.

Algunos beneficios son de naturaleza global, como la biodiversidad o el almacenamiento de carbono atmosférico en plantas y suelos. Otros son regionales; la protección de cuencas que evita inundaciones corriente abajo es un ejemplo. Sin embargo, muchos de los beneficios de los ecosistemas son locales, y estos a menudo son los más importantes ya que afectan de forma directa a las personas en muchos aspectos de sus vidas diarias. Las casas, las industrias y las fincas normalmente obtienen sus suministros de agua de las fuentes locales, por ejemplo. Asimismo, los trabajos relacionados con la agricultura y el turismo son beneficios locales. Los parques urbanos y de barrios residenciales, las pintorescas vistas, y los placeres de los árboles de los jardines y la vida silvestre son productos locales que definen nuestro sentido de pertenencia.

Debido a que muchos bienes y productos de los ecosistemas se disfrutan localmente, se deduce que los habitantes locales son a menudo los que más sufren cuando se pierden estos beneficios. Por este motivo, normalmente son los habitantes locales los que tienen el mayor incentivo de preservar los ecosistemas de los que dependen. De hecho, las personas locales tienen un gran potencial tanto para manejar los ecosistemas de manera sustentable como para dañarlos a través del uso descuidado. Sin embargo, rara vez las comunidades locales ejercen control sobre los ecosistemas que habitan; a medida que el mercado de bienes de los ecosistemas se vuelve cada vez más global, fuerzas económicas externas y políticas gubernamentales pueden abrumar las mejores intenciones locales.

### Cuadro 1.3 Filtración y purificación del agua

En cada etapa de su viaje entre la tierra y el cielo, el agua puede recoger contaminantes y desechos, mientras fluye de un manantial a arroyos, ríos y al mar; cuando se acumula en estanques y lagos; cuando regresa de la atmósfera en forma de lluvia; cuando se absorbe nuevamente en el suelo después de su uso en los campos de cultivo o como aguas residuales de los sistemas de desagüe.

Afortunadamente, los ecosistemas pueden purificar el agua para nosotros.

- Los suelos están habitados por microorganismos que consumen y reciclan el material orgánico, las heces humanas y animales, y otras posibles toxinas y patógenos. Las capas rocosas más profundas de un acuífero pueden continuar con el proceso de purificación a medida que el agua se filtra.
- Las plantas y los árboles mantienen la tierra en su lugar mientras el agua se filtra. La vegetación interactúa con los hongos y los microorganismos del suelo para generar muchas de las capacidades de filtrado del suelo.
- Los cuerpos de agua dulce diluyen los contaminantes en los lugares que se vacían o liberan grandes cantidades de aguas municipales, agrícolas e industriales.
- Las ciénagas interceptan las escorrentías de la superficie, atrapan los sedimentos de las aguas de

crecida, secuestran metales y se distinguen por eliminar el nitrógeno y los minerales del agua. Una hectárea de un pantano de totoras puede consumir tres veces la cantidad de nutrientes que una hectárea de pradera o bosque (Trust for Public Land 1997:16).

Sin embargo, en muchos lugares, estamos presionando la capacidad de la naturaleza de filtrar y purificar el agua. Cuando se despoja a la tierra de la vegetación o se cultiva en exceso, el agua de lluvia fluye corriente abajo, sin filtrar, sobre los suelos compactos y secos. Hemos agotado y transformado la mitad de todas las ciénagas en todo el mundo (Revenge et al. [PAGE] 2000), y agregamos niveles de contaminantes a las ciénagas que sobrepasan sus capacidades naturales de purificación y disolución.

En cierta medida, podemos reemplazar el servicio de limpieza natural de los ecosistemas con plantas de tratamiento de aguas residuales, cloración y otros procesos de desinfección, y con ciénagas artificiales. No obstante, esas opciones en general son costosas y no proporcionan los muchos otros beneficios ofrecidos por los bosques y las ciénagas naturales, tales como hábitat para vida silvestre, espacio abierto y protección contra inundaciones.

### Los costos del agua limpia

A continuación se presentan algunos indicadores locales y globales de nuestra dependencia de los servicios de filtración y purificación del agua que proporcionan los ecosistemas. Los costos humanos y económicos de intentar reemplazarlos pueden ser elevados.

- **Porcentaje de la población mundial que no tiene acceso a agua potable sin contaminar:**

28 %, o tanto como 17000 millones de personas (UNICEF 2000)

- **Cantidad de personas que mueren cada año debido al agua potable contaminada, saneamiento e higiene doméstica malos:**

5 millones. Además, las enfermedades que se transmiten por el agua, como diarrea, ascariasis, dracunculosis, anquilostoma y tracoma afectan a quizás la mitad de la población de los países en vías de desarrollo cada año (WHO 1996).

- **Porcentaje de aguas residuales urbanas en los países en vías de desarrollo que se eliminan en ríos, lagos y aguas costeras sin ningún tratamiento:**

90 % (WRI et al. 1996:21)

- **Cantidad gastada en agua embotellada en todo el mundo en 1997:**

\$42 000 millones (Beverage Industry 1999)

- **Cantidad que los consumidores de EE. UU. gastaron en sistemas de filtración del agua domésticos en 1996:**  
*\$1400 millones (Trust for Public Land 1997:24)*
- **Costo incurrido en los hogares de Yakarta que deben comprar querosén para hervir el agua de la red pública de la ciudad antes de usarla:**  
*Rp 96 000 millones o  
USD 52 000 millones por año (precios de 1987) (Bhatia and Falkenmark 1993:9)*
- **Costo de reemplazo del agua que se perdería si se deforestan trece de los parques nacionales de Venezuela que proporcionan una protección fundamental para los suministros urbanos de agua:**  
*de \$ 103 millones a \$ 206 millones (valor neto actual) (Reid forthcoming:6)*
- **Costo típico de desalinización del agua del mar:**  
*de \$ 1,00 a \$ 1,50 por metro cúbico (UNEP 1999:166)*
- **Cantidad de espacio abierto y zona de alimentación crítica pavimentada cada día en los Estados Unidos de América:**  
*11,7 km<sup>2</sup> (TPL 1997:3)*
- **Valor anual calculado de mejora de calidad del agua proporcionada por las ciénagas en un tramo de 5,5 km del río Alchovy en Georgia, EE. UU.**  
*\$ 3 millones (Lerner and Poole 1999:41)*
- **Costo de construir ciénagas para ayudar a procesar y reciclar las aguas residuales producidas por los 15 000 residentes de Arcata, California:**  
*\$ 514 600 para un sistema de 40 ha (Marinelli 1990). La alternativa de la ciudad era construir una planta de tratamiento de aguas residuales más grande con un costo de \$ 25 millones (Neander n.d.).*

## Cuadro 1.4 Polinización

Para muchas personas, las abejas son simplemente fabricantes de miel por excelencia y los murciélagos son compañeros de los vampiros y la oscuridad. Rara vez, reconocemos que miles de especies de plantas no se podrían reproducir sin su ayuda. El viento poliniza algunas plantas, pero el 90 % de todas las plantas con flores, incluida la gran mayoría de los cultivos de alimentos del mundo, no existirían sin los animales e insectos que transportan el polen de una planta a otra. De los 100 cultivos más importantes del mundo, solamente las abejas polinizan más del 70 % (Nabhan and Buchmann 1997:136, 138). Además de alimento, los polinizadores ayudan a producir otros productos agrícolas que mejoran nuestras vidas, incluidos tintes, leña, maderas tropicales y fibras textiles como algodón y lino. La alimentación de muchas aves y mamíferos también se basan en semillas y frutas producidas por la polinización.

No es de extrañarse, entonces, que los especialistas en agricultura consideren que la disminución de polinizadores en todo el mundo es para preocuparse. Se han informado pérdidas de polinizadores en todos los continentes excepto en la Antártica. Algunos están al borde de la extinción; plaguicidas, ácaros, especies invasivas, y pérdida y

fragmentación de hábitats son los principales exterminadores. Las consecuencias de la constante disminución de polinizadores podrían incluir miles de millones de dólares en cosechas reducidas, gran cantidad de plantas y animales extinguidos y un suministro de alimentos menos estable.

Algunos estudios han calculado la contribución económica de todos los polinizadores, en forma global, a la producción agrícola y a la biodiversidad, pero

- La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) recientemente calculó que la contribución de 1995 de la polinización a la producción del mundo entero de solo 30 de los principales cultivos de frutas, vegetales y árboles (sin incluir pastizales ni alimentos de animales) estaba en el rango de \$ 54 000 millones (dólares internacionales) por año (Kenmore and Krell 1998).
- Los cálculos del valor de la polinización solo para los sistemas de cultivo en Estados Unidos oscilan de USD 20 a \$ 40 000 millones (Kearns et al. 1998:84).

Dependencia de determinados cultivos de EE. UU. de la abeja melífera Polinización		
Cultivos	Cantidad producida en 1998 (toneladas métricas)	Porcentaje de pérdida de cultivo sin la polinización de abejas melíferas*
<b>Frutas de climas templados</b>		
Almendras	393,000	90
Manzanas	5,165,000	80
Cerezas	190,000	60
Naranjas	12,401,000	30
Peras	866,500	50
Frutillas	765,900	30
<b>Vegetales y semillas</b>		
Espárragos	92,800	90
Repollo	2,108,200	90
Zanahorias	2,201,000	60
Semilla de algodón	7,897,000	30
Girasoles	2,392,000	80
Sandías	1,673,000	40
*Las pérdidas de cultivo representan cálculos de pérdida si se eliminan las poblaciones de abejas melíferas dirigidas en los Estados Unidos de América, sin reemplazar sus servicios con polinizadores alternativos. Fuentes: FAO 2000; Southwick and Southwick 1992.		

Polinizadores de las plantas con flores del mundo (Angiospermas)		
Polinizadores	Cantidad calculada de especies de plantas polinizadas	Porcentaje total de especies de plantas polinizadas*
Viento	20,000	8.30
Agua	150	0.63
Abejas	40,000	16.60
Himenópteros	43,295	18.00
Mariposas/poli-llas	19,310	8.00
Moscas	14,126	5.90
Escarabajos	211,935	88.30
Tisanópteros	500	0.21
Aves	923	0.40
Murciélagos	165	0.07
Todos los mamíferos	298	0.10
Todos los vertebrados	1,221	0.51
	351,923	
*El porcentaje total no es equivalente a 100, lo que refleja la polinización por más de un polinizador. Fuente: Buchmann and Nabhan 1996:274.		

### Cuadro 1.5 Diversidad biológica

Con un cálculo de 13 millones de especies sobre la Tierra (UNEP 1995:118), pocas personas se dan cuenta de la extinción de una variedad de trigo, una raza de ovejas o un insecto. Sin embargo, es esa abundancia de especies en la Tierra la que ayuda a los ecosistemas a funcionar con su máximo potencial. Cada especie realiza una contribución única a la vida.

- La diversidad de especies influye en la estabilidad de los ecosistemas y asegura servicios ecológicos fundamentales. Desde la purificación del agua hasta el ciclo del carbono, es esencial una variedad de especies de plantas para lograr la máxima eficiencia de estos procesos. La diversidad también refuerza la resistencia (la capacidad de un ecosistema de responder a las presiones) ofreciendo “protección” contra el cambio climático, la sequía y otras tensiones.
- La diversidad genética de plantas, animales, insectos y microorganismos determina la productividad de los agroecosistemas, la resistencia a pestes y enfermedades, y, en última instancia, la seguridad alimentaria para los seres humanos. A las extracciones de la biblioteca genética se le atribuyen aumentos anuales de \$ 1000 millones por año (WCMC 1992:433); sin embargo, la tendencia en los agroecosistemas es hacia el reemplazo de los policultivos por monocultivos y variedades diversas de semillas de plantas por variedades uniformes de semillas (Thrupp 1998: 23–24). Por ejemplo, se encontraban más de 2000 variedades de arroz en Sri Lanka en 1959, pero solo cinco variedades principales en la década de los ochenta (WCMC 1992:427).
- La diversidad genética es fundamental para la salud humana. En 1997, el 42 % de los 25 medicamentos de mayor venta en el mundo, desde los que sirven para combatir el colesterol alto hasta bacterias, provenían de fuentes naturales. El valor de mercado global de los productos farmacéuticos derivados de recursos genéticos se calcula entre \$ 75 000 y \$ 150 000 millones. Los

medicamentos botánicos como ginseng y equinácea representan un mercado anual de otros \$ 20 000 a \$ 40 000 millones, con aproximadamente 440 000 toneladas de material de plantas comercializado, gran parte del cual se origina en los países en vías de desarrollo. Con estos datos comerciales no se capta por completo el valor de la diversidad de plantas para el 75 % de la población del mundo que depende de la medicina tradicional para la atención primaria de salud (ten Kate and Laird 1999:1–2, 34, 101, 334–335).

Origen	Cantidad total de compuestos	Producto natural	Semi-sintético	Sintético	Porcentaje
Animal					
Planta					
Hongo					
Bacteria					
Marino					
Sintético					
Totales					

Fuente: Grifo et al. 1997:137.

El peligro para la biodiversidad está creciendo. Entre las aves y los mamíferos, es posible que los índices sean de 100 a 1000 veces más de lo que serían sin las presiones producidas por los seres humanos, explotación en exceso, especies invasoras, contaminación, calentamiento global, pérdida de hábitats, fragmentación y transformación. (Reid and Miller 1989). Es posible que las extinciones regionales, especialmente la pérdida de poblaciones de algunas especies en los bosques tropicales se estén produciendo de 3 a 8 veces más rápido que las extinciones de especies globales (Hughes et al. 1997:691).

Es posible que dichas extinciones localizadas sean tan importantes como la extinción de una especie entera en todo el mundo. La mayoría de los beneficios y servicios proporcionados por especies que trabajan juntas en un ecosistema son locales y regionales. Si se pierde una especie clave en un área, se puede producir una reorganización drástica del ecosistema. Por ejemplo, los elefantes esparcen semillas, crean orificios de agua y pisotean la vegetación con sus movimientos y búsqueda de comida. La

extinción de los elefantes en una parte de la sabana puede hacer que el hábitat se vuelva menos diverso y abierto y que los orificios de agua se obstruyan, lo que tendría drásticas repercusiones en otras especies de la región (Goudie 2000:67).

**Plantas vasculares  
amenazadas a nivel mundial**

De las 250 000 a 270 000 especies de plantas que se calculan que existen en el mundo, se sabe o se cree que solo 751 se han extinguido. Sin embargo, una enorme cantidad (33 047 o 12,5 %) está amenazada a nivel mundial. Incluso es posible que esa triste estadística esté subestimada ya que gran parte de la información acerca de las plantas está incompleta, especialmente en los trópicos.

*Fuente: WCMC/IUCN 1998.*

## Cuadro 1.6 Almacenamiento de carbono

El carbono es la base de la vida, realizando su ciclo a través de los océanos, la atmósfera, la vegetación y los suelos. Mediante la fotosíntesis, las plantas absorben carbono en forma de dióxido de carbono (CO<sup>2</sup>) y lo convierten en azúcar para energía; los animales comen las plantas y cuando ambos, plantas y animales, mueren, el carbono regresa a la atmósfera a medida que los organismos se descomponen. Pero las crecientes emisiones de carbono de la combustión de combustible fósil y la deforestación están desequilibrando el ciclo del carbono global; hay menos carbono en el suelo y en la vegetación, y hay más en la atmósfera. Debido a que el CO<sup>2</sup> en la atmósfera captura el calor del sol, mayores cantidades desestabilizan el clima global.

Se calcula que antes del siglo XVIII, los aumentos en el carbono atmosférico fueron inferiores a 0,01 mil millones de toneladas de carbono (GtC) por año (Ciaias 1999). La Revolución Industrial y el posterior desarrollo mundial aumentaron de manera considerable las emisiones de combustible fósil al igual que la eliminación de los bosques y otros cambios del uso de la tierra que liberan carbono. Hacia 1998, había aproximadamente 176 GtC más carbono en la atmósfera que en 1850, un aumento de aproximadamente 30 % (IPCC 2000:4). En la actualidad, las actividades humanas emiten aproximadamente 7,9 GtC a la atmósfera por año (IPCC 2000:5). Los océanos absorben un poco menos de 30 % de

*Fuente:* IPCC, 2000:5. Los límites de error corresponden a un intervalo de confianza calculado de 90%. Las emisiones de consumo y producción se calculan con una confianza alta. Las emisiones netas del cambio en el uso de la tierra se calculan de los modelos y datos observados. La absorción por los océanos se basa en modelos. El carbono agregado a la atmósfera cada año se mide con precisión alta. La absorción por los ecosistemas terrestres es una cantidad imputada (la diferencia entre emisiones totales y absorción calculada por los océanos y la atmósfera).

este carbono y los ecosistemas terrestres absorben un poco más, pero eso hace que 40 % de las emisiones por año se acumulen en la atmósfera (IPCC 2000:5).

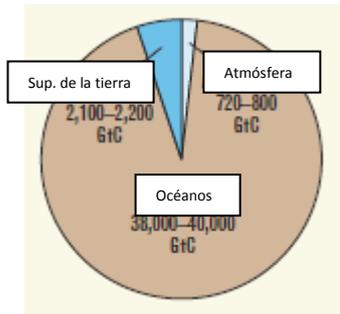
Reducir las emisiones de carbono antropogénicas es una forma de mitigar el cambio climático. Otras formas dependen de conservar la estabilidad de los ecosistemas para absorber carbono. Mediante la fotosíntesis, las plantas proporcionan la forma más efectiva y eficiente de recapturar y almacenar el carbono atmosférico.

- Los océanos representan el principal reservorio o "pileta" de carbono. Mediante procesos químicos y biológicos, incluido el crecimiento y la descomposición del fitoplancton, los océanos almacenan aproximadamente 50 veces más carbono del que hay en la atmósfera, principalmente como carbono inorgánico disuelto (IPCC 2000:30).
- El suelo y su capa orgánica almacenan aproximadamente 75 % de todo el carbono terrestre (Brown 1998:16). La mayoría del carbono liberado en la atmósfera en los últimos 2 siglos se produjo a medida que las praderas y los bosques se transformaron para usos agrícolas.
- Los bosques son los ecosistemas terrestres más efectivos para recapturar el carbono, pero no todos los bosques ofrecen los mismos beneficios. Los árboles jóvenes de rápido crecimiento absorben aproximadamente 30 % más carbono que la madera adulta, pero un bosque más viejo almacena más carbono total en el suelo y en la vegetación arriba y debajo de la tierra que una plantación de árboles del mismo tamaño. La latitud, el clima, la mezcla de especies y otros factores biológicos y del ecosistema también afectan los flujos

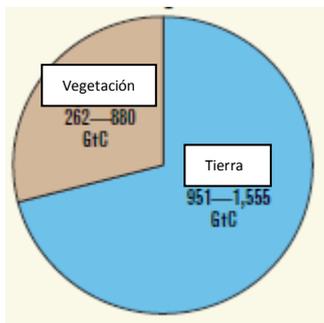
Presupuesto anual de carbono de la Tierra, 1989–98	
Tipo de emisión o absorción	Gigatoneladas de carbono por año
Emisiones producidas por los seres humanos en la atmósfera	
Emisiones para el consumo y la producción (combustión de combustible fósil y producción de cemento)	6.3 +–0.6
Emisiones netas del cambio en el uso de la tierra (incendios, deforestación, agricultura)	1.6 +–0.8
Captura terrestre u oceánica desde la atmósfera	
Absorción neta por los océanos (fotosíntesis y captura oceánica menos liberación del océano)	2.3 +–0.8
Absorción neta por los ecosistemas terrestres (fotosíntesis y almacenamiento terrestre menos descomposición y respiración)	2.3 +–1.3
Carbono agregado a la atmósfera cada año	3.3 +–0.2

de carbono en los bosques (consultar Brown 1998:10).

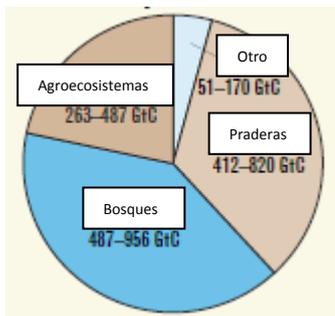
Almacenamiento de carbono global



Carbono almacenado en el suelo frente al de la vegetación



Almacenamiento de carbono en ecosistemas terrestres



*Fuentes:* IPCC 1996:63; Matthews et al. [PAGE] 2000. Los datos sobre el carbono almacenado en el suelo frente al de la vegetación y los ecosistemas terrestres derivan del Programa internacional de la geosfera y la biosfera. Por lo tanto, la porción de carbono calculada en cada ecosistema varía levemente de los resultados en la PÁGINA del Capítulo 2 porque las definiciones de la PÁGINA de los ecosistemas tienen en cuenta algo de superposición de las áreas de transición.

## **Manejar los ecosistemas: Concesiones y costos**

A menudo, las personas modifican o manejan los ecosistemas para mejorar la producción de uno o más bienes, como cultivos, árboles o almacenamiento de agua. El grado de modificación varía ampliamente. Algunos ecosistemas se ven muy afectados, otros permanecen relativamente inalterados y la administración varía entre diferentes tipos de uso, desde aprovechamiento del caucho hasta corte a tala raza e incluso plantaciones de árboles monoespecíficas. De manera similar, los ecosistemas acuáticos pueden variar desde ríos de flujo libre a estanques artificiales para cultivar peces o camarones.

A veces, la línea divisoria entre ecosistemas "naturales" y "manejados" es clara. Una finca es obviamente un ecosistema muy manejado: un agroecosistema. Sin embargo, en general, el manejo es más sutil: una cerca que divide pastizales, un camino de acceso a un bosque, un rompeolas que protege una playa privada, un arroyo de montaña desviado para proveer agua a un pueblo. De cualquier modo, la influencia del ser humano, incluso si no se trata de una administración intensiva, es invasiva en todos los tipos de ecosistemas.

La decisión de administrar o modificar un ecosistema implica concesiones. No se pueden obtener todos los beneficios al mismo tiempo, y maximizar un beneficio puede reducir o eliminar otros. Por ejemplo, transformar un bosque natural en una plantación de árboles puede aumentar la producción de pulpa o madera, produciendo una gran ganancia monetaria por hectárea, pero, en general, disminuye la biodiversidad y el valor del hábitat en comparación con un bosque natural. Asimismo, construir una represa en un río puede aumentar el agua disponible para riego o producción de energía hidroeléctrica y disminuir el riesgo de inundaciones, pero también puede alterar los ciclos de reproducción natural de los peces y dañar los hábitats acuáticos corriente abajo desviando el agua o liberándola en momentos inapropiados.

Hasta cierto punto, aceptamos estas concesiones como necesarias para producir de manera eficiente alimentos, energía y otras cosas que necesitamos. A lo largo de la historia, hemos tenido gran éxito en aumentar de forma selectiva aquellos bienes de los ecosistemas que más valoramos. Recién estamos comenzando a enfocarnos en los peligros de dichas concesiones.

El conocimiento y la conciencia medioambiental que hemos adquirido en los últimos 30 años nos han enseñado que hay límites en cuanto a la cantidad de modificaciones que los ecosistemas pueden tolerar y seguir siendo productivos. Es posible que la pérdida de una hectárea de hábitat forestal o una sola especie de planta o insecto en una pradera no afecte el funcionamiento del sistema radicalmente o de forma inmediata, pero puede llevar al sistema a un umbral del que no podrá recuperarse.

Los umbrales biológicos nos recuerdan que son los efectos acumulativos de las actividades humanas los que más influyen en el debilitamiento de los ecosistemas. Una serie de pequeños cambios, cada uno de los cuales parece inofensivo, puede generar impactos acumulativos que son irreversibles; esto se suele denominar la "tiranía de las pequeñas decisiones". La transformación progresiva del bosque de manglares es un buen ejemplo.

Los manglares funcionan como criaderos de muchas especies de peces y moluscos que luego dejan el manglar y posteriormente son atrapados en aguas aledañas. El valor de estos mariscos a menudo es mucho más grande que la madera, los cangrejos y otros peces que se extraen del propio bosque de manglares. Sin embargo, en las regiones donde crecen manglares, criar camarones es un emprendimiento rentable. Transformar pequeñas secciones de manglares en estanques de camarones puede tener poco impacto en la pesca de las aguas aledañas. No obstante, si los productores de camarones transforman progresivamente todo el manglar en estanques, la pesca local colapsará en algún momento.

Determinar el umbral entre la sustentabilidad y el colapso no es tarea fácil. Este es un motivo de por qué es difícil manejar los ecosistemas de manera responsable. Los ecosistemas son naturalmente resistentes y pueden tolerar grandes alteraciones. ¿Pero cuánto? Nuestra comprensión de ecosistemas, a pesar de que ha aumentado rápidamente, todavía es muy limitada para responder esta pregunta fundamental. Para la mayoría de los ecosistemas, todavía debemos dominar los detalles de cómo interactúan y se conectan los organismos y el medio ambiente, cómo los cambios en un elemento del sistema repercuten en la totalidad o qué factores controlan la velocidad del cambio en un ecosistema. En un nivel global, todavía nos faltan incluso las estadísticas más básicas de los ecosistemas: cuánto se han modificado y dónde, por ejemplo, o cómo ha cambiado su

productividad con el tiempo. Entonces, tanto a un nivel de ecosistema individual como a un nivel regional o nacional más grande, encontramos que es prácticamente imposible predecir cuán cerca del borde nos ha traído nuestro manejo o determinar la magnitud de las concesiones que ya hemos hecho.

## ¿Cómo se degradan los ecosistemas?

Las actividades humanas han sitiado a los ecosistemas globales:

- Un 75 % de las principales reservas pesqueras marinas se han agotado por la pesca excesiva o se están pescando hasta su límite biológico (García and Deleiva In press).
- La explotación forestal y la transformación han reducido la cubierta forestal del mundo en la mitad, y las carreteras, las fincas y las viviendas están fragmentando rápidamente lo que queda en islas forestales más pequeñas (Bryant et al. 1997:9).
- Un 58 % de los arrecifes de coral están potencialmente amenazados por prácticas de pesca destructivas, presiones turísticas y contaminación (Bryant et al. 1998:6).
- El 65 % completo de casi 15 000 millones de hectáreas de campos de cultivo en todo el mundo han experimentado algún grado de deterioro del suelo (Wood et al. [PAGE] 2000).
- La extracción excesiva del agua subterránea por parte de los agricultores del mundo supera los índices de recarga natural en por lo menos 160 000 millones de metros cúbicos por año (Postel 1999:255).

Las presiones responsables de estas disminuciones siguen aumentando en la mayoría de los casos, acelerando el cambio del ecosistema (Vitousek et al. 1997:498). (Consultar el Capítulo 2 para obtener una mirada detallada de las condiciones del ecosistema).

En muchos casos, la principal presión en los ecosistemas es simplemente el uso excesivo; demasiada pesca, explotación forestal, desviación del agua o tráfico turístico. El uso excesivo no solo agota las plantas y la vida silvestre que habita el ecosistema sino que también puede fragmentar el sistema y alterar su integridad; todos son factores que disminuyen su capacidad productora.

La transformación completa de bosques, praderas y ciénagas para la agricultura u otros usos es la segunda presión principal que reorganiza los ecosistemas globales y los beneficios que otorgan. Las especies invasivas, la contaminación del agua y del aire, y el peligro del cambio climático también son presiones clave para el ecosistema.

## TRANSFORMACIÓN AGRÍCOLA

Cuando los agricultores transforman un ecosistema natural para la agricultura, cambian tanto la composición del ecosistema como la forma en que funciona. En los agroecosistemas, las plantas naturales dan lugar a unas cuantas especies de cultivo no nativas. La vida silvestre es empujada a los márgenes del sistema. Los plaguicidas pueden diezmar las poblaciones de insectos y los microorganismos del suelo. La compactación del suelo hace que el agua penetre en el suelo de forma diferente, y pueden aumentar las escorrentías y la erosión. El ciclo de nutrientes a través del sistema cambia cuando se aplican fertilizantes al igual que las bacterias del suelo y la vegetación.

El resultado es un importante cambio en los beneficios. La producción de alimentos, evidentemente un auge, explota, pero la mayoría de los otros beneficios sufre en alguna medida. La biodiversidad y los beneficios asociados con ella, como la producción de una gran variedad de plantas y animales silvestres y la disponibilidad de otro material genético diverso, a menudo disminuyen considerablemente. En el nivel de conversión predominante en la actualidad, eso puede significar enormes pérdidas de biodiversidad en la totalidad. Un estudio calcula que en los trópicos ricos en especies, la transformación de los bosques pone en riesgo de extinción de dos a cinco especies de plantas, insectos, aves o mamíferos cada hora (Hughes et al. 1997:691).

La agricultura en áreas transformadas también puede aumentar presiones en los ecosistemas aledaños mediante la introducción de especies no nativas que se vuelven invasivas y desplazan a las especies nativas. Las bioinvasiones son la segunda causa de la pérdida de hábitat, por lo general a través de la transformación, como una amenaza a la biodiversidad global. En Sudáfrica, las especies de árboles no nativos originalmente

*(continúa en la pág. 29)*

**La transformación representa el máximo impacto humano en un ecosistema y el cambio más brusco de los productos y servicios que produce.**



## Cuadro 1.7 Conectar personas y ecosistemas: presiones producidas por los seres humanos



Cada año, miles de neumáticos usados se envían a los Estados Unidos de América desde Asia para el recauchutado y se vuelven a vender. Algunos contenían larvas del mosquito de tigre asiático. El mosquito ya se había establecido en 25 estados, alimentándose de mamíferos y aves. Algunos de los mosquitos son portadores del virus de la encefalitis equina, a menudo mortal para los caballos y las personas.

Un concesionario de explotación forestal en Gabón realiza cortes a tala raza en su tramo asignado, por el cual le paga al gobierno una considerable tarifa por autorización. Su contrato con el gobierno, quien es propietario del tramo, le permite extraer madera por debajo de las tarifas del mercado si vuelve a plantar en el área. El concesionario planta plantines, pero no toma ninguna medida para detener la consiguiente erosión del mantillo, la sedimentación de arroyos cercanos y la migración o la pérdida de la vida silvestre que dependía de los bosques maduros.



Los mineros artesanales en pequeña escala de Venezuela cruzan ilegalmente la frontera sin marcar a Brasil hacia las profundidades de la selva amazónica. A pesar de que no tienen ningún derecho legal de extraer oro de allí, se ganan la vida a duras penas por sus familias si hacen pequeña su intervención y si se mueven constantemente de un lugar a otro. Para aumentar sus posibilidades de extracción de oro, agregan mercurio al canal, a pesar de que el metal tóxico está técnicamente prohibido. Al igual que miles de otros cuentapropistas en el área, dejan que la mezcla fluya directamente a un afluente donde contamina a los peces locales.

**Detrás de todas las presiones que afectan a los ecosistemas hay dos motores básicos: crecimiento de la población humana y mayor consumo.**

## Principales presiones producidas por los seres humanos en los ecosistemas

Ecosistemas	Presiones	Causas
<p data-bbox="185 315 395 342">Agroecosistemas</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Transformación de las tierras de labranza para usos urbanos e industriales</li> <li>▪ Contaminación del agua de escorrentías de nutrientes y sedimentación</li> <li>▪ Escasez de agua debido al riego</li> <li>▪ Deterioro del suelo debido a la erosión, cambio de cultivo o agotamiento de nutrientes</li> <li>▪ Patrones climáticos cambiantes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Crecimiento poblacional</li> <li>▪ Mayor demanda de alimentos y bienes industriales</li> <li>▪ Urbanización</li> <li>▪ Políticas gubernamentales que subsidian aportes para la agricultura (agua, investigación, transporte) y riego</li> <li>▪ Pobreza y tenencia de tierra insegura</li> <li>▪ Cambio climático</li> </ul>
<p data-bbox="185 658 344 712">Ecosistemas Costeros</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Explotación excesiva de la pesca</li> <li>▪ Transformación de hábitats costeros y de ciénagas</li> <li>▪ Contaminación del agua de fuentes agrícolas e industriales</li> <li>▪ Fragmentación o destrucción de los arrecifes y las barreras de marea naturales</li> <li>▪ Invasión de especies no nativas</li> <li>▪ Posible aumento del nivel del mar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Crecimiento poblacional</li> <li>▪ Mayor demanda de alimentos y turismo costero</li> <li>▪ Urbanización y desarrollo recreativo, el cual es mayor en las áreas costeras</li> <li>▪ Subsidios gubernamentales para la pesca</li> <li>▪ Información insuficiente sobre las condiciones del ecosistema, especialmente para la pesca</li> <li>▪ Pobreza y tenencia de tierra insegura</li> <li>▪ Políticas de uso de tierras costeras desorganizadas</li> <li>▪ Cambio climático</li> </ul>
<p data-bbox="185 1057 344 1111">Ecosistemas Forestales</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Transformación o fragmentación originadas por usos agrícolas o urbanos</li> <li>▪ Deforestación que produce pérdida de la biodiversidad, liberación del carbono almacenado, contaminación del aire y el agua</li> <li>▪ Lluvia ácida por la contaminación industrial</li> <li>▪ Invasión de especies no nativas</li> <li>▪ Excesiva extracción del agua para usos agrícolas, urbanos e industriales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Crecimiento poblacional</li> <li>▪ Mayor demanda de madera, pulpa y otra fibra</li> <li>▪ Subsidios gubernamentales para la extracción de madera y caminos para explotación forestal</li> <li>▪ Valuación insuficiente de los costos de la contaminación industrial del aire</li> <li>▪ Pobreza y tenencia de tierra insegura</li> </ul>
<p data-bbox="185 1368 344 1422">Sistemas de aguas dulces</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Excesiva extracción del agua para usos agrícolas, urbanos e industriales</li> <li>▪ Explotación excesiva de la pesca interna</li> <li>▪ Construcción de represas para riego, energía hidráulica y control de inundaciones</li> <li>▪ Contaminación del agua por usos agrícolas, urbanos e industriales</li> <li>▪ Invasión de especies no nativas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Crecimiento poblacional</li> <li>▪ Escasez generalizada de agua y distribución naturalmente desapareja de los recursos hidráulicos</li> <li>▪ Subsidios gubernamentales para el uso de agua</li> <li>▪ Valuación insuficiente de los costos de la contaminación del agua</li> <li>▪ Pobreza y tenencia de tierra insegura</li> <li>▪ Creciente demanda de energía hidráulica</li> </ul>
<p data-bbox="185 1680 344 1733">Ecosistemas de praderas</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Transformación o fragmentación debido a los usos agrícolas y urbanos</li> <li>▪ Incendios intencionales de praderas que producen pérdida de la biodiversidad, liberación del carbono almacenado, contaminación del aire y el agua</li> <li>▪ Degradación del suelo y contaminación del agua debido a manadas para ganadería</li> <li>▪ Explotación excesiva de animales de caza</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Crecimiento poblacional</li> <li>▪ Mayor demanda de productos agrícolas, especialmente carne</li> <li>▪ Información insuficiente acerca de las condiciones del ecosistema</li> <li>▪ Pobreza y tenencia de tierra insegura</li> <li>▪ Accesibilidad y facilidad de conversión de las praderas</li> </ul>

## Cuadro 1.8 Especies invasivas

Ningún ecosistema es inmune a la amenaza de las especies invasivas. Se desplazan en las plantas y animales nativos, deterioran hábitats y contaminan el acervo genético de las especies nativas. Los ecosistemas de las islas son particularmente vulnerables debido a sus altos niveles de endemismo y aislamiento; muchas especies de las islas evolucionaron sin defensas resistentes contra los invasores. En Guam, por ejemplo, la serpiente arbórea marrón de Papúa Nueva Guinea se ha comido doce de las catorce especies de aves no voladoras de la isla, lo que hizo que se extinguieran en estado salvaje. En Nueva Zelanda, aproximadamente dos tercios de la superficie terrestre están cubiertos de plantas exóticas (Bright 1998:115). La mitad de las especies silvestres de Hawái son no nativas (OTA 1993:234).

Las especies invasivas son un problema costoso.

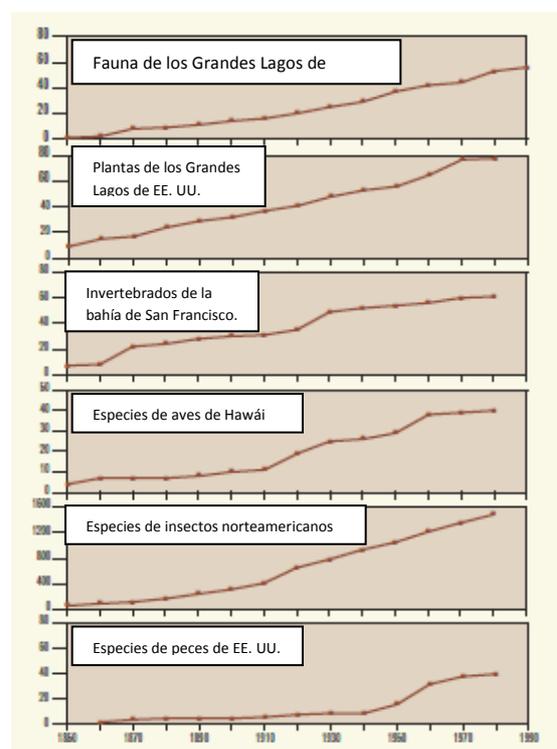
- El ctenóforo americano, nativo de la costa atlántica de las Américas, fue bombeado del tanque de lastre de un barco hacia el Mar Negro a principios de la década de los ochenta. Su posterior invasión prácticamente ha liquidado los recursos pesqueros del Mar Negro, con costos directos que sumaban \$ 250 millones en 1993 (Travis 1993:1366). Mientras tanto, el mejillón cebra, nativo del Mar Caspio, fue depositado de manera similar en los Grandes Lagos de los Estados Unidos de América a finales de la década de los ochenta. Controlar este invasor, que coloniza y obstruye las tuberías de suministro de agua, le cuesta a las industrias de la zona millones de dólares por año, quizás entre \$ 3000 y \$ 5000 millones en total hasta la fecha (Bright 1998:182).
- El mosquito de tigre asiático, que actualmente se está esparciendo por todo el mundo, es un posible transmisor de 18 patógenos virales (Bright 1998:169). Uno de esos patógenos es el virus del Nilo Occidental. En 1999, un director de la Encuesta Geológica de Estados Unidos observó que las recientes extinciones de cuervos en Wisconsin sugieren que el virus del Nilo Occidental podría ser más mortífero para las especies de aves norteamericanas que para las

especies en África, el Medio Oriente y Europa, donde se encuentra normalmente el virus (USGS 1999:1).

- En el Cabo Occidental de Sudáfrica, los árboles invasivos amenazan con cortar el suministro de agua de la Ciudad del Cabo en aproximadamente un tercio en el próximo siglo. (Consultar el capítulo 3, “Trabajar por el agua”). La reglamentación y el control son complicados por las muchas formas de invasión. Algunas especies se insertan en nuevos hábitats por accidente:

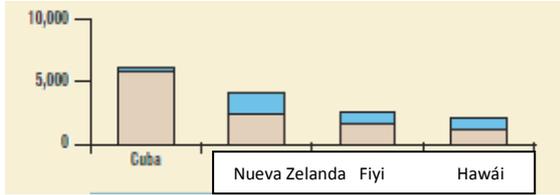
viajan en barcos o aviones, en artículos comercializados o en viajeros. Otras especies se introducen de forma intencional para la caza, la pesca o el control de plagas. Aún así, otros invasores “escapan” de sus aislamientos previstos, como el alga *Caulerpa taxifolia*, que originalmente se planificó para acuarios en Europa, pero en la actualidad también cubre miles de acres de costas francesas e italianas (MCBI 1998).

Cantidad acumulada de especies no nativas en EE. UU.  
Regiones por década de introducción



Especies de plantas nativas en comparación con plantas no nativas en regiones seleccionadas

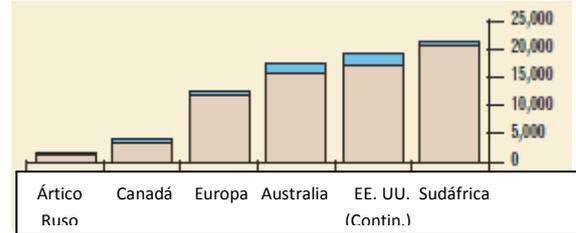
Las islas tienden a tener la proporción más alta de especies no nativa, prácticamente entre 50 % y 75 % del total de las especies...



Fuentes: Vitousek et al. 1997; Vitousek et al. 1996.

- Especies no nativas establecidas
- Especies nativas

... pero muchas áreas continentales también están plagadas de miles de invasores.



### Cuadro 1.9 Concesiones: balance general del ecosistema del Lago Victoria

Las concesiones entre diferentes bienes y servicios de los ecosistemas son comunes en el manejo de ecosistemas, aunque rara vez se incluyen en la toma de decisiones. Por ejemplo, los agricultores pueden aumentar la producción de alimentos usando fertilizantes o extendiéndose en la tierra que tienen para cultivo, pero estas estrategias perjudican otros bienes y servicios de la tierra que cultivan, como la calidad del agua y la biodiversidad.

En muy pocos casos los directores de recursos o los encargados de la creación de políticas ponderan por completo las diferentes concesiones entre los bienes y servicios de los ecosistemas. ¿Por qué? En algunos casos, la falta de información es el obstáculo. Normalmente, no se sabe mucho acerca del probable impacto de una decisión en particular en los bienes y servicios de los ecosistemas que no se comercializan como la purificación del agua o la protección contra tormentas. O bien, si dicha información sí existe, es posible que no incluya cálculos de los costos económicos y de los beneficios de las concesiones. En otros casos, el obstáculo es institucional. El Ministerio de Agricultura de un gobierno desde luego se enfoca principalmente en su misión de producción de alimentos y no tiene la experiencia ni el mandato para considerar los impactos de sus acciones en la calidad del agua, el secuestro del carbono o los recursos pesqueros costeros, por ejemplo.

El ejemplo del Lago Victoria de África ilustra cuán profundas e impredecibles pueden ser las concesiones cuando se toman decisiones de manejo sin considerar cómo reaccionará el ecosistema. El Lago Victoria, que limita con Uganda, Tanzania y Kenia, es el lago tropical más grande del mundo y sus peces son una importante fuente de alimentos y empleos para los 30 millones de personas de la región. Antes de la década de los setenta, el lago Victoria tenía más de 350 especies de peces de la familia de los cíclidos, de los cuales 90 % eran endémicos, lo que le proporcionaba uno de los grupos de peces más diverso y exclusivo en el mundo (Kaufman 1992:846–847, 851). Actualmente, más de la mitad de estas especies se han extinguido o se encuentran solo en poblaciones muy pequeñas (Witte et al. 1992:1, 17).

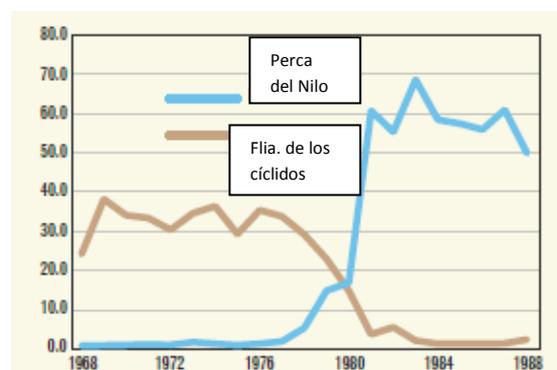
El colapso de la biodiversidad en el lago fue causado principalmente por la

introducción de dos especies de peces exóticos, a perca del Nilo y la tilapia del Nilo, las cuales se alimentaron de los cíclidos y los superaron en la búsqueda de alimentos. Sin embargo, otras presiones también contribuyeron al colapso. La pesca excesiva agotó las reservas pesqueras y proporcionaron el impulso original para la introducción de la perca y la tilapia del Nilo a principios de la década de los cincuenta. Los cambios en el uso de la tierra en la cuenca dejaron contaminación y fangos en el lago, lo que aumentó su carga de nutrientes y produjo florecimientos de algas y niveles bajos de oxígeno en las aguas más profundas, un proceso denominado eutrofización. El resultado de todas estas presiones fue una importante reorganización de la vida de los peces del lago. Hace tiempo, los cíclidos daban cuenta de más del 80 % de la biomasa del Lago Victoria y formaban gran parte de la captura pesquera (Kaufman 1992:849). En 1983, la perca del Nilo conformaba aproximadamente un 70 % de la captura, mientras que la tilapia del Nilo y una especie nativa de sardinas conformaban la mayoría del saldo (Achieng 1990:20).

A pesar de que los peces introducidos devastaron la biodiversidad del lago, no destruyeron la pesca comercial. De hecho, la producción total de peces y su valor económico aumentaron considerablemente.

#### Cambiar biodiversidad por ganancias de exportación

Contribución en porcentaje a la captura pesquera del Lago Victoria (solo Kenia), 1968–1988



Fuente: Achieng 1990:20, citing Fisheries Department of Kenya, Statistical Bulletin.

En la actualidad, la pesca de perca del Nilo produce unas 300 000 toneladas métricas

de peces (FAO 1999), con una ganancia de entre \$ 280 y \$ 400 millones en el mercado de exportación, un mercado que no existía antes de que se introdujera la perca (Kaufman 2000). Por desgracia, las comunidades locales que habían dependido de los peces nativos por décadas no se beneficiaron del éxito de la pesca de la perca del Nilo, principalmente porque la perca y la tilapia del Nilo se pescan con equipos que los pescadores locales no podían pagar. Además, como la mayoría de las percas y las tilapias del Nilo se envían fuera de la región, la disponibilidad local de peces para consumo ha disminuido. En efecto, mientras toneladas de percas se abren paso a comedores tan lejanos como en Israel y Europa, existe evidencia de malnutrición proteínica entre las personas de la cuenca del lago (Kaufman 2000).

La sustentabilidad de la pesca de la perca del Nilo es también una preocupación. La pesca excesiva y la eutrofización son importantes amenazas para la pesca, y la estabilidad de todo el ecosistema acuático, tan radicalmente alterado durante un período de 20 años, es incierta. Las repercusiones de las introducciones de especies se pueden ver incluso en la cuenca que rodea al Lago Victoria. Secar la carne aceitosa de la perca para conservarla requiere leña, a diferencia de los cíclidos, que pueden secarse al aire. Esto ha incrementado la presión en los limitados bosques de la zona, aumentando la sedimentación y la eutrofización, lo que, a su vez, ha desequilibrado aún más el precario ecosistema del lago (Kaufman 1992:849–851; Kaufman 2000).

En resumen, la introducción de la perca y la tilapia del Nilo en el Lago Victoria cambió la biodiversidad del lago y una fuente local importante de alimentos por una considerable, aunque probablemente insostenible, fuente de ganancias de exportación. Cuando los administradores de la pesca introdujeron estas especies, alteraron, sin saberlo, el equilibrio de los bienes y servicios que producía el lago y redistribuyeron los beneficios económicos que se desprendían de ellos. Al conocer todos los aspectos de estas concesiones, ¿tomarían la misma decisión hoy?

importadas para plantaciones forestales han invadido un tercio de las cuencas de montañas de la nación. Las plantas invasivas han agotado los suministros de agua dulce, desplazado cientos de plantas nativas y modificado los hábitats de animales, lo que impulsó un programa de erradicación en todo el país (Consultar el Capítulo 3, “Trabajar por el agua”).

No todas las transformaciones agrícolas son iguales. Algunas pueden conservar o cuidadosamente atesorar aspectos y servicios del ecosistema original. En Sumatra, algunos sistemas de agrosilvicultura tradicionales (en los que se mezclan árboles y cultivos) tienen prácticamente la mitad de la diversidad de especies encontradas en los bosques aledaños. Las plantaciones de café tradicionales de Centroamérica cultivan las plantas de café en la sombra de los árboles nativos que proporcionan un hábitat fundamental para las aves y una variedad de productos secundarios. Incluso muchos sistemas agrícolas modernos incluyen prácticas cuidadosas de cultivo que apuntan a prevenir la erosión y a preservar las propiedades del suelo para retener el agua y los beneficiosos organismos del suelo.

## **TRANSFORMACIÓN URBANA E INDUSTRIAL**

Por desgracia, la transformación para usos urbanos e industriales normalmente no es tan benigna. Los cambios radicales en los beneficios de los ecosistemas se producen a medida que las estructuras y las superficies pavimentadas reemplazan las comunidades de plantas y animales nativos. A medida que los habitantes de las ciudades cubren las superficies de suelo permeable con concreto y asfalto, las funciones de cuenca disminuyen. Con pocos lugares donde absorberse, el agua de lluvia fluye rápidamente y es posible que se produzcan inundaciones locales. Incluso los ecosistemas más simplificados en parques, patios y lotes vacíos proporcionan servicios importantes (sombra, áreas para esparcimiento, eliminación de contaminantes del aire e incluso algún hábitat para vida silvestre) que los habitantes de las ciudades disfrutan.

## **CONTAMINACIÓN Y CAMBIO CLIMÁTICO**

Los efectos de la contaminación causan presiones indirectas en los

ecosistemas. La lluvia ácida, el *smog*, las liberaciones de aguas residuales, los restos de plaguicidas y fertilizantes y las escorrentías urbanas tienen efectos tóxicos en los ecosistemas, a veces a grandes distancias de las actividades que originaron la contaminación. Por ejemplo, las liberaciones de nitrógeno de la industria, el transporte y la agricultura han modificado seriamente el ciclo global de nitrógeno, lo que afecta el funcionamiento de los ecosistemas terrestres y acuáticos.

El nitrógeno biológicamente activo o “fijo” es un nutriente esencial para todas las plantas y animales. Sin embargo, en la actualidad, las liberaciones de nitrógeno de fuentes humanas como fertilizantes y combustible fósil exceden la de las fuentes naturales, lo que deja a los ecosistemas lleno de nitrógeno fijo. Los impactos incluyen un exceso de crecimiento de algas en cuencas, generado por el efecto fertilizante del exceso de nutrientes; acidificación de suelos y pérdida de algunos nutrientes del suelo; pérdida de plantas adaptadas a condiciones naturales de bajo nitrógeno y más *smog* y calentamiento por la emanación de gases de efecto invernadero de mayores niveles de óxidos de nitrógeno en la atmósfera (ESA 1997b:1–14).

El cambio climático por la acumulación de gases de efecto invernadero ofrece un ejemplo aún más profundo de la posibilidad de que la contaminación altere involuntariamente los ecosistemas a nivel mundial. Los científicos advierten que los ecosistemas mundiales podrían sufrir una importante reorganización a medida que la vegetación de la Tierra se redistribuye para adaptarse a las temperaturas en aumento, los cambios en los patrones de lluvia y los posibles efectos fertilizantes de mayor dióxido de carbono (CO<sup>2</sup>) en la atmósfera. Modelos informáticos calculan que duplicar los niveles de CO<sup>2</sup> atmosférico respecto de los niveles preindustriales, lo que probablemente ocurrirá en el próximo siglo, podría desencadenar amplios cambios en la distribución, la composición de las especies o la densidad de las hojas de aproximadamente un tercio de los bosques mundiales. Las zonas de tundra podrían disminuir considerablemente y las ciénagas costeras cambiar notablemente, entre muchos otros efectos. No está para nada claro de qué manera los ecosistemas actuales soportarían esos cambios tan importantes o de qué manera estos cambios podrían afectar la productividad (Houghton et al. 1997:30).

## ¿Qué impulsa el deterioro?

Detrás de todas las presiones que impactan en los ecosistemas existen dos impulsores básicos: el crecimiento de la población humana y el mayor consumo. Íntimamente relacionado con estos, existe un conjunto de factores económicos y políticos, fuerzas del mercado, subsidios gubernamentales, globalización de la producción y el comercio, y corrupción del gobierno, que influyen en qué y cuánto consumimos y de dónde proviene. Cuestiones de pobreza, tenencia de tierra y conflictos armados también son factores importantes que influyen en la forma en que las personas tratan a los ecosistemas en los que viven y de los que extraen los bienes y servicios.

## DEMOGRAFÍA Y CONSUMO

El crecimiento poblacional es en muchas formas la más básica de las presiones al medio ambiente ya que todos requieren por lo menos un mínimo de agua, alimentos, prendas de vestir, refugio y energía, y todo esto se extrae en última instancia directamente de los ecosistemas o se obtiene de una forma que afecta a los ecosistemas. Los demógrafos esperan que durante los próximos 50 años la población del mundo crezca de los 6000 millones actuales a 9000 millones aproximadamente, y la mayoría de este crecimiento se llevará a cabo en los países en vías de desarrollo (UN Population Division 1998:xv). La aritmética simple determina que esto aumentará la demanda de productos de los ecosistemas y la presión en los suministros mundiales de agua y alimentos.

Sin embargo, la mayor presión para los ecosistemas no es simplemente una cuestión de crecimiento poblacional. De hecho, es más una cuestión de qué y cuánto consumimos. Los aumentos mundiales en el consumo han superado en gran medida el crecimiento en la población durante décadas. Desde 1980 hasta 1997, la economía mundial prácticamente se triplicó a unos USD 29 billones; sin embargo, la población mundial creció solo 35 % (World Bank 1999b:194; UN Population Division 1998:xv). Los niveles de consumo per cápita están aumentando rápidamente en muchos países a medida que sus economías se desarrollan, y los niveles de consumo en la mayoría de los países industrializados ya son extraordinariamente altos. Este mayor consumo de todo, desde papel pasando por

refrigeradores y computadoras hasta aceite, es el resultado de mayor riqueza. Los niveles de ingreso personal han escalado ininterrumpidamente en los países desarrollados y en una cantidad de países en vías de desarrollo rápido como China, India y Tailandia; y el consumo aumentó en consecuencia.

Al mismo tiempo, la economía mundial se ha vuelto más integrada. El comercio ha hecho más globales a los mercados del consumidor. Las industrias se han vuelto internacionales y menos atadas a un solo lugar o instalación de producción. Esta "globalización" significa que los consumidores obtienen bienes y servicios de los ecosistemas en todo el mundo, con los costos de uso en su gran parte separados de los beneficios. Esto tiende a ocultar los costos ambientales del mayor consumo a quienes realizan el consumo.

Por ejemplo, un contratista de viviendas en Los Ángeles instala plomería de cobre, pero no tiene forma de saber si el cobre proviene de la infame mina Ok Tedi en Papúa Nueva Guinea. La gigantesca mina, que es propiedad de una sociedad de empresas internacionales, arroja 80 000 toneladas por día de residuos sin tratar en el Río Ok Tedi, lo que destruye gran parte de la vida acuática del río y altera el estilo de vida existente de los pueblos Wopkaimin locales. La globalización significa que los propietarios finales de las casas que se benefician del cobre no saben de su vínculo con la cuenca de Ok Tedi dañada y no sufren los costos ambientales (Da Rosa and Lyon 1997:223–226).

No es sorprendente que los que más consumen vivan en países desarrollados, pero la desigualdad de consumo de los bienes y servicios de los ecosistemas en todo el mundo es sorprendente. Se necesitan aproximadamente 5 ha de ecosistema productivo para satisfacer el consumo de bienes y servicios del ciudadano promedio de los Estados Unidos de América en comparación con menos de 0,5 ha para satisfacer los niveles de consumo del ciudadano promedio en los países en vías de desarrollo (GEF 1998:84). Las emisiones anuales de CO<sup>2</sup> per cápita son más de 11 000 kg en países industriales, donde hay muchos más autos, industrias y aplicaciones que consumen energía. Esto se compara con menos de 3000 kg en Asia (UNDP 1998:57). En promedio, una persona que vive en un país desarrollado gasta aproximadamente \$ 16 000 (dólares internacionales en 1995) por año en consumo privado, en comparación con menos

de \$ 350 que gasta una persona en Asia del Sur y África subsahariana (UNDP 1998:50).

Desde luego, mayor consumo de alimentos nutritivos, viviendas seguras, agua potable y vestimenta adecuada es absolutamente necesario para mitigar la pobreza en muchos países, especialmente en los países en vías de desarrollo. Citando la Declaración Universal de los Derechos Humanos de 1948 de las Naciones Unidas

“Toda persona tiene derecho a un nivel de vida adecuado que le asegure, así como a su familia, la salud y el bienestar” (Artículo 25). Proveer dicho desarrollo humano básico, sin embargo, no es para nada la presión predominante en los ecosistemas actualmente.

*(continúa en la pág. 35)*



## Cuadro 1.10 Domesticar al mundo: transformación de los ecosistemas naturales

Desde el comienzo de la agricultura establecida, los seres humanos han estado modificando el paisaje para asegurarse alimentos, para crear poblaciones y para dedicarse al comercio y la industria. Los campos de cultivo, los pastizales, las zonas urbanas y de barrios residenciales, las zonas industriales, y el área ocupada por rutas, presas y otras infraestructuras grandes representan la transformación de los ecosistemas naturales.

Estas transformaciones del paisaje son la marca determinante de los seres humanos en los ecosistemas de la Tierra, lo que produce la mayoría de alimentos, energía, agua y riqueza que disfrutamos, pero también representan una fuente importante de presión para los ecosistemas.

La transformación altera la estructura de los ecosistemas naturales y cómo funcionan al modificar sus propiedades físicas básicas, hidrología, estructura del suelo y topografía, y su vegetación predominante. Esta reestructuración básica modifica la totalidad de especies que habita el ecosistema y altera las complejas interacciones que representan el ecosistema original. En muchos casos, el ecosistema convertido es más simple en estructura y menos diverso biológicamente. De hecho, la pérdida de hábitat debido a la transformación de ecosistemas naturales representa el principal motivo de la pérdida de la diversidad biológica en todo el mundo (Vitousek et al. 1997:495).

A lo largo de la historia, la expansión agrícola en los bosques, praderas y ciénagas ha sido la principal fuente de transformación de los ecosistemas. En el último siglo, sin embargo, la expansión de las zonas urbanas con sus rutas, sistemas eléctricos y otra infraestructura también se ha convertido en una poderosa fuente de transformación de la tierra.

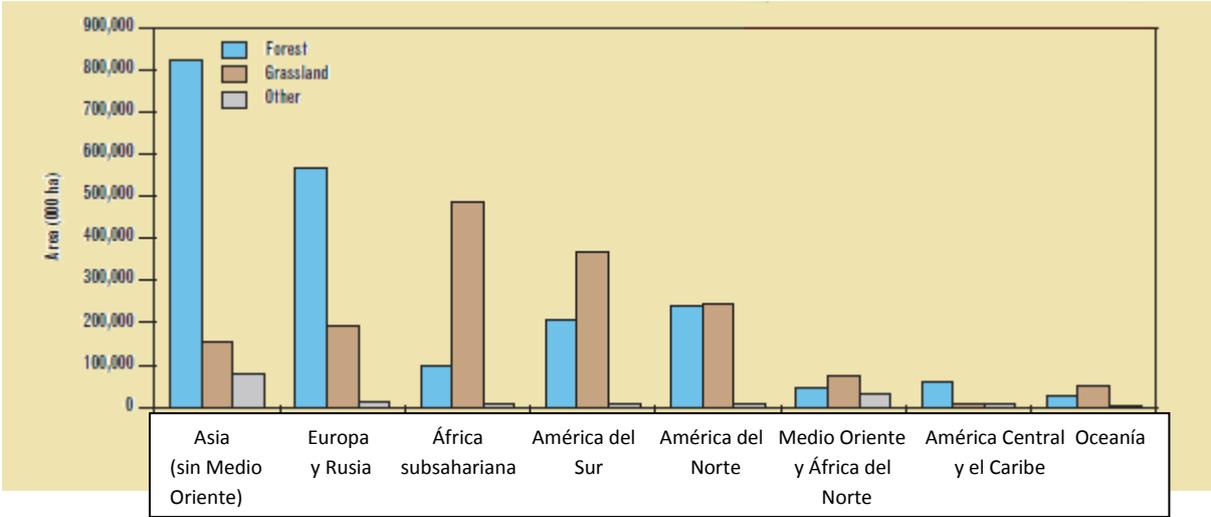
- En todo el mundo, los seres humanos han transformado aproximadamente 29 % de la superficie de la tierra (aproximadamente 3800 millones de hectáreas) en áreas para agricultura y urbanización (cálculos de WRR).
- La transformación agrícola a campos de cultivos y pastizales administrados ha afectado unos 3300 millones de hectáreas, aproximadamente 26 % de la superficie de la tierra. En total, la agricultura ha desplazado un tercio de los bosques templados y tropicales y

un cuarto de las praderas naturales. La transformación agrícola es todavía una presión importante en los ecosistemas naturales en muchos países en vías de desarrollo; sin embargo, en algunos países desarrollados las tierras agrícolas se están transformando para usos urbanos e industriales (cálculos de WRR).

- Actualmente las zonas urbanas ocupan más de 471 millones de hectáreas, aproximadamente 4 % de la superficie de la tierra. Casi la mitad de la población del mundo, unos 3000 millones de personas, viven en ciudades. Las poblaciones urbanas aumentan en otras 160 000 personas diariamente, lo que agrega presión para expandir los límites urbanos (UNEP 1999:47). La extensión suburbana amplía el efecto del crecimiento de la población urbana, especialmente en Norteamérica y Europa. En los Estados Unidos de América, el porcentaje de personas que viven en zonas urbanas aumentó de 65 % de la población del país en 1950 a 75 % en 1990. Sin embargo, el área cubierta por las ciudades apenas duplicó su tamaño durante el mismo período (PRB 1998).
- Es difícil predecir las tendencias futuras de transformación de la tierra, pero las proyecciones basadas en el modelo de crecimiento de la población de alcance intermedio de las Naciones Unidas sugieren que es posible que se transforme un tercio adicional de cubierta de la tierra global actual durante los próximos 100 años (Walker et al. 1999:369).

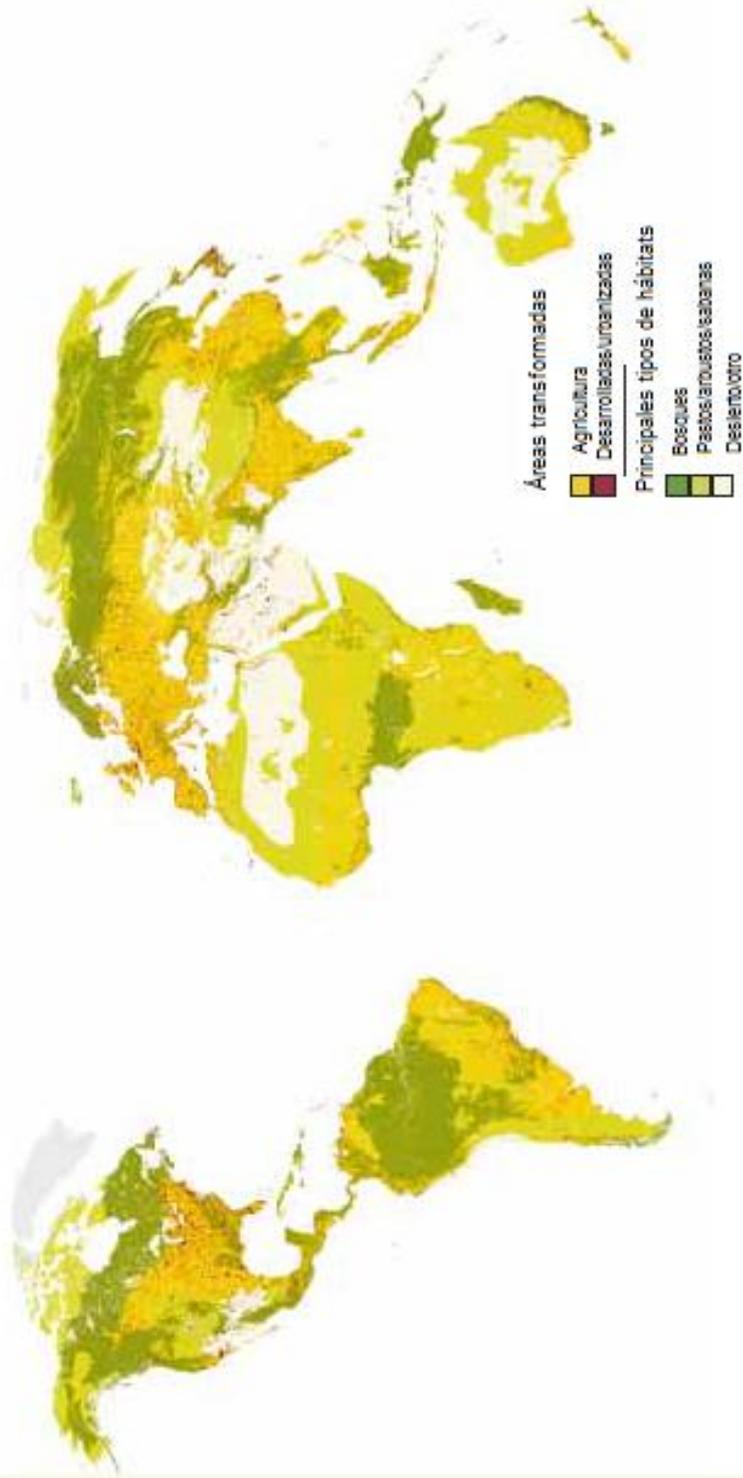
Región	Porcentaje de tierra cubierta
Asia (sin Medio Oriente)	44
América Central y el Caribe	28
Europa y Rusia	35
Medio Oriente y África del Norte	12
América del Norte	27
Oceanía	9
América del Sur	33
África subsahariana	25

Superficie cubierta por región



Fuente: cálculos de WRR

Mapa mundial de áreas transformadas



Fuente: Creado para esta publicación por S. Murray [PAGE] según datos de Global Land Cover Characteristics Database Version 1.2 (Loveland et al. 2000); NOAA-NGDC (1998); WWF (1999).