

BIODIVERSIDAD

[Extractos del cap. II del libro, *Ecoagricultura. Estrategias para alimentar al mundo y salvar la biodiversidad silvestre*, de Jeffrey A. McNeely y Sara J. Scherr (versión castellana en prensa)]

La biodiversidad silvestre bajo amenaza

La variedad de vida en la Tierra incluye a millones de animales, plantas y microorganismos, los genes que ellos contienen, y los complejos ecosistemas que contribuyen a formar. Estas plantas, animales, y microorganismos, que evolucionaron a lo largo de centenares de millones de años, han habilitado a nuestro planeta para la vida que hoy día conocemos. Este capítulo proporciona una breve discusión del valor de la biodiversidad silvestre, su geografía respecto a las poblaciones humanas y las tendencias que revelan las amenazas globalmente significantes.

Las definiciones de “Biodiversidad”

En la Convención de las Naciones Unidas para la Diversidad Biológica (Recuadro 2.1), los gobiernos aceptaron una definición "oficial" de diversidad biológica (a veces abreviada como "biodiversidad"). Es "la variedad entre los organismos vivos de todas las fuentes incluyendo, entre otros, ecosistemas terrestres, marinos y acuáticos, y los complejos ecológicos que los cuales ellos forman parte; esto incluye a la diversidad dentro de las especies, entre las especies, y de ecosistemas." Pero esta definición simple esconde un cuadro mucho más complejo, incluyendo la diversidad de genes, poblaciones, paisajes y biomas (Cuadro 2.1).

La diversidad es una característica de todos los organismos vivos; es igualmente relevante para los cultivos agrícolas como para la fauna en remotas áreas silvestres. La biodiversidad “silvestre”, no "prístina" o no tocada por los humanos, porque virtualmente todos los ecosistemas han sido profundamente afectados por la gente. Por ejemplo, muchas de las especies de árboles ahora dominantes en la vegetación madura de áreas tropicales fueron, y todavía son, las mismas especies que habían sido protegidas, salvadas, o sembradas en tierra convertida para ser cultivada (Gómez-Pompa y Kaus 1992). Además, todos los bosques tropicales han sido talados virtualmente por lo menos una vez, y probablemente varias veces durante los últimos 10 000 años (Spencer 1966), y probablemente los bosques templados han sido tratados de una manera similar (por lo menos en las áreas accesibles a la gente). Como resultado, el patrón actual de hábitats refleja las complejas interacciones entre las fuerzas físicas, biológicas, y sociales, a lo largo del tiempo. Los paisajes que nosotros vemos hoy, forman un mosaico siempre cambiante de parches de hábitat manejados y no manejados que varían en tamaño, forma, contenido, y arreglo, de acuerdo con la historia que vivió el recurso al ser explotado por la gente (Redman 1999).

Recuadro 2.1. Las Principales Convenciones Internacionales pertinentes para la biodiversidad

Se han negociado muchas convenciones internacionales bajo los auspicios de las Naciones Unidas, que son muy pertinentes para la temática de este libro. Las principales se resumen a continuación.

La Convención de la Diversidad Biológica (CBD). El CBD fue establecido durante la Cumbre de la Tierra, en Río de Janeiro, en 1992. Entró en vigencia en 1993, y actualmente tiene más de 180 partes. Tiene tres objetivos interconectados: conservar la diversidad biológica; utilizar los recursos biológicos de una manera sostenible; y compartir los beneficios que se generan mediante el uso de los recursos genéticos. El CBD ha incluido en su programa de trabajo algunas actividades específicas que se relacionan con la agricultura y que están a favor de la ecoagricultura. (<http://www.biodiv.org>)

La Convención Marco del Cambio Climático (FCCC). La FCCC también fue acordada en la Cumbre de la Tierra. Ha sido diseñada para limitar las perturbaciones inducidas por el ser humano al sistema del clima global, buscando lograr un nivel estable de los gases de invernadero en la atmósfera. Bajo el Protocolo de Kyoto, del FCCC, negociado en 1997, se espera que los gobiernos realicen mayores inversiones en el secuestro de carbono y lleven a cabo otras actividades que mitiguen los impactos del cambio climático, y ayuden adaptarse a él. Muchas de estas actividades involucran a la agricultura. (<http://www.unfccc.de>)

La Convención de Humedales de Importancia Internacional (Convención de Ramsar). Acordada en 1971, la Convención de Ramsar promueve la conservación y el uso razonable de los humedales por medio de la acción nacional y la cooperación internacional. Se exige de cada parte designar por lo menos un humedal, del cual se espera que contenga poblaciones de plantas y animales importantes para mantener la diversidad biológica. Estos sitios pueden incluir a las comunidades locales e indígenas. La Convención de Ramsar ha puesto bastante énfasis en el desarrollo sustentable. (<http://www.ramsar.org>)

Cuadro 2.I. Los componentes de la diversidad biológica

Los componentes	La estructura (la organización física de los elementos)	La composición (la identidad y variedad de elementos)	La función (los procesos ecológicos, evolutivos, entre los elementos)
EL PAISAJE			
El mosaico regional de usos de la tierra, formas de la tierra y los tipos de ecosistemas.	Las áreas de parches del hábitat, relación área-perímetro de parches, las interconexiones espaciales.	La identidad, distribución y proporción de tipos de hábitat.	La persistencia de parches, el flujo energético entre los parches, las especies y los recursos.
EL ECOSISTEMA			
Las interacciones entre los miembros de una comunidad	La biomasa de vegetación, las propiedades	Las reservas biogeoquímicas que están en pie.	Los ciclos biogeoquímico e hidrológico.

biológica y su estructura del ambiente físico. suelo.

LA COMUNIDAD

Los gremios, grupos funcionales, y tipos de parche que existen en la misma área e interactuando fuertemente por medio de las relaciones bióticas tróficas y espaciales.	Los patrones de vegetación y la organización de cadenas alimenticias.	La abundancia relativa de especies y gremios.	El flujo entre los tipos de parche, regímenes de perturbación (por ejemplo, fuego, inundación), procesos sucesionales, la interacción de especies.
---	---	---	--

POBLACIONES DE ESPECIES

La variedad de especies vivas y poblaciones del componente.	La estructura de la edad de la población, la abundancia y la distribución de las especies.	La presencia de especies particulares.	Los procesos demográficos.
---	--	--	----------------------------

LA VARIABILIDAD GENÉTICA DENTRO DE LAS ESPECIES

Las variaciones en los genes dentro de especies particulares, subespecies, o poblaciones.	La distancia genética entre las poblaciones en los diferentes parches.	La presencia de alelos, en qué proporción.	El flujo genético, la deriva genética, o la pérdida de diversidad de alelos en las poblaciones aisladas.
---	--	--	--

Fuente: Basado en Capítulo 2 de Putz et al. (2000).

El valor de la biodiversidad silvestre

Los humanos encontramos belleza y placer en la diversidad de la naturaleza. Esta diversidad también enriquece la creatividad humana y es un tema para ser estudiado. Muchos defienden que esa diversidad biológica debe conservarse por principio, porque todas las especies merecen respeto, sin tener en cuenta su utilidad para la humanidad, y porque todos ellos son componentes de nuestro sistema de apoyo a la vida. Sin embargo, otros necesitan ver el beneficio económico para apreciar tal recurso. La biodiversidad también desempeña un papel utilitario crítico, mientras que apoya a modos de vida rurales, a la producción agrícola y a las funciones ecosistémicas. Todas las sociedades, urbanas y

rurales, industriales y noindustriales, que utilicen una amplia serie de ecosistemas, especies y variedades genéticas para satisfacer sus siempre cambiantes necesidades. La biodiversidad es la fuente de toda la riqueza biológica, y proporciona todo nuestro alimento, mucho de nuestros materiales crudos, y una amplia gama de bienes y servicios, más el material genético para la agricultura, la medicina y la industria. Se estima el valor comercial combinado de estos materiales genéticos en US \$ 500a 800 mil millones por año (Ten Kate y Laird 1999). La gente gasta billones de dólares adicionales para apreciar la naturaleza a través de la recreación y el turismo.

Mientras que el valor de los recursos genéticos—el bien de la naturaleza—es sustancial, el valor de los servicios de naturaleza es mucho más alto. En vista de que los ecosistemas naturales y la asociada biodiversidad silvestre ayuden a mantener el equilibrio químico de la atmósfera de la Tierra, protejan las cuencas hidrográficas, renuevan los suelos, los ciclos de nutrientes, y proporcionen muchas otras funciones ecosistémicas esenciales para el bienestar humano, en cierto sentido ello no tiene precio porque son esenciales para la vida y no pueden ser reemplazados. La relación entre diversidad de especies y el funcionamiento de los ecosistemas sigue siendo una temática central de la agenda global de la biodiversidad. Por ejemplo, todavía no se sabe hasta qué punto la estructura del ecosistema, incluso la red de interacciones entre especies, aguanta el impacto de los cambios, y cómo el sistema responderá a los cambios climáticos que se considera como resultado de los aumentados niveles de dióxido de carbono producidos por la quema de combustibles fósiles. Esto limita la habilidad de predecir qué especies o grupos funcionales se beneficiarán o padecerán de tales cambios, y de entender los mecanismos subyacentes.

El valor para las poblaciones rurales

La biodiversidad silvestre desempeña un papel importante y directo en los modos de vida rurales, por medio de sus productos silvestres y servicios ambientales críticos, como son el tratamiento de desechos, la protección de las cuencas hidrográficas, y la formación y protección del suelo superior (Salafsky y Wollenberg 2000). La gente rural puede depender fuertemente de las plantas y animales silvestres, y de los recursos acuáticos como refuerzos para sus dietas; como provisiones de emergencia durante períodos de hambre o cuando se tardan las cosechas; como fuentes de ingreso, combustible, y forraje para el ganado doméstico; y como materiales crudos para ser utilizados en las medicinas, las herramientas, y la construcción (Scherr, White, y Kaimowitz 2002). Los animales silvestres contribuyen al 75 por ciento de la proteína consumida en el Congo; en Botswana cincuenta especies diferentes contribuyen al 40 por ciento del consumo de la proteína. Los animales silvestres también desempeñan papeles importantes simbólicos, rituales, y religiosos en las sociedades rurales (McNeely y Wachtel 1988) y sirven como fuentes de inspiración para los bailes, historias, y otras formas de arte.

Las especies silvestres son la fuente de medicinas tradicionales básicas para el cuidado de la salud de aproximadamente el 80 por ciento de la gente en los países en vías de desarrollo. En China se usan más de 5000 especies de plantas y animales exclusivamente con propósitos medicinales. Mientras que se mantienen relaciones estables entre pestes depredadores, la diversidad puede ayudar a controlar las enfermedades infecciosas y los parásitos (Grifo y Rosenthal 1997). La protección de bosques naturales y otra vegetación silvestre puede asegurar la calidad de agua, reducir fuertemente la erosión del suelo, y

reducir las amenazas a la salud causadas por los incendios forestales y las inundaciones (Recuadro 2.2).

Recuadro 2.2. La biodiversidad y el funcionamiento de ecosistemas

Los ecosistemas naturales proporcionan numerosos servicios, además de la biodiversidad, que son esenciales para la existencia humana: los ciclos y flujos de nutrientes y aire, la purificación de agua, la descomposición y destoxificación de desechos orgánicos, la mitigación de inundaciones y sequías, la renovación de la fertilidad del suelo, la polinización de cultivos y de la vegetación natural, la dispersión de semillas, la protección de los dañinos rayos solares ultravioletas, la estabilización del clima, la moderación de extremos del tiempo y sus impactos, y la belleza estética y el estímulo intelectual que eleva al espíritu humano (Daily 1997). Un tema candente para el debate de los ecólogos es la relación entre la biodiversidad y esas otras funciones del ecosistema, sobre todo la productividad del ecosistema, su estabilidad, y su adaptabilidad (Loreau et al. 2001). ¿Qué pasa con estas funciones cuando se simplifican los ecosistemas? La investigación indica que el aumento de la diversidad de especies generalmente proporciona más oportunidades para interacciones entre especies que, a su vez, mejoran las tasas de uso del recurso que controlan la eficacia y productividad del ecosistema. La implicación es que al reducirse la diversidad de especies, se puede tener impactos adversos significantes en el funcionamiento de ecosistemas. Por ejemplo, una investigación ha encontrado que sistemas de praderas con niveles superiores de diversidad normalmente superan a los mejores monocultivos, logrando tanto una mayor productividad como un mayor almacenamiento de carbono (Tilman et al. 2001).

Los ecosistemas tienen una gran capacidad de responder a la perturbación, y muchos ecosistemas perturbados pueden tener más especies que los sistemas más viejos y menos perturbados, bajo las mismas condiciones generales. Parece que cuando muchas especies están presentes, los procesos del ecosistema pueden ser relativamente insensibles a una variación considerable. Utilizando las analogías del diseño de fiabilidad, Naeem (1998) sugiere que la fiabilidad siempre aumenta cuando se agregan los componentes redundantes a un sistema; tener un automóvil seguro ayuda, pero los cinturones en los asientos siguen salvando las vidas. De manera similar, la redundancia de las especies, donde varias especies proporcionan similares funciones, ayuda al sistema para que funcione fiablemente y proporciona bienes y servicios a la gente de una manera predecible. Aunque una o varias especies sea golpeadas por una enfermedad, por ejemplo, otras están disponibles para llenar el vacío. En ambientes que fluctúan, la biodiversidad puede asegurar los ecosistemas contra los declives en su funcionamiento, porque muchas especies proporcionan las garantías de que algunos seguirán funcionando aun cuando otros fallan (Yachi y Loreau 1999).

Se necesita mucha más investigación a largo plazo para entender las interacciones entre especies que afectan la estructura y la dinámica de ecosistemas. En Estados Unidos se desarrollan programas en el desierto arbustivo y el bosque de piñon-junípero, los cuales son relativamente simples. Estos han mostrado que algunas rupturas ambientales pueden conducir a una reorganización completa de ecosistemas, porque la perturbación excedió las tolerancias ecológicas de especies dominantes o clave que no tenían una especie ecológicamente similar como para tomar su lugar. Otros cambios pueden ser amortiguados, porque otras especies realizan funciones complementarias en el sistema (Brown et al.

2001). La investigación en lagos, arrecifes de coral, bosques, y tierras áridas indican que incluso los cambios graduales en el clima, el flujo de nutrientes, la extracción de recursos naturales, y la fragmentación del hábitat pueden llevar a súbitos cambios drásticos de un tipo de ecosistema a uno que tiene un carácter realmente diferente (de un bosque a un arbustal o de un lago productivo a uno ya vacío) y, a menudo, a uno que es mucho menos útil para la gente y el resto de la naturaleza (Scheffer et al. 2001). Estos resultados tienen implicaciones profundas en la manera en que se debe manejar los sistemas agrícolas. Mientras que muchos diferentes factores pueden llevar a que un ecosistema cambie, un factor crítico es la pérdida de la resiliencia debido a una biodiversidad en declive. Entonces, la biodiversidad ayuda a los agricultores a distribuir los riesgos que ellos enfrentan, causados por la incertidumbre, y facilita que se adapten a condiciones cambiantes.

El valor para la agricultura

La biodiversidad silvestre contribuye de una manera significativa a la productividad y el mantenimiento de la agricultura, la silvicultura, y las pesquerías. Alimentándose de hojas, frutas y semillas, los animales influyen fuertemente en la composición y la estructura de la vegetación natural, afectan el éxito reproductor de plantas, constituyen suelos más fértiles, y regulan poblaciones de plagas. La biodiversidad crea las condiciones que mantienen los ecosistemas saludables. Varias especies polinizan plantas (las aves, las abejas, los murciélagos ver Recuadro 2.3); descomponen desechos (las lombrices, los microorganismos, los escarabajos de estiércol, los buitres, los cuervos); dispersan semillas (las aves, los primates, las ardillas, las hormigas, los peces); y mantienen un tipo de equilibrio entre las especies mediante la depredación y el pastoreo. Los microorganismos del suelo pueden tener una biomasa total que alcanza unas 1.5 toneladas por hectárea. Grupos de fauna del suelo, incluyendo los artrópodos, las lombrices, los nematodos, y los moluscos, facilitan el movimiento de aire y agua dentro de la matriz del suelo, regulan el ciclo de nutrientes, y construyen el suelo (Pfiel 2000). Los parientes silvestres de plantas y animales domésticos pueden proporcionar material genético valioso para el mejoramiento de los cultivos y el ganado (vea Recuadro 2.4). Importantes fuentes de ADN se amontonan en las células de especies silvestres ancestrales de cultivos y en las de sus parientes cercanos.

Recuadro 2.3. La polinización, la biodiversidad, y la agricultura

La polinización normal y la polinización cruzada ayudan a las plantas con flores a reproducirse. Mientras que el polen dispersado por el viento sirve para algunas plantas, muchas otras requieren un polinizador animal. Los murciélagos, las abejas, los escarabajos, y otros insectos son los polinizadores principales de: árboles con frutas; importantes cultivos de aceite; el café; el coco; y cultivos mayores del alimento básico (*staple food*), incluyendo a la papa, la yuca, los ñames, la batata, el taro, y los frijoles (Prescott-Allen y Prescott-Allen 1990). Los declives mundiales en las poblaciones de polinizadores para las plantas de importancia económica están amenazando tanto los rendimientos de los principales cultivos de alimento como la biodiversidad de plantas silvestres. Grupos enteros de polinizadores, incluyendo aves indígenas, murciélagos, e insectos, están desapareciendo de las islas del Pacífico (Cox y Elmqvist 2000). Un cuarto de las abejas melíferas silvestres

y domésticas de América del Norte ha desaparecido desde 1988, principalmente debido a una epidemia de ácaros que depredan las abejas. El costo para los agricultores estadounidenses de la población reducida de la abeja melífera redondea los US\$ 5.7 mil millones al año (Nabhan y Buchmann 1997). Las bajas en los polinizadores, incluidos los 1 200 polinizadores vertebrados silvestres, están llevando a cosechas reducidas de arándanos y cerezas en Canadá, marañones en Borneo, nueces de Brasil en América del Sur, y calabazas en Estados Unidos. Los mismos animales polinizadores ayudan a mantener la biodiversidad, permitiendo que numerosas especies de plantas con flores coexistan, en lugar de permitir que unas especies dominen la flora mediante una competición que, finalmente, excluye a otras plantas. Muchas de las flores más queridas por los jardineros han desarrollado coloridos particulares y patrones que atraen a varios tipos de polinizadores.

La distribución de la biodiversidad de especies silvestres

Las especies silvestres no son distribuidas de una manera uniforme entre las áreas geográficas. La biodiversidad, sin embargo, es importante dondequiera. Cada una de las relativamente pocas especies que se encuentran en sistemas de baja biodiversidad, como las tierras áridas, es importante en particular para el funcionamiento de esos ecosistemas y, por consiguiente, para la gente que vive allí; con poca redundancia en tales sistemas, uno podría argumentar que cada especie individual es aún más importante que las especies de los ecosistemas que tienen una gran diversidad de especies. En ambientes extremos como las dunas de arena, las fuentes calientes, y los océanos profundos viven porcentajes relativamente pequeños de especies, pero la mayoría de estas especies no se encuentra en ninguna otra parte, haciéndolas particularmente valiosas debido a sus rasgos distintivos. Las tundras y los mares abiertos también tienen números relativamente modestos de especies, aunque las poblaciones de estas especies pueden ser inmensas. Concentraciones mayores de especies se encuentran en las praderas y los bosques de coníferas, en las latitudes templadas; más aun, habitan las sabanas tropicales, pantanos y suamos, ríos y lagos, zonas intermareales costeras, y enjambres marinos ricos en nutrientes. Algunas áreas semiáridas (como Australia occidental y los bosques de miombo de Africa, descritos en el Ejemplo 11 del Capítulo 6) y ecosistemas mediterráneos (como el Cabo de Sudáfrica o los Balcanes) tienen una gran diversidad de especies. La mayoría de las especies del mundo, sin embargo, se encuentran en los trópicos húmedos, frecuentemente en países con los medios financieros, técnicos, e institucionales más limitados para conservar la biodiversidad (Cuadro 2.2).

Aunque abarcan sólo el 2.3 por ciento de la superficie de la Tierra, los bosques lluviosos de tierras bajas y montañas probablemente contienen más del 65 por ciento de todas las especies terrestres (Wilson 1992). Los arrecifes del coral del Trópico –a veces llamados los "bosques lluviosos de los océanos" por su riqueza de especies– ocupan un reñido segundo lugar. Los 600 000 kilómetros cuadrados de arrecife comprenden el 0,1 por ciento de la superficie total de la Tierra, pero pueden sostener hasta 950 000 especies (aunque se han descrito sólo el 10 por ciento) (Burke et al. 2000).

Tal vez los bosques tropicales de la Amazonía son los hábitats que reciben la mayor atención por parte de los conservacionistas. Sin embargo, la inmensa mayoría –más del 70 por ciento de las especies amenazadas de aves de América del Sur se encuentran en los bosques montanos y humedales de mayor altitud en los Andes norteños y centrales, en los

bosques decíduos y semiáridos del Pacífico, a lo largo de la costa desde Colombia occidental hasta el Chile norteño, y en las praderas nativas y el bosque ribereño del sur y oriente de Brasil. Estas áreas son particularmente amenazadas por la agricultura, que sigue extendiéndose (Myers et al. 2000).

Recuadro 2.4. Contribución potencial de las variedades silvestres a la mejora del ganado doméstico.

Asia sirve de hogar para, por lo menos, veintidós especies silvestres que son parientes cercanos del ganado doméstico (en el mismo género) o que son criados en cautiverio en una forma doméstica de la misma especie (el elefante, el cerdo, el camello, el búfalo de agua, el yak, el ganado de Bali). Las principales poblaciones silvestres de la mayoría de estas especies se encuentran dentro de áreas protegidas. La Unión para la Conservación Mundial (UICN) considera catorce de las veintidós especies como amenazadas. Pero ahora, las técnicas modernas de trasplantes de embriones, el clivaje de embriones, y la inseminación artificial están suficientemente bien desarrolladas para permitirles incluso a los parientes silvestres amenazados a hacer una contribución real a la industria ganadera. Como los embriones son libres de muchas enfermedades, ellos pueden ser enviados de una nación a otra, sin tomar caras precauciones de cuarentena, y los métodos de la criopreservación permiten enviar por avión los diminutos puños de células en pequeños recipientes aislados a costos mínimos (*National Research Council* 1983). La ingeniería genética ha hecho posible la introducción de nuevos genes en la línea germinal de un animal y, por eso, produce las proteínas fuera de su ambiente normal, mejorando significativamente la ganancia diaria de peso y la eficacia alimenticia. Pero éstos también han llevado a una incidencia más alta de úlceras gástricas, artritis, agrandamiento del corazón, dermatitis, y la enfermedad renal (Purse1 et al. 1989). Los genes de parientes silvestres –los cuales a menudo son más robustos que los domésticos– pueden proporcionar el material crudo para tratar de una manera más eficaz tales desafíos, incluso utilizando las técnicas convencionales de la cría.

Cuadro 2.2. Los países más ricos en especies en el mundo

País	Especies de mamíferos	País	Especies de mamíferos
1. Indonesia	515	6. Perú	361
2. México	449	7. Colombia	359
3. Brasil	428	8. India	350
4. República Democrática de Congo	409	9. Uganda	311
5. China	394	10. Tanzania	310
País	Especies de aves	País	Especies de aves

1. Colombia	1 721	6. Venezuela	1 275
2. Perú	1 701	7. Bolivia	±1 250
3. Brasil	1 622	8. India	1 200
4. Indonesia	1 519	9. Malasia	±1 200
5. Ecuador	1 447	10. China	1 195
País	Especies de reptiles	País	Especies de reptiles
1. México	717	6. Colombia	383
2. Australia	686	7. Ecuador	345
3. Indonesia	±600	8. Perú	297
4. Brasil	467	9. Malasia	294
5. India	453	10. Tailandia / Papua Nueva Guinea	282
País	Especies de anfibios	País	Especies de anfibios
1. Brasil	516	6. China	265
2. Colombia	407	7. Perú	251
3. Ecuador	358	8. República Democrática de Congo	216
4. México	282	9. Estados Unidos	205
5. Indonesia	270	10. Venezuela /Australia	197
País	Especies de plantas con flores	País	Especies de plantas con flores
1. Brasil	55 000	6. Sudáfrica	21 000
2. Colombia	45 000	7. Indonesia	20 000
3. China	27 000	8. Venezuela	20 000
4. México	25 000	9. Perú	20 000
5. Australia	23 000	10. Federación Rusa URSS (anteriormente)	20 000

Fuente: McNeely et al. 1990.

La atención pública se enfoca a menudo especialmente en las especies carismáticas como los pandas gigantes, tigres, rinocerontes, grandes ballenas, loros y grúas. Pero los invertebrados y microorganismos del suelo, invisibles al ojo desnudo, pueden ser aun más importantes para el funcionamiento de los ecosistemas. Aunque la biodiversidad de los suelos es notablemente rica, la ciencia todavía tiene que describir un 98 por ciento (estimación) de las especies que viven en el suelo. Para seis grupos taxonómicos (incluyendo oligoquetos, ciempiés, y milpiés), el 100 por ciento de las especies conocidas se encuentran en el suelo; para otro juego de ocho grupos taxonómicos (incluyendo las bacterias, hongos, ácaros, termitas, hormigas, isópodos, lombrices y moscas), por lo menos la mitad de las especies conocidas se encuentran en el suelo (Wall y Moore 1999). Estos diminutos organismos de suelo proporcionan los eslabones críticos entre los reinos atmosférico, terrestre y acuático. Desgraciadamente, el conocimiento actual es insuficiente para identificar patrones geográficos de diversidad, rangos de especies de microorganismos, tipos de especies que pueden ser particularmente importantes para los procesos ecosistémicos, y las amenazas mayores que enfrentan estos organismos.

Una característica notable y perturbadora de la distribución geográfica de biodiversidad silvestre, es que corresponde fuertemente con la densidad de la población humana. Más de 1,1 mil millones personas viven dentro de los veinticinco sitios calientes globales de biodiversidad que los ecólogos describen como las regiones ricas en las especies más amenazadas en la Tierra (Myers et al. 2000). La densidad de la población en siete de estos sitios calientes alcanzó más de 100 personas por kilómetro cuadrado en 1995 (vea Cuadro 2.3). En el otro extremo, sólo cerca de 75 millones de personas, o el 1,3 por ciento de la población del mundo, vive dentro de tres áreas tropicales silvestres: la Amazonia superior y el Escudo de Guyana, la Cuenca del río Congo, y el complejo de islas de Nueva Guinea y Melanesia. Juntos, éstos cubren aproximadamente el 6 por ciento de la superficie de la Tierra (Cincotta y Engelman 2000), como se ve en el Mapa 2.1. Pero la biodiversidad silvestre no sólo está bajo presión en los sitios calientes ricos en especies, o en las áreas tropicales silvestres. Asia Sur y Oriental, densamente poblada –dominada por India y China–, tiene extensas áreas de hábitat convertidas hacia la agricultura y, por ende, tienen áreas más limitadas dedicadas a la biodiversidad silvestre.

Las áreas protegidas

Durante más o menos los últimos 100 años, pero sobre todo durante las últimas décadas, la mayoría de los países ha establecido áreas protegidas diseñadas para lograr varios objetivos de conservación. Como se demuestra en la Figura 2.1, el 8 por ciento de toda la Tierra está legalmente protegido en sitios que cumplen con los criterios de la Unión para la Conservación Mundial (UICN), aunque muchas áreas protegidas declaradas están *de facto* ocupadas o utilizadas, de una manera bastante intensiva, por la gente local. Por otro lado, muchas áreas son demasiado pequeñas para cumplir con el criterio del tamaño de 1 000 hectáreas, establecido por la UICN, aunque sí son valiosas para la biodiversidad. La última recopilación de estadísticas globales para áreas protegidas incluye 44 197 sitios que cubren 13 279 127 kilómetros cuadrados, casi el 10 por ciento de la superficie de la Tierra (*World Conservation Monitoring Centre* 2000).

El traslape de áreas protegidas con áreas agrícolas (que tienen por definición más del 30 por ciento de su cobertura de la Tierra bajo cultivos o pastos sembrados) es notable, como muestra el Mapa 2.2. La agricultura está principalmente ausente en el 45 por ciento de las principales áreas protegidas del mundo que contribuyen al 71 por ciento del área total protegida. Sin embargo, se practica la agricultura en otras reservas que contribuyen a casi el 29 por ciento de áreas protegidas a nivel global. En más del 17 por ciento del área global en reservas protegidas, la agricultura ocupa más del 30 por ciento de la tierra. Es casi seguro que la actividad agrícola tiene una marcada influencia sobre áreas no cultivadas, adyacentes a esas reservas (Sebastian 2001).

Cuadro 2.3. La densidad poblacional y la conservación del hábitat en los 25 sitios calientes (*Hotspots*) globales

	El Área de sitios calientes (miles de kilómetros cuadrados)	Población humana, 1995 (miles)	Densidad poblacional, 1995 (por kilómetro cuadrado)	Tasa de crecimiento poblacional, 1995-2000 (por ciento por año)	Magnitud de la vegetación original (miles de kilómetros cuadrados)	Magnitud de la vegetación remanente (por ciento del original)	Magnitud de la vegetación protegida (por ciento del original)
1. Andes tropicales	1 415	57 920	40	2 8	1 258	25	6 3
2. Mesoamérica	1 099	61 060	56	2 2	1 155	20	12 0
3. Caribe	264	38 780	136	1 2	264	11	15 6
4. La Región del Bosque Atlántico	824	65 050	79	1 7	1 228	8	2 7
5. Chocó-Darién – Ecuador Occidental	134	5 930	44	3 2	261	24	6 3
6. Cerrado brasileño	2,160	14 370	7	2 4	1 783	20	1 2
7. Chile central	320	9 710	29	1 4	300	30	3 1
8. Provincia florística de California	236	25 360	108	1 2	324	25	9 7
9. Madagascar e Islas del Océano Índico	587	15 450	26	2 7	594	10	1 9
10. Montañas del Arco Oriental y Bosques Costeros	142	7 070	50	2 2	30	7	16 9
11. Bosques de Guinea en Africa Oriental	660	68 290	104	2 7	1 265	10	1 6
12. Provincia Florística del Cabo	82	3 480	42	2 0	74	24	19 0
13. Karoo Suculento	193	460	3	1 9	112	27	2 1
14. Cuenca mediterránea	1 556	174 460	111	1 3	2 362	5	1 8
15. Cáucaso	184	13 940	76	-0 3	500	10	2 8
16. Sundalandia	1 500	180 490	121	2 1	1 600	8	5 6
17. Wallacea	341	18 260	54	1 9	347	15	5 9
18. Filipinas	293	61 790	198	2 1	301	8	1 3
19. Indo-Birmania	2 313	224 920	98	1 5	2 060	5	7 8
20. Montañas de China Sur-central	469	12 830	25	1 5	800	8	2 1
21. Ghats Occidentales y Sri Lanka	136	46 810	341	1 4	183	7	10 4
22. Australia Suroccidental	107	1 440	13	1 7	310	11	10 8
23. Nueva Caledonia	16	140	8	2 1	19	28	2 8
24. Nueva Zelanda	260	2 740	11	1 0	271	22	19 2
25. Polynesia/Micronesia	46	2 900	58	1 3	46	22	10 7

Fuentes: Cincotta y Engelman 2000: Sitios calientes (*hotspots*) de biodiversidad global definidos por Conservación Internacional.

Mapa 2.1. La población en los sitios calientes (*hotspots*) globales de la biodiversidad, 1995.

Fuente: Cincotta y Engelman, 2000.

Figura 2.1. Las Áreas Protegidas del Mundo. Fuente: McNeely et al. 1994.

Nota: Incluye sitios que sólo cumplen con los criterios de la UICN.

Kilómetros cuadrados

Región

Área protegida

El mapa 2.2 también demuestra que muchas áreas protegidas son islas de hábitat silvestre dentro de un mar de actividad agrícola. En Centroamérica, muchas pequeñas áreas protegidas se esparcen con las tierras agrícolas. Debido al área limitada total de la Tierra, las presiones agrícolas en las áreas protegidas son intensas y probablemente aumentarán.

Muchas áreas protegidas en América del Sur se localizan a lo largo de la frontera agrícola de la Amazonia. Si se puede protegerlas eficazmente depende, más que todo, de la dinámica de los asentamientos fronterizos y oportunidades del empleo en otras áreas. En Africa y en el sur, sudeste y este de Asia, el traslape de áreas protegidas con tierras agrícolas es alarmante. La protección eficaz de estas áreas parece ser un desafío especial.

Por otro lado, Java –una de las partes más densamente pobladas del mundo, con 120 millones de personas agrupadas en una isla del tamaño del estado de Nueva York–, todavía tiene un excelente sistema de veintidós parques nacionales y reservas naturales que cubren casi 650 000 hectáreas. Esto demuestra que incluso las poblaciones humanas más densas pueden conservar hábitats silvestres, y pueden justificarlos hasta en tiempos de dificultad económica. Algunas tierras javanesas de cultivo también tienen una gran agrobiodiversidad, con un estudio de 351 huertos javaneses que registran 607 especies de plantas (Dover y Talbot 1987).

Mapa 2.2. La relación geográfica entre las áreas protegidas y las tierras agrícolas.

Fuente: Wood, Sebastian y Scherr, 2000. Nota: La “magnitud agrícola” incluye a las áreas con más de 30 por ciento bajo cultivo o con pastos sembrados, basándose en una reinterpretación de GLCCD 1998 y USGS-EDC 1999, más las áreas irrigadas adicionales con base en Doell y Siebert 1999.

Porción agrícola del área protegida (por ciento)

Dentro de la magnitud de la agricultura

Fuera de la magnitud de agricultura

El Estado y las tendencias en las poblaciones de especies silvestres

Las tendencias en la biodiversidad silvestre hacen pensar en patrones preocupantes de pérdida de especies, pérdida de poblaciones, y extinción. A aproximadamente unos 1,5

millones de especies se les ha dado nombres, se las ha descrito, y se las ha mantenido en colecciones de museos (Wilson 1992). De acuerdo con el más actual consenso científico, el número total de especies vivas fluctúa entre 7 y 15 millones, aunque algunas estimaciones se acercan más a los 100 millones. Los mamíferos y todos los demás vertebrados (animales con una columna vertebral) contribuyen sólo con unas 40 000 especies, o menos del 1 por ciento de todas las especies. La vida vegetal que consiste en plantas con flores, coníferas, musgos y helechos, probablemente constituye menos del 5 por ciento de todas las especies, o aproximadamente 300 000 en total. Los artrópodos –un grupo que incluye a los insectos, crustáceos, arañas, ácaros, ciempiés, y sus parientes– forman sin duda el grupo más diverso y extenso de todos los organismos, aunque no han sido bien estudiados. Se piensa que ellos constituyen por lo menos el 40 por ciento de las especies vivas. Queda un mundo por descubrir en los invertebrados (los moluscos, los equinodermos, las medusas, y los lombrices) y microorganismos (los hongos, los protozoarios, las algas, las bacterias, los virus), de los cuales se espera que lleguen a millones de especies (ver Recuadro 2.5).