



Organización
de las Naciones Unidas
para la Educación,
la Ciencia y la Cultura

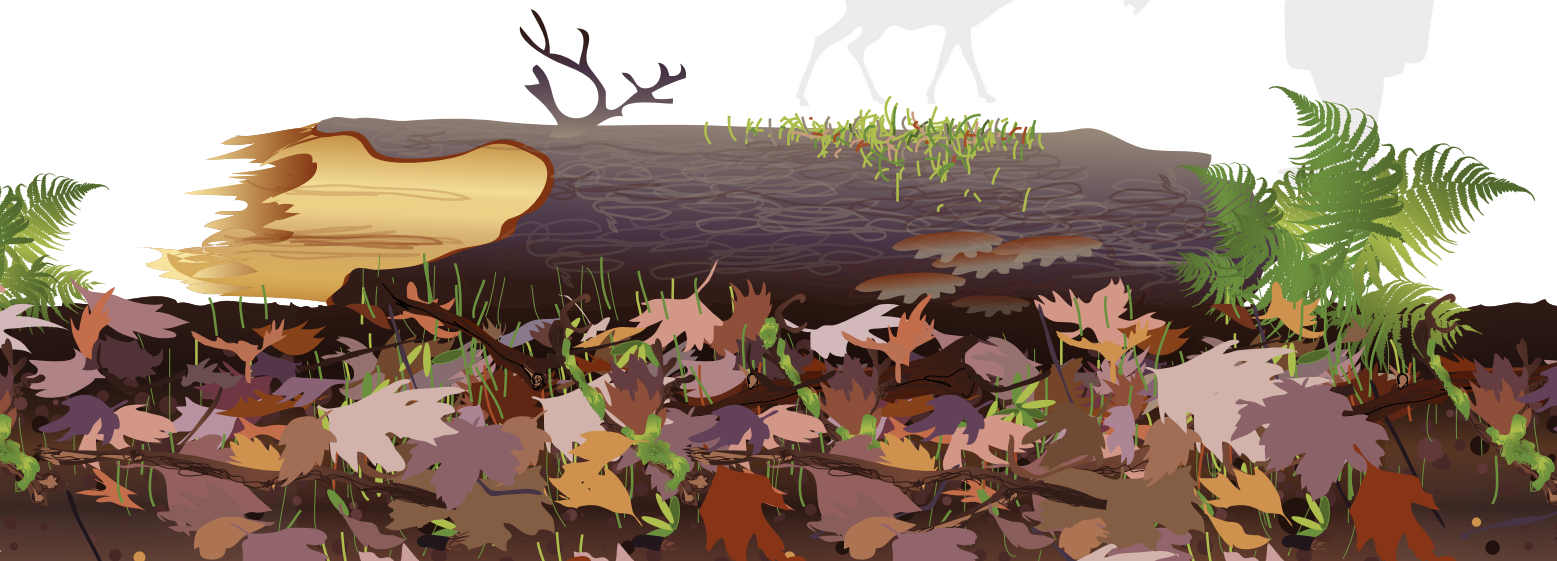


Convenio sobre la
Diversidad Biológica

Kit 
pedagógico
sobre
biodiversidad



Volumen 1



The background features a detailed illustration of a diverse ecosystem. It includes a variety of plants such as ferns, a large tree, and a smaller tree. Animals depicted are a jellyfish, an owl, a bird, a turtle, a dolphin, and a deer. There are also human elements like a house, a bridge, and a person interacting with the deer. The entire scene is rendered in a light, monochromatic style.

Kit
pedagógico
sobre
biodiversidad

Volumen 1

Obra publicada en 2017 por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) – 7, place de Fontenoy – 75352 París 07 SP (Francia).

© UNESCO 2017

ISBN 978-92-3-300050-6



Obra disponible en libre acceso bajo la licencia Attribution-ShareAlike 3.0 IGO (CC-BY-SA 3.0 IGO) (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/igo/>). Al utilizar el contenido de la presente publicación, los usuarios aceptan las condiciones de utilización del Archivo UNESCO de acceso abierto (<http://fr.unesco.org/open-access/terms-use-ccbysa-fr>).

Los términos y denominaciones utilizados en esta publicación, así como la forma de presentación de los datos contenidos en ella, no implican juicio alguno por parte de la UNESCO sobre la condición jurídica de países, territorios, ciudades o regiones, ni sobre sus autoridades, ni respecto del trazado de sus fronteras o límites.

Las ideas y opiniones expresadas en esta publicación son de la exclusiva responsabilidad de sus autores y no reflejan necesariamente el punto de vista de la UNESCO, ni comprometen a la Organización.

Coordinación de la publicación y la edición: Salvatore Aricò

Supervisión científica y técnica: Bernard Combes (educación y pedagogía), Victor Scarabino y Gilles Boëuf (biodiversidad), Mauro Rosi (cultura)

Redacción: Hélène Gille

Búsqueda iconográfica y contribuciones complementarias al texto: Bárbara Ávila y Marine Wong

Coordinación administrativa y cooperación: Nataša Lazić

Control de calidad: Carl Vannetelbosch y Bárbara Ávila

Diseño de cubierta y maquetación: Mirian Querol y Marie Moncet

Composición e impresión efectuadas en los talleres de la UNESCO.

La organización impresora ha obtenido la homologación Imprim'Vert R, expedida en el marco de la iniciativa adoptada por la industria francesa de la imprenta en favor del medio ambiente.

Publicación impresa en Francia

Índice

Preámbulo	6
-----------	---

Prefacio	7
----------	---



Parte 1 ¿Qué es la biodiversidad?	9
--------------------------------------	---

Biodiversidad, una primera definición	10	Diversidad de hábitats, de biomas y de paisajes	26
Breve historia	11	1. ¿Cómo las especies mantienen por si mismas los medios en los que viven?	26
La diversidad de las especies	12	2. Del hábitat al bioma	27
1. El mundo de los seres vivos	12	3. Preservar los hábitats para la conservación de las especies	28
2. Biodiversidad oculta	13	4. La conservación de la biodiversidad a escala de los ecosistemas y de los paisajes transformados geográficamente por la actividad humana (antropizados)	29
3. Biodiversidad descrita y clasificación	14	Fichas de lectura	35
4. Especies	14	Desiertos	36
5. Tiempo/Evolución	16	Las regiones polares	38
6. Extinción	17	Las zonas montañosas	40
La diversidad de los ecosistemas	19	Los Bosques boreales de coníferas: la Taiga	42
1. ¿Qué es un ecosistema?	19	Las praderas	44
2. La diversidad de los ecosistemas	19	Diversidad cultural	47
La diversidad de los genes	23		
1. La Célula	23		
2. El ADN	23		
3. ¿Y cuál es el rol de la biodiversidad en todo esto?	25		



Parte 2

La contribución de la biodiversidad al bienestar humano y los riesgos generados por un deterioro de la misma

51

Introducción	52	Biodiversidad y aprovisionamiento: Los ecosistemas acuáticos	110
1. El ser humano en el centro del universo biológico	52	1. Los ecosistemas costeros	111
2. La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio y la noción de "servicios ecosistémicos"	54	2. Los ecosistemas de las aguas continentales	117
3. ¿Qué tipo de evaluación para los ecosistemas?	57	3. Los ecosistemas marinos	121
4. Hacer frente a la rápida degradación de la diversidad biológica, nuestro capital	62	4. Los numerosos servicios que proporcionan los ecosistemas acuáticos y su estado de degradación	126
5. Las herramientas de evaluación del riesgo de extinción	64	La contribución de la biodiversidad a los servicios de apoyo	134
6. La necesidad vital de preservar la diversidad biológica con el fin de asegurar un futuro sostenible para todos	66	1. Formación de los suelos	135
Los Objetivos de Desarrollo Sostenible	67	2. Reciclaje de la necromasa	135
Biodiversidad y aprovisionamiento: Los ecosistemas agrícolas	68	3. Producción de humus	137
1. Cultivar para alimentarse	68	4. Ciclo de los nutrientes	137
2. Los sistemas agrarios tradicionales y la biodiversidad	70	5. Producción de biomasa	138
3. Policultivo y alimentación en las zonas rurales: la evolución actual	75	6. Biodiversidad y ciclo del carbono	141
4. Erosión genética, contaminación y mala calidad alimentaria	79	7. Biodiversidad y otros servicios de apoyo	143
5. Agricultura y desarrollo	81	Biodiversidad y el concepto de punto de inflexión	146
6. El contexto de la IAASTD y el concepto de multifuncionalidad de la agricultura	82	Biodiversidad y servicios culturales de los ecosistemas	148
Biodiversidad y aprovisionamiento: Los ecosistemas forestales	86	1. Naturaleza y cultura a escala universal	148
1. Las características de la pérdida y de la degradación de los hábitats forestales	87	2. Biodiversidad y saberes autóctonos	153
2. Los ecosistemas forestales: preciosas reservas de biodiversidad	94	3. Pérdida de la diversidad biológica y cultural	155
		4. Diversidad bio-cultural y desarrollo	156
		5. La UNESCO y los vínculos entre diversidad biológica y diversidad cultural	158



Parte 3 El devenir de la diversidad biológica y las condiciones de su conservación

161

Alternativas para los ecosistemas terrestres

162

1. La consideración asociada de las emisiones de CO₂ y de la conversión de los ecosistemas naturales **162**
2. El pago de servicios ecosistémicos **163**
3. La gestión de regiones amenazadas **164**
4. Innovar en materia de conservación **165**

Las acciones de las instituciones internacionales para la protección de la biodiversidad

172

1. Hacia una mayor coherencia de la acción y de la jurisdicción **172**
2. Hacia una gestión concertada y razonada **180**
3. Nuestra huella ecológica **190**

Alternativas para los ecosistemas acuáticos

166

1. Favorecer la descontaminación y el tratamiento de las aguas residuales mediante procesos biológicos **166**
2. Restaurar o mantener las conexiones de los cursos de agua o entre los puntos de agua **168**
3. Favorecer la reconstitución de los recursos marinos **169**
4. Reducir las amenazas que pesan sobre los sistemas coralinos **170**

Preámbulo

El *Kit pedagógico UNESCO-CDB* sobre biodiversidad tiene como objetivo poner de manifiesto que la biodiversidad es la esencia de la vida, que ella brinda los elementos necesarios como productos alimenticios, fibras textiles y materiales de construcción. Además permite el mantenimiento de los servicios ecosistémicos, como la fertilidad de los suelos, y constituye la base de las sociedades, de las culturas y de las religiones.

A partir de textos e ilustraciones, el kit propone un método práctico para ayudar a los estudiantes y a los profesores de secundaria a entender las múltiples dimensiones y los complejos procesos relacionados con la biodiversidad, gracias a su propuesta de aprendizaje e innovadoras actividades prácticas. Presenta además la situación actual de la biodiversidad, y explica como ésta se ve afectada por algunos comportamientos, actitudes y formas de consumo.

Ya que la educación es esencial para el uso sostenible y durable de la biodiversidad y para su conservación, esperamos que los profesores y alumnos encuentren en este kit pedagógico una fuente atractiva y útil para profundizar sus conocimientos sobre la biodiversidad, y que les ayude a ser conscientes de que su conservación es vital para el futuro del planeta.

La presente publicación es una contribución al Decenio de Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica (2011-2020). Es compatible con los principales objetivos del programa de acción sobre comunicación, educación y sensibilización pública de la Convención sobre la Diversidad Biológica (CDB), al cual la UNESCO ha contribuido activamente durante los últimos 15 años, y del Programa de Acción Global para la Educación a favor del desarrollo sostenible, coordinado por la UNESCO. El kit ha sido probado en las escuelas secundarias pertenecientes al Sistema de la Red de Escuelas Asociadas de la UNESCO (réSEAU).

El kit fue preparado en el marco de una iniciativa conjunta del Sector de la Educación y el de las Ciencias Exactas y Naturales de la Organización de Naciones Unidas para la educación, la ciencia y la cultura (UNESCO), en cooperación con la Convención para la Diversidad Biológica (CDB).

Extendemos nuestro sincero agradecimiento al secretariado de la CDB, al Gobierno de Japón, al centro UNESCO Extea, a Beraca y al Comité Nacional francés del MAB, quienes aportaron recursos para la elaboración del presente kit pedagógico como parte de su apoyo a la UNESCO.

Flavia Schlegel
ADG/SC



Qian Tang
ADG/ED



Prefacio



Toma lecciones de la naturaleza, que es donde está nuestro futuro.

Leonardo da Vinci

El presente kit educativo es el resultado del trabajo conjunto de expertos de diversas disciplinas como la educación, la pedagogía, las ciencias biológicas, la ecología, los idiomas y la diversidad cultural.

A lo largo de este proyecto, hemos tratado de favorecer la interdisciplinariedad, ya que por definición, la biodiversidad —tema central de este manual— cruza todos los sectores de nuestra sociedad. La diversidad biológica habla sobre el pasado (la evolución de la vida en la tierra), del presente (la contribución de la biodiversidad para el bienestar humano), y del futuro (la urgente necesidad de conservarla, ya que sufre erosión y pérdida a todos los niveles en todo el mundo).

¿Por qué se ha desarrollado este kit educativo sobre biodiversidad? Debido a que la interfaz entre la ciencia de la biodiversidad, como los resultados de la Perspectiva Mundial sobre la Diversidad Biológica (PMDB) y el trabajo de la Plataforma intergubernamental científico-normativa sobre diversidad biológica y servicios de los ecosistemas (IPBES) debe ser puesta en conocimiento de todos, más allá de los tomadores de decisiones. De hecho, el futuro de la biodiversidad dependerá de la acción colectiva global de una sociedad instruida, incluyendo la obligación moral de promover el conocimiento tradicional e indígena sobre la biodiversidad.

La UNESCO ha elaborado este manual con atención, tanto en la Secretaría de la Convención sobre la Diversidad Biológica como en la Red de Escuelas Asociadas de la UNESCO (RedPEA). Esperamos que este kit, disponible gratuitamente en tres idiomas (francés, inglés y español), sirva de referencia para que el concepto de biodiversidad, a menudo visto como difícil de entender, pueda ser entendido y aplicado en toda su esencia, sencillez y fuerza de impacto en nuestras vidas y en la sostenibilidad de nuestro planeta. En última instancia, la biodiversidad, más allá de lo que representa una fotografía de la evolución natural de la vida en la tierra y en los océanos, no es más que el resultado de nuestra interacción con la naturaleza que nos rodea. Si llevamos vidas que reflejan los objetivos de desarrollo sostenible, podemos seguir beneficiándonos de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos: la seguridad alimentaria y el acceso al agua; la contribución de la energía renovable y los componentes de nuestros hábitats; la contribución a nuestra salud y bienestar; la protección contra los desastres naturales; y la regulación del clima.



Parte 1

¿Qué es la *biodiversidad*?

Izquierda:
Macropus parryi, Australia.
© UNESCO, Carl Moller

Arriba derecha, de arriba hacia abajo:
Ranas de árbol de ojos rojos.
© Brian Gratwicke CC BY 2.0
Guacamayo azul.
© Luc Viatour CC BY 2.0
Expedición ártica.
© Bjorn Alfthan, UNEP GRID-Arendal

Biodiversidad, una primera definición

El mundo de los organismos vivos de la tierra, se caracteriza por su variedad y gran diversidad. Variedad, diversidad... se utiliza uno u otro término en función del énfasis que se haga en los diferentes elementos que componen ese conjunto, o en las diferencias entre los elementos.

La variabilidad de organismos vivos de cualquier origen incluye, entre otras cosas, a los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos, así como a los sistemas ecológicos de los que forman parte; incluyendo la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y la de los ecosistemas.

La diversidad biológica o biodiversidad abarca todas las formas de vida, las de los seres vivos (animales, vegetales y microorganismos), las de sus hábitats (o medios de vida), las de los ecosistemas a los que pertenecen o en los que participan y las de los biomas o grandes unidades de paisaje modeladas por el clima (bosques húmedos tropicales, sabanas tropicales y subtropicales, desiertos y semidesiertos cálidos, bosques caducifolios templados, estepas, arrecifes de coral, deltas).

La biodiversidad no se refleja solamente en las formas de vida, se manifiesta igualmente en todos los niveles de organización y de funcionamiento del mundo vivo (en los sistemas que forman los genes, las especies, los ecosistemas y los biomas).

Dicho de otro modo, la biodiversidad no representa únicamente un inventario de la diversidad de las especies, visibles a simple vista o en un microscopio, sino que designa también la diversidad genética contenida en cada unidad elemental de los seres vivos (la célula, el individuo, la especie, la población, el ecosistema), y abarca igualmente el conjunto de las relaciones e interacciones que vinculan esas unidades entre sí.

Por dichas relaciones, hay que entender también la circulación de energía que se efectúa en las relaciones tipo depredador/presa, la relación de cooperación entre dos especies como el caso del picabueyes (un ave) y el rinoceronte: el primero se alimenta de los parásitos externos del segundo, en beneficio de ambos socios; o incluso las relaciones entre los flujos de elementos mayores, por ejemplo el almacenamiento de carbono durante los grandes ciclos biogeoquímicos de la biosfera como el ciclo del carbono y su "almacenamiento" por los bosques y los océanos.

Esto son únicamente algunos ejemplos de la multitud de relaciones que existen.

Toda la variedad y la diversidad del mundo de los seres vivos constituye la base visible e invisible de la existencia humana en la tierra.

Cada ser humano depende de la biodiversidad para su bienestar.

La biodiversidad es, en efecto, la fuente del buen funcionamiento de los ecosistemas y por consecuencia de las poblaciones. Estos servicios pueden ser definidos como beneficios inmediatos e importantes, y como factores clave de bienestar para las comunidades humanas, principalmente en el aprovisionamiento de alimento y de agua potable, de medicamentos, de recursos energéticos y de materias primas.

Además de suministrar productos y alimentos vitales, la biodiversidad influye sobre el funcionamiento de los ecosistemas; participa en la formación de los suelos y en el ciclo de los nutrientes mediante la producción y descomposición de materia orgánica; mantiene los suelos en su sitio gracias a la presencia de una cobertura vegetal más o menos diversificada; juega un papel clave en la regulación del clima local y global gracias a la distribución y a la densidad de poblaciones vegetales como los bosques -ya sean mixtos o tropicales-; y participa en la regulación del aire y de la calidad del agua.

La diversidad biológica también se refleja en la diversidad cultural de los seres humanos sobre la superficie del planeta. El mundo viviente influye en nuestros sistemas de pensamiento, de creencias y de representaciones; en nuestras concepciones del mundo; en nuestra simbología; en nuestros valores; nuestro saber hacer; en el acondicionamiento del territorio o del espacio construido; en nuestras realizaciones artísticas...

De manera general, la creación y la evolución de las culturas humanas reflejan distintas maneras de abordar el universo biológico y de intervenir en él.

Desde hace años se constata una disminución general de la biodiversidad a escala mundial, una pérdida que se acelera a un ritmo sin precedentes.

Este fenómeno se debe en gran parte al impacto de las actividades humanas, intensificado por el cambio climático y la presión continua de una población mundial en permanente crecimiento.

Es urgente identificar las causas directas que están ocasionando la extinción de las especies, la desaparición o la fragmentación de los hábitats, con el fin de enfrentar y detener el declive masivo de la biodiversidad, de la cual dependen nuestras condiciones de vida y nuestro bienestar.



Breve historia

El término **biodiversidad**, utilizado para designar el concepto de diversidad biológica, fue introducido por primera vez en el análisis científico en 1988, por el reconocido entomólogo y biólogo Edward Osborne Wilson. Se trata, de un neologismo compuesto a partir de las palabras "biología" y "diversidad".

Esta palabra parecía más eficaz desde el punto de vista de la comunicación, en un momento en el que se empezó a tomar conciencia de la amplitud y de la particularidad del fenómeno de la extinción de las especies que conocemos desde finales del siglo XX.

En 1992, durante la Conferencia de Río o *Cumbre de la Tierra*, organizada bajo los auspicios de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), se adoptó oficialmente el término biodiversidad en un contexto de preocupación mundial en torno al desarrollo sostenible, y con la perspectiva de encontrar un equilibrio viable entre tres aspectos de las actividades humanas: el económico, el social y el medioambiental. Se decidió también durante esa cumbre, proponer la firma del *Convenio Internacional sobre la Diversidad Biológica*.

Dicho Convenio convierte en prioridad la conservación y la utilización durable de la diversidad biológica, considerada como uno de los recursos vitales del desarrollo sostenible. Además, esta convención también tiene como objetivo promover la repartición equitativa de los beneficios derivados de la biodiversidad, para que todas las poblaciones puedan beneficiarse.

En el artículo 2 del Convenio se define la biodiversidad como: "La variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas".

Al día de hoy, 196 Estados Parte han ratificado el Convenio, el cual en el 2002, fijó como objetivo para el 2010, lograr una reducción significativa de la tasa de pérdida de biodiversidad en los ámbitos nacional, regional y mundial.

Según los informes nacionales, las partes del Convenio (países signatarios) han reconocido que hasta la fecha no se ha conseguido el objetivo de reducir sensiblemente el ritmo de empobrecimiento de la diversidad biológica en todos los ámbitos previsto para el 2010.

Al declarar el año 2010 como el *Año Internacional de la Diversidad Biológica*, la Asamblea General de las Naciones Unidas invitó nuevamente a los gobiernos de los estados y a los ciudadanos del mundo a comprometerse en favor de la biodiversidad, a tomar medidas concretas, y a actuar con el fin de salvaguardarla.*

Los delegados de los 196 países signatarios, aprobaron durante la Conferencia de las Partes (Nagoya, octubre de 2010), un plan estratégico para la protección de la

biodiversidad, que abarca el período de 2011-2020. Las personas participantes se comprometieron a movilizar los recursos financieros necesarios para la puesta en marcha de este plan que prevé, de aquí al 2020, reducir a la mitad la pérdida de hábitats naturales, proteger 17% de las zonas terrestres y de las aguas interiores y restaurar al menos un 15% de los ecosistemas degradados – objetivos conocidas como las Metas de Aichi. En el marco de esta cumbre, las Partes aprobaron igualmente el Protocolo de Nagoya sobre el acceso a los recursos genéticos y participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de su utilización.

La Secretaría ejecutiva del Convenio sobre la Diversidad Biológica edita periódicamente la *Perspectiva Mundial sobre la Diversidad Biológica (Global Biodiversity Outlook)*, un informe sobre el estado de la biodiversidad que se ha convertido en indispensable para las personas responsables de la toma de decisiones. En la cuarta edición de la Perspectiva (*GBO4*), publicada en 2014, se hace un recuento de las tendencias que se desprenden de la evolución de la biodiversidad y sobre las opciones para el futuro.

En la Perspectiva - publicación a la que nos referiremos a lo largo de esta obra por medio del acrónimo de su título en inglés (*GBO3*)- se hace el balance de los resultados del Objetivo 2010, el cual favoreció la movilización de recursos financieros para la elaboración de mecanismos de investigación y de evaluación de impactos sobre el medio ambiente. Además permitió la puesta en marcha de importantes acciones de salvaguarda, como la creación de nuevas áreas protegidas y la conservación de determinadas especies, sin embargo, aún queda mucho por hacer. La última edición de la Perspectiva, *GBO4*, se publicó casi a medio camino de la fecha límite fijada para la consecución de la mayor parte de las Metas de Aichi (2020). Se valoró el progreso alcanzado hasta ese momento para lograrlos objetivos del Plan Estratégico con el cual los gobiernos se comprometieron colectivamente en 2010.

Concentrando un compendio de informaciones científicas precisas, herramientas de análisis y de evaluación a veces novedosas, y algunos mensajes clave, el *GBO4* pretendía poner en conocimiento de quienes toman las decisiones una potente síntesis de las cuestiones relacionadas con la biodiversidad, con el fin de integrarla definitivamente en los procesos de toma de decisiones.

En un contexto más amplio, a la vez informativo y pedagógico, de este *kit de educación pedagógica para la biodiversidad* destinado a un público amplio, retomaremos, a lo largo de las exposiciones la orientación de los principales mensajes y algunas de las herramientas más pertinentes priorizadas por el trabajo de la Convención sobre la Diversidad Biológica comprendido el *GBO4*.



Apatura Iliia.
© Jacob Hübner,
Dominio público



*** Ver sobre este punto**

Parte 3, Una mejor coherencia de la acción y de la jurisdicción (p. 172).

La diversidad de las especies

1. El mundo de los seres vivos

Cuando hablamos de diversidad de las especies o entre las especies, nos referimos a todos los seres vivos: a los seres humanos, a los animales (la especie *Homo sapiens* pertenece al reino animal), a los vegetales, a los hongos, a las bacterias (organismos unicelulares en los que la célula carece de núcleo), a los protozoos (organismos unicelulares cuya célula es eucariota es decir, tiene un núcleo definido) y a los virus.

Entre esa multitud de especies, hay algunas que conocemos bien: las mascotas, los animales domésticos (la vaca, el yak, el dromedario, dependiendo del lugar en que vivimos); aquellos que conocemos gracias a los libros, las fotos, los documentales; los vegetales que comemos, (ya sean hojas comestibles, como el berro de agua (*Nasturtium officinale*) o raíces, como la zanahoria o la mandioca (*Manihot esculenta*)); frutos carnosos como las bayas, (frutos con pepitas) entre los que podemos citar el arándano de los bosques escandinavos (*Vaccinium oxycoccos*) o la guayaba-fresa de Las Antillas (*Psidium cattleianum*).

Y claro ¡hay otras que no conocemos muy bien!

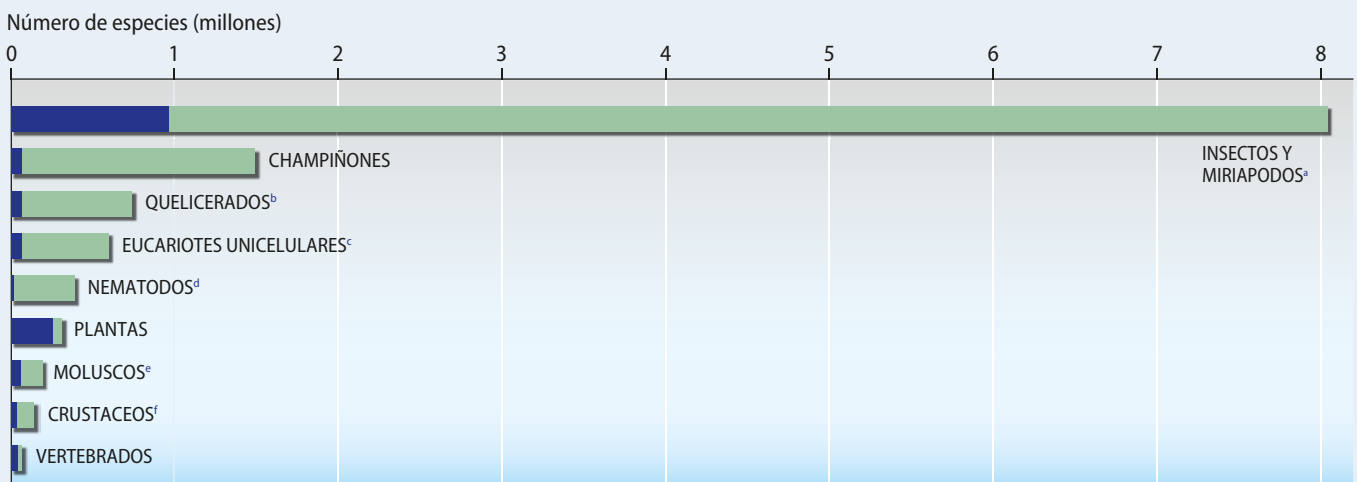
Citemos las especies raras o endémicas, es decir, aquellas que se localizan únicamente en regiones

geográficas específicas (en ocasiones en territorios muy pequeños), como la aguileña de los Alpes (*Aquilegia alpina*) o la tortuga estrellada (o radiada) de Madagascar (*Geochelone radiata*). No hay que olvidar a los organismos unicelulares invisibles a simple vista (bacterias, arqueas, protistas).

Entre ellas, podemos mencionar a las cianobacterias, una subclase de bacterias que se encuentran en todo el mundo (ubicuas): desde los hielos polares, pasando por el fondo de los océanos, hasta los lagos de los cráteres volcánicos y que constituyen los seres clorofílicos más antiguos que conocemos científicamente. Las Archaea (o arqueobacterias) que se encuentran en las fuentes hidrotermales de las profundidades de los océanos son organismos sin clorofila, y sus características biológicas dan testimonio de las condiciones medioambientales que existían en la época en que se originó la vida sobre la tierra.

A todas estas especies poco familiares se pueden añadir igualmente aquellas que tienen una vida muy breve, como los insectos efemerópteros (conocidos vulgarmente como efímeras), que no viven más que unas pocas horas.

FIGURA 1: ESTIMACIÓN DE PROPORCIÓN DE LAS ESPECIES DESCRITAS Y NO DESCRITAS EN EL GRUPO DE LOS EUKARIOTES



a. Miriápodos, mil-pies

b. Arácnidos

c. Algas, mohos, rizopodos y otros organismos unicelulares (no bacterias)

d. Gusanos redondos

e. Caracoles, palurdos, calamares, pulpos

f. Ballenas, los copépodos, cangrejos, langostas, camarones, krill

■ Especies descritas

■ Especies no descritas (estimación)

Fuente: Evaluación de los ecosistemas del Milenio, 2005

2. Biodiversidad oculta

Existe una enorme cantidad de especies ocultas invisibles o poco accesibles.

En la actualidad aún quedan tantas especies por descubrir que los cálculos para estimar con certeza el número total de especies existentes en el planeta se quedan cortos.

Al día de hoy se han descrito 1,8 millones de especies, pero se calcula que el número total oscila entre 5 y 30 millones aunque puede haber más. La mayoría de las especies no descritas son insectos (alrededor de 4 a 10 millones de especies no descritas de las cuales muchas estarían en la canopia (dosel forestal o arbóreo) de los bosques tropicales).

Aunque se han identificado decenas de miles de microorganismos, estos no representan más que un pequeño porcentaje (aproximadamente el 1%). Los microorganismos no descritos se multiplican y constituyen una verdadera masa de materia viva, invisible a nuestros ojos, pero son indispensables para el buen funcionamiento de los ecosistemas pues contribuyen en el reciclaje de la materia orgánica, participan en el ciclo del carbono y del nitrógeno, entre otras numerosas funciones.

Entre ellos, se encuentran los hongos microscópicos como las levaduras, los protistas – es decir, microorganismos eucariotas cuya célula contiene un solo núcleo – como las algas unicelulares microscópicas y las bacterias.*

*** Ver sobre este punto**

Estimaciones de la proporción de especies descritas y no descritas en el grupo de las Eucariotas (Tabla, p. 12).

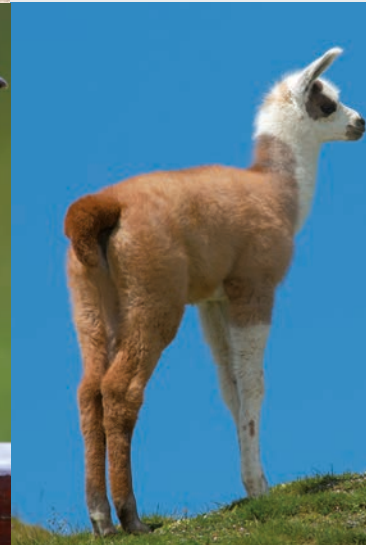


La biodiversidad reagrupa a las especies similares...

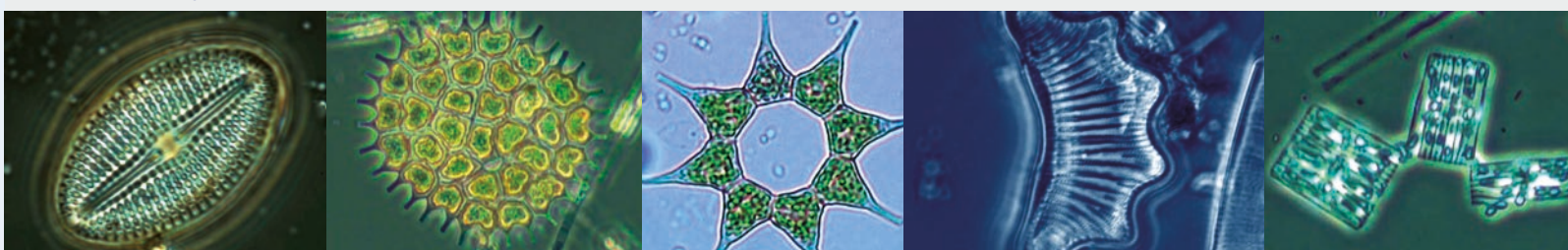
Izquierda:
Zebra, Tanzania.
© Luc Viatour, CC BY SA 3.0.

Abajo, de izquierda a derecha:
Panda gigante.
© Anissa Wood CC BY 2.0
Arrendajo.
© Luc Viatour, CC BY SA 3.0
Lama, Perú.
© Luc Viatour, CC BY SA 3.0
Mantis Orquídea (Hymenopus coronatus).
© Luc Viatour, www.lucnix.be, CC BY SA

Derecha:
Macropus parryi, Australia.
© UNESCO, Carl Moller



...Pero también a otras en las que no pensamos.
Algas unicelulares. © J-C Druart, INRA



3. Biodiversidad descrita y clasificación

Seguir estudiando y descubriendo la biodiversidad es esencial ya que el hallazgo de una especie puede llevar al descubrimiento de un nuevo proceso metabólico que a su vez puede ser de interés para producir nuevos medicamentos o para mejorar la eficiencia de un proceso industrial, o bien, porque algunos microorganismos pueden ser perjudiciales.

La identificación y la descripción de especies es una parte fundamental de la biodiversidad y su clasificación, sigue siendo la herramienta que permite traducir objetivamente los datos obtenidos a través de la observación y la deducción a partir del mundo de los seres vivos.

El ser humano (*Homo sapiens*) es la única especie sobre la tierra que tiene la capacidad de pensar acerca del mundo que le rodea y de intervenir directamente sobre el universo biológico. La necesidad de clasificar es una característica casi inherente a la organización humana. Comparando los organismos vivos, los seres humanos han establecido una jerarquía de **taxones** o unidades de clasificación que sirven para agrupar a los organismos vivos -de acuerdo a su forma, su función

o sus características genéticas comunes- en un mismo reino o especie.

La clasificación tradicional ha permitido en concreto dividir el mundo de los seres vivos en 6 reinos: las arqueas, las bacterias, los protistas, los hongos, los vegetales y los animales.

También ha permitido valorar el concepto de especie, la unidad básica de la jerarquía de los seres vivos.*

Sin embargo, gracias al progreso en el conocimiento, la clasificación ha evolucionado.

El criterio de clasificación se basa en la presencia de una característica, ya que al parecer, los taxones definidos por la ausencia de características –en oposición a su presencia – han resultado ser menos confiables.

La clasificación tradicional ha sido sobrepasada en cierta forma y redefinida, gracias a las técnicas basadas en las propiedades genéticas de los organismos (cf. ver más abajo).

* Ver sobre este punto

Vol. 2, Act. 1, Primer inventario de la biodiversidad (p. 6).

** Ver sobre este punto

Vol. 2, Act. 1, Primer inventario de la biodiversidad (p. 6).

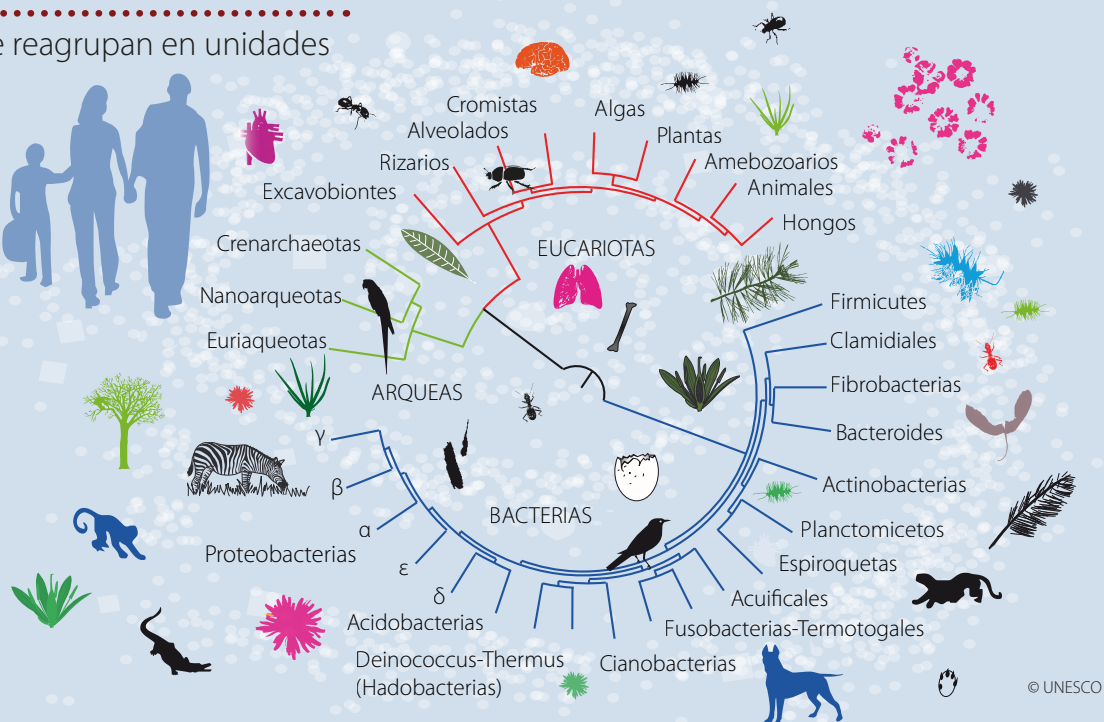
4. Especies

Desde un punto de vista científico, el concepto de especie presenta ciertas limitaciones, sin embargo es un concepto práctico e interesante que permite distinguir los diferentes tipos de organismos vivos.

La especie corresponde a una unidad de clasificación que agrupa a una población de seres vivos capaces de entrecruzarse (reproducirse entre sí y producir descendencia fértil); ésta población tiene características físicas particulares y no se reproduce con miembros de otras poblaciones.**

FIGURA 2: EL ÁRBOL DE LA VIDA

Los seres vivos se reagrupan en unidades llamadas "Taxón".



La reproducción entre individuos de una misma especie debe poder efectuarse en condiciones naturales (sin que sean cruzados artificialmente) y su descendencia debe ser viable y fecunda. Un caso contrario es por ejemplo, el dos especies que pueden entrecruzarse como el caballo y el asno, pero cuyo descendiente, el mulo, no es fecundo.

En resumen, el caballo y el asno son dos especies diferentes, y el mulo no es una especie, es un híbrido.

El concepto de especie se basa en el fenómeno de aislamiento reproductivo que, por una parte, impide que se intercambie el material genético de diferentes especies y, por otra, determina la existencia y la conservación de las características propias a cada especie.

El aislamiento reproductivo no puede, sin embargo, referirse a los casos de organismos asexuados como las bacterias que poseen mecanismos de reproducción propios.

El concepto de especie ha evolucionado con el tiempo y a lo largo de la historia de las ciencias.

En la actualidad se considera a las especies como el resultado del proceso evolutivo de las especies que las han precedido. La especiación sucede cuando una población de una determinada especie da lugar a otra u otras especies debido a la escisión del patrimonio genético en dos "programas" distintos. Este fenómeno se desarrolla en períodos de tiempo muy largos.

FIGURA 3: EL CONCEPTO DE ESPECIE

Una especie reagrupa a todos los seres vivos capaces de reproducirse entre sí y cuyos descendientes son también fértiles. Todos los seres vivos de una especie se asemejan entre sí ¡o más o menos!

Todos estos perros pertenecen a la misma especie *Canis Canis*.



Perros. Dominio público

Estas aves se asemejan entre si, pero pertenecen a especies diferentes.



Pingüino real

© Serge Ouachée CC-BY-SA-2.5



Pingüino de penacho amarillo

© Samuel Blanc CC-BY-SA-3.0



Pingüino de penacho anaranjado

© N. Hanuise CC-BY-SA-2.5

5. Tiempo/Evolución

La clasificación tradicional se ha ido abandonando, en favor de la clasificación filogenética, que se basa en la idea de evolución y en el concepto de ascendencia común (o filogenia).

Se indican así las relaciones evolutivas entre organismos que se han ido diferenciado a lo largo del tiempo de un ancestro común. Las especies se individualizan a partir de las poblaciones en el seno de la especie de origen. Dichas poblaciones evolucionan de manera distinta debido a mutaciones, a fenómenos aleatorios y a la selección natural (algunos rasgos que favorecen una mejor adaptación, se transmiten a un número creciente de individuos de generación en generación).

La transformación de estas poblaciones da lugar a nuevas especies y a una diversificación de las formas de vida.

La biodiversidad es inseparable de la evolución y debe tomarse en cuenta como un proceso dinámico a lo largo del tiempo.

Podemos entonces, hablar de una historia de la biodiversidad.



Parnassius apollo.
© Jacob Hübner,
Dominio público



6. Extinción

El estudio de la biodiversidad consiste en inventariar las especies, describirlas y estudiar su vida a lo largo del tiempo: una especie tiene una duración de vida determinada, su extinción forma parte del curso natural de la historia de la biosfera.

A lo largo de la historia de la biodiversidad se conocen al menos cinco crisis importantes provocadas por cambios bruscos y profundos del medio exterior durante las cuales han ocurrido desapariciones masivas de especies. Un ejemplo de este fenómeno sucedió entre el fin de la Era Primaria y el inicio de la Era Secundaria, hace unos 245 millones de años, durante la cual desapareció el 95% de las especies que existían en ese momento.

A partir del 5% de los seres vivos que sobrevivieron, evolucionaron todas las formas de vida que conocemos en la actualidad. La extinción de las especies es un componente natural de la evolución.

A una escala humana, el número de individuos de una especie puede crecer o decrecer en el tiempo; este

elemento sirve como indicador para evaluar el estado de conservación de la especie.

El número de especies de una región determinada, también puede analizarse en función del tiempo y servir como un indicador para medir la biodiversidad de dicha región, las variaciones de las condiciones climáticas y el desarrollo de los suelos.

Con los conocimientos actuales sobre la evolución de la biodiversidad, es posible estimar los ritmos de extinción de las especies.

Para la diversidad específica, el ritmo al cual se extinguen las especies en la actualidad, es 100 veces más rápido de como ha sucedido en la historia de la biosfera.

Si el 95% de los seres vivos desapareció a lo largo de 4 millones de años (durante la gran crisis del Pérmico), el problema que enfrentamos en la actualidad es realmente preocupante, pues la aceleración de la extinción de especies se concentra en los últimos 160 años.

FIGURA 4: ESCALA DE LAS ERAS GEOLÓGICAS

La historia de la Tierra se clasifica en grandes periodos. El paso de una era a otra en algunos casos es consecuencia de una crisis. Por ejemplo, hace 65 millones de años (entre el Triásico y el Jurásico), con la desaparición de los dinosaurios.

De la era más reciente (actual) a la más antigua.

Era	Periodo	Época	Edad en Ma
Cuaternaria			1,7
Terciaria	Neógeno	Plioceno	5,3
		Mioceno	23,5
	Paleógeno	Oligoceno	34
		Eoceno	53
		Paleoceno	65
Secundaria	Cretácico	Superior	96
		Inferior	135
	CRISIS: Límite entre el Cretácico y el Jurásico		
	Jurásico	Superior	154
		Medio	180
		Inferior	205
	CRISIS: Límite entre el Triásico y el Jurásico		
	Triásico	Superior	230
		Medio	240
		Inferior	245
CRISIS: Límite entre el Pérmico y el Triásico			
Primaria	Pérmico	Superior	258
		Inferior	295
	Carbonífero	Pensilvaniense	325
		Misisipiense	360
		Devónico	CRISIS
	Silúrico		435
	Ordovícico	CRISIS	500
Cámbrico		540	
Precámbrica	Proterozoico		2500
	Arcaico		3800



Lobo de Falklands realizado por John Gerrard Keulemans. Dominio público

No hay que olvidar que si remontamos tan lejos en el tiempo, es imposible con los conocimientos actuales, estudiar lo que sucedió en un lapso de tiempo más corto. Por lo tanto es posible que la mayoría de las desapariciones del Pérmico hayan sucedido en un período mucho más corto que los 4 millones de años, por ejemplo en un lapso de 250.000 años.

Las desapariciones actuales de especies, están vinculadas a la propagación de las actividades humanas y sus consecuencias sobre la biodiversidad a partir de la era industrial y de la transformación de los ecosistemas con fines agrícolas. Esto ha ocasionado la fragmentación y la pérdida de hábitats, la introducción de especies invasoras extranjeras, la sobreexplotación de los recursos naturales, la contaminación y el cambio climático, por citar solamente algunas causas directas.

Impulsado por el *GBO3*, el Índice Planeta Vivo (IPV) es una herramienta de evaluación ampliamente probada que permite analizar el tamaño de las poblaciones de especies salvajes a lo largo del tiempo. Nos permitió observar por ejemplo, que el valor global del IPV para las poblaciones salvajes de vertebrados disminuyó un tercio (31%) a escala mundial entre 1970 y 2006. Si observamos el gráfico que aparece debajo se constata que la disminución más drástica del tamaño de las poblaciones se ha producido en las regiones tropicales. Ello no quiere decir que el grado de degradación de la

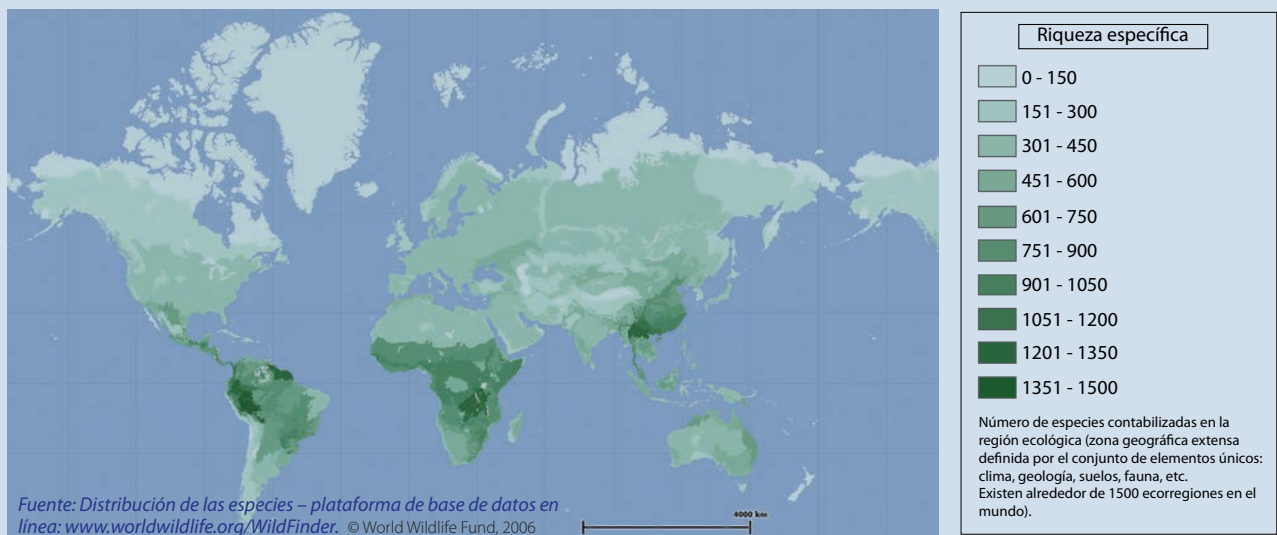
biodiversidad sea mayor en esas regiones que en otros lugares. Efectivamente, si observamos la evolución del índice a lo largo de varios siglos, vemos que las poblaciones de especies de las regiones templadas han experimentado una regresión parecida, si no mayor, en relación con el tamaño que tenían antes de la era industrial. El relativo aumento en los últimos años podría deberse al abandono de la actividad agrícola o a la reforestación de algunos terrenos de cultivo y a la cría de ganado. El análisis, sin embargo, pone de manifiesto la grave y continua disminución de la diversidad biológica en las regiones tropicales.

Si se estudian en detalle, con ayuda de los resultados más recientes, las tendencias reveladas por el IPV en relación a las poblaciones a escala mundial, se observa por ejemplo, que las poblaciones del 42% de las especies de anfibios y el 40% de las especies de aves se encuentran en un estadio de regresión.

En el caso de las aves, el 44% de las poblaciones de aves acuáticas (de 1,200 evaluadas) han disminuido desde 1980, mientras que las poblaciones de aves campestres han experimentado una regresión del 50% en Europa en el mismo periodo.

Estas cifras son significativas desde el punto de vista científico y demandan una respuesta concreta a favor de la biodiversidad por parte de la sociedad.

FIGURA 5: RIQUEZA ESPECÍFICA MUNDIAL



Durante los últimos 160 años, numerosas especies animales y vegetales desaparecieron. En la mayoría de los casos, las actividades antropogénicas han sido la causa. Por ejemplo: la caza, la deforestación, la introducción de especies invasoras, entre otras.

Un cuaga macho realizado por Nicolas Marechal. Dominio público

Ibis. © Raimond Spekking, CC BY SA 3.0

George el Solitario, último ejemplar de una especie de tortuga terrestre de las Islas Galápagos (*Chelonoidis abingdonii*), fallecido el 24 de junio de 2012. © Mark Putney, CC BY-SA 2.0



La diversidad de los ecosistemas



Espátula rosada (Platalea ajaja).
© Olaf Oliviero
Riemer CC BY SA 3.0

Una definición básica de la biodiversidad se refiere a la diversidad llamada “ecológica” o “ecosistémica”; que hace referencia a la diversidad de los ecosistemas que hay en la tierra.

1. ¿Qué es un ecosistema?

Un ecosistema es un complejo dinámico integrado por una comunidad de organismos vivos y el entorno físico, químico y geográfico en el que dichos seres evolucionan. La comunidad de especies y el entorno actúan en interacción como una unidad funcional.

Las diferentes especies que componen la comunidad o **biocenosis** – es decir, las plantas, los animales, los microorganismos y los seres humanos – se influyen mutuamente de diversas maneras. Se denominan factores **bióticos** a las interacciones de los seres vivos sobre el medio en un ecosistema. Son, por ejemplo, las relaciones de alimentación, de depredación, de

competición y de parasitismo que relacionan a las especies entre sí.

Paralelamente, las especies dependen de los factores **abióticos** (no biológicos) del entorno, como el clima, el suelo, el relieve, el espacio y la luz.

Un ecosistema está formado por la interacción de los factores bióticos y abióticos que lo caracterizan o, más exactamente, por la red de relaciones, de interacciones y de interdependencias tejidas entre los elementos que lo componen, y que permiten el mantenimiento y el desarrollo de la vida, así como el intercambio de flujos de energía entre las especies que lo habitan.

Un ecosistema es un complejo dinámico integrado por una comunidad de organismos vivos y el entorno físico, químico y geográfico en el que dichos seres evolucionan.

2. La diversidad de los ecosistemas

Cuando se habla de diversidad ecosistémica, no se refiere al inventario de las especies de un ecosistema, se trata de la diversidad de los entornos físicos y de los hábitats que son propios a una combinación de

especies, de la pluralidad de interacciones que tienen lugar en el seno de las poblaciones naturales y a los flujos de energía que varían de un ecosistema a otro.

Diversidad de medios físicos

La multitud de entornos físicos o “medios” que hay en la tierra presentan características físico-químicas muy diversas que influyen sobre las especies que en ellos habitan.

Así, los recursos de un entorno –la presencia de reservas de agua superficiales o subterráneas, la estructura del suelo, el contenido de sales minerales o nutrientes del suelo – y las condiciones del medio debidas a la temperatura y a las precipitaciones (o condiciones específicas como la altitud y su influencia en el grado de insolación) influyen sobre la presencia o el desarrollo de tal o cual especie en un medio concreto.

En un entorno determinado, solamente podrán vivir y coexistir especies adaptadas a esos recursos y condiciones específicas. Así, la *Gentiana*

purpurea (nombre común Purple Gentian) crece preferentemente sobre las aristas montañosas orientadas hacia el sur, las plantas halófilas se desarrollan en suelos salados, un ave como el cascanueces, que se alimenta de los granos de las coníferas, vive en la parte superior de los bosques ubicados sobre las pendientes de los macizos situados en las regiones templadas.

Una especie que habita en un medio determinado, se ve influenciada invariablemente por otras especies que la rodean y le proporcionan su alimento y sin las cuales, no podría desarrollarse y por lo tanto, reproducirse.

Diversidad de interacciones en el seno de las poblaciones de especies

Gracias a las cadenas alimenticias y a las relaciones de las redes tróficas entre las especies, la materia y la energía necesarias para todos los seres vivos pueden circular, y el complejo dinámico que constituye el ecosistema, puede mantenerse.*

Entre los diversos procesos de la interacción biológica que existen entre dos especies -además de la relación de alimentación o de depredación- puede citarse la relación de simbiosis en la que el beneficio es recíproco para las dos especies involucradas.

Por ejemplo la especie de orquídea *Ophrys sphegodes* y la especie de abeja *Andrena nigroaenae* viven en simbiosis: la planta elabora ciertas estrategias destinadas a atraer al insecto que, al alimentarse del néctar, transmite el polen de una orquídea a otra, favoreciendo la reproducción de la planta y su extensión a nuevos territorios.

La polinización cruzada, en la que participan las especies presentes, es solamente uno de muchos ejemplos de las posibles interacciones en el mundo de los seres vivos. Se trata de un ejemplo muy importante ya que está relacionado con la polinización, una función vital para el mantenimiento de las condiciones necesarias para la vida en la Tierra.

La diversidad de especies de seres vivos en la Tierra, permite la interacción de los vegetales con agentes polinizadores biológicos de diverso origen: aves, murciélagos, abejas y abejorros, mariposas y otros insectos; y mantener así el funcionamiento y el mantenimiento de los ecosistemas de por sí variados.

Así, en el seno de una población determinada, la red de relaciones entre las especies estructura el equilibrio del ecosistema asegurando funciones ecológicas precisas e indispensables.

* Ver sobre este punto

Vol. 2, Act. 1, Gran esquema ilustrado del tejido de lo viviente (p. 11).

Dalia. © J. Weber, INRA



Piquero de Nazca, Islas Fénix (Kiribati). © UNESCO / Jane Adams



Diversidad de flujos en el seno de los ecosistemas

Las interacciones entre las especies y la circulación de materia y energía que ellas producen, forman parte de una mezcla mucho mayor que incluye a las sustancias orgánicas y minerales que son absorbidas por los seres vivos para su crecimiento y reproducción: sustancias que son a continuación expulsadas en forma de desechos y rápidamente descompuestas para volver a ser utilizadas.*

Ese reciclaje de elementos corresponde de hecho al flujo y a la transformación de compuestos químicos o elementos mayores como el carbono, el oxígeno, el nitrógeno o el agua, los cuales mantienen las condiciones de vida en la biosfera al circular en formas asimilables por los organismos vivos ya sea como minerales o gases que intervienen en los grandes **ciclos bioquímicos** del planeta.

La ecología funcional se dedica a evidenciar la diversidad de los flujos de los elementos mayores, los flujos de energía y los flujos de materia en función de los entornos.

Cada entorno es diferente y los flujos se basan en las interacciones de las especies presentes en dicho medio, en específico, en las especies que componen el ecosistema. Los flujos no supeditan el número total de especies presentes, sino las características ecológicas de las más abundantes.

A partir del momento en el que en un medio hay especies clave que cumplen ciertas funciones ecológicas, puede hablarse verdaderamente de un ecosistema diferenciado que puede estudiarse.

* Ver sobre este punto

Vol. 2, Act. 1, Gran esquema ilustrado del tejido de lo viviente (p. 11).

La orquídea araña y la abeja *Adreana nigroaenea* son simbióticas. El aspecto de la flor atrae a las abejas, las cuales se alimentan del néctar de la orquídea. Al hacerlo, se cubren de polen que transportan a la siguiente orquídea. De esta forma las abejas actúan como polinizadores y las orquídeas como fuente de alimento.

Abeja (*Andreane nigroaenea*). © Aiwok CC BY SA 3.0

Orquídea araña (*Orphrys sphegodes*). © Bernd Haynold, CC BY SA 3.0



Discernir y conocer un ecosistema

Incluso estando situado en un medio extremo en el que las condiciones de vida son difíciles, un ecosistema puede ser dinámico y productivo en términos de biomasa y de productos utilizables por los seres humanos, si las especies dominantes que alberga juegan un papel principal en el mantenimiento y la estabilización de las condiciones de vida.

En la región árida australiana, en un semidesierto de acacias, se distinguen en ocasiones varias decenas de plantas florales (herbáceas, efímeras) y se localizan claramente las acacias. Pero las especies más numerosas (hasta 10 veces más) están representadas por insectos que viven sobre los arbustos y las gramíneas y que se alimentan de plantas y de otros insectos o elementos de la fauna del suelo, junto con los descomponedores o desintegradores, a los que hay que añadir las bacterias y los hongos.

El canguro, aunque es una especie muy importante y representativa de este ecosistema, no es una especie clave, sin embargo ciertas especies de hormigas en tan sólo tres días, pueden llevar a cabo un trabajo considerable de mantenimiento del ecosistema.

Las hormigas trabajan la materia del suelo de diversas maneras: como "jardineras" y como "arado". Cavan y mueven la tierra para la construcción de sus nidos cumpliendo con su papel de insectos necrófagos al descomponer los cadáveres que encuentran (de esta manera se descompone el 90% de los cadáveres de insectos) y contribuyen al importante reciclaje de los elementos nutritivos en el suelo. Por una parte, sepultan la materia orgánica y por otra, airean y remueven la tierra sacando a la superficie la materia fragmentada en pequeñas partículas. Puede decirse que estructuran y enriquecen el suelo en la superficie y en las profundidades.

Las hormigas son además grandes consumidoras de granos aunque a menudo no consumen más que la vaina o envoltura, rechazando el resto del grano sin afectar su capacidad germinadora, y de ese modo, contribuyen a la diseminación y germinación de numerosos granos. En resumen, sin hormigas, el ecosistema sería muy diferente.

Un ecosistema no puede reducirse a su dimensión espacial, su tamaño varía. Un ecosistema dinámico y claramente definido como el de una charca, en el que los recursos y las condiciones son muy específicas, será mucho más pequeño a escala territorial que el conformado por un bosque de coníferas.

Se habla sobre todo de ecosistema cuando el entorno es suficientemente autónomo o está suficientemente definido para albergar ciertas especies clave que determinarán la composición de la biocenosis (es decir el conjunto de los seres vivos que co-habitan en un espacio dado) permite que tenga lugar el ciclo de la vida entre las especies y la transferencia de la materia,

de la energía y de los macroelementos necesarios para el mantenimiento de los medios y de sus condiciones físico-químicas. El ecosistema abarca el conjunto de las relaciones e interacciones que tienen lugar en ese complejo dinámico.

Recordemos finalmente que es posible comparar la biodiversidad de diferentes ecosistemas ya que están compuestos por comunidades de especies más o menos complejas.

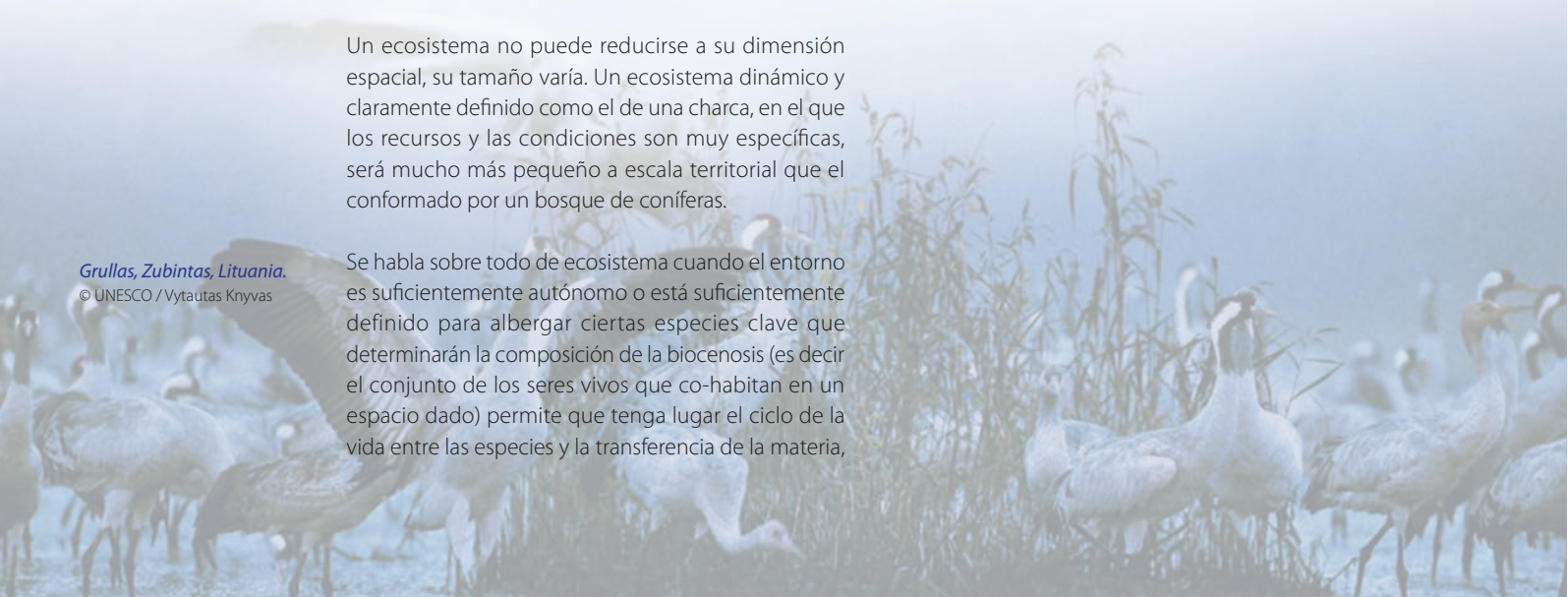
La biodiversidad es, por lo tanto, la condición para su equilibrio, sobre todo cuando sobreviene algún fenómeno perturbador, ya sea externo -como un incendio o un período de sequía extrema - o interno, como la desaparición de alguna especie importante.

Un ecosistema puede debilitarse o verse desestabilizado por la desaparición de alguna especie que juegue un rol mayor que el ser un eslabón en la red de la vida, y que entrañe una discontinuidad en la suma de interacciones entre los diferentes elementos. Las mallas de la red se desgarran, el "vacío" se hace cada vez más grande y el conjunto del sistema puede tener dificultades.

La desaparición de una especie de ave puede significar una menor germinación de algunos vegetales provocando una reducción de las poblaciones de dichos vegetales, y un decrecimiento de las poblaciones de insectos que se alimentan de ellos, entre los cuales se encuentran preciados depredadores que eliminan los organismos dañinos.

Con el tiempo, un ecosistema puede evolucionar hacia un estado menos estable. Se habla entonces de **regresión ecológica**. Si, por el contrario las especies que alberga, independientemente de su número, encuentran en él las condiciones para desarrollarse y reproducirse debidamente, el ecosistema evolucionará hacia un estado de estabilidad teórica, llamada climática.

Así se estudia pues, un ecosistema en el espacio y en el tiempo; nunca inmóvil, es un sistema en movimiento y evolución constante.



La diversidad de los genes

La biodiversidad más difícil de comprender es la diversidad genética o diversidad en el seno de las especies. Ésta hace que cada individuo de una misma especie sea único.

1. La Célula

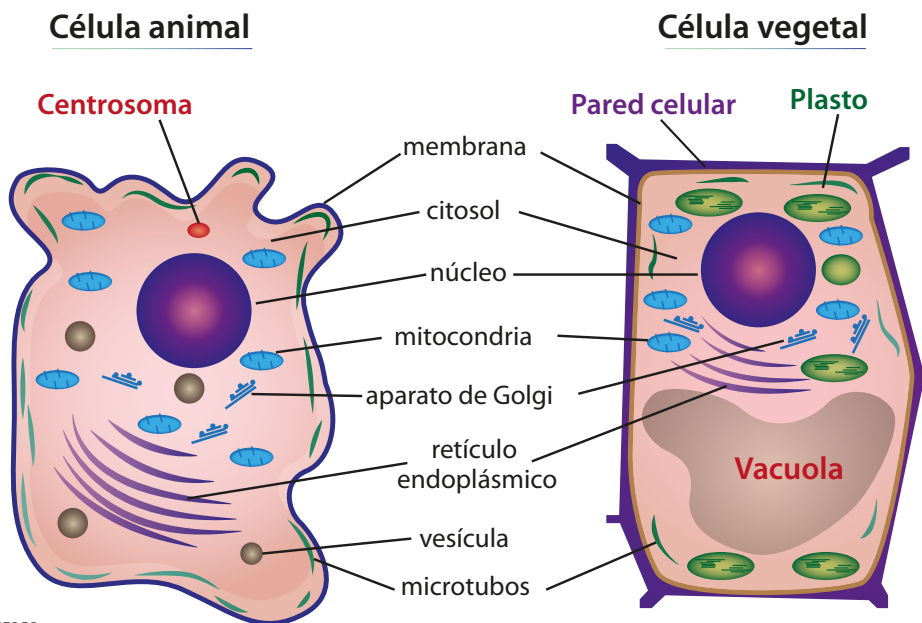
La célula es la unidad de los seres vivos. De una parte ella estructura a los seres vivos, que están todos constituidos de células, a veces de una sola célula (las bacterias, por ejemplo), otras veces por millares de células (por ejemplo, los animales).

Por otra parte dentro de la célula tienen lugar numerosas reacciones y transformaciones químicas:

respiración, fermentación, fotosíntesis. Se dice que la célula es la unidad funcional de los organismos vivos.

Resumiendo, la célula es el ladrillo del cual están compuestos todos los seres vivos, y también es el motor que permite a los órganos de los organismos pluricelulares mantenerse en vida.

FIGURA 6: PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LA CÉLULAS ANIMAL Y VEGETAL



© UNESCO

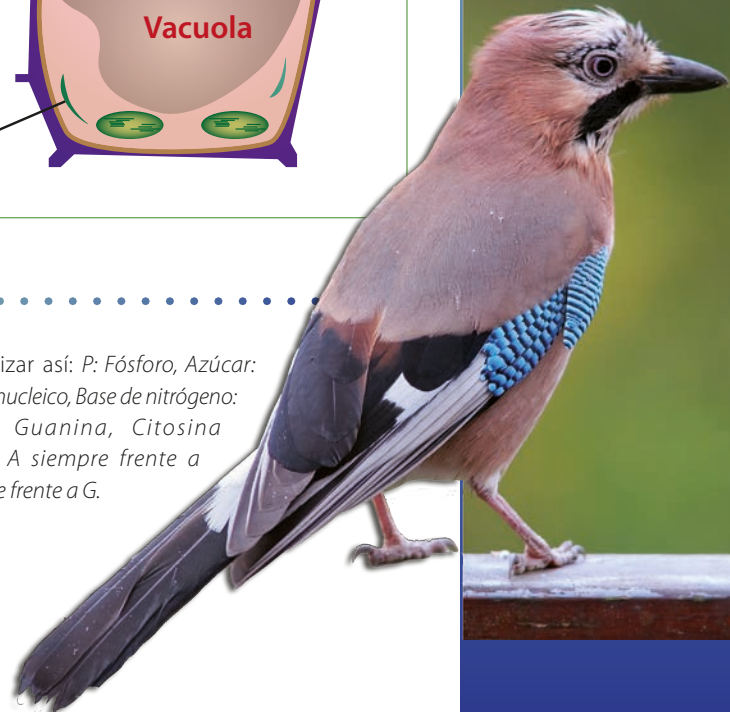
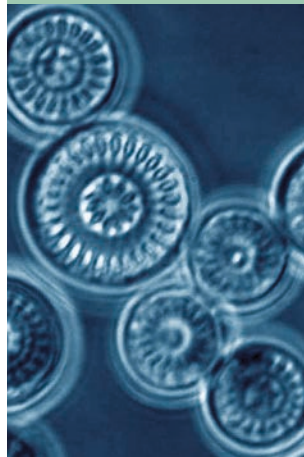
2. El ADN

En el centro de la célula eucariota se encuentra el núcleo. En su interior y bien protegido, se encuentra el ADN. Dentro de las células procariontas (las bacterias y las arqueas), el ADN no está protegido por un núcleo, aunque sí está presente.

El ADN es una larga molécula cuyo nombre completo es "Acido desoxirribonucleico". Se puede

esquematar así: P: Fósforo, Azúcar: Desoxirribonucleico, Base de nitrógeno: Adenina, Guanina, Citosina o Timina. A siempre frente a T, C siempre frente a G.

De arriba hacia abajo:
 Alga unicelular.
 © J-C Druart, INRA
 Dalia. © J. Weber, INRA
 Arrendajo.
 © Luc Viatour CC BY SA 3.0

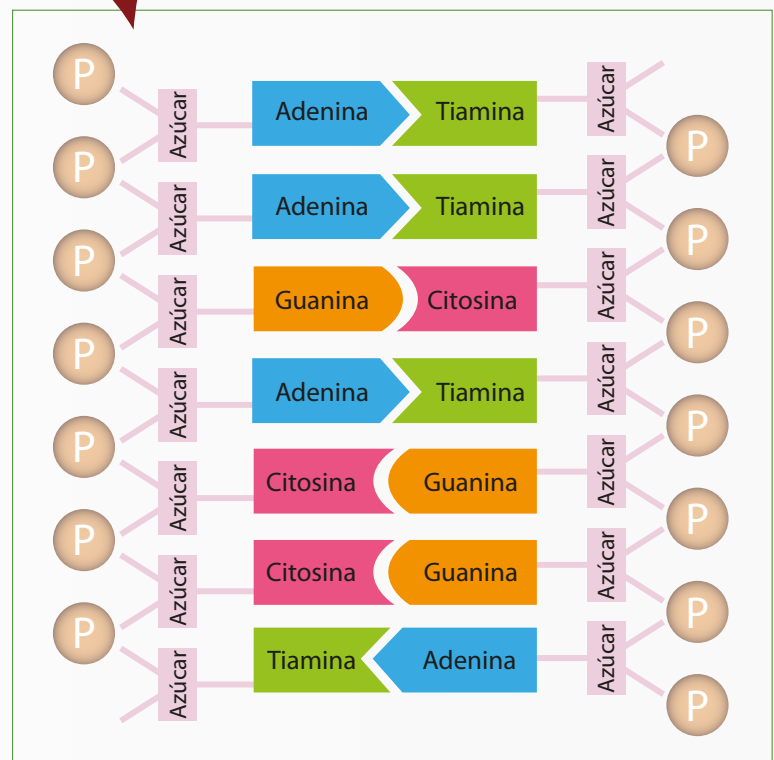


Vemos que el ADN está constituido por 2 columnas (se habla de cadenas) que están ligadas entre si por bases nitrogenadas. Hay 4 bases diferentes: Adenina, Guanina, Citosina y Timina. La sucesión de dichas bases en cada cadena (A-A-T-G-C-C-T-A-...) es un código que permite almacenar la información dentro de las células. Cada serie de 3 bases nitrogenadas (codón) está asociado un ácido amínico específico. Por ello, cuando la molécula de ADN es "leída" en la célula, el resultado es una cadena de ácido amínico. Ello permite por ejemplo, sintetizar la insulina la cual disminuye el nivel de azúcar en la sangre. Así se produce también la adrenalina cuando tenemos miedo, y nos permite correr más rápido y por más tiempo.

Pero la información contenida en el ADN se traduce también en el color de los ojos, el tamaño, el tipo de plumas o de pelos, el número de huesos del esqueleto. Cada cadena de base nitrogenada que codifica una información precisa se llama gen. Hablamos entonces de **información genética**.

FIGURA 7: REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DEL ADN

La organización molecular del ADN permite codificar la información



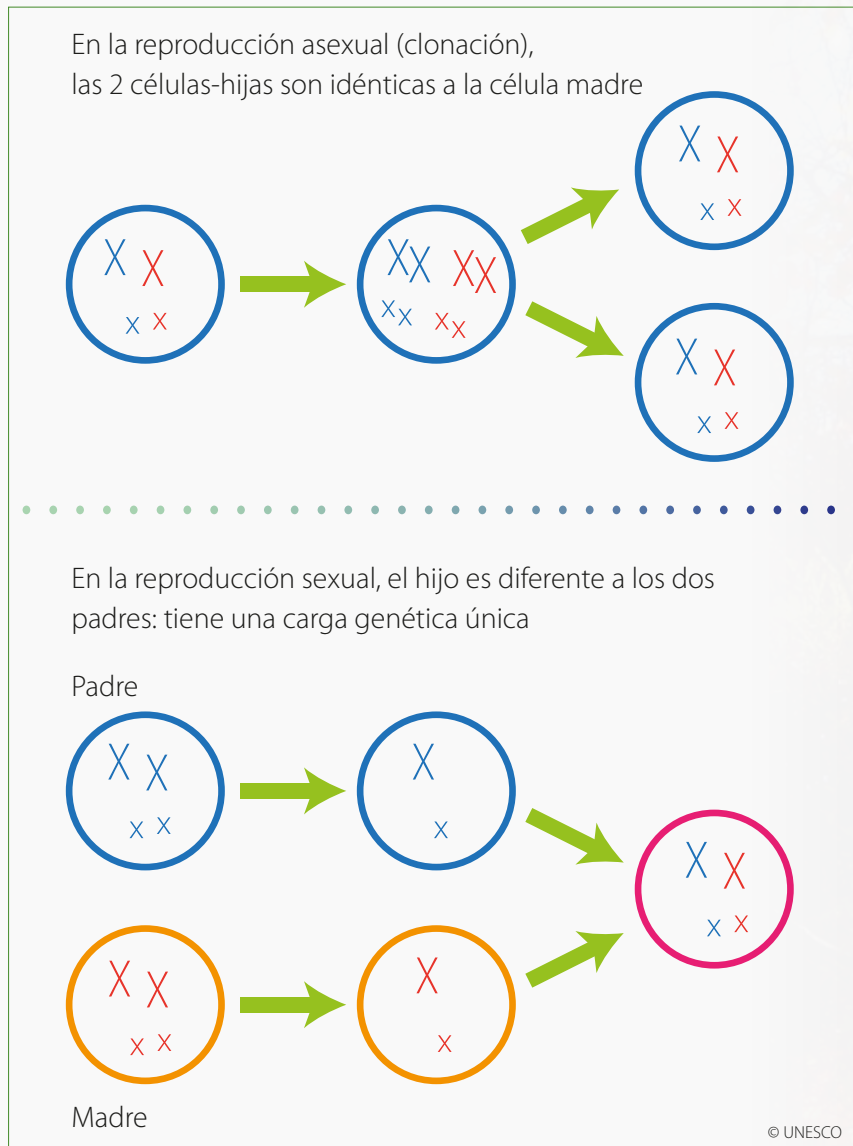
P: Fósforo, Azúcar: Desoxirribonucleico, Base de nitrógeno: Adenina, Guanina, Citosina o Timina

3. ¿Y cuál es el rol de la biodiversidad en todo esto?

Los seres vivos se reproducen de dos maneras: ya sea mezclando el material genético de un macho y una hembra (reproducción sexual), o mediante la reproducción asexual (clonación). La **mezcla genética** es la manera más rápida de ver aparecer en una población, individuos con características más adecuadas para el medio en el que habitan.

Ellos son los que van a vivir más tiempo y a procrear a la mayoría de los descendientes. Cientos de generaciones más tarde, serán completamente diferentes de sus parientes lejanos: nace así una nueva especie.

Reproducción sexual o asexual ¿Cuál es la diferencia?



Diversidad

de hábitats, de biomas y de paisajes

El hábitat, es el conjunto de las características del medio que permiten a un animal o a un vegetal vivir y reproducirse normalmente.

1. ¿Cómo las especies mantienen por si mismas los medios en los que viven?

La diversidad de los medios influye sobre la organización de los ecosistemas y sus comunidades de especies y, a su vez, los ecosistemas mantienen la diversidad y la heterogeneidad de los medios.

El concepto de "hábitat" aclara la idea de que existe una relación de mantenimiento recíproco entre el entorno físico (las condiciones físico-químicas del medio) y la diversidad de las especies que se pueden encontrar en él.

En primer lugar, un hábitat es el conjunto de elementos y de características de un medio, que ofrecen a la población de una especie determinada, los recursos y las condiciones suficientes para vivir y reproducirse normalmente.

El concepto de hábitat se define paralelamente en relación con la especie o la combinación de especies que habitan en él. Así, un árbol hueco de corteza

quebradiza, poblado de insectos xilófagos (que se alimentan de madera) es el hábitat predilecto de muchas especies de pícidos -las aves trepadoras de los bosques europeos-. Pero si se trata de una especie particular de pícido -que no se conforma de insectos, sino que se alimenta también de los conos del árbol-, será una especie determinada de conífera que se encuentra únicamente en ciertos medios.

En un hábitat "óptimo" en el que la reproducción de una especie dominante es inmejorable, la especie modela y mantiene el medio.

Mencionemos el ejemplo de una especie arborescente dominante (un roble, un haya, un abedul, un pino cembro y un eucalipto) en un hábitat forestal favorable. Dicha especie está en equilibrio con el clima del lugar, mantiene a una comunidad coherente de organismos vivos que participan en su crecimiento, y sobre todo, "construye" su medio. Al participar en la formación del

La especie animal o vegetal puede influir sobre su medio, sobre todo si se trata de una especie dominante (es decir especies con un gran número de individuos presentes en el mismo entorno). Por ejemplo, las coníferas acidifican el suelo. Otras plantas prefieren suelos menos ácidos. Entre mayor sea el número de coníferas en un bosque, más ácido será el suelo, y por lo tanto, predominará esa especie sobre otras.

Plantas trepadoras en un bosque de hojarasca. Reserva de Biosfera Trifinio Fraternidad, Guatemala y Honduras. © UNESCO, ICF Honduras

Suelo ácido en un bosque de coníferas: no hay subsuelo. © M. Michel, INRA



bosque, la especie genera un microclima que participa en el clima general; influye también en el medio y al alterar la naturaleza de la tierra, la píceas acidifica el suelo del bosque de píceas en el que crece al producir un humus ácido y espeso que modifica la composición del suelo de un modo favorable para ella y que permite su proliferación.

Muchas especies contribuyen así a modelar, a construir y a mantener medios muy heterogéneos. Crean y multiplican simultáneamente las condiciones de vida para otras especies.

Es impensable la diversidad de las especies sin la diversidad de hábitats y la variedad de hábitats sin la multitud de especies.

Los biomas son la expresión de las condiciones ecológicas de un área biogeográfica, determinadas por el clima y el suelo, a la que se añade una distribución zonal en bandas de vegetación homogénea.

2. Del hábitat al bioma

Los límites de un hábitat son confusos. Pueden ser de tamaño reducido, a veces demasiado pequeño para constituir un hábitat viable y responder a las necesidades de una especie, o muy amplio si se tienen en cuenta a las especies migratorias o las que emplean grandes áreas de deambulación.

desiertos de creosota (una especie de arbusto típica de los desiertos americanos), tantas formaciones vegetales o hábitats en sentido amplio, que albergan un mosaico de hábitats.

Los especialistas en la materia han señalado también que a escala mundial existen grandes conjuntos, complejos ecosistemas que presentan condiciones ambientales similares, estructuras de hábitats comparable, que han denominado **biomas** y caracterizado en función de la vegetación y las especies animales que predominan en ellos.*

¿Cómo se puede determinar con precisión el hábitat de un ñu o de una golondrina?

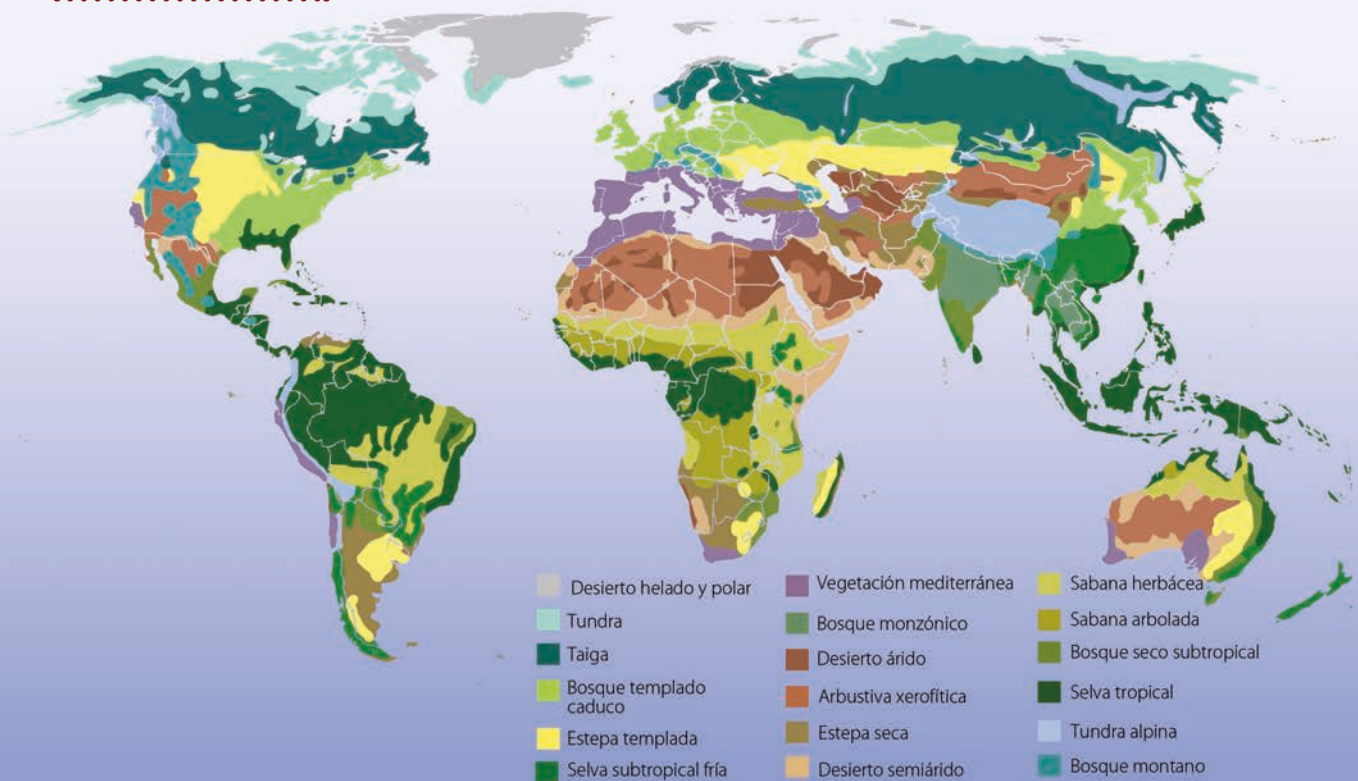
Los biomas son la expresión de las condiciones ecológicas de un área biogeográfica, determinadas por el clima y el suelo, a la que se añade una distribución zonal en bandas de vegetación homogénea.

Los expertos en ecología o en biogeografía utilizan las características vegetales de un hábitat para intentar describirlo o definirlo. De hecho, cuando observamos los ecosistemas naturales o seminaturales (influenciados por la actividad humana) vemos sobre todo plantas. Ellas determinan la estructura espacial de los ecosistemas, reflejan la evolución de los suelos y del sustrato geológico y condicionan los ritmos temporales de los ecosistemas.

Entre los 14 biomas terrestres, se pueden mencionar los bosques tropicales húmedos, las sabanas tropicales y subtropicales, los bosques esclerófilos mediterráneos, los bosques caducifolios templados, las estepas y las praderas templadas, las tundras y los desiertos polares así como los bosques boreales (taigas). También

*** Ver sobre este punto**
Vol. 2, Act. 5, El planisferio de los biomas (p. 26).

FIGURA 8: MAPA DE BIOMAS



existen biomas acuáticos que designan, por ejemplo, una amplia extensión de marismas y pantanos (bioma de agua dulce) o una zona de arrecifes coralinos (bioma de agua de mar).

El interés de distribuir los entornos en biomas, agrupados en eco-zonas, reside en poder estudiar la biodiversidad a la escala de la biosfera, cartografiarla, establecer comparaciones entre las especies y los hábitats que aunque están situados en diferentes continentes, pertenecen a un mismo bioma. Esta repartición permite igualmente, diseñar estrategias de intervención (conservación de la biodiversidad, planes de acceso, utilización de recursos, etc.) sin detenerse en las fronteras administrativas, pero tomando en cuenta la dinámica de la biodiversidad en el seno de los ecosistemas y del paisaje.

Por ejemplo, para el bioma de las praderas templadas, es importante cotejar las comunidades de insectos pertenecientes al estrato aéreo de la zona herbosa, formadas por diferentes especies según se ubiquen en la estepa ucraniana, la pampa argentina o una pradera de las grandes llanuras americanas.

El estudio de los biomas muestra que aquel que presenta la mayor riqueza y diversidad biológica es el bioma de los bosques tropicales húmedos. A su vez, se observan grandes variaciones de la biodiversidad alrededor del planeta, pero con una tendencia general: la mayor biodiversidad se concentra en la zona ecuatorial y es mínima en los polos además, decrece linealmente entre esos dos puntos. Sin embargo, un estudio detallado de los biomas marinos, que son aún poco conocidos, podría poner en causa esta tendencia.

3. Preservar los hábitats para la conservación de las especies

Una de las principales causas de la desaparición de las especies y de la regresión de la biodiversidad que tiene lugar en la actualidad, es la destrucción, la alteración y la fragmentación de los hábitats como resultado de los efectos de las actividades humanas.

Durante los últimos siglos, multitud de hábitats naturales han sido transformados en tierras cultivables, con el fin de obtener una producción agrícola que responda a las necesidades alimenticias de las poblaciones humanas. Dichas transformaciones se han llevado a cabo a un ritmo constante.

Se estima por ejemplo que el 35% de los manglares del mundo han desaparecido y que más del 70% de los antiguos bosques de Indonesia han sido deforestados. Los hábitats han sido igualmente transformados y fragmentados por el trazado y el paso de carreteras, de vías de comunicación, de canales de transporte (oleoductos y gasoductos por ejemplo) o debido a la desarticulación de antiguos sistemas agrícolas, así como al desvío de los cursos de agua.

La conservación de la biodiversidad ha evolucionado de la protección de las especies a una visión más amplia que favorece la protección de las poblaciones

La Gran Barrera de Coral es el hábitat de centenares de especies acuáticas.

Pez payaso y anémona. © Glenn Edney, UNEP GRID-Arendal



de especies y de las redes ecológicas de los hábitats – se trata de una visión enfocada en el territorio –.

Si los hábitats deben ser preservados en número y tamaño a fin de ser lo suficientemente variados, extensos y volumétricos para poder albergar una multitud de especies con necesidades diferentes, deben preservarse también en su integridad ecológica.

Para constituir verdaderos hábitats, no deben estar aislados, debe existir una conexión suficiente de un hábitat a otro, gracias a corredores ecológicos o estructuras espaciales que permitan la unión funcional entre los hábitats, los ecosistemas y entre diferentes hábitats de una misma especie. Se favorece así la migración y la dispersión natural de la especie en estudio. Los corredores pueden ser setos, taludes con árboles en su borde, antiguas vías férreas, franjas pobladas con árboles, linderos naturales, entre otros ejemplos.

Muchas especies necesitan, efectivamente, abandonar sus hábitats, desplazarse a veces lejos de ellos para acceder a sus recursos. Se habla de “zona de alimentación” a menudo en función de las estaciones para las aves y los roedores; de “corredores de migración” para las mariposas y los sapos; y en ocasiones se trata de verdaderas “rutas de migración”, como en el caso de la ballena gris que recorre unos 20.000 km al año entre

sus áreas de alimentación y las de reproducción. La conservación de la biodiversidad se encuentra ligada, a la preservación de hábitats interrelacionados los cuales constituyen verdaderas redes de hábitats. De esta forma se ponen en marcha diversos métodos y técnicas ecológicas para “enlazar” hábitats mediante los corredores ecológicos.

Del mismo modo, los ecosistemas no se estudian de forma aislada. Un bioma es una agrupación, un complejo de ecosistemas y son precisamente las relaciones y los intercambios entre los ecosistemas los que engendran la noción de bioma.

Si bien la ecología se concentra en la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas, para ello pone en relieve la noción de escala ecológica. El estudio de la organización de los seres vivos se realiza a partir de unidades taxonómicas (haciendo progresar la clasificación de los seres vivos), a partir del lugar que ocupa un individuo o una especie en su medio, hasta la población de especies y posteriormente, a la comunidad o biocenosis.

Además, pone de manifiesto la distribución geográfica de esas unidades según extensiones variables, reflejadas por el biotopo o el hábitat, el ecosistema, el bioma y la biosfera en su totalidad.

4. La conservación de la biodiversidad a escala de los ecosistemas y de los paisajes transformados geográficamente por la actividad humana (antropizados)

Al estudiar la biodiversidad, se intenta conservarla dentro de un contexto científico de distribución de los seres vivos en su medio, ya sea a la escala de los medios de gran tamaño como la biosfera, o de biotopos muy concretos.

En todos esos medios, el ser humano está presente. Forma parte del mundo viviente, de la biosfera.

Un bioma es un extenso paisaje en una determinada parte del planeta que comparte el clima, flora y fauna, integrado a su vez por un mosaico de ecosistemas pequeños o grandes, naturales o seminaturales (en ocasiones profundamente modificados por la acción del ser humano), o artificiales, creados

por las comunidades humanas. Tal es el caso de algunos oasis en el medio desértico, creados para la producción intensiva.

En los hechos y en relación con la gobernanza y la planificación de la política de gestión de la biodiversidad a escala global de los territorios, es importante recordar el papel central que desempeña el Convenio sobre la Diversidad Biológica.

Es igualmente importante precisar el rol de las redes de acción nacionales o internacionales, así como definir el campo de acción hacia el cual se deben dirigir los esfuerzos en materia de conservación de la diversidad biológica.

El Convenio sobre la Diversidad Biológica

A escala internacional, el Convenio sobre la Diversidad Biológica es un tratado jurídicamente vinculante creado en 1992 y que al día de hoy, agrupa a 196 Estados Parte (representantes de todos los países que lo han firmado).*

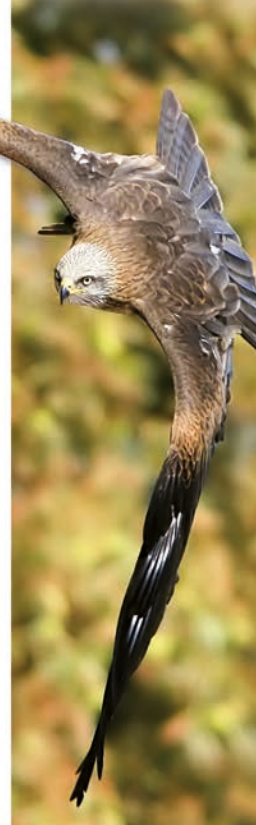
Su objetivo es responder de manera concreta y urgente a la crisis de la extinción y al declive global de las especies vivientes.

* Ver sobre este punto

Parte 1, Breve historia (p. 11).

Milano real.

© Hans Hillewaert, CC BY SA 3.0



El Convenio surge de la preocupación que suscitaba la pérdida acelerada de la biodiversidad y por la toma de conciencia acerca del rol fundamental que juega en el mantenimiento de la vida en la Tierra.

En el Convenio se definen tres objetivos para la acción:

- La conservación de la diversidad biológica.
- El uso sostenible de sus elementos constitutivos.
- La distribución justa y equitativa de los beneficios derivados de la explotación de los recursos genéticos.

Más allá de esos objetivos generales de conservación, durante la décima reunión de la Conferencia de las Partes del Convenio, que se celebró en Nagoya en octubre de 2010, los representantes de los países signatarios elaboraron un plan estratégico para los siguientes decenios, incluyendo una visión de la diversidad biológica con vistas al año 2050 y una misión hasta el año 2020. Paralelamente, desarrollaron medios para la puesta en marcha del plan y un mecanismo de seguimiento de los progresos conseguidos hacia los objetivos comunes.

El Convenio sobre la Diversidad Biológica, conocido como el Protocolo de Nagoya, propone un enfoque de la conservación por ecosistemas. El **enfoque por ecosistemas (ecosistémico)** es una estrategia para la ordenación integrada de la tierra, el agua y los recursos vivos que promueve la conservación de la biodiversidad y el uso sostenible de manera equitativa.

Este enfoque ha demostrado ser muy pertinente y constituye, desde su adopción, el marco de acción adecuado para lograr los resultados esperados a través de los objetivos del Convenio.

En materia de conservación, el enfoque ecosistémico se basa en la aplicación de métodos de conservación apropiados a los diversos niveles de organización biológica (genética, específica, ecosistémica) incluyendo la conservación y, llegado el caso, la regeneración de los procesos naturales, de las funciones y de las interacciones esenciales entre los organismos y su entorno. Propone una gestión de los ecosistemas en su globalidad, insistiendo sobre el hecho de que todos sus componentes incluidos nosotros mismos, los seres humanos, con nuestras **diversidades culturales** se interrelacionan constantemente.

Así pues, este enfoque hace hincapié en la ecología funcional, la cual analiza los flujos de energía y los elementos en función de los factores ambientales. Preguntas importantes incluyen: ¿Cuáles son los organismos y procesos que dan origen a esos flujos y cómo reaccionan a las alteraciones antropogénicas del medio?

Finalmente este enfoque permite entender mejor los efectos del empobrecimiento de la biodiversidad y de la fragmentación de los hábitats. Se propone restablecer los beneficios procedentes de las funciones de los ecosistemas en las poblaciones correspondientes.

* Ver sobre este punto

Diversidad cultural
(p. 47).

Reserva de biosfera Agua y Paz, Costa Rica. © Alberto Hernandez-Salinas



En concreto, el enfoque por ecosistemas permite definir y circunscribir un problema de orden medioambiental, como por ejemplo, el que plantea el control de una especie invasora. El objetivo es elaborar un plan de acción integral para resolver el problema. En esa óptica, se pueden plantear varias cuestiones:

- ¿Se ha asegurado que la gestión del problema se ha descentralizado hasta el nivel apropiado más bajo?
- ¿Se han considerado y analizado los posibles efectos de las acciones de gestión sobre otros ecosistemas cercanos o adyacentes?

- ¿Qué medida se puede tomar con el fin de asegurar prioritariamente la conservación de la estructura y el funcionamiento del ecosistema así como el mantenimiento de los sistemas que éste asegura?

La conservación de la biodiversidad tuvo igualmente una importancia determinante para el nombramiento de las reservas de la biosfera del Programa sobre el Hombre y la Biosfera (MAB) de la UNESCO.

La red de Reservas de la biosfera del programa MAB de la UNESCO

El conjunto de la perspectiva, los objetivos y las acciones asociados al enfoque ecosistémico adoptado por el Convenio, tiene grandes puntos en común con el concepto de reserva de la biosfera, que la UNESCO promueve a través de su programa El Hombre y la Biosfera (MAB).

Las reservas de la biosfera son una red internacional de áreas protegidas, que comprenden en la actualidad 669 sitios en 120 países. Las comunidades locales, las autoridades oficiales a distintos niveles (local, regional y nacional), las empresas y las instituciones científicas y educativas trabajan de forma conjunta coordinando sus esfuerzos con el fin de desarrollar una gestión integrada de la conservación. Dicho modo de gestión combina la conservación de la diversidad biológica,

ecológica y genética, la investigación y la capacitación, en el desarrollo de los recursos territoriales.

En relación con la selección y la planificación/ acondicionamiento de las reservas, el proyecto MAB ha identificado, en primer lugar, los sitios importantes en los que se ubican los ecosistemas naturales. Dichos ecosistemas se encuentran en la actualidad amenazados y confinados a zonas cada vez más restringidas. Estas áreas son para algunos, "representativas" de la biodiversidad de una región, ya que albergan especies y hábitats específicos y son objeto de los esfuerzos de conservación.

La red identifica también los "hotspots" (puntos calientes) de biodiversidad, que son áreas biogeográficas con una alta biodiversidad de



especies endémicas que están sufriendo pérdidas excepcionales de hábitats.

Una vez más, la planificación/acondicionamiento de las reservas de la biosfera en los “hotspots” constituye un foco crucial en los esfuerzos de conservación. Las acciones prioritarias de conservación se definen caso por caso.

La Estrategia de Sevilla (1995) proporciona un marco legal al concepto de reservas de la biosfera, algunos de sus objetivos son investigados en permanencia, como el que busca ampliar la zona de conservación a unidades de conservación múltiples, extendidas a escala territorial (biorregional), y cuidar que los vínculos operantes entre esas unidades se mantengan.

Se trata de preservar los vínculos funcionales a nivel ecológico gracias a los corredores ecológicos y a la reconstrucción de coberturas primitivas, y al mismo tiempo, de impulsar de forma estratégica la creación de vínculos para el desarrollo económico y social.

El Plan de Acción de Lima para el Programa sobre el Hombre y la Biosfera (MAB) de la UNESCO y su Red Mundial de Reservas de Biosfera (2016-2025) subraya la necesidad de aplicar el conocimiento científico en

la gestión y la conservación de la biodiversidad al interior de la red. Recomienda utilizar los sitios para la investigación aplicada y centrada en los problemas generados por el impacto humano. Así, las reservas se utilizan para elaborar inventarios de flora y fauna, para recabar y analizar datos ecológicos, socio-económicos, meteorológicos, hidrológicos y para estudiar los efectos de la contaminación. Son igualmente espacios para la investigación y la conservación *in-situ* y *ex-situ* de los recursos genéticos. El Plan de Acción de Lima recientemente adoptado confirma el rol de las reservas de biosfera como sitios para la investigación aplicada para experimentar soluciones a los problemas provocados por el hombre que afectan a la biodiversidad y a las personas.

Las reservas de biosfera abarcan ecosistemas (terrestres o marinos) que no necesariamente respetan las fronteras administrativas. Las primeras reservas transfronterizas fueron creadas en 1992 y su objetivo es garantizar, a través de la cooperación entre los Estados con fronteras comunes, la protección y la gestión de los ecosistemas. Un ejemplo de reserva transfronteriza es la reserva de la biosfera de la región “W” en África Occidental localizada en Níger, Benin, Burkina Faso y que abarca más de un millón de hectáreas de bosques y pantanos.

La Unión Europea y la red Natura 2000

Por su parte, la **Unión Europea** ha dotado a sus estados miembros con un marco común de intervención a favor de la conservación de las especies y de los medios naturales, apoyándose en la aplicación de la *Directiva Aves* de 1979 y de la *Directiva de Hábitat, Fauna, Flora* aprobada en 1992.

De la unión de esas dos directivas nació la red ecológica europea conocida como: la **red Natura 2000**, con el

doble objetivo de preservar la diversidad biológica y de valorar los territorios europeos.

La red se basa en áreas de conservación de la biodiversidad establecidas por la *Directiva de Hábitat* de 1992, las ZEC, denominadas en lo sucesivo “Natura 2000”, cuyo objetivo es conservar sitios ecológicos identificados por la rareza o la fragilidad de las especies que ahí habitan y las de sus hábitats naturales.

El panda rojo habita solamente en los bosques del Himalaya. En razón de la destrucción de su hábitat, esta especie se cataloga hoy en día como vulnerable.

Panda rojo, Népal. © Peter Prokosch, UNEP GRID-Arendal



La red de áreas de conservación (unas 25.000) se extiende actualmente por toda Europa. Natura 2000 participa activamente en la preservación de hábitats naturales o seminaturales de interés comunitario, en todo el territorio de la Unión Europea. Dichos hábitats constituyen una fuente de interés para las poblaciones locales, tanto por su función ecológica de primer orden, como por su rareza. Representan áreas biogeográficas determinadas y permiten valorar territorios excepcionales que van desde las praderas secas de Casto Verde en Portugal hasta los valles inundables de Austria Baja.

De hecho, la especificidad de la red Natura 2000, es representar un verdadero desafío para el desarrollo sostenible de estas zonas rurales destacadas.

Por una parte, la red busca hacer frente a la pérdida de la biodiversidad preservando, por ejemplo,

hábitats esenciales para la vida y la reproducción de especies endémicas en estado salvaje que podrían simplemente desaparecer de sus territorios, bajo el impacto de presiones medioambientales, como la violeta de Cry en Francia. Pero por otra parte, la red se dedica a desarrollar e implementar prácticas y actividades humanas favorables para el equilibrio de esos hábitats, velando por el mantenimiento de los equilibrios socioeconómicos locales.

Los habitantes de las áreas de conservación (agricultores, habitantes, simples usuarios, autoridades políticas locales, expertos, etc.) participan colectivamente en la gestión de su territorio y favorecen la creación de actividades lucrativas vinculadas con el turismo ecológico, la producción de productos locales y el desarrollo de prácticas deportivas, asociativas, artesanales y pedagógicas.

La ecología del paisaje

La ecología del paisaje también participa en la gestión y la conservación de la biodiversidad.

En un significado más actual, el paisaje se refiere también al resultado (producto) de la interacción entre las prácticas sociales y los procesos biofísicos.*

Esto implica escalas en el tiempo: Tenemos entonces el tiempo histórico de los seres humanos, el tiempo político, el tiempo del día a día de las poblaciones e, igualmente, las diversas temporalidades de los procesos biofísicos: el tiempo del planeta, el tiempo geológico, el tiempo de la vida de las especies, el de los individuos de cada especie.

Comprender los vínculos entre el tiempo natural (el de los seres vivos y el de los ciclos bioquímicos)

y el tiempo social, que viene a inscribirse sobre formaciones geológicas y relieves ya diversificados, permite entender mejor la inmensa diversidad de los paisajes.

Podemos decir que las variaciones en la elaboración de los estilos de vida de una sociedad a otra, están en relación con los ritmos de cambio de los medios naturales, y esto ha ampliado la diversidad de los paisajes.

La riqueza de paisajes rurales fue durante mucho tiempo uno de los factores de desarrollo de la biodiversidad, la cual aprovecho la cohabitación de múltiples y variados paisajes, antes de que se difuminaran y se uniformaran bajo los efectos de la agricultura moderna.

* Ver sobre este punto

Vol. 2, Act. 6, El fresco de los territorios (p. 30).

Desertificación, Namibia. © Eric Bézine, CC BY SA 3.0



Actualmente se utilizan pesticidas y herbicidas en un gran número de paisajes agrícolas, ocasionando problemas de contaminación de las capas freáticas y una regresión de numerosas especies.

Si bien el paisaje se sitúa en aboradado en el tiempo, también se basa en el espacio.

La ecología del paisaje se interesa por la dinámica de la biodiversidad de los paisajes tanto naturales como antrópicos, prestando especial atención a las interacciones entre los procesos ecológicos, la dinámica de las actividades humanas y las estructuras paisajísticas.

Entendemos por "estructuras paisajísticas" los sistemas integrados por los objetos, los elementos materiales del paisaje y las relaciones entre dichos elementos paisajísticos. Un elemento del paisaje puede ser un relieve como una meseta, un elemento de vegetación como un seto, o un edificio o infraestructura como un pueblo o un puente. Dichos elementos se organizan entre sí por medio de diferentes relaciones espaciales: por yuxtaposición, por superposición o por inclusión. Las interrelaciones suelen ser a menudo materiales (setos, taludes) o inmateriales (fosas).

El conjunto forma una estructura paisajística como un paisaje de viñedo, un viñedo sobre un relieve ondulado o un pequeño valle urbanizado.

¿Cómo evoluciona esa estructura paisajística en el tiempo y en el espacio?

La ecología del paisaje se concentra en la naturaleza, el tamaño, la disposición de las "manchas" del paisaje (que son por ejemplo, los medios abiertos y los medios cerrados), a la escala de los ecosistemas y de los biomas.

Se concentra específicamente en las diferentes escalas y grados de conectividad de esas "manchas" entre sí, que condicionan el acceso de las especies a los recursos.

Identifica por una parte, las comunicaciones, las líneas de fuerza, las estructuras visibles entre los elementos de los medios y por otra, las barreras y los procesos de fragmentación. Esta disciplina ayuda tanto a proteger las primeras como a atenuar y compensar los impactos de la fragmentación de los ecosistemas por parte de las infraestructuras y las acciones humanas. Por ejemplo, los paisajes rurales tradicionales han constituido y lo siguen siendo a menudo, ejemplos de gestión de los recursos naturales y de elaboración de un marco de vida satisfactorio.

El **Convenio Europeo del Paisaje** aprobado en julio del 2000, propone trabajar en la protección y el desarrollo de la calidad de los paisajes tanto rurales como urbanos.

A la noción de valorar los paisajes cotidianos -estrechamente vinculados al mantenimiento de la biodiversidad- se añade en el caso en la Unión Europea, la conservación de los paisajes que se encuentran bajo la protección de la UNESCO, por medio de la **Convención sobre el Patrimonio Mundial**.

Puente de Garde, Francia. © Benh LIEU SONG, CC BY-SA 3.0



Fichas de lectura



© Crates, CC BY-SA 4.0

La biodiversidad se define como: la variabilidad de organismos vivos de todo origen, incluidos los ecosistemas terrestres, marinos y otros sistemas acuáticos, así como los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende también la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y los ecosistemas.

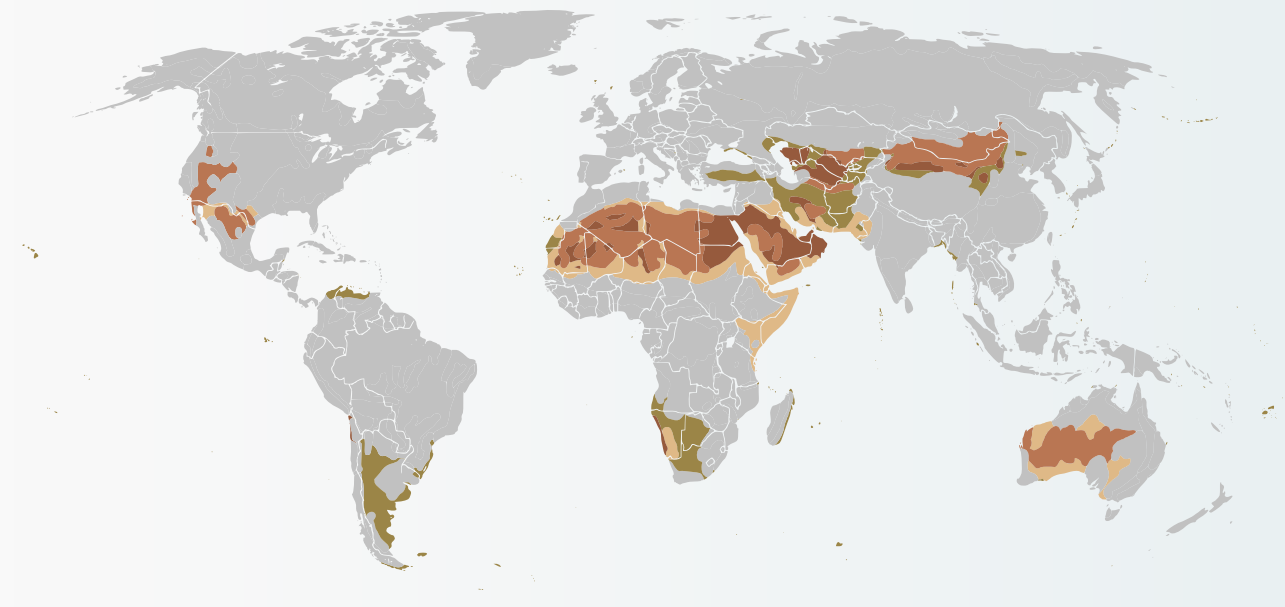
Por lo tanto, la biodiversidad puede observarse a diferentes niveles: del organismo, de la población, del hábitat o del paisaje.

Frente a tal diversidad, los científicos siempre se han preocupado por clasificar a los individuos (en especies), a los hábitats, etc. En particular, los ecosistemas son reagrupados según el clima y el tipo de vegetación. A esto le llamamos biomas. Existen 14 biomas terrestres, uno de los cuales son las praderas.

Desiertos

FIGURA 9: REPARTICIÓN DE LOS DESIERTOS EN EL MUNDO

A partir de un mapa de Sten Porse.



Poblado en el Atlas, Marruecos. © Luc Viatour, CC BY SA



Las zonas áridas, los semi-desiertos y los desiertos cubren 1/5 de la superficie del planeta, es decir, una superficie similar a África.

Se trata de medios particularmente hostiles. Las temperaturas no favorecen las condiciones óptimas para la vida: durante el día, el calor alcanza niveles record, pero cuando se oculta el sol, se instala un frío insoportable. Sin embargo, a pesar de la falta de agua y de temperaturas extremas, algunas especies de seres vivos se han instalado en los desiertos.

Es sobre todo al alba y al crepúsculo que el desierto cobra vida. Ratones, ardillas terrestres, zorros, reptiles e insectos emergen de sus madrigueras para alimentarse. Pues para protegerse del calor y del frío, la mayoría de esos animales pasan la mayor parte de

su tiempo refugiados en sus madrigueras bajo tierra, en donde la temperatura es constante.

Apenas llueve, las plantas florecen; las semillas que reposaban desde hacía largo tiempo en el suelo calcinante, se desarrollan y producen sus granos en pocas semanas. La eclosión de las plántulas favorece a su vez, la actividad de numerosos animales que aprovechan las charcas temporales para satisfacer su sed.

En los lugares en donde el agua subsiste, la vida se desarrolla y las poblaciones humanas se instalan. Los dromedarios en Arabia y África del Norte, y los camellos en Asia, permiten a las poblaciones desplazarse de un pozo de agua a otro ya que son animales resistentes al calor y a la falta de agua.

Oasis de montaña en el Sahara tunecino, Oasis de Chebika.
© C. Madzak, INRA

De arriba hacia abajo:

Zorro del desierto. © Dierk Schaefer, CC BY 2.0

Antilope y gallinas de Guinea. © Hans Hillewaert, CC BY SA 3.0

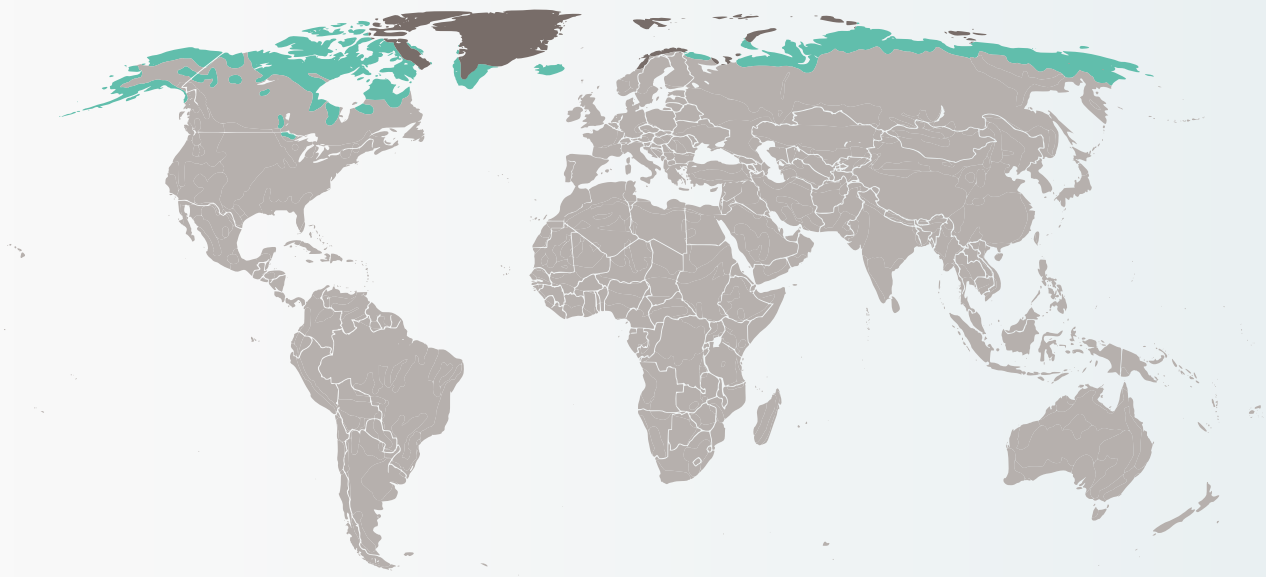
Dromedarios en el Sahara Tunecino. © C. Madzak, INRA



Las regiones polares

FIGURA 10: REPARTICIÓN DE LAS REGIONES POLARES EN EL MUNDO

A partir de un mapa de Sten Porse.



Glaciar Vinciguerra.

© Serge Ouachée, CC BY SA 3.0



La vida sobre la tierra depende en primer lugar de la luz y del calor del sol. Los polos de la Tierra, en donde los períodos de luz y de oscuridad pueden durar 6 meses cada uno, constituyen ecosistemas extremadamente especiales. Los seres vivos que habitan en esas regiones deben estar adaptados al intenso frío y a los cambios de luminosidad.

Se distinguen dos regiones polares. Al norte se encuentra el Ártico, vasta masa de agua rodeada de tierra; y al Sur se ubica la Antártida, un continente recubierto de hielo y rodeado de mar. La vida vegetal y animal que habita en cada una de las regiones polares son muy diferentes. Los ejemplos que expondremos a continuación se refieren a la Antártida (Polo Sur) y a las costas que lo rodean.

En la Antártida viven cuatro especies de focas: la foca de Wedell, la foca de Ross, la foca cangrejera y la foca leopardo o leopardo marino. Ellos viven, se alimentan y se reproducen en ambientes análogos: el mar, los hielos flotantes, los hielos terrestres y en las costas del continente.

Los pingüinos habitan los mares del sur desde hace más de 50 millones de años. Sólo abandonan el océano para nidificar y mudar de plumas. Están presentes desde el continente antártico a la Islas Galápagos, cerca del ecuador. El mar es el verdadero hábitat de esta especie. Para nidificar, pueblan las costas aisladas bañadas por las aguas, donde abunda su alimento. Todos tienen la parte superior del cuerpo oscura y la ventral blanca, pero el tóxico y los dibujos coloreados de la cabeza varían según la especie.

En la Antártida, los mares son mucho más ricos en alimento que la tierra firme. De las 43 especies de aves que anidan ahí, 40 son marinas.

En las costas cercanas al continente Antártico, en la Patagonia o en la Tierra del Fuego, por ejemplo, las condiciones estivales son más clementes. Ellas permiten el crecimiento de las plantas y tanto la vida animal, como la vegetal son más variadas.

Calceolaria uniflora, Patagonia.
© Serge Ouachée, CC BY SA 3.0

Carpintero negro, Tierra del fuego.
© Serge Ouachée, CC BY SA 3.0

Pingüino Papúa, Antártida.
© Serge Ouachée, CC BY SA 3.0



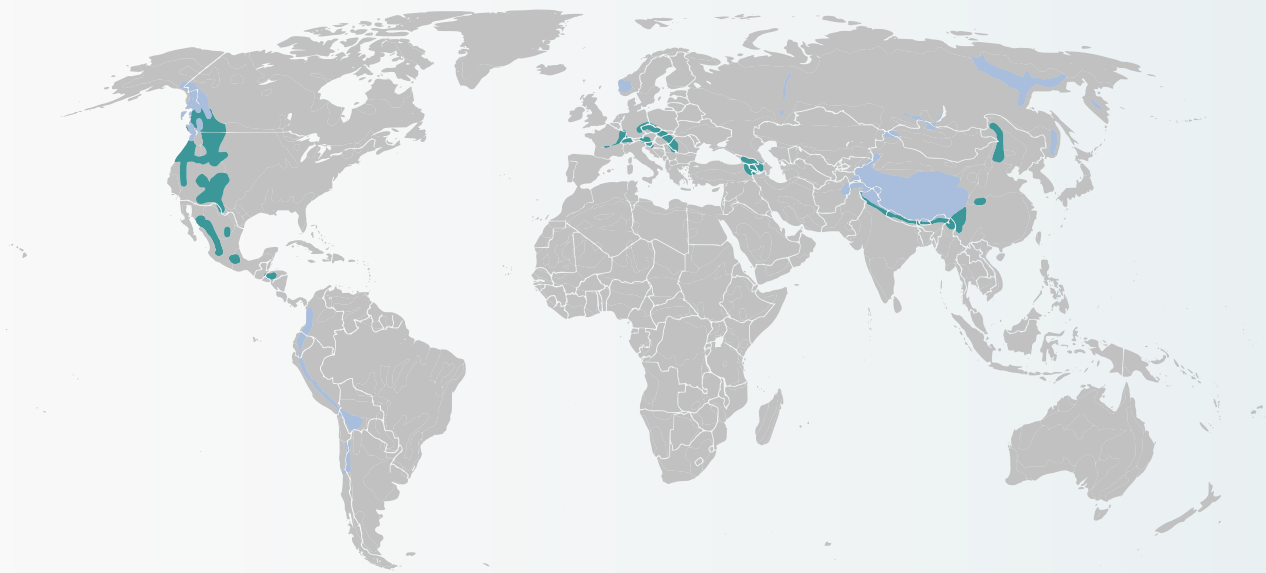
El Leopardo de mar que es extremadamente rápido, caza pingüinos en las aguas superficiales. También se alimenta de jóvenes elefantes de mar.
Leopardo de mar. © Serge Ouachée, CC BY SA 3.0



Las zonas montañosas

FIGURA 11: REPARTICIÓN DE LAS ZONAS DE MONTAÑA EN EL MUNDO

A partir de un mapa de Sten Porse.



Las montañas ocupan un 5% de la superficie terrestre y una extensión de cerca de 18 millones de km². Los animales y las plantas que habitan en estas regiones están adaptadas no solamente al relieve, también a la sequedad, al frío y al aire enrarecido por la disminución de oxígeno en las partes altas.

En las regiones templadas, a partir de los 2,500 m de altitud, los árboles escasean y son reemplazados por los arbustos, luego por las praderas, seguidos por los líquenes, más arriba por los musgos y finalmente

solo quedan las rocas desnudas: por arriba de los 3.000 m, es el reino de las nieves eternas, del frío y del viento. El clima de esta zona se asemeja al de las regiones polares, pero sin los recursos que brinda el mar.

Esa misma repartición en niveles de la vegetación se encuentra alrededor del planeta, pero los límites varían en función de la latitud: los bosques desaparecen a menos de 600 m en Escandinavia, mientras que en el Ecuador, las coníferas habitan a 3.900 m de altitud.



La marmota de Europa vive en las montañas entre los 800 y los 3.000 m de altitud.

Marmota.

© Benh Lieu Song, CC BY 3.0

En resumen, la montaña es un verdadero desafío para la vida. Y sin embargo, a pesar de la fuerza de los vientos, de la escasez de oxígeno y de la pobreza del suelo, subsisten numerosas especies.

Numerosos caprinos han colonizado las regiones montañosas: como el ibex, la gamuza, el muflón y la cabra salvaje.

El ibex tiene una larga pezuña a nivel del talón con una parte blanda llamada suela que le permite desplazarse ágilmente sobre las paredes rocosas.

Las gamuzas son los caprinos más pequeños y pueden vivir hasta 25 años.

El marjor (*Capra falconeri*) es un caprino amenazado de extinción que habita los bosques montañosos del Himalaya, desde los 800 hasta los 4.000 metros de altitud.

Predador de altas montañas, el leopardo de las nieves vive en los valles aislados de las montañas de Asia central. Los pobladores locales lo llaman el "fantasma de las montañas".

La liebre de montaña se encuentra en las montañas durante todas las estaciones. Su pelaje, blanco en invierno y gris en verano, le permite confundirse con el ambiente y escapar de sus predadores.

Muflón. © Dave Pape, CC BY 3.0

Liebre de montaña. © U.S. Fish and Wildlife Service, Dominio público

Gamuza. © Friedrich Böhringer CC BY SA 3.0



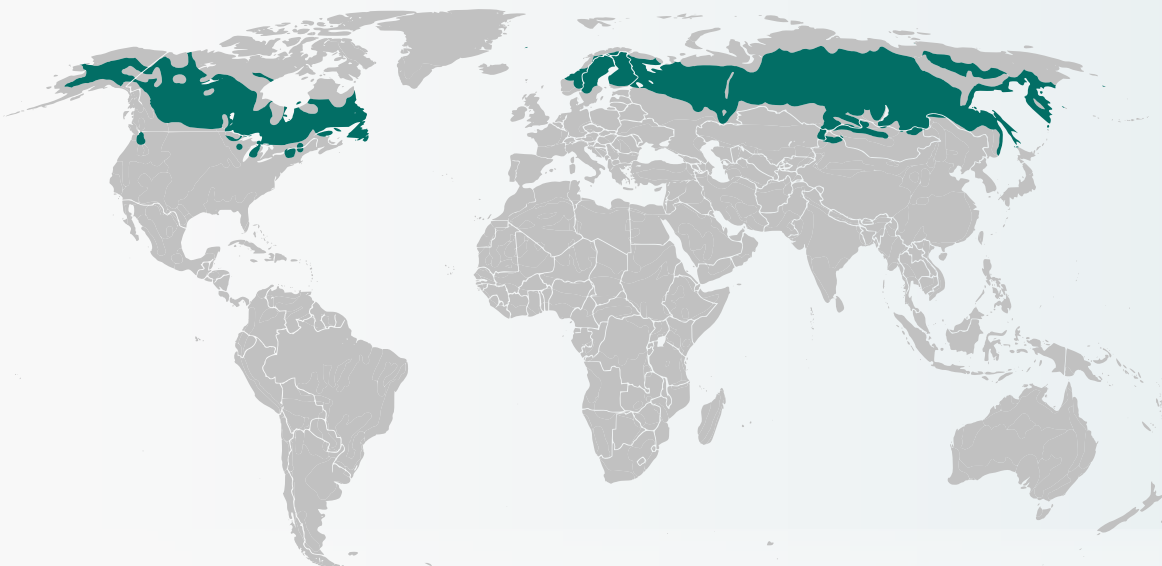
Leopardo de las nieves. Dave Pape, Dominio público



Los Bosques boreales de coníferas: la Taiga

FIGURA 12: DISTRIBUCIÓN DE LOS BOSQUES BOREALES DE CONÍFERAS EN EL MUNDO

A partir de un mapa de Sten Porse.



Tigre de Siberia.
Dave Pape, Dominio público

Los bosques boreales de coníferas se extienden desde Noruega hasta Kamchatka, de Alaska al Labrador, estas franjas verdes solo son interrumpidas por los océanos Pacífico y Atlántico. Los árboles dominantes son los abetos, los abetos rojos y los pinos, los cuales pueden formar conjuntos densos y sombríos. Los árboles que crecen en estas forestas son los mismos en todo el Planeta, así como los animales que los habitan (alces,

renos, comadrejas, osos pardos, entre otros, desde Siberia a Escandinavia y en Canadá).

La inmensidad de la taiga y el rigor de las condiciones ambientales, la convierten en un ambiente que ha permanecido en estado salvaje y ha sido poco perturbado hasta períodos recientes.

Castor. © Luc Viatour CC BY SA 3.0



De arriba hacia abajo:

Ardilla. © Gilles Gonthier, CC BY 3.0

Alce. © Hagerty Ryan, U.S. Fish and Wildlife Service



Oso Kodiak (Oso pardo). © Aconcagua CC BY-SA 3.0



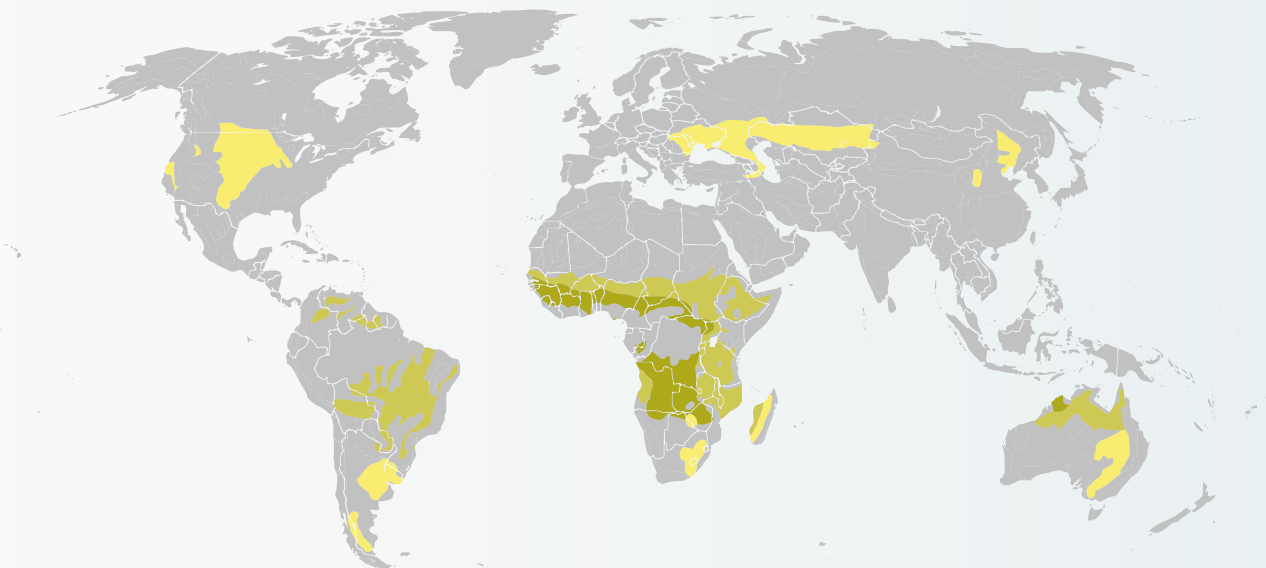
Gallo de las rocas. © Mdf, Wikimedia, CC BY SA 3.0



Las praderas

FIGURA 13: REPARTICIÓN DE LAS PRADERAS EN EL MUNDO

A partir de un mapa de Sten Porse.



Serval.
© Hans Hillewaert, CC BY SA 3.0



Las praderas separan los bosques de los desiertos formando zonas de transición, en donde el clima seco y húmedo se encuentran, y la sequía es una amenaza constante. Se distinguen dos tipos de praderas: las praderas templadas y las tropicales.

Las praderas templadas ocupan el interior de los continentes: ahí los veranos son calurosos y los inviernos fríos, y el suelo está cubierto por un tapiz de hierbas. Se trata de las estepas de Eurasia, de las pampas sudamericanas y de las praderas australianas.

Las praderas tropicales se sitúan en las zonas en donde prevalecen las altas temperaturas durante todo el año y las lluvias llegan solamente en verano. La vegetación está formada por hierbas altas que alcanzan los 3 metros de altura y por árboles de copas extendidas,

muy espaciados entre si. Las sabanas recubren 1/3 de África y están también presentes en Australia y en los campos de América del Sur.

Los herbívoros más grandes y los carnívoros más rápidos habitan en esas regiones, y sus mejores armas son la velocidad o su gran tamaño.

Otra estrategia consiste en cazar o desplazarse en grupo; de esta manera, los ñus migran en manadas de miles de individuos y las hienas cazan en grupos al anochecer.

En África, numerosas especies animales se benefician de los recursos que ofrecen las praderas. La mayor parte de las especies tienen necesidades muy especializadas y no compiten con sus vecinos.

Zebros. © Hans Hillewaert, CC BY SA 3.0.



Elefante de África. © Rob Hooft, CC BY SA 3.0



Hiena. Dave Pape, Dominio público



Ardillas terrestres del Cabo. © Hans Hillewaert, CC BY SA 3.0



Diversidad cultural y diversidad biológica se encuentran íntimamente ligadas. El rol que desempeñan los saberes tradicionales en las acciones y en las políticas de conservación, de gestión y de utilización sostenible de la biodiversidad, debe ponerse de manifiesto también hay que fomentar la sensibilización y la educación a la diversidad biológica.



Jefe Raoni, uno de los principales oponentes a la deforestación de la Selva del Amazonas. © Jose Cruz ABr, CC BY 3.0

Niñas Hmong a su regreso del mercado Bac Ha. © Philip Turner, CC BY NC SA 2.0



Diversidad cultural

No sería posible entender ni conservar el medio ambiente sin conocer las culturas que lo han labrado y modelan día tras día.

Cada cultura tiene su propio sistema de pensamiento, de creencias y de representaciones, así como un depósito de conocimientos y de prácticas.

La intervención humana sobre el medio ambiente, incluida la gestión, es un acto social y una expresión cultural.

Diversidad cultural y diversidad biológica se encuentran íntimamente ligadas. El rol que desempeñan los saberes tradicionales en las acciones y en las políticas de conservación, de gestión y de utilización sostenible de la biodiversidad, debe ponerse de manifiesto. También hay que fomentar la sensibilización y la educación a la diversidad biológica.

Desde tiempos inmemorables, los pueblos indígenas han cohabitado con los recursos naturales locales, desarrollando prácticas de gestión de bajo impacto ambiental. Se puede incluso decir que estas poblaciones han contribuido de esta forma a mantener la integridad ecológica de su territorio.

Actualmente las cosas han cambiado, ya que el equilibrio entre las necesidades de una población y la capacidad de los recursos naturales para regenerarse, está en proceso de ruptura o ya se ha roto.

En esta evolución intervienen algunos factores de pérdida análogos (convergentes) que estudiaremos en la Parte 3 de esta obra, tales como la conversión

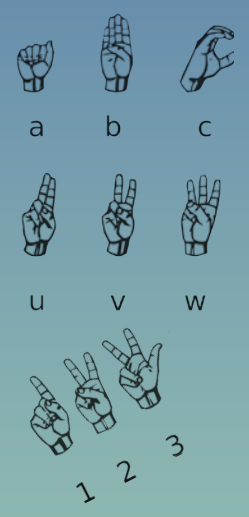
y la degradación de hábitats naturales (los cuales constituyen la mayor fuente de presión que se ejerce sobre la diversidad biológica), o los efectos del cambio climático que pueden tener efectos distintos dependiendo de la región.

Con una perspectiva de futuro, es fundamental valorar los saberes ecológicos tradicionales en un marco científico reforzado, y desarrollar un enfoque de la conservación centrado en el ser humano, en el sentido de que éste debe reconciliarse con los modos de uso y acondicionamiento sostenibles de los recursos.

Las relaciones de colaboración y de intercambio deben favorecerse o amplificarse, según el caso, entre las poblaciones locales y las contribuciones de comunidades más amplias, compuestas por científicos, expertos responsables de la toma de decisiones a todos los niveles -desde lo local a lo internacional-, a fin de establecer políticas de desarrollo y planificación que integren eficazmente la conservación a nivel país y de las regiones del mundo.

Dentro de esa perspectiva, resulta pertinente considerar y analizar en detalle las costumbres y tradiciones que limitan los efectos de la explotación de los recursos, que distribuyen la utilización de los territorios y, que de manera general, reflejan una percepción del ser humano como parte de una comunidad de vida más amplia que favorece una relación de respeto y deferencia hacia la naturaleza.

Podemos pensar en el ingenio demostrado por las poblaciones para satisfacer sus necesidades alimenticias y al mismo tiempo explorar las



Textil Persa. © Fabien Khan, Dominio público



Diferentes alfabetos a través de los tiempos. De arriba hacia abajo:
Alfabeto Griego.
Dominio público
Alfabeto ASL (Alfabeto Manual Americano).
Dominio público
Alfabeto Maya.
Dominio público

experiencias gustativas y los efectos curativos que brindan algunas especies vegetales del patrimonio ecológico local. Se trata de una riqueza cultural de la cual se hace eco muy menudo, ya sea que se hable de los productos regionales europeos, como de las extraordinarias cualidades nutritivas y el exquisito sabor de las plantas africanas o tropicales.

Otro ejemplo puede ser medir el ingenio de los habitantes locales que ha prevalecido a lo largo de los años, para utilizar los recursos vegetales en la construcción o en la fabricación de artesanías, a partir de las características específicas de una especie como: la densidad y dureza de su madera o por lo contrario la ligereza, maleabilidad y facilidad para trabajar el material en cuestión.

*** Ver sobre este punto**

Parte 2, Biodiversidad y servicios culturales de los ecosistemas (p. 148).

Re-dinamizar el saber local bajo una óptica conjunta de desarrollo y de conservación de los ecosistemas; hacer hincapié en los aspectos locales del desarrollo socioeconómico, sus relaciones con la gestión de los recursos naturales a través de la generación de empresas y de servicios que integren comportamientos responsables, ¿no es mostrar a la biodiversidad como un valor a la vez ecológico, cultural y socioeconómico?

Tras la biodiversidad se esconde un extraordinario potencial de desarrollo. La valoración de los recursos biológicos y genéticos de una región, sigue estando tan poco explorada, como la promoción de los valores que se relacionan con ellos.

Podemos imaginar las ventajas que ofrece una valoración real de los paisajes rurales, con el pleno desarrollo de actividades económicas vinculadas al descubrimiento, al conocimiento, a la cultura, al turismo verde (sostenible), a la producción y al comercio de productos locales, a la práctica de actividades asociativas, deportivas, "creativas" en un sentido patrimonial y con una visión de futuro.

Desarrollaremos cada uno de esos puntos al final de la Parte 2 de esta obra.*

El término "biodiversidad cultural" se utiliza apenas en este kit y para señalar la importancia de los vínculos entre la diversidad biológica y cultural, y no se pretende que tenga una connotación normativa.

Elefantes con cornacas (mahout), India. © R. Le Bastard, INRA.



Chicas del Sudeste de Europa en traje tradicional.

© Zeke, on Wikimedia Commons CC BY 3.0





Flores artesanales de hojas de maíz. Tabasco, México. © Alfonso Bouchot, CC BY 3.0

Ingredientes de la cocina Italiana. © Zagat Buzz, CC BY NC SA 2.0





Parte 2

La contribución de la
biodiversidad al
bienestar humano
y los riesgos generados
por un deterioro de
la misma

Arriba, izquierda:
Flor de algodón. © J. Weber, INRA

Arriba derecha, hacia abajo:
Borregos. © S. Normant, INRA

Búfalos de agua, China.

© C. Madzak, INRA

Gusano de seda, Hanoi.

© Thierry Borie, Dominio público

Introducción

1. El ser humano en el centro del universo biológico

Como hemos podido ver en el primer capítulo, la diversidad biológica se refiere al conjunto de especies animales, vegetales y de microorganismos existentes.

Comprende también las variaciones genéticas, las características propias de las especies y la combinación de esas especies en el interior del ecosistemas y de los biomas.

Cada ecosistema es una red de especies vivientes que interactúan entre sí, así como con la atmósfera, las aguas y los suelos de su entorno.

Desde el origen de la humanidad y la aparición del género Homo en África hace unos 2.4 millones de años, el hombre, en tanto que especie, ha interactuado con las demás especies presentes en los ecosistemas. Estas interconexiones forman el tejido de la vida, y en ellas, el ser humano participa integralmente.

Hace unos 475.000 años, el Homo erectus aprendió a dominar y a transportar el fuego, marcando así su diferencia como humano.

Ya no es simplemente un cazador o un recolector: ahora libera su mano, crea herramientas y evoluciona del estado de naturaleza al estado de cultura.

A partir del mismo comienza a acondicionar y a modificar los sistemas naturales en beneficio de las comunidades humanas que se van creando.

El desarrollo de las sociedades humanas es de hecho, la historia de este acondicionamiento de los sistemas naturales del planeta en beneficio de los seres humanos, con el fin de asegurar condiciones de vida cada vez más confortables a un número creciente de individuos.

Al sedentarizarse, los grupos humanos comienzan a labrar la tierra. Desde ese momento, domestican a los animales, luego a las plantas y aparecen las ciudades, que cubren los espacios naturales. Se puede, en efecto, imaginar la concentración urbana a partir del momento en que es posible alimentarla. En Europa, el paisaje rural tradicional experimenta un verdadero desarrollo en el marco de la utopía social de finales de la Edad Media y con el florecimiento de las ciudades y el diseño de los "campos" como sus jardines adyacentes. Más tarde, durante la era industrial, las ciudades crecen aún más y se mejoran las técnicas agrícolas para satisfacer la demanda de esos grandes centros urbanos.

En la actualidad, una proporción cada vez mayor de la población mundial vive en las zonas urbanas: se estima que en el año 2030, tres cuartas partes de la humanidad habitarán en las ciudades. La sofisticación de nuestros modos de vida y los avances tecnológicos, dan la impresión de que se puede vivir fácilmente sin depender de los sistemas naturales.

Sin embargo cuando vivimos en una de las grandes metrópolis del planeta, sea París, Shanghái, Bangkok o Nueva York, nos encontramos en la naturaleza y dependemos totalmente del conjunto de ventajas, de bienes comunes y de productos que ella nos prodiga.

Las comunidades humanas, dependen de los beneficios y productos naturales, desde los más imprescindibles como el aire que respiramos o el agua que bebemos, hasta los recursos naturales que explotamos.

*Hace unos
475.000 años,
el Homo
erectus
aprendió a
dominar y a
transportar
el fuego,
marcando así
su diferencia
como
humano.*

Hoy más que nunca, es esencial tomar consciencia del verdadero valor de la naturaleza, tanto desde un punto de vista económico, como por el hecho de que es una fuente de otras ventajas que enriquecen nuestras vidas y son más difíciles de cuantificar.

¿Pero por qué es tan importante aprender a reconocer el valor de la naturaleza?

Los sistemas naturales que se creía perennes, muestran en la actualidad signos de agotamiento. Nuestro capital de recursos naturales así como los productos obtenidos de la naturaleza están disminuyendo. Y la biodiversidad, que es la base del funcionamiento de esos sistemas, se encuentra en una fase de empobrecimiento sin precedentes, que avanza más rápido que nunca, por primera vez en todo el curso de la historia del ser humano. Las causas directas que ocasionan este empobrecimiento se mantienen sin cambios, e incluso se agravan a medida que transcurre el tiempo.

Durante milenios, el ser humano se ha beneficiado de la biodiversidad, la cual ha contribuido de muchas formas al desarrollo de las culturas humanas.

A la inversa, el ser humano ha jugado un rol mayor en la evolución de la diversidad biológica, tanto a nivel genético como a nivel ecosistémico, al “colaborar” con la naturaleza mediante la creación de ecosistemas seminaturales o de paisajes agrícolas.

Sobre el territorio europeo, plantas mesícolas (malas hierbas que crecen en el campo) como la amapola o el aciano, y las plantas del borde de los caminos como

la achicoria salvaje, están asociadas al momento álgido de la diversificación local de los cultivos y a la emergencia de una gran diversidad de floras, de faunas y de medios naturales cuyo apogeo puede situarse hace aproximadamente dos siglos. Un tercio de las plantas florales (las angiospermas) de Europa Central están así vinculadas a los diferentes tipos de agricultura tradicional.

En las últimas décadas sin embargo, la actividad humana se ha convertido en una explotación “depredadora” de la naturaleza. La utilización intensiva de los recursos naturales con vistas a una producción creciente de alimentos y productos de todo tipo, ejerce tal presión sobre las funciones y los recursos naturales de la tierra, que la capacidad de los ecosistemas para responder a las necesidades de generaciones futuras se ve comprometida. Parcelas de bosques tropicales o de bosques de montaña son convertidas de forma masiva en terrenos de cultivo o de cría de ganado. Se desvía el flujo de los ríos y el trazado de sus lechos para alimentar depósitos de agua, provocando la desaparición de importantes biotopos. Los humedales desaparecen, los pantanos son desecados para acondicionar los litorales y convertirlos en estacionamientos; los manglares –preciosos bosques protectores las costas que se desarrollan en los cenagales y que emergen durante la marea baja en las regiones tropicales– son eliminados para dejar su lugar a complejos turísticos y a instalaciones de cría intensiva de gambas.

El efecto de estas transformaciones de los ecosistemas no es solamente la modificación del medio ambiente, también acarrear la pérdida y la fragmentación

Se estima que en el año 2030, tres cuartas partes de la humanidad habitarán en las ciudades. La sofisticación de nuestros modos de vida y los avances tecnológicos, dan la impresión de que se puede vivir fácilmente sin depender de los sistemas naturales.

Johannesburgo, África. © Evan Bench, CC BY 3.0

Durante milenios, los seres humanos han sabido aprovechar la biodiversidad, la cual ha contribuido, al desarrollo de las culturas humanas. Un ejemplo, es la utilización de la henna, un arbusto espinoso que crece en las regiones tropicales, de la cual son extraídos pigmentos colorantes rojos y amarillos, que se utilizan para pintar el cuerpo o teñir los textiles.

Tatuaje realizado con jena (henna), Túnez. © Rais67, CC BY SA 3.0



de hábitats, el desplazamiento y la dispersión de numerosas especies que se ven obligadas a buscar refugios transitorios, o a vivir en hábitats sustitutivos en los que pueden sobrevivir durante un tiempo pero con un índice de reproducción muy bajo y con menor esperanza de vida.

De continuar este ritmo de disminución de sus poblaciones, el 12% de las especies de aves nidificantes de los terrenos agrícolas, el 25% de los mamíferos y el 42% de los anfibios de todo el mundo, corren el riesgo de desaparecer de aquí a un siglo. Las poblaciones de especies de agua dulce se han reducido en un 50%, sin mencionar el descenso de numerosas poblaciones de peces marinos (se calcula que la cantidad total de

las especies explotadas ha descendido en un 90% en muchos lugares del planeta).

Los cambios en la forma en que aprovechamos y utilizamos los recursos naturales, asociados con los problemas de contaminación, del cambio climático y la emisión de sustancias contaminantes, nos hacen responsables del fenómeno de la erosión y de la extinción de la biodiversidad que tienen lugar actualmente.

También es urgente reconsiderar el uso que hacemos de los "activos" naturales y reconocer el valor que tiene la naturaleza en el bienestar de las poblaciones, y en la organización de las sociedades humanas.

2. La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio y la noción de "servicios ecosistémicos"

El informe titulado *Evaluación de los Ecosistemas para el Milenio (Millennium Ecosystem Assessment) (MEA)*, solicitado por el Secretario General de la ONU Kofi Annan en el año 2000, permitió identificar y definir el

valor de la naturaleza y propuso algunas herramientas para poder cuantificarlo.

La MEA es el reporte de una evaluación de la situación ambiental llevada a cabo durante cuatro años,

FIGURA 14: DISMINUCIÓN DE ESPECIES

En los últimos decenios, los seres humanos han desempeñado un papel importante en la evolución de la biodiversidad, utilizando intensivamente los recursos naturales y transformando radicalmente los ecosistemas. Esto ha causado un impacto muy considerable en las poblaciones de animales y vegetales albergadas por esos ecosistemas.

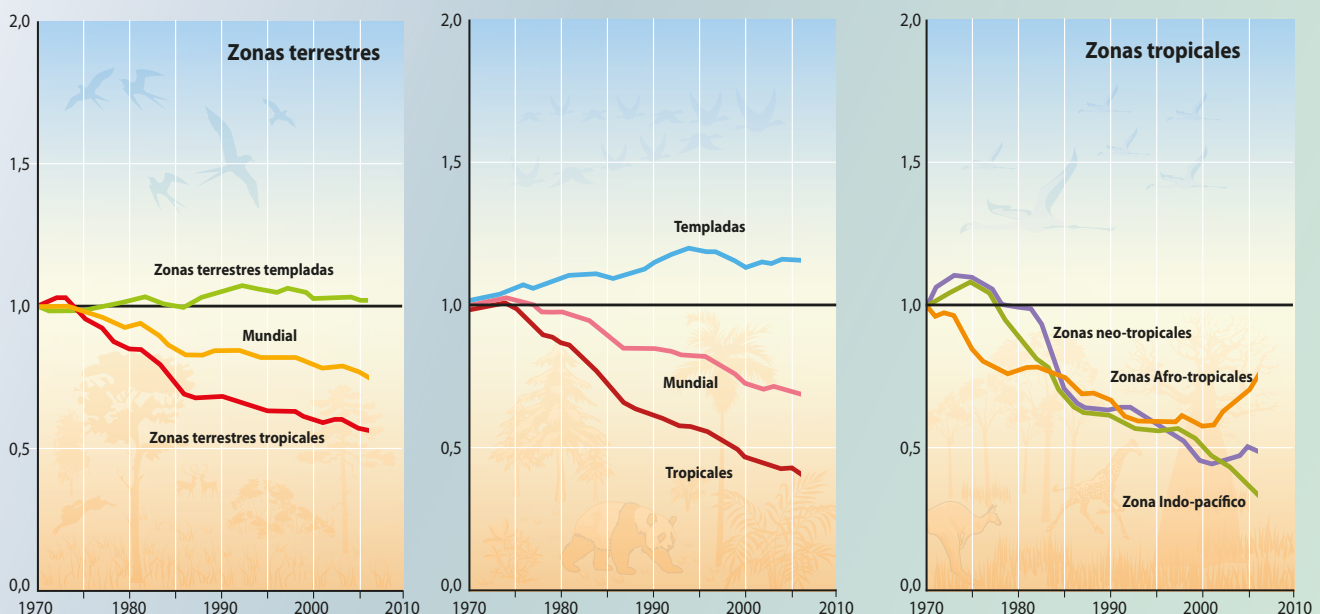
El Índice Planeta Vivo (IPV), que mide las tendencias de miles de poblaciones de especies de vertebrados, presenta una disminución del 52% entre 1970 y 2010.

La reducción de la biodiversidad es mayor en el trópico (60%), mientras que en las regiones templadas algunas poblaciones aumentaron ligeramente.

El índice global toma en cuenta las poblaciones de más de 2,300 especies de mamíferos, aves, reptiles, anfibios y peces alrededor del mundo, que se observan a través de 7 100 puntos ubicado en distintas partes del Planeta.

Fuente: Adaptado de WWF / Sociedad Zoológica de Londres

A partir de las Perspectiva Mundial para la Biodiversidad 3. © Secretariado de la Convención sobre la Diversidad Biológica CC BY 3.0



que reúne los conocimientos de 1.360 científicos procedentes de 95 países, destinada a evaluar –con base científica–, la amplitud y las consecuencias de las alteraciones sufridas por los ecosistemas, ya que estos tienen una contribución fundamental a la existencia y al bienestar de la humanidad.

De esta evaluación se desprende la noción de “servicios ecosistémicos”.

Desde que construimos nuestras culturas y nuestras sociedades, hemos contamos con la presencia de recursos naturales a nuestra entera disposición y los hemos aprovechamos ampliamente. Resulta entonces pertinente, valorar ese bien común obtenido de la naturaleza.

Concebir a los ecosistemas como unidades que suministran servicios a las poblaciones es un punto de vista procedente de una lógica de desarrollo a la vez social y humano, económico y medioambiental, tal y como propone el 15º objetivo de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, establecido por los Estados Miembros de la ONU. Permite en particular conocer mejor y analizar en detalle los procesos naturales sobre los que se apoyan las comunidades para elaborar sus

sociedades, procesos que no siempre se toman en cuenta.

La noción de “servicios ecosistémicos” proporcionados por los ecosistemas permite identificar con precisión su contribución a nuestro bienestar. *

Los ecosistemas nos proveen bienes materiales, productos, recursos naturales en su sentido más amplio, espacios y terrenos en los que podemos circular y trabajar, condiciones favorables de vida, un clima, una atmósfera, permiten el crecimiento de los vegetales, el mantenimiento de los suelos, elementos fundamentales para que podamos vivir en la Tierra y satisfacer nuestras necesidades fundamentales.

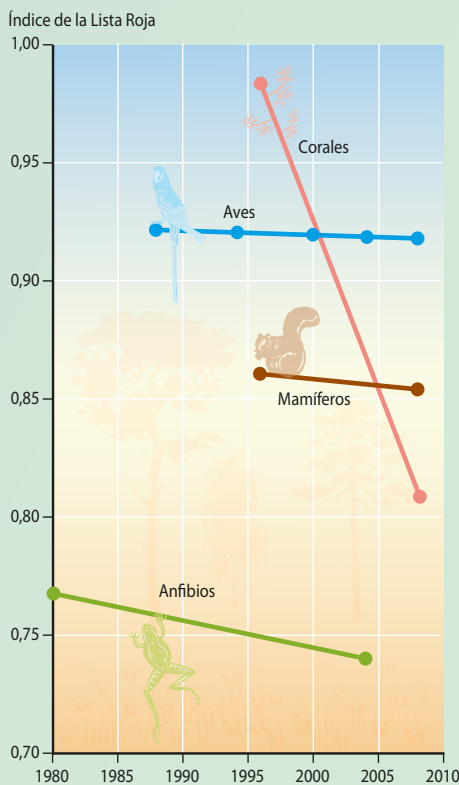
Así, nos permiten llevar a cabo las funciones esenciales de nuestros organismos: respirar, comer, beber, crecer, mejorar en lo posible nuestra alimentación, cultivar y recolectar. También nos permiten responder a las necesidades profundas de nuestras identidades humanas: desarrollarnos en otros aspectos, crear y construir, asociarnos, vivir en armonía con nuestros congéneres, asegurar condiciones de vida armoniosas a nuestros descendientes, respetar y valorar el contexto que nos permite todo esto.

*** Ver sobre este punto**

Vol. 2, Act. 7, el papel de las especies, de los servicios y de los productos (p. 35).

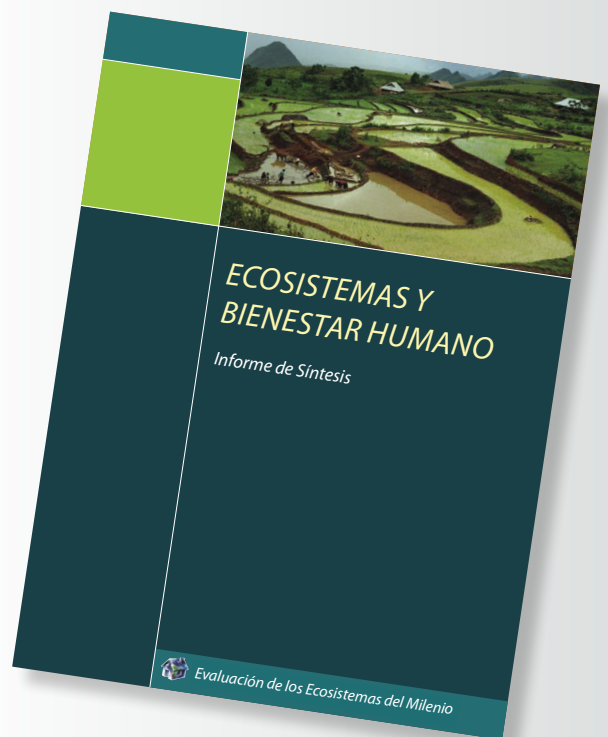
FIGURA 15: INDICE DE LA LISTA ROJA

Numerosas especies animales y vegetales se encuentran hoy en día amenazadas como consecuencia de las actividades humanas, como lo indica la lista roja elaborada por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN).



A partir de las Perspectiva Mundial para la Biodiversidad 3. © Secretariado de la Convención sobre la Diversidad Biológica CC BY 3.0

El informe titulado Evaluación de los Ecosistemas para el Milenio (Millenium Ecosystem Assessment) (MA), solicitado por el Secretario General de la ONU Kofi Annan en el año 2000, permitió identificar y definir el valor de la naturaleza además propuso algunas herramientas para poder cuantificarlo.



Los ecosistemas nos prestan numerosos servicios detallados por la Evaluación de los Ecosistemas para el Milenio, de los cuales mencionaremos en primer lugar los valiosos **servicios de aprovisionamiento**.

Dichos servicios abarcan los bienes concretos que obtenemos de la naturaleza, como el conjunto de los alimentos, las fibras naturales, las moléculas útiles o de interés farmacéutico, los recursos energéticos –desde la leña a los biocombustibles– y productos menos “comerciales” como el oxígeno del aire, las reservas de agua dulce, el suelo y su capa cultivable, etc.

Otro tipo de servicios son los denominados **servicios de regulación** que se refieren a los beneficios que se derivan del mantenimiento y de la regulación de los sistemas naturales vinculados con los ecosistemas. Se trata por ejemplo de la regulación del clima local y global, de la depuración natural de las aguas, del tratamiento natural de los residuos, de la regulación de las enfermedades, del control de los organismos nocivos como las especies destructoras, de las especies invasoras, etc.

La tercera categoría de servicios definida por la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio se refiere a los **servicios culturales**, que son las ventajas no materiales que nos procuran los ecosistemas a través del desarrollo de sistemas cognitivos, de reflexión y de análisis, la experiencia estética y el enriquecimiento espiritual. Son beneficios de tipo sensorial, intelectual, espiritual

relacionados con los sistemas de saber, los valores éticos, sociales, culturales y el esparcimiento (ocio).

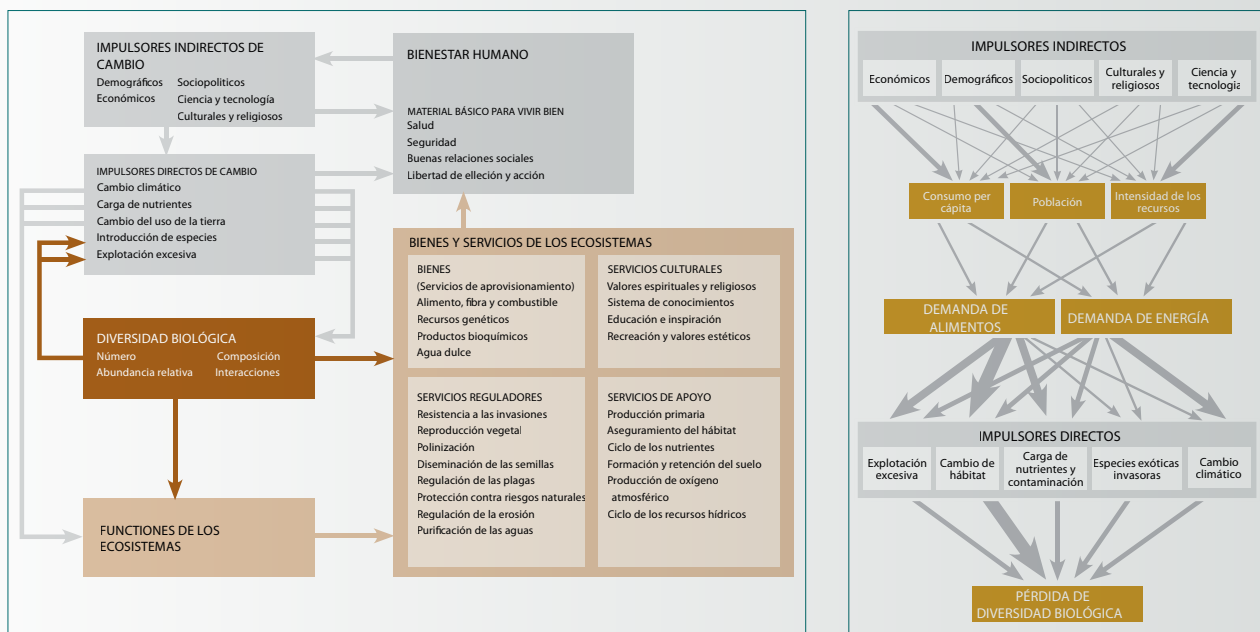
Finalmente, los **servicios de apoyo** se refieren a los servicios necesarios para la vida en la Tierra y para la producción de todos los demás servicios. Son servicios vinculados a los procesos naturales de los ecosistemas, como la producción de la biomasa, el ciclo de los elementos nutritivos, la formación y la retención de los suelos mediante el reciclaje de la necromasa, la diversidad de hábitats naturales y el ciclo del carbono.

Si consideramos cada uno de estos servicios por aislado, nos daremos cuenta de la importancia que tiene la biodiversidad para su buen funcionamiento. La diversidad biológica está en el origen de las ventajas que obtenemos de los ecosistemas

- En la base trófica de los ecosistemas, es el primer eslabón de las cadenas alimenticias, y consiste en la liberación de nutrientes en el suelo. Se lleva a cabo gracias a la participación activa de necrófagos, insectos descomponedores, hongos o bacterias.
- Todos los vegetales, productores de su propia materia vegetal, alimentan a una gran cantidad de organismos y dan origen a las comunidades de seres vivos.
- Sin los diferentes agentes polinizadores, las plantas no podrían reproducirse, ni las cosechas fructificar.

FIGURA 16: SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio hizo evidentes los diversos beneficios que nos brindan los ecosistemas.



Diversidad biológica, funcionamiento de los ecosistemas, servicios que brindan los ecosistemas y factores de cambio.

Fuente: Elaborado a partir de la Perspectiva Mundial para la Biodiversidad 2.

© Secretariado de la Convención sobre la Diversidad Biológica CC BY 3.0

Vínculos entre la demanda de alimentos y de energía y la disminución de la biodiversidad.

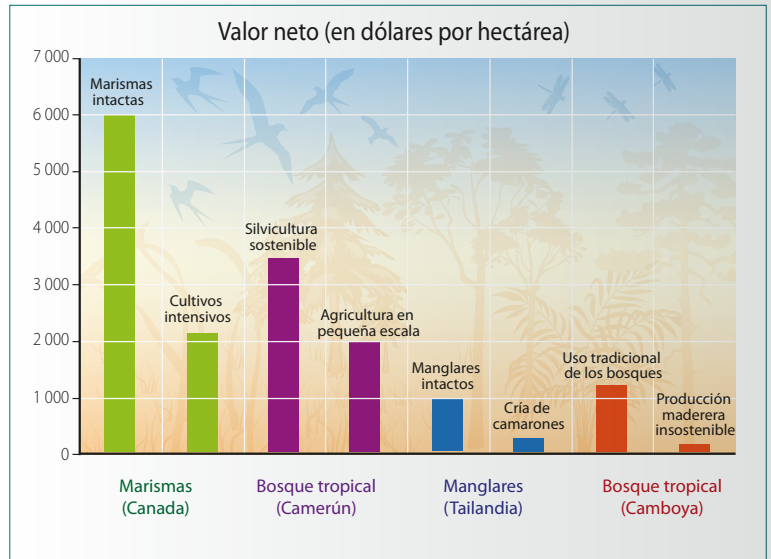
Fuente: Elaborado a partir de la Perspectiva Mundial para la Biodiversidad 2.

© Secretariado de la Convención sobre la Diversidad Biológica CC BY 3.0

- Sin la biodiversidad disponible de forma natural, procedente por ejemplo de ecosistemas de agua dulce (ríos ricos en peces o marismas fértiles), numerosas poblaciones humanas que necesitan de ellos -a menudo situadas en zonas rurales desamparadas-, se verían privadas de una fuente importante de aprovisionamiento de un gran valor nutricional.
- Sin la presencia de árboles sobre las cuencas -los cuales permiten la infiltración de las aguas de escorrentía en el suelo- desaparecería un factor natural de lucha contra la erosión y de regulación de las inundaciones, y se acrecentaría el riesgo de infiltraciones detríticas.
- Con la desaparición de paisajes variados, repartidos en mosaico por la superficie del planeta que han sido labrados a lo largo de los siglos por la naturaleza y por las comunidades humanas, el clima local y global se vería afectado y localmente, la identidad cultural menguaría.

En resumen, el conjunto de los elementos procedentes de los servicios suministrados por los ecosistemas que hemos citado, provienen de los seres vivos y de la red de sistemas que integran la diversidad biológica del planeta.

FIGURA 17: BENEFICIOS DE LA GESTIÓN ALTERNATIVA DE LOS ECOSISTEMAS



Ventajas económicas que se desprenden de los modelos económicos alternativos.

Fuente: Elaborado a partir de la Perspectiva Mundial para la Biodiversidad 2.

© Secretariado de la Convención sobre la Diversidad Biológica CC BY 3.0

3. ¿Qué tipo de evaluación para los ecosistemas?

Evaluación de su degradación y de la disminución paralela de la biodiversidad

La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio ha demostrado claramente que cerca de dos tercios de los servicios proporcionados por la naturaleza al género humano están disminuyendo. Dicho declive afecta forzosamente a las especies que los conforman y confirma el declive manifiesto de la biodiversidad.

Entre los servicios examinados en la Evaluación, sólo cuatro han mejorado gracias a los cambios introducidos por el ser humano: se trata de los cultivos y del rendimiento de las cosechas, de la cría de ganado, de la acuicultura y, en cierta medida, la captura de carbono.

Los servicios degradados comprenden los siguientes: las pesquerías, el aprovisionamiento de agua, la capacidad de los ecosistemas para tratar la contaminación del suelo, la purificación del agua, la protección contra las catástrofes naturales, la regulación de la calidad del aire, la regulación del clima local y global, la regulación de la erosión y numerosos servicios culturales.

Para todos los servicios degradados, se observa que los ecosistemas que proporcionan dichos servicios han

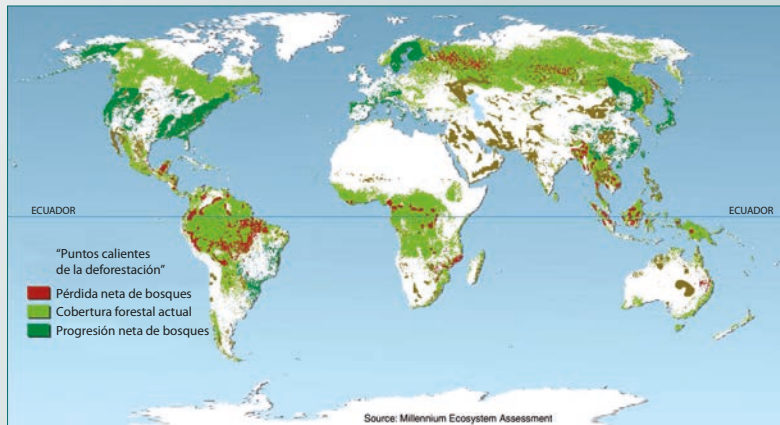
sido modificados y acondicionados para responder a las necesidades de las poblaciones, antes de haber constatado su degradación. Se trata a menudo de una modificación drástica, aunque puede ser relativamente escalonada en el tiempo, como la conversión de bosques o praderas seminaturales en zonas de pastoreo, la conversión de una zona de arbolado en una vasta extensión "ilimitada" de monocultivo, la destrucción de un bosque de manglares para la cría de crustáceos, o la explotación excesiva de determinadas especies. Estos cambios debilitan la capacidad de los ecosistemas para mantener el ritmo de repoblación, reponer las reservas y aprovisionar a las comunidades.

Lo constatado por la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio es que, una vez modificados, los ecosistemas quedan sometidos a las presiones de origen antrópico o natural que se siguen ejerciendo sobre ellos, y ya no consiguen funcionar debidamente ni suministrar los servicios que prestaban inicialmente.

En tal contexto, las modificaciones inducidas por las comunidades humanas son degradaciones cuyas consecuencias conviene analizar para comprenderlas mejor y frenarlas.

De la síntesis llevada a cabo en la edición anterior de la *Perspectiva Mundial sobre la Diversidad Biológica (GBO2)*, publicada por la Secretaría del Convenio, se han podido identificar ciertas tendencias en las modificaciones de los ecosistemas.

FIGURA 18: PUNTOS CALIENTES DE LA DEFORESTACIÓN



Fuente: *Perspectiva Mundial para la Biodiversidad 2*.
© Secretariado de la Convención sobre la Diversidad Biológica
CC BY 3.0

En numerosos casos, estos ecosistemas antiguos, ricos y compuestos por varios estratos, son transformados en monocultivos intensivos. De todos los tipos de bosque que conocemos, los bosques tropicales de montaña son los que están desapareciendo con mayor rapidez, lo cual incide en el calentamiento climático.

1ª tendencia:

La conversión de ecosistemas forestales y herbáceos en terrenos agrícolas se produce a un ritmo preocupante. Se calcula que se pierden anualmente 6 millones de hectáreas desde el año 2000.

No se puede imaginar fácilmente hasta qué punto los bosques almacenan cantidades importantes de carbono. El carbono es un elemento presente en la celulosa y el almidón de las plantas, etc., que se libera en la atmósfera, en forma de CO₂, cuando se talan y queman masivamente árboles con vistas a obtener madera para energía, producir carbón, o cultivar en chamiceras. En este caso, el CO₂ aumenta muy considerablemente el efecto de invernadero.



El riego intensivo disminuye en algunas regiones la cantidad de agua dulce disponible.
© G. Cattiau INRA

La creación de presas y de sistemas de captación de agua en los ríos ha modificado considerablemente los ecosistemas de agua dulce. Dichas instalaciones benefician a la agricultura de regadío y a las actividades industriales, pero producen perturbaciones en el caudal de numerosos ríos, dando lugar a la disminución del flujo de sedimentos, que permanecen almacenados detrás de las presas. Estos sedimentos constituyen la principal fuente de elementos nutritivos

2ª tendencia:

A pesar del amplio abanico de funciones ecológicas llevadas a cabo por los ecosistemas de agua dulce, éstos se ven seriamente amenazados por las recientes modificaciones efectuadas por las comunidades humanas.

para los ecosistemas de los estuarios, que a su vez que juegan un importante papel ecológico ya que actúan como filtros naturales de la contaminación.

Los humedales son cuencas de captación de las abundantes cantidades de agua vertida durante las lluvias intensas. De esta manera, participan activamente en la protección contra las inundaciones.

Hay que preocuparse por las deficiencias de aprovisionamiento de agua dulce de ciertas poblaciones.



El acceso a los recursos hídricos no es equitativa y algunas poblaciones padecen sed. © UN Photo/Fred Noy

Mientras que otras poblaciones deben hacer frente a las crecidas e inundaciones constantes. © H. Duval, INRA



Desde 1960, la cantidad de agua retenida en las presas se ha cuadruplicado y los depósitos artificiales actuales contienen más agua que los ríos que discurren naturalmente.

Más allá del hecho de que ríos como el Nilo en Egipto o el río Amarillo en China no lleguen al mar en ciertas épocas del año, la utilización local de agua dulce es superior a las reservas renovables, lo cual entraña una sobreexplotación de las reservas subterráneas.

En algunas regiones en las que los recursos son limitados debido al estrés hídrico, este modo de uso excesivo de los recursos es sencillamente insostenible, y lleva a corto plazo a una deficiencia real de aprovisionamiento de agua para las poblaciones.

El simple análisis de estas tres tendencias demuestra que en la reconfiguración de los ecosistemas llevada a cabo por las actividades humanas desde hace décadas se ha dado prioridad a la explotación de los recursos, al incremento de producción de las cosechas y a otros usos intensivos del entorno con vistas a obtener beneficios financieros inmediatos.

Los servicios no comerciales de los ecosistemas, como la polinización o la regulación natural de la contaminación, apenas se tienen en cuenta y no se incluye ni en el mantenimiento ni en la gestión de los ecosistemas. Así, cuando las funciones ecológicas de un ecosistema no se llevan a cabo o se cumplen con deficiencia, el sistema se debilita y su capacidad para

proporcionar los servicios de aprovisionamiento se ve comprometida.

Si consideramos el ejemplo típico del proceso de conversión de un ecosistema en tierras para el monocultivo, entenderemos claramente las consecuencias de dicho proceso:

- Al principio, se modifican las prácticas agrícolas tradicionales para orientarlas hacia el monocultivo (cultivo de una sola especie).
- Las plantas de compañía (ruderales o mesícolas), son eliminadas para intensificar el monocultivo, fertilizado mediante la aplicación de fertilizantes.
- Con la supresión de bosques dispersos, de setos, de cercados vivos, de arbustos forrajeros, de bosques o de árboles aislados, los hábitats son fragmentados y las especies se ven recluidas en islotes semi-preservados.
- Sin una verdadera continuidad eco-paisajística, el entorno no ofrece condiciones para conservar hábitats óptimos o viables para algunas especies, las cuales pueden verse obligadas a emigrar en busca de un hábitat que cubra sus necesidades. Las especies menos ubicuas (especies muy especializadas que se encuentran únicamente en áreas específicas) se ven muy afectadas por la degradación del entorno; las más ubicuas (aquellas especies llamadas generalistas que se



encuentran en distintos medios) pueden intentar sobrevivir durante un tiempo en esos hábitats "sub-óptimos". Para la gran mayoría de las especies, el ritmo de repoblación desciende, o se desploma radicalmente, según el caso.

- En un ecosistema simplificado y pobre en diversidad de especies -a menudo contaminado en profundidad por un exceso de abonos lixiviados-, los grandes ciclos naturales de la formación y la regeneración de los suelos, del reciclaje de los macroelementos, las actividades naturales de polinización, de germinación, de reproducción de los vegetales y de flujo de genes, se llevan a cabo con dificultad. Recordemos que la cantidad total de nitrógeno introducida por las actividades humanas en el medio ambiente, se ha multiplicado por 9 entre 1890 y 1990. Los mismos procesos naturales se encuentran modificados.
- Las exigencias a las que se somete a los servicios de regulación del ecosistema superan su capacidad para asegurar dichos servicios debido a la disminución de las poblaciones de plantas locales, de plantas descontaminantes, de depredadores naturales, de agentes polinizadores y también debido a una distribución parcelaria de la hojarasca, a la dificultad para que se forme el humus y a la emisión excesiva y permanente de sustancias nutritivas.
- El ecosistema se torna menos resistente, su capacidad para regular la contaminación del suelo y del agua, para tratar naturalmente los residuos, para controlar las enfermedades, las especies destructoras y las especies invasoras, se ve comprometida. Más allá de los servicios de regulación, son los servicios de aprovisionamiento que se ven rápidamente afectados, y para las poblaciones de numerosas regiones, aumenta el riesgo de quedar expuestos a la inseguridad alimenticia.

FIGURA 19: GESTIÓN DEL TERRITORIO



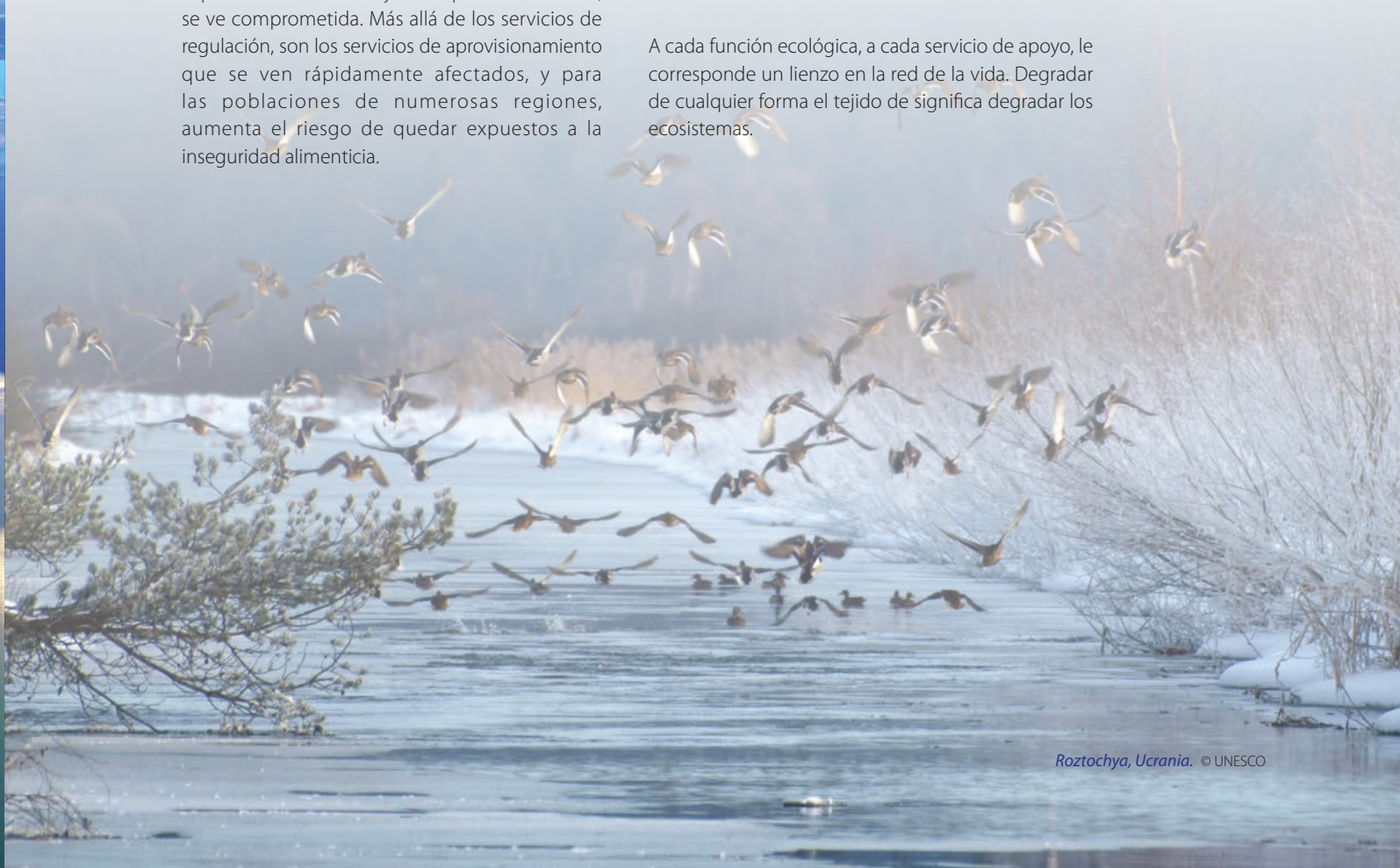
La trama en azul y verde representan la repartición de los ríos y riberas (trama azul) y de los masivos forestales (trama verde), a una escala de paisaje.

La explotación agrícola intensiva modifica el trazado natural provocando la ruptura de los corredores ecológicos y la fractura del espacio.

Trama verde y azul. © Ministerio de Ecología, del Desarrollo Sostenible y de la Energía (Francia)

La biodiversidad es pues la base, y al mismo tiempo, fuente y punto de apoyo, de los servicios ecosistémicos. Y, a su vez, los servicios que brindan los ecosistemas salubres, ricos en diversidad ecológica, constituyen la base del bienestar de los seres humanos.

A cada función ecológica, a cada servicio de apoyo, le corresponde un lienzo en la red de la vida. Degradar de cualquier forma el tejido de significa degradar los ecosistemas.



4. Hacer frente a la rápida degradación de la diversidad biológica, nuestro capital

Hemos podido establecer un vínculo entre el empobrecimiento de la diversidad biológica y los ecosistemas degradados, así como entre la degradación de los servicios ecosistémicos y las amenazas que pesan sobre el bienestar humano.

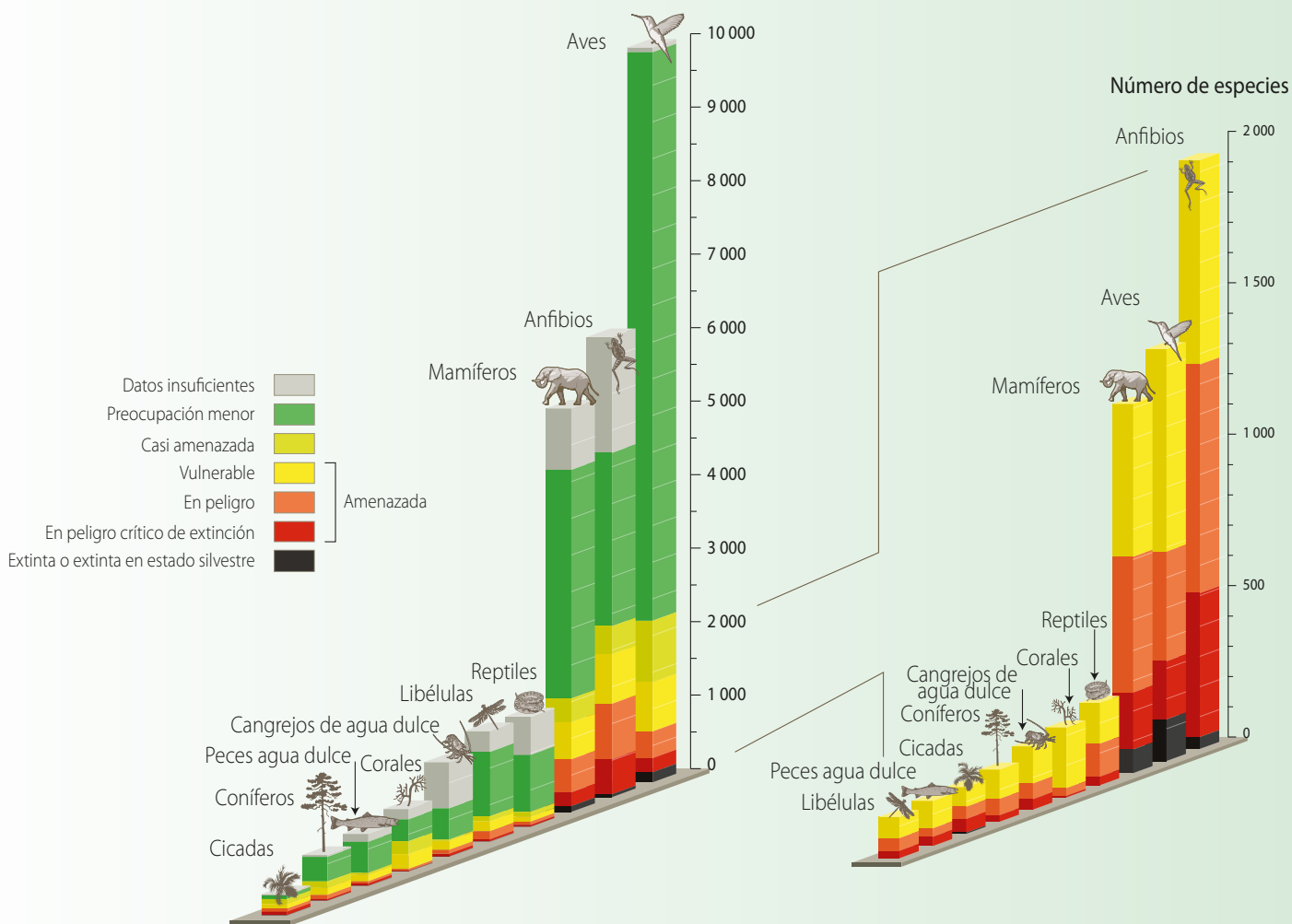
Aunque empezamos a comprender lo que está en juego, los genes, las especies y los hábitats siguen desapareciendo rápidamente. Ya que, si bien es raro ver una especie conocida desaparecer a una escala parecida a la duración de la vida humana, se calcula que en los últimos 150 años, el ser humano ha multiplicado por más de 1.000 el índice de extinción a escala global en relación con el índice "natural" observado en el transcurso de la historia.

Entre las especies sometidas a esta fuerte oleada de extinción, la rana australiana (*Rheobatrachus silus*), el tigre Persa o del Caspio (*Panthera tigris virgata*) en Asia Central, y el toromiro (*Sophora toromiro*) una especie arbórea de la familia de las fabáceas en la Isla de Pascua, han desaparecido en el transcurso de los últimos cincuenta años, sin embargo el toromiro, extinto en estado salvaje, está siendo reintroducido.

A partir de los datos y de los indicadores elaborados con motivo del Convenio sobre la Diversidad Biológica, sobre los cuales volveremos más adelante, podemos precisar algunos de los aspectos principales del deterioro de la biodiversidad.

FIGURA 20: TAZA DE EXTINCIÓN DE ESPECIES DE LA LISTA ROJA

La tasa de extinción de las especies vivas se acelera debido a las actividades humanas. Actualmente de acuerdo con la Lista Roja calculada por IUCN, únicamente 40% de las especies pertenecen a la categoría "preocupación menor".



- La pérdida de hábitats naturales provocada directamente por los efectos de la actividad humana, tiene un impacto considerable en el declive actual de las especies. A causa de la tala continua, son los hábitats más ricos y los más complejos del planeta los que desaparecen o se fragmentan. Esta fragmentación de los bosques supone una alteración para comunidades enteras de especies e impide que los ecosistemas forestales de ciertas regiones puedan seguir regulando la calidad del aire, los caudales de agua, el clima, impedir la erosión de los suelos y reducir los riesgos de deslaves. Igualmente, los ecosistemas costeros y marinos se ven afectados por la presión antrópica. En numerosas costas, los bosques de macroalgas, las praderas marinas y los corales están desapareciendo. La cobertura de coral duro, de la que se sabe que alberga en total al 30% de la fauna marina conocida al día de hoy, y que forma auténticas barreras contra las tempestades costeras y los maremotos, ha sufrido en el Caribe una regresión del 10 al 50% en veinte años. Con la degradación y la fragmentación de los hábitats naturales, las especies ocupan espacios cada vez más reducidos, por lo que son cada vez menos abundantes y sus poblaciones disminuyen.

- Otro factor que provoca el descenso de efectivos es la sobreexplotación directa de los recursos por parte de las poblaciones ribereñas. La eficacia cada vez mayor de la industria pesquera, junto con una intensificación de la práctica, ha diezariado a escala local las poblaciones de grandes peces como el atún, el bacalao, el pez espada y la lubina, de los que se calcula que en algunos lugares, ha desaparecido un 80% del volumen.

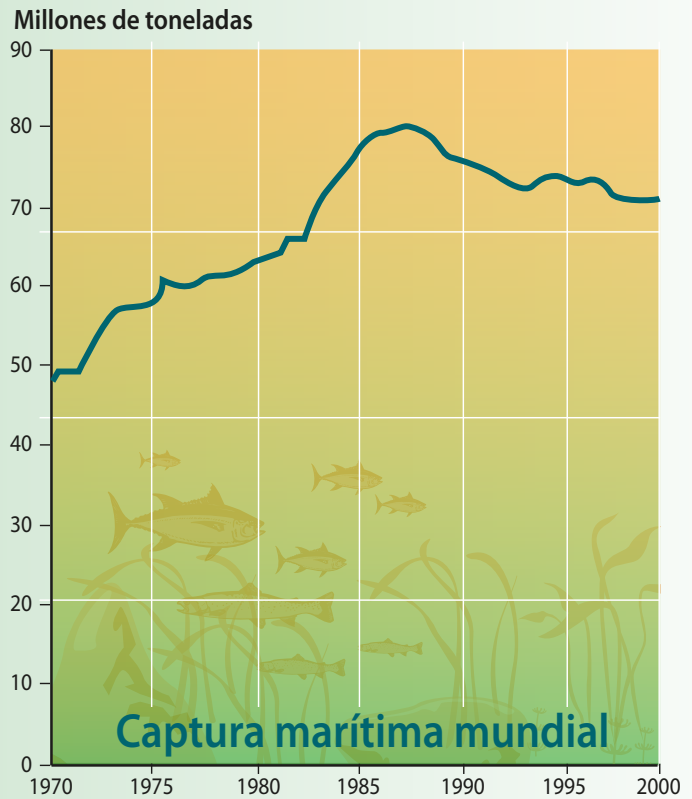
- Además del descenso de las poblaciones de las especies analizadas por el Índice Planeta Vivo (ver p. 54), la variedad entre las especies y en el seno de las mismas ha disminuido significativamente a escala mundial. La actividad humana crea paisajes cada vez más simplificados y uniformes en los que las formas de vida son cada vez menos variadas. Las prácticas culturales vinculadas a ellos provocan una regresión de la diversidad biológica, ya sea específica o genética, y amenazan con la extinción de millares de especies, tal como se puede constatar al estudiar a la mayoría de los ecosistemas agrícolas existentes.

- Hay otro factor que explica la distribución cada vez más uniforme de las especies en la Tierra, lo cual entraña el riesgo de extinción para muchas de ellas, se trata de la pérdida de poblaciones de especies endémicas en algunas regiones y de la invasión o de la introducción de especies procedentes de otras regiones. Las especies son desplazadas por las poblaciones humanas, transportadas en forma de especímenes de muestras o de material genético. Ahora bien, una especie introducida desde el exterior puede modificar de manera considerable el sistema local y los servicios que

FIGURA 21: EXPLOTACIÓN DE LOS RECURSOS ACUÁTICOS

La pesca intensiva ha ocasionado la disminución de las poblaciones de peces. Por ejemplo, el bacalao ha prácticamente desaparecido de las costas canadienses. Cuando las capas superficiales se vacían de peces, las redes se lanzan a mayor profundidad para alcanzar nuevas poblaciones de peces.

Fuente: Evaluación de los Ecosistemas del Milenio



Un lagarto americano y un pitón de Birmania en un combate a muerte. Parque de Everglades, Estados Unidos. © L. Oberhofer (National Park Service), Dominio público

éste proporciona: puede eliminar a otras especies, debilitar especialmente las especies endémicas y causar la pérdida definitiva de diversidad genética. La erosión genética forma parte del declive global de la biodiversidad. A escala mundial, la gama

de diferencias genéticas entre las especies ha disminuido, en algunos casos en gran medida, sobre todo entre las plantas cultivadas, los animales de cría y las especies salvajes sobre explotadas con fines comerciales.

5. Las herramientas de evaluación del riesgo de extinción

En este estadio de la reflexión, nos parece importante evaluar la situación de las poblaciones de especies y los riesgos de extinción. Sobre este último punto en concreto, el *GBO4* propone algunas herramientas de evaluación.

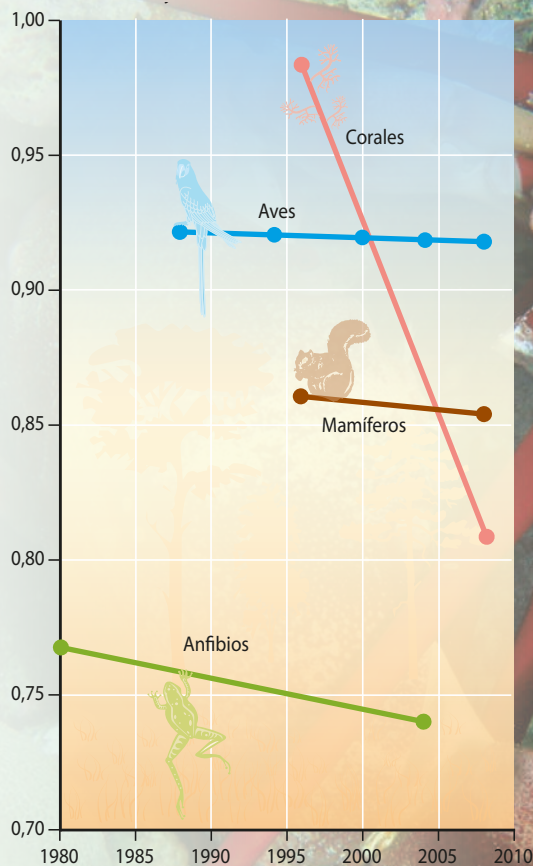
Si bien las medidas de conservación han permitido reducir el riesgo de extinción de varias especies, dicho riesgo es cada vez mayor para un número importante de especies.

Al día de hoy, la Lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) es la herramienta de referencia y el inventario más completo, a escala mundial, del estado de conservación de las especies de seres vivos, vegetales y animales.

El riesgo de extinción se evalúa en el contexto de las categorías de la Lista Roja, que determinan la probabilidad de extinción de una especie en la medida en que las condiciones de existencia de esa especie se mantengan invariables. Así, las especies se clasifican en

Los corales forman parte de los grupos de seres vivos cuya extinción progresa rápidamente.
Cangrejo de coral atacando un erizo de mar, Hawái. © Brocken Inaglory, CC BY SA 3.0

FIGURA 22: ÍNDICE DE LA LISTA ROJA



Fuente: *Perspectiva Mundial de la Biodiversidad 3.*

© Secretariado de la Convención sobre la Diversidad Biológica CC BY 3.0

categorías que corresponden a su riesgo de extinción. El riesgo se evalúa sobre la base de los conocimientos y de las informaciones procedentes de los trabajos de millares de expertos científicos de todo el mundo.

El índice de la **Lista Roja** evalúa el riesgo de extinción medio de las especies en el curso del tiempo. Muestra claramente, que todos los grupos cuyo riesgo de extinción ha sido evaluado, están cada vez más amenazados.

Entre ellos se encuentran los corales, un grupo cuyo riesgo de extinción ha aumentado recientemente de manera más sensible, y que se están degradando en la actualidad a un ritmo alarmante. Formados por la relación simbiótica entre un animal, el cnidario -pariente de la anémona de mar- y un alga -la zooxantela-, el coral construye un esqueleto exterior a partir de minerales presentes en el agua oceánica. La acumulación de esos esqueletos forma los arrecifes de coral. El calentamiento climático, la acidificación de

las aguas oceánicas y la presencia de contaminantes son factores asociados que causan la muerte del alga y su expulsión del coral, el cual pasa entonces por una fase de "blanqueamiento", pierde su color y muere.*

Globalmente, las familias de especies expuestas al riesgo de extinción más elevado y en progresión constante son los anfibios. Ya sea en Europa y, de manera más acentuada, en América Latina, en América Central y en el Caribe, asistimos a una caída inquietante del número de poblaciones de estas especies. En el origen del fenómeno, nos encontramos con una conjunción de factores: el calentamiento climático y el aumento de las radiaciones ultravioleta, la emergencia de nuevas enfermedades como la quitridiomycosis, una temible enfermedad fúngica y, no menos importante, la sobreexplotación para su uso en medicina, así como su uso local como producto alimenticio.

* Ver sobre este punto

Parte 2, La contribución de la biodiversidad a los servicios de apoyo (p. 134) y Los ecosistemas acuáticos (p. 110).

Atrialum robustum (Ascidie) sobre un Siphonogorgia godeffroyi (estructura arbórea blanda de corales). © Nick Hobgood, CC BY SA 3.0



6. La necesidad vital de preservar la diversidad biológica con el fin de asegurar un futuro sostenible para todos

Frente a la constatación de la amplitud del fenómeno de erosión de la diversidad biológica, es útil recordar la insistencia del Convenio sobre la contribución de la conservación de la biodiversidad, para el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, concretamente para la consecución del objetivo 15, que se refiere a “promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y frenar la pérdida de la diversidad biológica”.

La diversidad biológica es la base de todo desarrollo ya que proporciona al conjunto de las comunidades humanas de todos los países –incluidos los más pobres del planeta– no solamente medios de bienestar, sino también los medios de subsistencia más elementales.

Gracias a los productos naturales que proporciona, la biodiversidad es una red de seguridad alimenticia para multitud de familias desposeídas que los utilizan como productos complementarios o sustitutivos, según sea el caso. Ante la eventualidad de crisis o catástrofes naturales, la diversidad biológica ayuda a esas familias a prevenir la pobreza absoluta y el hambre. Así pues,

es importante preservar la diversidad biológica local y reforzar la agrobiodiversidad para eliminar el hambre y la malnutrición.

Pero ya se trate de productos de primera necesidad, del desarrollo de productos agrícolas o forestales que aseguren los ingresos de numerosos hogares agrícolas o del material genético a partir del cual se consiguen mejores cosechas y ganado en los países desarrollados, el conjunto de la alimentación producida en el mundo sigue siendo el resultado de procesos biológicos de la naturaleza.

Nuestra alimentación, al igual que nuestro aprovisionamiento de agua dulce, que son necesidades capitales para nuestra supervivencia a escala mundial, son servicios suministrados por la biodiversidad, y por ello, el funcionamiento adecuado de las cadenas alimenticias es un capital de inmenso valor económico. No debemos olvidar los servicios para la salud que proporciona la biodiversidad. Si bien en la actualidad un gran número de moléculas utilizadas en la fabricación de medicamentos se sintetizan artificialmente, ellas fueron descubiertas en la naturaleza. Por ejemplo la

Las manchas verde-azuladas del queso roquefort de origen francés, son el resultado de la presencia de mohos del género *Penicillium*.

Queso Roquefort. © Chris Waits, CC BY SA 3.0

Diversidad de productos presentes en la alimentación humana. © J. Weber, INRA



aspirina (ácido acetilsalicílico) se encuentra en la corteza del sauce, la penicilina se sintetiza a partir del moho (champiñones microscópicos), el árnica es una flor amarilla que crece en las montañas. Estos son solo algunos de los numerosos ejemplos de cómo la naturaleza contribuye a nuestra salud.

Si queremos lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible, es fundamental comprender y analizar debidamente el verdadero valor de la diversidad biológica.

A tal efecto, proponemos concentrarnos precisamente en la contribución de la biodiversidad a cada uno de los servicios que brindan los ecosistemas a los seres humanos

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible

En 2015, la Organización de las Naciones Unidas adoptó la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y aprobó los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que comprenden 169 metas. Los ODS tienen por finalidad lograr la prosperidad, la salud, la igualdad, la inclusión y la paz para toda la humanidad. Los ODS hacen también hincapié en lo importante que es mantener la habitabilidad de nuestro planeta, protegiendo sus recursos naturales y fomentando el uso de las energías renovables.

Ahora que nos hallamos en la segunda mitad del Decenio de las Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica (2011-2020) cobra un interés especial el Objetivo 15, cuya finalidad es “proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, efectuar una ordenación sostenible de los bosques, luchar contra la desertificación, detener y revertir la degradación de las tierras y poner freno a la pérdida de diversidad biológica”. La pérdida de biodiversidad sigue siendo uno de los grandes retos de nuestra época, a escala mundial, y sus causas pueden ser directas o más complejas, ocasionadas por factores económicos, sociales y culturales.

La humanidad se mantiene en la Tierra gracias al equilibrio sumamente delicado que se da en el ecosistema. La pérdida de biodiversidad significa inevitablemente que ese equilibrio corre el riesgo de trastornarse. De ahí que sea más importante que nunca combinar la función de las ciencias ecológicas con políticas científicas adecuadas si deseamos mantener la increíble riqueza de las especies de nuestro planeta, no sólo en provecho nuestro sino también en beneficio de las generaciones futuras.

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible

www.un.org/sustainabledevelopment/es/

Objetivo 1. Poner fin a la pobreza en todas sus formas en todo el mundo

Objetivo 2. Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible

Objetivo 3. Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades

Objetivo 4. Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos

Objetivo 5. Lograr la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y las niñas

Objetivo 6. Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos

Objetivo 7. Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos

Objetivo 8. Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos

Objetivo 9. Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación

Objetivo 10. Reducir la desigualdad en y entre los países

Objetivo 11. Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles

Objetivo 12. Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles

Objetivo 13. Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos

Objetivo 14. Conservar y utilizar en forma sostenible los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible

Objetivo 15. Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar los bosques de forma sostenible, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y poner freno a la pérdida de la diversidad biológica

Objetivo 16. Promover sociedades pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible, facilitar el acceso a la justicia para todos y crear instituciones eficaces, responsables e inclusivas a todos los niveles

Objetivo 17. Fortalecer los medios de ejecución y revitalizar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible

Quedan pocos bosques primarios, es decir, bosques compuestos por especies naturales que no hayan sufrido una intervención humana susceptible de perturbar permanentemente los procesos ecológicos.

Biodiversidad y aprovisionamiento: Los ecosistemas agrícolas

Los servicios de aprovisionamiento proporcionados por los ecosistemas se refieren a los productos concretos que éstos nos procuran. Se trata fundamentalmente de alimentos, fibras, moléculas útiles (recursos genéticos), recursos energéticos como la leña y los biocombustibles, madera de obra y de construcción.

El uso de los servicios por parte de las comunidades humanas ha aumentado incesantemente en el transcurso de la segunda mitad del siglo XX. Como se utilizan a un ritmo mayor del que los recursos necesitan para renovarse, se deduce que la capacidad de los ecosistemas para proporcionar estos servicios a generaciones futuras se ve comprometida.

Si bien el uso de esos servicios de aprovisionamiento varía de un lugar a otro, nos vemos obligados a constatar que el uso que se hace de varios de ellos es, de hecho, insostenible.

La conversión de ecosistemas naturales o seminaturales para satisfacer las necesidades de la agricultura, para la explotación de la madera u otros usos intensivos, ha conducido a profundas modificaciones de la cobertura vegetal en numerosas regiones del mundo.

Esas transformaciones han provocado a menudo una regresión neta de la superficie de los bosques y el

declive de los paisajes agrarios tradicionales como el policultivo de campos abiertos, o los paisajes boscosos en toda su diversidad o incluso, los campos esparcidos de árboles de los ecosistemas mediterráneos.

La conversión de los ecosistemas agrícolas tradicionales conduce a la fragmentación y a la destrucción de hábitats vinculados a la agrobiodiversidad, que va acompañada del empobrecimiento de la diversidad genética.

En lo que respecta a los bosques, miles de años de explotación de sus recursos han reducido su superficie en aproximadamente un 30% en comparación con su extensión inicial. Quedan pocos bosques primarios, es decir, bosques compuestos por especies naturales que no hayan sufrido una intervención humana susceptible de perturbar permanentemente los procesos ecológicos.

1. Cultivar para alimentarse

La alimentación es el dominio de todo lo relacionado con los alimentos que permiten funcionar a un ser vivo.

Nosotros, los seres humanos, no somos una excepción y la absorción de los elementos nutritivos contenidos en nuestra alimentación es una función vital para nuestros organismos.

Comemos lo orgánico e interactuamos permanentemente con lo viviente: nuestro tubo digestivo, que es un completo ecosistema, aloja a millones de organismos procedentes de centenares de especies (bacterias, arqueas, etc.) que son esenciales para nuestra digestión, ya que ayudan a degradar por ejemplo, las celulosas y los almidones.

Dos características esenciales de los organismos vivos es por un lado, la liberación de energía a partir de la alimentación, y por el otro, la transmisión de energía. Todos los vegetales y animales constituyen un alimento potencial: los unos se comen a los otros, y ése esa es la manera en la vida se reproduce.

En el mundo vivo del planeta, existe una competición violenta para que cada individuo dentro de cada especie, consiga los recursos necesarios para su supervivencia y su reproducción. Pero la interacción biológica no se reduce a la competición y a la depredación. Entre los individuos y las especies existen, tal y como hemos visto,* preciosas relaciones de colaboración.



Una diversidad de especies y de ecosistemas brindan diversos servicios a las poblaciones por ejemplo: comida, materiales de construcción, energía, etc. Manojos de fibras de lino. © J. Weber, INRA

* Ver sobre este punto

Vol. 2, Act. 9, Tabla de la agro-diversidad, ¿una fábrica de producción sostenible? (p. 49).



De un hábitat semi-natural...

© Archivos Normandía 1939-45, Dominio público



...A un paisaje agrícola. © Nicolás Pérez, CC BY-SA 3.0

El ser humano, que desde siempre ha manipulado a las demás especies vivientes, se ha apoyado durante mucho tiempo en una asociación sostenible con las plantas y los animales para fundar y desarrollar diferentes formas de civilización.

Al descubrir que podía sembrar y recolectar ciertas gramíneas salvajes en lugar de recoger el grano al azar, el ser humano empezó a explotar racionalmente las plantas comestibles. Posteriormente seleccionó variedades adaptadas a la extraordinaria diversidad de las condiciones ecológicas terrestres, lo cual se

trajo en un enriquecimiento considerable de la biodiversidad. Se puede efectivamente hablar de colaboración fructífera: el ser humano se aseguró una cierta seguridad alimenticia al utilizar cultivos que servían para enriquecer el medio ambiente.

Ahora bien, en la actualidad, con la degradación de los ecosistemas, numerosos puntos de equilibrio sobre los que descansa la armoniosa relación, se han roto. La cuestión es identificarlos e intentar restaurar el equilibrio donde no exista.

De izquierda a derecha:

Biodiversidad genética de semillas (girasol, soja, colza, haba, frijol, trigo y garbanza). © C. Nicolas, INRA

Semillas de chícharo. © P. Albaret, INRA

Diferentes variedades granos de trigo tratados y sin tratamiento. © G. Berthier, INRA

Diferentes variedades de tomates. © F. Carreras, INRA



2. Los sistemas agrarios tradicionales y la biodiversidad

El proceso de domesticación de las plantas y de los animales se inició hace unos 10.000 años en Mesopotamia, en la región del Creciente Fértil (o media luna fértil), una zona que engloba en la actualidad a Irak, Irán y Armenia. Debido a la facilidad para conseguir con rapidez aumentar las reservas de cosecha y de semillas, así como para establecer intercambios, se desarrollaron los procesos de sedentarización y de urbanización. La expansión de las plantas y de los animales domésticos tuvo lugar desde esas regiones pérsicas, principalmente hacia Europa.

Según los inventarios, en el Creciente Fértil se seleccionaron unas 500 especies y variedades de legumbres, de frutos, de condimentos y de árboles frutales. Hoy en día, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) tiene censadas unas 250.000 variedades vegetales aptas para el cultivo, de las cuales 7.000 aún se cultivan. Para llegar a tal número de variedades seleccionadas, los agricultores y los investigadores han recurrido a la biodiversidad local.

Desde antaño, los agricultores han mejorado las semillas procedentes de sus propios cultivos mezclándolas con especies salvajes emparentadas

con el fin de incrementar la diversidad genética y la resistencia al microclima de sus cultivos.

En el caso de los trigos, los tetraploides como el trigo khorasan y el trigo duro existían en estado salvaje. A través de la hibridación, el trigo duro (*Triticum turgidum durum*) ha sido mejorado para resistir los procesos del cultivo industrial y producir la base de nuestras pastas alimenticias.

Tras diversos cruces del trigo khorasan (*Triticum turgidum turanicum*), se produjo el trigo harinero o trigo común (*Triticum aestivum*). No obstante, también se sigue cultivando sin hibridar, siendo comercializado con la denominación "kamut", que contiene, como especie, un valor en proteínas y minerales muy superior al trigo clásico.

En Etiopía es muy común aislar, seleccionar, vender y sembrar semillas de sorgo salvaje, y después mezclarlas con semillas de sorgo cultivadas para favorecer la fertilización mutua.

La FAO calcula que aproximadamente 1,4 millones de agricultores, en su mayoría hogares modestos, siguen mejorando sus cultivos gracias al aporte de plantas locales.

Existen actualmente 7 000 variedades vegetales cultivadas alrededor del mundo.

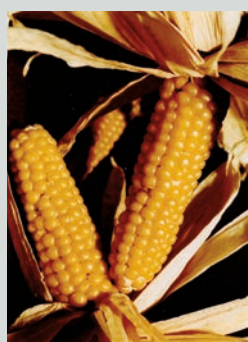
Diversidad de cebada (Hordeum vulgare). © E. Boulat y A. Didier, INRA



FIGURA 23: AUTOFECUNDACIÓN E HIBRIDACIÓN DE LAS PLANTAS



© UNESCO



Proceso de mejoramiento de las plantas. © Clermont Terrand Theix Lyon, Inra

Se cultivan numerosas variedades de una misma especie vegetal. Cada variedad responde a una necesidad específica: la demanda del consumidor, la resistencia a la sequía, a las heladas, al tamaño del fruto, etc. De izquierda a derecha:

Diferentes variedades de patatas. © C. Maitre, INRA

Diferentes variedades de pimientos y morrones. © C. Slagmulder, INRA



Variar los cultivos

En las terrazas andinas -acondicionamientos elaborados por le hombre-, se practica la rotación de cultivos en distintos niveles y las asociaciones de especies cultivadas en cada nivel, son el reflejo de una observación "secular" y de un conocimiento profundo de las especies autóctonas silvestres, así como de los gradientes ecológicos. Es decir, de los aspectos del entorno que varían en función de la altitud, y que influyen en la composición de las especies que forman las comunidades.

Se han podido censar varias decenas de especies silvestres de judías del género *Phaseolus* y unas

200 especies de patatas silvestres en América Central y Latinoamérica, a partir de las cuales se han seleccionado cuidadosamente los cultivos de cada nivel (hasta 15 niveles de ecosistemas definidos por los científicos).* La preservación de la biodiversidad al interior de las especies es un fenómeno destacable en los sistemas culturales tradicionales de los Andes: varios cientos de especies de patatas se cultivan en ellos, algunas de ellas muy resistentes al hielo. Estas variedades cohabitan a veces en una misma parcela, y los agricultores las clasifican por orden de nichos ecológicos que condicionan el grosor/tamaño de los tubérculos.

Recurrir a plantas indicadoras

Otras prácticas agrícolas tradicionales mantienen y utilizan la biodiversidad local, como, por ejemplo, el uso de las plantas indicadoras y los abonos verdes para evaluar y mejorar la calidad de los suelos.

En las regiones en las que la capa arable es fina y delicada y los suelos están sometidos a condiciones climáticas rigurosas, los agricultores suelen saber a menudo, nombrar, clasificar y caracterizar las plantas indicadoras. Una indicación a través de la plantas indicadoras solamente es válida cuando están presentes un cierto número de individuos/ejemplares. Cuando un terreno está densamente poblado por una especie, refleja a menudo, no solamente los componentes minerales del suelo (si es más calcáreo que silíceo), sino también, su contenido en nutrientes (exceso o escasez de materias orgánicas y la naturaleza

de las sustancias nutritivas presentes, como el nitrógeno o el fósforo). En las regiones templadas, una concentración de ortiga mayor o verde (*Urtica dioica*) revela a menudo una fuerte concentración de hierro y de nitratos en el suelo. La ortiga tiene, por otra parte, un efecto descontaminante ya que fija orgánicamente esos elementos al metabolizarlos.

Sobre un pasto degradado debido a un exceso de nitrógeno, se pueden observar a menudo poblaciones de plantas espinosas como los cardos (*Cirsium spinosissimum*), acompañados por otras plantas características, por ejemplo el acónito común (*Aconitum napellus*) en los Alpes europeos. Si el pastizal está descalcificado, en la mayoría de los casos es invadido por poáceas o gramíneas como el cervuno (*Nardus stricta*) o por otras poáceas dependiendo

Aconitum napellus. © H. Zell, CC BY-SA 3.0



de la región. En los Andes venezolanos en donde el trigo y la quínoa aún se cultivan a siguiendo un ciclo bienal, los agricultores han recurrido constantemente a las plantas indicadoras para evaluar el estado del suelo: ¿ha “adelgazado” entre dos cultivos o sigue conservando suficientes nutrientes, está bien “alimentada”?

La presencia masiva de una poácea como la barba de caballo (*Vulpia myurus*) en los cultivos o alrededor de ellos, induce al agricultor a dejar la parcela en barbecho, mientras que la presencia de una fabácea común como el lupino blanco o chocho (*Lupinus paniculatus*) indica una buena difusión y circulación del nitrógeno en el suelo y, por tanto, una fertilidad adecuada de la tierra.

Utilizar las leguminosas

De manera general, el aporte de las plantas denominadas “leguminosas” de la familia de las fabáceas, como la alfalfa, los tréboles y las vicias es considerable.

Estas especies vegetales fijan el nitrógeno del aire en el suelo y lo ponen a disposición de otras plantas gracias a las nudosidades de su sistema radicular. Suponen una ventaja segura para el establecimiento y el mantenimiento de cultivos sin tener que recurrir constantemente al uso de fertilizantes.*

En África, en Asia, en Latinoamérica, y cualquier sitio en donde se practica la rotación de cultivos, los agricultores introducen semillas de plantas anuales de cereales (trigo, cebada, maíz) tras utilizar abonos verdes hechos a partir de leguminosas que, a menudo, son especies locales o silvestres como las diferentes especies de lupino de Latinoamérica, que enriquecen los suelos arenosos, o diversas especies de tréboles como el trébol encarnado (*Trifolium incarnatum*).

Así, el próximo cultivo de cereales en la parcela de alfalfa o de trébol se beneficia del aporte nitrogenado fijado por las leguminosas.

Cuando los cultivos tienen dificultades para implantarse, los agricultores suelen intercalar los cultivos o a utilizar sembradíos en forma de corredor, a partir de setos de leguminosas arbustivas para que las plantas cultivadas se beneficien constantemente de la presencia de las leguminosas.

En Burundi, agricultores y agrónomos han llevado a cabo algunos experimentos asociando una leguminosa –cultivada entre las hileras del cafetal– a los cultivos de café y han medido a largo plazo los beneficios de la fijación biológica de nitrógeno en la producción de café.

Los arbustos de especies autóctonas del género *Calliandra* (*Calliandra calothyrsus*), neré (*Parkia biglobosa*) o el guandul (*Cajanus cajan*) –procedentes de África – segmentan los cultivos en pasillos. Los agricultores los podan y fertilizan por encima los cultivos, tapizando la superficie del suelo. Así, las plantas cultivadas son alimentadas por partida doble: por los nutrientes del suelo que captan sus raíces, y por los minerales liberados durante la descomposición de las hojas de las leguminosas en la superficie.

* Ver sobre este punto

Vol. 2, Act. 9, Tabla de la agro-diversidad, ¿una fábrica de producción sostenible? (p. 49).

Abeja sobre flores de trigo sarraceno. © J. Weber, INRA



La importancia de preservar las “malas hierbas” (hierbas adventicias)

El conjunto de hierbas adventicias (malas hierbas) son de gran importancia para los cultivos, ya que en ellas habitan centenares de insectos como las abejas, que contribuyen a la polinización.

Los paisajes agrícolas clásicos, por otra parte, han sido mantenidos durante mucho tiempo por poblaciones de plantas adventicias, las “malas hierbas” que, procedentes de especies silvestres y asociadas a los cultivos, presentan un verdadero interés ecológico para los mismos.

Desde antaño, el ser humano ha sido un factor de introducción de vegetación con sus herramientas, la acción del fuego, la implantación del ganado. Los ecosistemas agrícolas tradicionales, caracterizados por la perennidad de los métodos de cultivo como la rotación trienal con sus períodos de baldío, han favorecido el desarrollo de plantas adventicias procedentes de campos modificados por el hombre en los que se encuentran de manera natural.

Las plantas adventicias, entre las que se encuentran la amapola (*Papaver rhoeas*), el aciano (*Centaurea cyanus*), la nequilla (*Agrostemma githago*) y los crisantemos salvajes (*Chrysanthemum segetum*), se han adaptado y han evolucionado con los cultivos y desarrollado relaciones de cooperación, como en el caso de la nequilla, cuyos granos encapsulados solamente caen cuando se trilla el trigo. Algunas plantas de reciente cultivo como el centeno (*Secale cereale*), han sido recíprocamente seleccionadas a partir de plantas adventicias.

El enriquecimiento ha sido mutuo hasta un período relativamente reciente, en el que, con la producción intensiva, las adventicias o mesícolas han sido desbrozadas y a veces radicalmente eliminadas por los herbicidas, al igual que las plantas ruderales que viven en los bordes de los caminos, los taludes, los huecos de los muros y los montículos de tierra, como

por ejemplo la achicoria salvaje (*Cichorium intybus*) o los cardos (*Carduus* ssp.). El conjunto de estas plantas adventicias, mesícolas o ruderales es, sin embargo, útil para los cultivos. Constituyen un capital genético único, que refuerza la diversidad biológica y solamente algunas especies (unas cuarenta presentes en las regiones templadas) albergan centenares de especies de insectos: los dípteros, entre los que se encuentran las moscas cernidoras, las mariquitas y las crisopas, depredadores naturales de los pulgones.

Al albergar a los depredadores naturales de animales devastadores, estas plantas protegen los cultivos y limitan el uso de aditivos artificiales, cuyas consecuencias para la salud humana sólo se han evaluado parcialmente. Además, estas plantas son con frecuencia melíferas y garantizan en gran parte la polinización de los cultivos.*

Durante mucho tiempo, los ecosistemas agrícolas han sabido preservar los nichos ecológicos disponibles para la flora y la fauna silvestre.

Actualmente, deberíamos preocuparnos por la desaparición de esos últimos rincones en los que subsiste la naturaleza, los cuales representan a menudo menos del 1% de las superficies potencialmente explotables, en donde los caminos son suprimidos y cualquier fosa, por mínima que sea, es rellenada.

Las mesícolas se encuentran, junto con las plantas de los medios húmedos, entre las especies más amenazadas de las zonas templadas; con su desaparición se reduce dramáticamente la biodiversidad local.

* Ver sobre este punto

Vol. 2, Act. 11, Diálogo y movilización en torno a la agricultura sostenible (p. 71), y Act. 12, El jardín escolar, un jardín biodiverso (p. 73).

Variedad de flores silvestres a la orilla de los cultivos.

© G. Louviot, INRA



Gestión tradicional de los paisajes y la biodiversidad

Los paisajes agrícolas mantenidos por agricultores y pastores con prácticas adaptadas al lugar no sólo conservan una diversidad genética de cultivos y ganado relativamente alta, sino que también pueden servir de sostén de la biodiversidad silvestre característica de la zona. Estos tipos de paisaje existen en todo el mundo y se mantienen gracias a la aplicación de una amplia variedad de conocimientos y prácticas culturales tradicionales que han evolucionado a la par y han creado paisajes que tienen una biodiversidad agrícola de importancia mundial. Entre estos tipos de sistema cabe mencionar los siguientes:



Piscicultura en arrozales.
© FAO, Lena Gubler

La piscicultura en arrozales que se practica en China data de hace por lo menos 2.000 años cuando reinaba la dinastía Han. Este sistema consiste en criar peces en arrozales húmedos: los peces aportan fertilizantes, ablandan los suelos y se alimentan de larvas y malezas, y el arroz les da sombra y alimento. La alta calidad del arroz y el pescado que se obtiene con este sistema beneficia directamente a los agricultores por su alto valor nutritivo, el costo más bajo de la mano de obra y la menor utilización de fertilizantes, herbicidas y plaguicidas químicos.



Terrazas en el Valle Sagrado de los Incas.
© FAO, Antonello Proto

En los valles peruanos de Cuzco y Puno los pueblos quechua y aimara se valen de un tipo de construcción de bancales que les permite sembrar diversos cultivos, como maíz y papa, y pastorear animales en pendientes empinadas a una altura que oscila entre los 2,800 y 4,500 metros. Con este sistema se pueden cultivar hasta 177 variedades de papa, domesticadas a lo largo de muchas generaciones. Además, ayuda a controlar la erosión del suelo.



Paisaje de Satoyama, Sao (Japón).
© FAO, Parviz Koohafkan

Los paisajes satoyama del Japón son pequeños mosaicos compuestos por distintos tipos de ecosistema, entre ellos, bosques secundarios, estanques de irrigación, arrozales, pastizales y praderas, de los cuales los agricultores han extraído tradicionalmente recursos, entre ellos, plantas, peces, hongos, hojarasca y leña de forma sostenible. Los paisajes satoyama han evolucionado a partir de la prolongada interacción entre las personas y el medio ambiente. Las actividades como el desmonte periódico y la recolección de hojarasca de los bosques, evitan que predominen unas pocas especies y da lugar a una mayor diversidad de especies en el sistema.

3. Policultivo y alimentación en las zonas rurales: la evolución actual

A lo largo de las generaciones, las comunidades rurales situadas en las regiones con los climas más crudos y tierras pobres o accidentadas, han adquirido un cúmulo de conocimientos y de experiencia para vivir de la tierra y mantenerse con buena salud.

Los métodos agrícolas tradicionales han garantizado durante mucho tiempo una cierta seguridad alimenticia y un valor nutricional relativo de la alimentación.

Un gran número de agricultores son pequeños cultivadores que explotan superficies reducidas en las que es vital incluir cultivos de subsistencia además de cultivos de productos comercializables.

Partidarios de la explotación de la diversidad de los cultivos, estos agricultores han hecho cohabitar cultivos de cereales tradicionales como el alforfón o trigo sarraceno o la moha en el Himalaya o en la India Central, con cultivos de "legumbres" secas como el frijol verde (*Macrotyloma uniflorum*) o la judía mungo

Flores de cosmos en un barbecho. © F. Carreras, INRA



... se estima que cerca de un tercio de las 6 500 razas de animales domesticados se encuentran en peligro de extinción.

(*Vigna adiata*) cuyos granos se comen secos, enteros o "rotos" en el famoso "dal".

En África todavía se asocian cereales y "leguminosas", a legumbres verdes hojosas tradicionales: en Uganda, se utilizan las legumbres hojosas "verde oscuras" como el amaranto o el biteku tekku (*Amaranthus hybridus*), el nakati (*Solanum aethiopicum*), las hojas de mandioca y de boniato.

Cuando un cultivo es menos productivo, las demás especies cultivadas, a menudo locales, pueden compensarlo.

La alimentación de las sociedades tradicionales se basa, sin embargo, en un producto principal: podemos mencionar el maíz, la mandioca, el boniato, el maní, el guisante de Angola, la lenteja, la carrilla, el ñame, la banana, el plátano de América, el mijo y el sorgo, que son alimentos básicos para millones de personas; estos alimentos les proporcionan lo esencial de la energía alimenticia.

Para compensar la monotonía de las comidas, la mayoría de las comunidades han buscado una forma de transición alimenticia hacia una alimentación más variada y equilibrada. Como algunos platos principales son muy calóricos pero pobres en nutrientes, las poblaciones han explotado también las legumbres tradicionales o recolectado especies silvestres para cubrir sus necesidades de vitaminas y minerales.

Así, la cosecha de frutos y productos forestales está muy extendida y las poblaciones conocen su alto valor nutritivo.

En las zonas secas, la azufaifa, fruto del azufaifo, es muy apreciada por su sabor y su alto contenido en vitaminas. Si bien el contenido de vitamina C de una naranja es de 57 mg/100 g y el del fruto del baobab es de 200 mg/100 g, el del fruto del azufaifo puede llegar a 500 mg/100g.

Las hojas de la palmera datilera del desierto (*Balanites aegyptiaca*), presente en el Sahel y en los países de Oriente Medio hasta Pakistán, son una fuente de calcio que llega a los 1.000 mg/100 g. Para cubrir las necesidades diarias de calcio de una persona, son suficientes unos 33g de hojas secas de baobab (*Adansonia digitata*) ingeridas como condimento.

Los frutos de sabor dulce-amargo del *Balanites aegyptiaca* se chupan en sustitución del dátil, y las hojas jóvenes se consumen como legumbres o en salsa con el mijo.

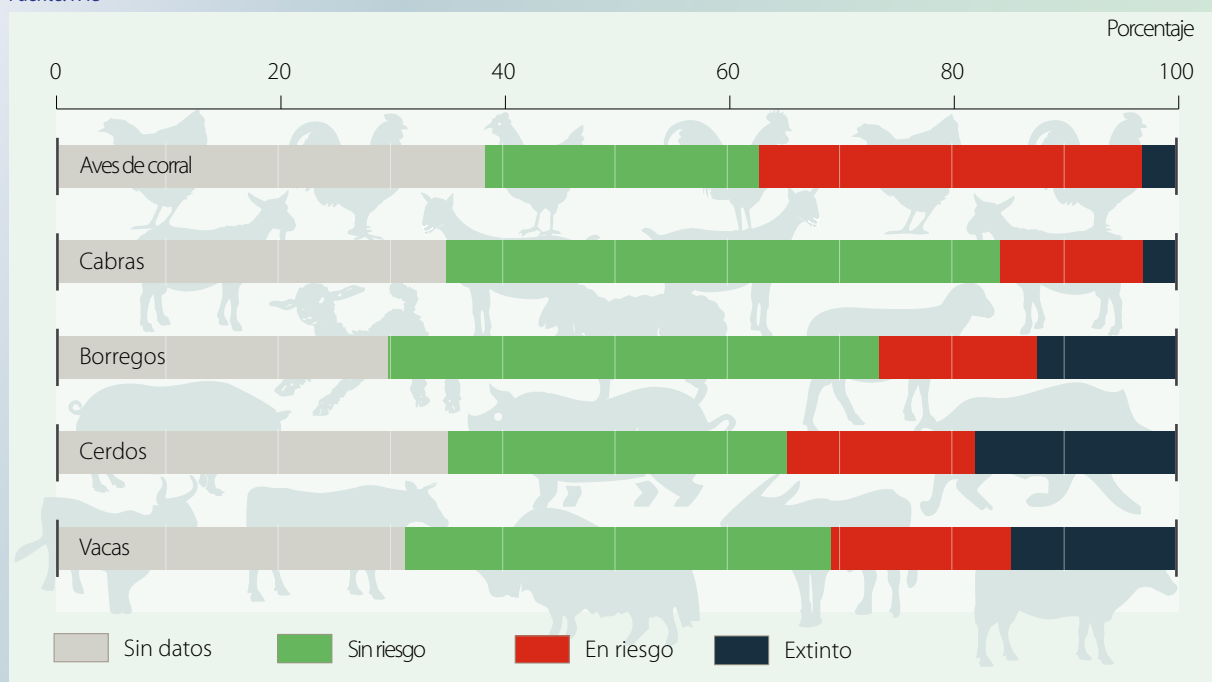
Si bien las poblaciones han comprendido desde antaño el papel de las plantas indígenas en la conservación del ecosistema local y el interés de utilizar la biodiversidad y las especies silvestres para variar la alimentación, actualmente se constata que hay una tendencia hacia el deterioro de los saberes autóctonos vinculados a los alimentos locales y a las prácticas agrícolas tradicionales, así como a la reducción de la diversidad agrícola, que conduce a la inseguridad alimenticia y a la malnutrición en numerosas regiones del mundo.

Debido a presiones diversas y combinadas originadas por el crecimiento demográfico y las exigencias de rentabilidad económica de la agricultura -inscritas en

FIGURA 24. RIESGO DE EXTINCIÓN DE LAS RAZAS DE GANADO

Un gran número de razas de las cinco especies de ganado más importantes está en peligro de extinción. En términos más generales se considera que, de las 35 especies domesticadas, más de una quinta parte de las razas de ganado está en peligro de extinción.

Fuente: FAO



el marco de una economía de mercado más amplia que tiene por objetivo la integración internacional-, numerosos productores han abandonado el policultivo y los métodos agrícolas tradicionales, para producir a menudo una única especie de manera intensiva con vistas a obtener en un corto plazo beneficios económicos.

El GBO3 muestra un panorama inquietante sobre el bajo número de variedades de especies utilizadas en la alimentación de los seres humanos.

La parte fundamental de los aprovisionamientos alimenticios de casi la mitad de la población mundial procede de un reducido número de variedades provenientes de tres megacultivos que son el arroz, el trigo y el maíz. El cultivo de un número considerable de variedades vegetales propias de las culturas locales, han sido dejadas de lado, en ocasiones abandonadas, con el riesgo de provocar su extinción. El mismo fenómeno podría observarse en la cría de ganado, en la que se calcula que un tercio de las 6.500 razas de animales domésticos estaría actualmente amenazado de extinción.

En cuanto al cultivo de arroz, se han obtenido variedades interesantes durante años, por la selección y el cruce de diferentes cepas de la misma especie, *Oryza sativa* L. En América Latina y el Caribe, la FAO estima, sin embargo, que la producción ha llegado hasta una meseta y que es difícil de mantener los

rendimientos en el cultivo intensivo de arroz de regadío.

En ese contexto, se pueden imaginar las consecuencias dramáticas que podría tener una mala cosecha.

A ese fenómeno se añaden dos factores inquietantes: por una parte, las amenazas relacionadas con la probabilidad de perturbaciones (crisis diversas, la actual recesión económica, catástrofes naturales, sequía e inundaciones intensificadas por el cambio climático) y por otra, las consecuencias nefastas del monocultivo sobre el bienestar de las poblaciones.

En numerosas regiones, por ejemplo en Kenia, en las que los cultivos de judías negras (*njaha*) han sido sustituidos por el cultivo intensivo de maíz, el monocultivo ha tenido un efecto negativo sobre el aporte alimenticio global; la eliminación de numerosas variedades de judías cultivadas ha acarreado un considerable empobrecimiento de la reserva genética agrícola, y el cultivo intensivo ha provocado un empobrecimiento de los suelos.

La combinación del conjunto de esos factores explica que el 13% de los habitantes más pobres del planeta se encuentren hoy en día subalimentados y expuestos a la escasez alimenticia, mientras que, globalmente, la inseguridad alimenticia va retrocediendo desde hace medio siglo.

¿Cuándo se habla de seguridad alimentaria?

La seguridad alimentaria existe cuando todas las personas tienen, en todo momento, acceso físico, social y económico a alimentos suficientes, inocuos y nutritivos que satisfacen sus necesidades energéticas diarias y preferencias alimentarias para llevar una vida activa y sana.

(*La Cumbre Mundial sobre la Alimentación (1996)*)

Se entiende por soberanía alimentaria el derecho que tienen los pueblos y los Estados soberanos a elaborar democráticamente sus políticas agrícolas y alimentarias.*

Fuente: www.fao.org/docrep/014/al936s/al936s00.pdf

* No existe una definición internacional del concepto de soberanía alimentaria.

Rebaño de ovejas en los
pastos de montaña.
© M. Meuret, INRA



La desnutrición sigue siendo un grave problema de salud pública a escala mundial ya que causa más del 15% de las enfermedades infecciosas y crónicas, provocadas principalmente por la carencia de proteínas y de nutrientes.

La erosión de la diversidad genética tiene como consecuencia la degradación de los servicios ecosistémicos relacionados con el aprovisionamiento de alimentos en las regiones pobres. En caso de crisis, las poblaciones ya no pueden echar mano de los productos naturales y los ecosistemas ya no cumplen su papel de red de seguridad para la prevención de la pobreza absoluta y el hambre.

Tal como subraya el *GBO3*, es importante preservar la diversidad agrícola para erradicar el hambre y la malnutrición entre las comunidades rurales.

La conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica posibilitan la atenuación de la pobreza y la mejora del bienestar humano. Revertir el empobrecimiento de la diversidad biológica es un aspecto esencial de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible que contribuye a los avances realizados en la persecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), cuya finalidad es reducir la extrema pobreza, garantizar la salud y la educación para todos, preservar el medio ambiente y cooperar en el plano internacional.

El medio ambiente para lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

La Alianza Pobreza y Medio Ambiente (PEP) es una red de organismos internacionales de desarrollo y medio ambiente junto con las ONG e incluidos PNUD, PNUMA, IIED, UICN y WRI. En 2005 entregó un mensaje a la Cumbre mundial en Nueva York, basado en un cuerpo de trabajo analítico y de consultas destinadas a aclarar las relaciones complejas entre reducción de la pobreza y sostenibilidad del medio ambiente: "Los pobres del mundo dependen críticamente de suelos fértiles, aguas limpias y ecosistemas saludables para sus medios de vida y su bienestar". La alianza recomienda que el apoyo de los donantes se concentre en las siguientes esferas:

- Inversión de gran amplitud en el patrimonio ambiental.
- Fortalecimiento de instituciones locales.
- Desarrollo de enfoques integrados para que las inversiones en pro de la población pobre estén en el corazón del desarrollo nacional y estrategias y planificación sectorial de reducción de la pobreza a todos los niveles.
- Cambios en pro de los pobres en la gobernanza medio ambiental.
- Instrumentos innovadores basados en el mercado para alentar a inversiones en pro de los pobres en la gestión ambiental y el suministro de servicios ambientales.
- Base intensificada de información para la adopción de decisiones.

Fuente: *Biodiversidad, desarrollo y alivio de la pobreza*, <http://69.90.183.227/doc/bioday/2010/idb-2010-booklet-es.pdf>.
© Convenio sobre la Diversidad Biológica.

Diferentes variedades de berenjenas. © C. Le Bastard, INRA



4. Erosión genética, contaminación y mala calidad alimentaria

La pérdida de biodiversidad, además de tener efectos negativos sobre los servicios de aprovisionamiento de los ecosistemas de numerosas regiones del mundo, expone a las poblaciones más pobres a una escasez de alimentos de subsistencia, también afecta la capacidad de aprovisionamiento de los ecosistemas de los países desarrollados.

La especialización de la producción se traduce en la desaparición del policultivo y la aparición de paisajes monótonos.

La expansión de parcelas ha unificado el paisaje con la eliminación de obstáculos a la maquinaria agrícola, la desaparición de los setos, de caminos, la nivelación de taludes, el terraplenado de cunetas, la eliminación de la vegetación natural.

Aunque actualmente se tiende a la reintroducción de setos y a la restauración de ecosistemas, la destrucción y la fragmentación de los hábitats, aunado al declive de los paisajes agrarios tradicionales, han provocado la disminución de las poblaciones de especies y de su distribución, así como el empobrecimiento de la diversidad genética, tal y como acabamos de ver. Además, con la mecanización y el empleo de fertilizantes y herbicidas químicos, las técnicas de cultivo modernas han alcanzado tal grado de eficacia que los elementos naturales han desaparecido de los ecosistemas cultivados. Lo cual no deja de ser

problemático, ya que la capacidad de un ecosistema para eliminar los organismos nocivos, depende en gran medida de la biodiversidad en beneficio para la seguridad alimentaria.

El proceso de erosión genética al que asistimos es un fenómeno más que preocupante, ya que a largo plazo, la diversidad genética es importante para preservar la salud y la adaptabilidad de las plantas. Dicha diversidad supone una contribución muy importante: ayuda a obtener un alto rendimiento, y a oponer una cierta resistencia a las enfermedades, sobre todo emergentes gracias a la presencia de depredadores naturales. Además contribuye a reforzar la resiliencia de un ecosistema (es decir, su capacidad para funcionar y desarrollarse nuevamente tras haber sufrido una perturbación importante, como un incendio, el paso de un ciclón, un grave período de sequía o una invasión espontánea por parte de un organismo nocivo). A estos impactos y cambios radicales a los que afectan a los ecosistemas, se suman los problemas crecientes ocasionados por el calentamiento climático y la contaminación.

En la actualidad, más de la mitad del nitrógeno reactivo de los ecosistemas del planeta procede de fuentes antrópicas, en particular de abonos sintéticos producidos para incrementar la producción agrícola, lo cual ha modificado los equilibrios ecológicos.

La especialización de la producción se traduce en la desaparición del policultivo y la aparición de paisajes monótonos.

Existen algunos cultivos de plantas que capturan los nitratos (CIPAN) y que permiten eliminar el nitrógeno del suelo y descontaminarlo. Entre estas plantas se encuentran la mostaza y la colza.

Cosecha manual de mostaza, Rayastán, India. © R. Le Bastard, INRA



* Ver sobre este punto

2ª parte, Los ecosistemas acuáticos (p. 110).

Los contenidos excesivos en nitrógeno y en fósforo de las plantas de los ecosistemas, así como los depósitos de nitrógeno atmosférico, generan problemas recurrentes de contaminación, por una parte, y de eutrofización, por otra. Estos problemas son insuficientemente contrarrestados por los servicios de regulación de los ecosistemas, que se encuentran deteriorados por la ausencia de depredadores y de organismos descontaminantes.*

Con respecto al conjunto de estos factores, parece que la calidad de la alimentación y su valor nutricional no es una prioridad para la producción de la agricultura intensiva convencional, la cual no favorece la puesta a disposición de una amplia gama de alimentos de calidad que contribuya a la conservación de la biodiversidad y que garantice un régimen equilibrado para las poblaciones.

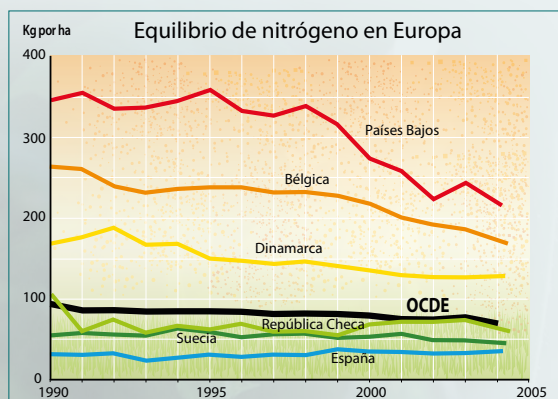
FIGURA 25: LA CONTAMINACIÓN Y LA CARGA DE NUTRIENTES

La contaminación causada por los nutrientes (nitrógeno y fósforo) y otras fuentes es una continua amenaza y es cada vez mayor para la biodiversidad de los ecosistemas terrestres, costeros y de aguas continentales.

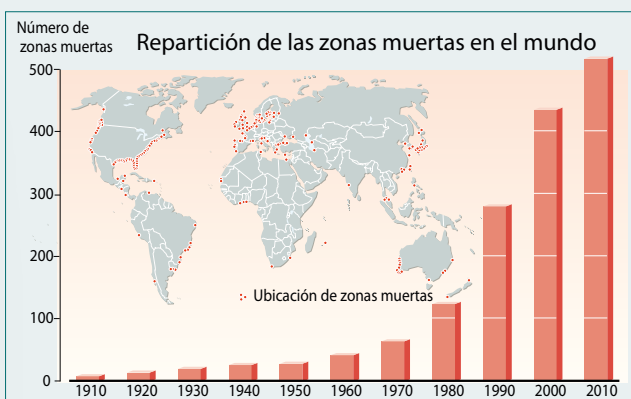
Los procesos industriales modernos como la quema de combustibles fósiles y las prácticas agrícolas, en particular el uso de fertilizantes, han duplicado con creces la cantidad de nitrógeno reactivo, nitrógeno en forma tal que está disponible para estimular el crecimiento de las plantas, en el medio ambiente en comparación con las épocas preindustriales.

En los ecosistemas costeros y de aguas continentales, la acumulación de fósforo y nitrógeno, sobre todo a través del agua que escurre de las tierras de cultivo y la contaminación por aguas residuales, estimula el crecimiento de algas y algunas formas de bacterias, lo que pone en peligro los valiosos servicios que prestan los ecosistemas en sistemas tales como lagos y arrecifes de coral y menoscaba la calidad del agua. Además, crea "zonas muertas" en los océanos, generalmente en las desembocaduras de los principales ríos al mar.

Si bien el aumento de la carga de nutrientes se cuenta entre las modificaciones más importantes que están haciendo los seres humanos en los ecosistemas, en algunas regiones las políticas demuestran que es posible controlar y, con el tiempo, revertir esta presión.



Fuente: *Perspectiva Mundial de la Diversidad Biológica 3*, p. 61.
De acuerdo con la OCDE



Fuente: *Días y Rosenberg (2008 actualizados)*

Paralelamente al hambre que azota todavía a países en vías de desarrollo, existen problemas de consumo alimenticio en los países desarrollados que, debido a la globalización, se convierten en problemas de alimentación moderna a escala global.

La mala salud puede ser la consecuencia de una mala alimentación o de la sobrealimentación. En las sociedades tradicionales, numerosos alimentos consumidos hasta la fecha están estigmatizados como "alimentos de pobres", en beneficio de productos comerciales procedentes de la modernización de la producción o de importaciones. Estos últimos son productos más baratos, ricos en materia grasa y azúcar, como las bebidas azucaradas, las carnes transformadas o el pan blanco, fabricados industrialmente y juzgados como más atractivos a pesar de su escaso valor nutritivo.

La banalización del consumo alimenticio en los países desarrollados -cuya viva imagen es la "comida rápida"- viene acompañada de la disminución de la calidad y la

falta de variedad de los alimentos que consumimos: los mismos alimentos ricos en azúcares y de escaso valor nutritivo están asociados con el incremento del número de casos de obesidad y, desde un punto de vista más amplio, del incremento de las enfermedades crónicas a escala mundial.

Al evocar las cuestiones de salud humana y de calidad alimentaria, es preciso referirse al problema adyacente de contaminación de los alimentos, a la presencia de residuos de pesticidas, de abonos, de metales pesados, de hormonas, de antibióticos y otros aditivos en el sistema alimenticio e, indirectamente, en la cría de ganado a gran escala.**

Existen vínculos directos y complejos entre agricultura, salud y nutrición, entre biodiversidad y nutrición. Es urgente tomar en cuenta la mejora de la salud humana como un objetivo explícito de la política agrícola.

** Ver sobre estos puntos

Vol. 2, Act. 9, Tabla de la agro-diversidad, ¿una fábrica de producción sostenible? (p. 49).

5. Agricultura y desarrollo

Agrobiodiversidad y seguridad alimentaria

De acuerdo con los informes de instituciones internacionales (FAO, GBO, GEO, MA), el desarrollo y la investigación en agricultura deben centrarse en los cereales básicos que son objeto del comercio internacional, e incluir también los cultivos de subsistencia de las comunidades rurales, así como el desarrollo de cultivos de diversificación y de "productos nicho con valor añadido". Éstos agrupan el cultivo de productos cuyos objetivos son:

- cubrir las necesidades de la comunidad,
- responder a una demanda no saturada del mercado interno (en los mercados internos hay una gran demanda, por ejemplo, de frutos y legumbres locales y puede ser aumentada mediante campañas de sensibilización para apreciar su importancia),
- desarrollar redes comerciales para la exportación.

Entre esos cultivos podemos citar los productos forestales no leñosos, los cultivos locales frutales y de horticultura altamente apreciados, las materias primas procedentes de producciones locales destinadas a la transformación alimentaria o industrial (los cultivos destinados a la producción de conservas, a la confitería, a la fabricación de zumos, de leche, de aceite, de biocarburantes, etc.) además de los cultivos hortícolas aromáticos.

De esta manera los programas de seguridad alimentaria se apoyarían en la agrobiodiversidad, y en el uso cada vez mayor de especies silvestres y de variedades seleccionadas de plantas locales, así como en los productos forestales, en la biodiversidad procedente de los recursos acuáticos (cuencas fluviales, arrozales, manglares), en las razas de ganadería indígenas (a veces amenazadas de extinción) adaptadas a los sistemas de producción de regiones específicas.

Se trata de desarrollar un sector alimentario viable que, progresivamente, se integre en un sistema de comercialización, primero a escala local y luego nacional e internacional, reforzando los mercados locales y desarrollando, principalmente gracias al microcrédito, la creación de pequeñas y medianas empresas, o incluso microempresas, e infraestructuras autóctonas que permitan a los productores diversificar sus fuentes de ingresos.

La diversificación de los medios de existencia que combinan los cultivos de subsistencia de autoconsumo, la selección y el cultivo de plantas locales, la agro-forestería, la acuicultura, la cría de ganado y el sector agroalimentario, así como la valorización del potencial agro-turístico, permiten asegurar la sostenibilidad de las comunidades rurales y conservar el patrimonio genético local.

La investigación está también interesada en confirmar el fundamento científico y en mejorar la eficacia estratégica y económica de prácticas ya existentes.

Los habitantes de Sikkim y de Bután venden a muy buen precio cardamomos gigantes que seleccionan entre las especies de sus laderas; otros agricultores del Himalaya explotan de modo sostenible especies silvestres de limoneros y de mangos, y venden sus productos en los mercados; el azafrán, uno de los pigmentos y especia más caros del mercado, es recolectado con dificultad a partir de los estigmas de la flor del azafrán, y es una fuente permanente de ingresos para un gran número de habitantes del Anti-Atlas de Marruecos. El "programa de productos de montaña" de la FAO, permite mejorar localmente la producción, la transformación y la comercialización del azafrán.

El azafrán es una de las especias más onerosas. Se obtiene de los pistilos de la flor, y su cosecha es laboriosa. Su venta es una fuente sostenible de ingresos para muchos habitantes del Anti-Atlas en Marruecos. © J. Weber, INRA



6. El contexto de la IAASTD y el concepto de multifuncionalidad de la agricultura

La Evaluación Internacional del papel de la Ciencia y la Tecnología Agrícola para el Desarrollo, (IAASTD: *International Assessment of Agricultural Science and Technology for Development*) es un informe de las Naciones Unidas que la presenta situación de la de la agricultura en el mundo.

Según este informe, la consecución de los objetivos de desarrollo y de sostenibilidad a escala mundial pasa por una reorientación importante de las políticas, de las instituciones, de las inversiones en materia agrícola y, más específicamente, por una reorientación de los Conocimientos, Ciencia y Tecnología Agrícolas (CCTA) que puedan influir en el refuerzo de las capacidades.

La IAASTD pone en valor el concepto de **multifuncionalidad de la agricultura**, designando con ese término la interdependencia que existe entre las diferentes funciones de la agricultura.

La multifuncionalidad sería ante todo una característica indispensable a la agricultura, y el concepto de multifuncionalidad no haría más que reconocer o afirmar que, más allá de su función primera de producción de alimentos, fibras, biocarburantes o productos medicinales, la agricultura suministra servicios medioambientales, servicios sociales, acondicionamientos paisajísticos y patrimonios culturales.

Entre los servicios medioambientales proporcionados por la agricultura, citemos la conservación de los suelos, la prevención contra las inundaciones, el mantenimiento de las zonas de pasto y, debido a ello, de los pastizales y de los setos, la protección de la fauna salvaje y la gestión de la biodiversidad.

Entre los servicios sociales, podemos mencionar la contribución de la agricultura al empleo, la viabilidad de las comunidades rurales sostenida por la agricultura y, siempre en el plano local -en muchas regiones del mundo- la seguridad alimentaria.

Por otra parte, la actividad agrícola da forma al paisaje y, en ese aspecto produce no solamente una definición física y social del territorio, sino también maravillas medioambientales de orden estético, recreativo y, en un sentido más amplio, cultural.

El concepto de multifuncionalidad supone que esas funciones están imbricadas y que al llevar a cabo, por ejemplo, una actividad de cría de ganado bovino en Auvergne o en una zona de bosque desbrozado del Himalaya, un agricultor realiza el mantenimiento de la zona de pasto; que, de esa manera, mantiene los setos, contribuye al bienestar de la fauna y tiene un impacto paisajístico y medioambiental.

Cebú utilizado en el arado. © JP. Choisis, INRA



Algunas de estas funciones pueden ser financiadas por el mercado: son, naturalmente, los productos básicos, pero también los productos procedentes de la transformación o destinados a la venta directa, alimentando en ocasiones actividades económicas estructuradas de agroturismo o de comercialización de energías renovables. Otras funciones son más bien del orden de los bienes comunes (la conservación de la biodiversidad o el mantenimiento del paisaje) y se inscriben *a priori* en el dominio de lo "no comercial".

Así pues, parece justificado que en la gestión de estas funciones intervengan otras reglas, diferentes a las del mercado, a través de la adjudicación de ayudas financieras de estímulo, y de remuneración de los servicios medioambientales.

La protección medioambiental puede así convertirse en un "producto" anexo al producto agrícola gracias a la definición de *labels* (apelaciones de origen o de una identidad cualitativa de los productos obtenidos).

A la inversa, los productos procedentes de procesos que no aseguren ningún servicio medioambiental deberían compensar de algún modo esa falta y ser objeto de un impuesto pagado no solamente por los productores, sino por el conjunto de los agentes de la red (por ejemplo las industrias fitosanitaria y semillera).

El informe de la IAASTD es fundamental puesto que el reconocimiento del concepto de multifuncionalidad permite subrayar oficialmente la importancia de los servicios medioambientales ofrecidos por la

agricultura. De manera velada, muestra un nuevo estatuto de la agricultura local y del papel que podría jugar en los retos actuales en términos de gestión sostenible de los recursos, de seguridad alimentaria y de calidad alimentaria.

Estas cuestiones desembocan en la elaboración de nuevos marcos internacionales de concertación y de regulación económica.

Para la IAASTD, uno de los objetivos principales de desarrollo y de sostenibilidad en la agricultura, es mejorar los medios de subsistencia de las comunidades rurales pobres. La evaluación recomienda medidas necesarias para facilitar el acceso de los pequeños agricultores a los recursos territoriales y económicos para incrementar así el valor añadido local. Se trata, de hecho, de reconocer a los agricultores como los productores y gerentes de los ecosistemas. Recomienda también nuevas planificaciones para reconocer el valor de los conocimientos de los cultivadores, el valor de la diversidad biológica de los recursos agrícolas y naturales, de las plantas locales como las plantas medicinales cultivadas, y de los sistemas locales de semillas.

Como relevo de los poderes políticos y económicos y de nuevos mecanismos institucionales, las CCTA podrían permitir diversificar la producción agrícola a nivel de las pequeñas explotaciones, poner a punto y generalizar cultivos adecuados que podrían adaptarse a las condiciones locales y favorecer así, la producción de cultivos de gran valor añadido.

Granja en la ruta de Osian, Rayastán, India. © R. Le Bastard, INRA



... los
ecosistemas
agrícolas,
son valorados
por su
diversidad
biológica,
sus recursos
cultivados o
naturales, y
son esenciales
para la vida y la
salud humanas



Recolección de sal en la marisma de Gueranda. © J. Weber, INRA

Diferentes variedades de cucurbitáceas. © M. Pitrat, INRA



*Diversos productos
elaborados a partir
de cereales.*

© C. Maitre, INRA





Campos de cultivo en Vexin, noroeste de Francia. © J. Weber, INRA



Cosecha manual de mostaza, Rayastán, India.
© R. Le Bastard, INRA

Biodiversidad y aprovisionamiento: *Los ecosistemas forestales*

En muchas regiones del mundo, los ecosistemas forestales juegan un importante papel ecológico: albergan a más de la mitad de las especies animales y vegetales terrestres, y, sólo los bosques tropicales, concentran a más del 50% del conjunto de dichas especies.

Esta "copiosa" biodiversidad mantiene y refuerza ecosistemas que se encuentran entre los más ricos del planeta, proveedores de recursos variados de los que un gran número de poblaciones dependen para asegurar su vida cotidiana.

Los bosques juegan, paralelamente, un rol económico y social importante: en el mundo, 400 millones de personas viven de la explotación de los recursos forestales.

Los servicios de aprovisionamiento de esos ecosistemas "responden" a las necesidades comerciales e industriales de las comunidades locales a través de la explotación de la madera para la construcción, de la celulosa para la fabricación de

papel a partir de diversas maderas con las que se elabora la pasta. "Responden" desde un punto de vista más amplio, a necesidades domésticas de productos no necesariamente comercializados como la madera para producir energía (leña para calefacción y para cocinar), diversos productos alimentarios (granos, frutos, vegetales comestibles, hongos, peces, caza), productos procedentes de la recolección, de la extracción o de la transformación (goma, resina, aceite, miel, corcho, según el caso), fibras naturales (mimbre, bambú), plantas medicinales o productivas.

Recordemos sobre ese último punto que el 80% de la población mundial utiliza plantas y preparados tradicionales para sus remedios medicinales cotidianos.

Los ecosistemas forestales albergan la mitad de las especies animales y vegetales que habitan la Tierra. En los bosques tropicales es donde se encuentra el mayor número de especies.

Abubilla. © Luc Viatour, CC BY SA

Una de cada 7 personas en el mundo depende de los bosques para subsistir y 8 de 10 personas para curarse.

Mangos. © FAO, R. Faidutti CFU000409

Los bosques
juegan,
paralelamente,
un rol
económico
y social
importante



Ciervos élfos.
© Luc Viatour, CC BY SA



Aunque los bosques juegan un papel fundamental en los ecosistemas locales y globales, y en la distribución de los diferentes tipos de paisaje en la superficie de la tierra -ya que influyen sobre el clima y llevan a cabo

funciones ecopaisajísticas de “vinculación” de los territorios y de la producción de los recursos locales-, estos ecosistemas forestales están sufriendo una fuerte regresión.

1. Las características de la pérdida y de la degradación de los hábitats forestales

La situación global y la pérdida de los bosques primarios

Tal como se recuerda en la 3ª edición de la *Perspectiva Mundial sobre la Diversidad Biológica (GBO3)*, antes de cualquier tipo de interferencia humana, las extensiones arboladas cubrían la mitad de la superficie terrestre del planeta.

Tras milenios de actividad humana, dichas extensiones se han reducido al 30% de su superficie inicial y cubren actualmente el 31% de la superficie terrestre.

A escala global, la deforestación prosigue a un ritmo alarmante, si bien, según el *GBO3*, se ha mostrado en algunas regiones, signos de que dicho ritmo ha disminuido en los últimos diez años.

En la Amazonía brasileña, por ejemplo, la deforestación ha disminuido localmente hasta un 70% aunque afecta, de manera acumulada, al 17% de la cobertura inicial.

La deforestación es consecuencia, principalmente, de la conversión de bosques en terrenos agrícolas (desde cultivos para el autoconsumo hasta cultivos dedicados

a los agrocarburos) y de la conversión de bosques en pastos y en cultivos destinados a la cría de animales. Es consecuencia igualmente de la explotación de la madera, del desarrollo de infraestructuras: redes de carreteras, canales de transporte, construcción de viviendas, y a veces, según las regiones, explotación de minerales.

El sudeste asiático es una de las regiones más afectadas por la deforestación debido al aumento de la demanda de agrocarburos: un gran número de bosques han sido convertidos en plantaciones de palmas aceiteras.

Cuando un ecosistema forestal es transformado de ese modo en una plantación industrial uniforme, la biodiversidad desaparece y no se recompone.

Las evaluaciones de la lista roja de la UICN muestran que la pérdida de hábitats debida a las actividades agrícolas y a la gestión no sostenible de los bosques es la principal causa de riesgo de extinción de las especies.

... antes de cualquier tipo de interferencia humana, las extensiones arboladas cubrían la mitad de la superficie terrestre del planeta.

Bosques restantes alrededor de la Muralla China. © Peter Prokosch, UNEP Grid-Arendal

Los bosques son talados para construir caminos, construir complejos urbanos o para cultivar. 70% de estos bosques han desaparecido como consecuencia de las actividades humanas.

Construcción de caminos, Canadá. © Peter Prokosch, UNEP Grid-Arendal



Las evaluaciones de la lista roja de la UICN muestran que la pérdida de hábitats debida a las actividades agrícolas y a la gestión no sostenible de los bosques es la principal causa de riesgo de extinción de las especies.

Tal como hemos podido ver en el Índice Planeta Vivo, evaluado por el GBO3, el empobrecimiento generalizado de los hábitats forestales provoca un declive agudo de las poblaciones de vertebrados, en particular en las zonas tropicales.

Como consecuencia, las aves están expuestas a un riesgo de extinción importante en el sudeste asiático. El GBO3 cita en un estudio reciente que la conversión de bosques en plantaciones de palmas aceiteras conlleva a la desaparición de entre el 73 y el 83% de las especies de aves y de mariposas pertenecientes a dicho ecosistema.

Otro ejemplo de deforestación está relacionado con la conversión de bosques en terrenos y cultivos dedicados a la cría de animales. Más del 70% de las tierras montañosas sirven de pastoreo y, en todo el mundo, más de 300 millones de personas viven de la cría de animales.

Con el aumento de las poblaciones en algunas regiones montañosas y el auge de los mercados de carne y de productos lácteos, la incesante expansión de los pastos alpinos y de los pastizales continúa contribuyendo a la deforestación.

De todos los tipos de bosques, los bosques tropicales de montaña se encuentran entre los que tienden a desaparecer más rápidamente. El bosque amazónico

sigue siendo destruido por medio de incendios para permitir la extensión de la ganadería bovina y el cultivo de agrocarburos.

Otra característica de la degradación de los ecosistemas forestales reside en la pérdida del carácter natural de esos ecosistemas enfrentados a la presión de una gestión no razonada, y en ocasiones poco dirigida, de la explotación forestal por parte de las comunidades. Sería erróneo pensar que las comunidades locales son los únicos responsables de la mala gestión. De hecho, el uso de los recursos forestales forma parte a menudo de la lógica económica a gran escala. Por lo tanto, es importante que las políticas adecuadas promuevan un uso sostenible de los ecosistemas forestales y que éstas sean internacionalmente aprobadas e implementadas a nivel regional y nacional.

A escala mundial, se calcula que un tercio de la superficie de los bosques existentes está constituida por bosques primarios. Ocuparían, pues, menos del 10% de la superficie del planeta, albergando lo esencial de la biodiversidad de los ecosistemas terrestres.

Los **bosques primarios** son bosques en los que la cobertura vegetal corresponde sensiblemente con la vegetación inicial; son ecosistemas con un alto grado de naturalidad y que no han sufrido una intervención humana susceptible de alterar o siquiera influenciar los procesos ecológicos.

70% de las montañas son utilizadas como zonas de pastoreo, su expansión para satisfacer las necesidades alimentarias de los humanos, ha ocasionado su deforestación.

Cultivo de arroz, Bolivia. © Neil Palmer (CIAT) CC BY SA 2.0





El bosque amazónico sigue siendo destruido por medio de incendios para permitir la extensión de la ganadería bovina y el cultivo de agrocarburos.
Bosque tropical quemado, Sumatra. © Peter Prokosch / UNEP Grid-Arendal

El uso de los recursos forestales forma parte a menudo de la lógica económica a gran escala. Antes de llegar a su destino la madera debe recorrer grandes distancias.

Transportación de madera por flotación. © Tony Hisgett, CC BY 2.0



Los bosques primarios son bosques en los que la cobertura vegetal corresponde sensiblemente con la vegetación inicial.

Una vez que un bosque se ha sometido a la intervención humana durante un período prolongado de tiempo, y se ha regenerado posteriormente (alcanzando un equilibrio natural), se llama bosque secundario. Este es el caso, por ejemplo, si un bosque primario es explotado o incluso talado, y descuidado durante siglos. El bosque recobra las características de un bosque primario, tales como la presencia de árboles viejos, numerosos árboles muertos y especies adaptadas a la sombra, pero conserva los signos de la intervención humana, y se clasifica entonces como un bosque secundario. Existen muy pocos bosques primarios. En el continente europeo quedan muy pocos bosques primarios: solamente algunos bosques aislados siguen estando protegidos en Polonia (Bielowieza), en Bosnia y Herzegovina, y en Escandinavia.

De acuerdo con los resultados de la evaluación reciente de la FAO de los recursos forestales mundiales,

se han perdido o modificado anualmente unos seis millones de hectáreas de bosques primarios desde 1990, y no hay ningún indicio de que este índice esté disminuyendo. Un retroceso imputable no sólo a la deforestación, sino también a la modificación de los bosques debido a talas selectivas y otras intervenciones humanas que, en cierto sentido, “desclasifican” esos bosques, pues pasan de ser bosques primarios a ser bosques naturales modificados.

La diversidad biológica de los bosques es ciertamente relativa según las regiones del mundo: en los grandes polos de bosques tropicales primarios, en la Amazonia, en la cuenca del Congo y en Indonesia, hay una gran diversidad de especies leñosas, hasta unas 300 especies de árboles diferentes por hectárea; mientras que en la zona templada, boreal o subsahariana, una decena de especies representa el 50% o más de la biomasa forestal.

Reconocemos un bosque primario o secundario por la edad de los árboles, su densidad y por la frecuencia de los árboles muertos.

Viejo roble. Isla de Vilm, Alemania. © Peter Prokosch / UNEP Grid-Arendal



Sin embargo, independientemente de la superficie que ocupen los bosques primarios, las talas selectivas o intempestivas, suponen una amenaza real sobre el porcentaje de especies indígenas.

Según el GBO3, las especies de árboles más raras, sobre todo aquéllas que tienen un valor comercial elevado, están a menudo amenazadas de extinción. La FAO calcula que el 5% de las especies indígenas son vulnerables y están en peligro, incluso corren un grave riesgo de extinción. Puede tratarse de especies útiles para obtener madera de construcción, utilizadas de manera intensiva para la fabricación de muebles, de objetos, de molduras y cuya madera presenta grandes calidades de manejabilidad y de resistencia a los hongos. Se trata también de especies particularmente preciosas, destinadas desde hace décadas a la exportación, como la caoba o el ébano, o menos

conocidas, como el palo de rosa o palisandro, el iroko (una especie de la familia de las Moráceas), o de árboles medicinales utilizados desde hace siglos e, igualmente, exportados en gran cantidad.

Recordemos que en África central, los bosques tropicales húmedos están degradados debido a una explotación selectiva y muy fomentada de especies comerciales utilizadas en carpintería y en ebanistería en los países europeos.

Las talas selectivas de especies conllevan a una fragmentación de los hábitats, seguida de la desaparición localizada de plantas de compañía y ejercen una presión sobre las especies tributarias de las especies recolectadas o taladas. Así, por ejemplo, los orangutanes desaparecerán hacia el 2020, víctimas de la degradación del bosque de Borneo.

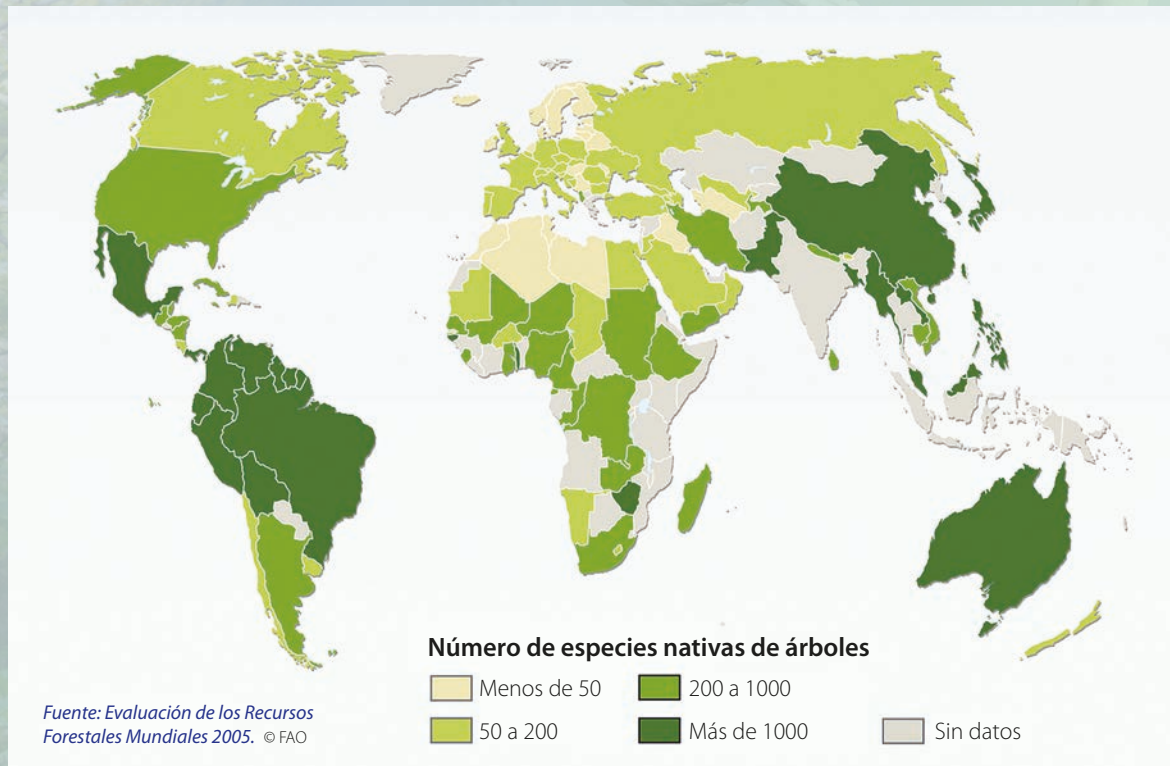
A nivel mundial, los bosques primarios se concentran principalmente en el Brasil, el Congo e Indonesia.

Pino Bristlecone.

© Stan Shebs, CC BY-SA 3.0

FIGURA 26 : LA BIODIVERSIDAD FORESTAL

La diversidad biológica de los bosques relativa según las regiones del mundo. En algunas regiones tropicales encontramos hasta 300 especies de árboles diferentes por hectárea; mientras que en la zonas templadas, 10 especies representan el 50% de la biomasa forestal.



Las especies forestales autóctonas no se aclimatan siempre a condiciones ecológicas alteradas; producen individuos que presentan una menor diversidad genética; el tamaño de su población disminuye (a veces poblaciones de especies únicas en algunas regiones), a la vez que su área de distribución natural.

La recolección selectiva de especies forestales puede incluso modificar el perfil genético de las poblaciones restantes, si se recolectan excesivamente ejemplares grandes, portadores de una rica diversidad de características genéticas.

Así, en los países europeos, especies de madera artesanal entre las que se encuentran árboles hojosos

como el cerezo silvestre, los nogales o los grandes arces que forman parte de las especies introducidas en plantaciones, no crecen en todas partes, y se constata que los mejores ejemplares están dispersos en estado salvaje y no reciben un mantenimiento óptimo.

Tal como se recordaba en el informe GBO2, es importante darse cuenta de que la diversidad biológica de los bosques secundarios, o seminaturales, y de los bosques plantados es mucho menos rica que la de los bosques primarios. Hay cada vez más bosques seminaturales en los que las intervenciones humanas aseguran una regeneración natural asistida, mediante siembras o plantaciones de especies indígenas.*

La ralentización del ritmo de deforestación no implica una ralentización de la pérdida de biodiversidad

Aunque en el GBO3 se hace mención a una ralentización del ritmo de deforestación en algunos países tropicales y a un descenso general debido a operaciones de repoblación en las regiones templadas,

así como en China (debido también a una reducción de las necesidades de terrenos agrícolas), se recuerda, no obstante, que el proceso de deforestación prosigue a un ritmo continuo.

* Ver sobre este punto

Vol. 2, Act. 11 ter, Diálogo y movilización en torno a la silvicultura sostenible (p. 71).

La ralentización del ritmo global de pérdida de bosques no implica una ralentización de la pérdida de diversidad biológica forestal a escala mundial, sino que se observa más bien lo contrario. Volviendo al cálculo anterior de la FAO, la superficie mundial de bosques primarios ha descendido en 400.000 km² entre los años 2000 y 2010, lo cual corresponde a una superficie mayor que Zimbabwe.

Los bosques plantados recientemente son de poco interés para la biodiversidad; conforman a menudo plantaciones industriales o gestionadas únicamente por su interés comercial (la producción de madera). Su gestión unifuncional es deficiente, ya que hace disminuir la riqueza biológica forestal al privilegiar a ciertas especies y al uniformizar los hábitats.

La pérdida de hábitats forestales conlleva una rarificación de las especies que, desde entonces, dejan de ser recursos capaces de alimentar los servicios de aprovisionamiento de los ecosistemas.

Entonces, las comunidades rurales dejan de tener esos recursos de los que hasta entonces se beneficiaban.

El *GBO3* menciona dos ejemplos de pérdida de hábitats forestales irremplazables, como el *Miombo*, una sabana arbolada. Su degradación supone una grave pérdida de servicios de aprovisionamiento ecosistémicos para las poblaciones.

Si la explotación de los bosques conduce a una intensificación de la pérdida de la diversidad forestal, los recursos leñosos se emparejan también con los recursos de libre acceso que satisfacen necesidades primarias, urgentes, como cocinar los alimentos o asegurarse unas rentas de subsistencia.

La amenaza que pesa actualmente sobre las plantas forestales procede en gran parte de unos modos de cosecha, tala y explotación deficientes. La competencia por hacerse con esas reservas que disminuyen se ha intensificado. Según algunos cálculos, cabría esperar que el 80% de la diversidad de las especies vegetales forestales desaparezca debido al efecto de las actividades de explotación.

Evolucionar hacia una gestión sostenible de los ecosistemas forestales pasa por comprender mejor su funcionamiento y valorar los servicios que prestan a las poblaciones locales.

Mirando hacia arriba del tronco de un árbol gigante de la selva hacia el follaje, Ecuador. © Dr Morley Readm, Shutterstock.com

Arbolado de miombo. © Geoff Gallice, CC BY 2.0



Para ello es necesario, por una parte, desarrollar técnicas de explotación sostenible y, por otra, tener más en cuenta el papel de los pueblos autóctonos

en la gestión de esos ecosistemas, tanto en lo que respecta a las políticas de desarrollo como a la instauración de su marco jurídico.

2. Los ecosistemas forestales: preciosas reservas de biodiversidad

Al albergar al 50% del conjunto de las especies vivientes del planeta –concentradas sobre todo en los bosques tropicales– los ecosistemas forestales son reservas de biodiversidad y de recursos.

Fuentes de riquezas para el conjunto de la humanidad, fuente de beneficios para quienes los explotan, lugares de vida para un gran número de pueblos autóctonos

que viven cerca de ellos, resulta fundamental gestionarlos de un modo sostenible.

Nos suministran, concretamente, materiales que apreciamos todos los días: madera de construcción, madera de obra, papel, embalajes, combustibles, medicamentos y recursos genéticos, fibras, etc.



Tigre. © Kamonrat, Shutterstock.com

Tucán. © MarcusVDT, Shutterstock.com



Fuente de madera y de fibras

La madera es un material universalmente apreciado por su densidad, su dureza, la relativa flexibilidad que tiene a veces (entonces es más fácil de trabajar) y su gran valor de durabilidad. Es un material fundamental para el desarrollo sostenible, ya que, aún siendo biodegradable, resiste el paso del tiempo. Constituye, por otra parte, un recurso renovable cuando no es sobreexplotado: un bosque de madera dura de la región templada tarda unos 80 años en regenerarse.

La resistencia a los hongos lignívoros y a los insectos xilófagos es una ventaja de las maderas duras, a menudo ricas en resina y en taninos; son especies naturalmente duraderas, de densidad elevada, por tanto pesadas, y de crecimiento lento.

Entran dentro de esta categoría un gran número de maderas exóticas como el ébano, el ipé, el azobé y el gaiac, pero también el olivo y maderas semiduras como el nogal y el castaño que, una vez bien secas, son muy resistentes.

En la mayoría de las regiones del mundo, las poblaciones saben seleccionar una planta en lugar de otra, en función de sus cualidades específicas. Cuando la situación de los poblamientos lo permite, la población determina de manera empírica qué especie responde mejor a cada necesidad concreta.

En África, la palma datilera del desierto (*Balanites aegyptiaca*) es apreciada por su solidez y su imputridez para la fabricación de herramientas de uso cotidiano y de estructuras.

La especie *Commiphora africana*, de la familia de las Burseráceas, produce una madera ligera y manejable que sirve para la fabricación de objetos voluminosos.

En Europa, el pino, una especie ligera, se presta especialmente para la fabricación de muebles de madera maciza.

Tribu papúa de Korowai en una casa del árbol, Irian Jaya, Nueva Guinea, Indonesia. © Sergey Uryadnikov, Shutterstock.com

Barcos y casas en el río Amazonas en Leticia, Colombia. © Jess Kraft, Shutterstock.com



En todas partes se buscan las mejores especies y en algunas de ellas se dan a la vez la presión de los usos locales y de los usos comerciales (a veces ilícitos) internos e internacionales.

Muchas ONG denuncian el tráfico considerable de madera ilegal y la explotación incontrolada de algunas especies calificada como “deforestación”, perjudicial tanto para los ecosistemas forestales como para las poblaciones indígenas.

El tráfico ilegal puede constituir una pérdida de ingresos de varios miles de millones de euros para los países productores (cf. más abajo).

Una vez abatidos por los leñadores, los árboles son podados y desmochados. Luego, la madera en rollo, transportada hacia las serrerías, es la que sufre una primera transformación.

Aserrada tangencialmente, puede ser destinada a la construcción –la madera es el principal material de construcción del mundo–. Es cortada en secciones variadas que se transformarán, según el caso, en tablas, maderos, cabrios...

Los mejores trozos de la madera en rollo, los troncos, conforman madera desentrozada o chapeada que sirve para la fabricación de hojas de chapeado o de contrachapado. Sirven también para la segunda transformación de la madera, su utilización en la industria del mueble (parqués, artesonados) y en carpintería.

Las hojas de chapeado se han utilizado desde hace mucho en la artesanía tradicional, en las actividades de ebanistería o de marquetería adaptadas a cada cultura. En Europa, un gusto por las especies finas, lejanas, exóticas es el origen de los productos preciosos.

En la actualidad, las hojas de chapeado se utilizan en los edificios más contemporáneos de los países desarrollados, para revestimientos de fachada, revestimientos de interiores, decoraciones murales, parqués flotantes, muebles o piezas de decoración, y las importaciones de maderas preciosas, sobre todo tropicales, no cesan, aunque transgrediendo las reglas.

La CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres)

Grúa carga un camión de registro en el sur de Oregón, EE.UU.

© TFoxFoto, Shutterstock.com



Aserrar tableros de troncos en un aserradero moderno.

© Genkur, Shutterstock.com



actualiza regularmente una lista anexa y una base de datos sobre las especies amenazadas a escala mundial.

Entre las especies vegetales leñosas inventariadas por la CITES, se encuentra el palisandro de Brasil (*Dalbergia nigra*), una madera de palo rosa apreciada desde hace mucho y cuyo comercio está prohibido actualmente, y otras especies cuyo comercio está muy controlado, como el ébano de Mozambique (*Dalbergia malanoxylon*), la teca africana (*Pericopsis elata*), el cedro americano (*Cedrela odorata*) originario de México, Brasil y Perú, apreciado por su color marrón oscuro particularmente estético.

Otras especies se rarifican y son objeto de observaciones constantes por parte de organizaciones como Global Trees Campaign; podemos mencionar el zebrano o zingana, que se trata de hecho de la misma especie, *Microberlinia bisulcata*, cuya madera rayada es una curiosidad, una rareza, muy apreciada para muebles y hojas de chapeado. Pero la destrucción de sus hábitats constituye una amenaza real para esta especie.

En la primera transformación de la madera, los troncos de menor calidad, el serrín y los residuos de madera en

bruto son recuperados y triturados para fabricar pasta de papel, o son transformados por prensado para producir paneles de partículas o de fibras.

Con esta madera triturada se produce, pues, aglomerado y, sobre todo, pasta de papel, material básico del papel, obtenido a partir de fibras celulósicas vegetales aisladas de la lignina contenida en la madera. En la producción industrial, las fibras son trituradas con agua y luego separadas, y se enredan en una hoja fina. La mayor parte del papel se produce a partir de fibras de madera, pero puede fabricarse a partir de cualquier material vegetal fibroso como el bambú, el lino, la rafia, y sobre todo, las cañas o el cáñamo.

La producción de la pasta de papel precisa de una gran cantidad de agua y de energía, y representa el 40% de la explotación forestal. El impacto sobre el medio ambiente y la biodiversidad es importante: procede de numerosos aditivos que permiten producir papeles de calidades diferentes; también es causado por su transporte, así como, previamente, la tala y el transporte de la madera.

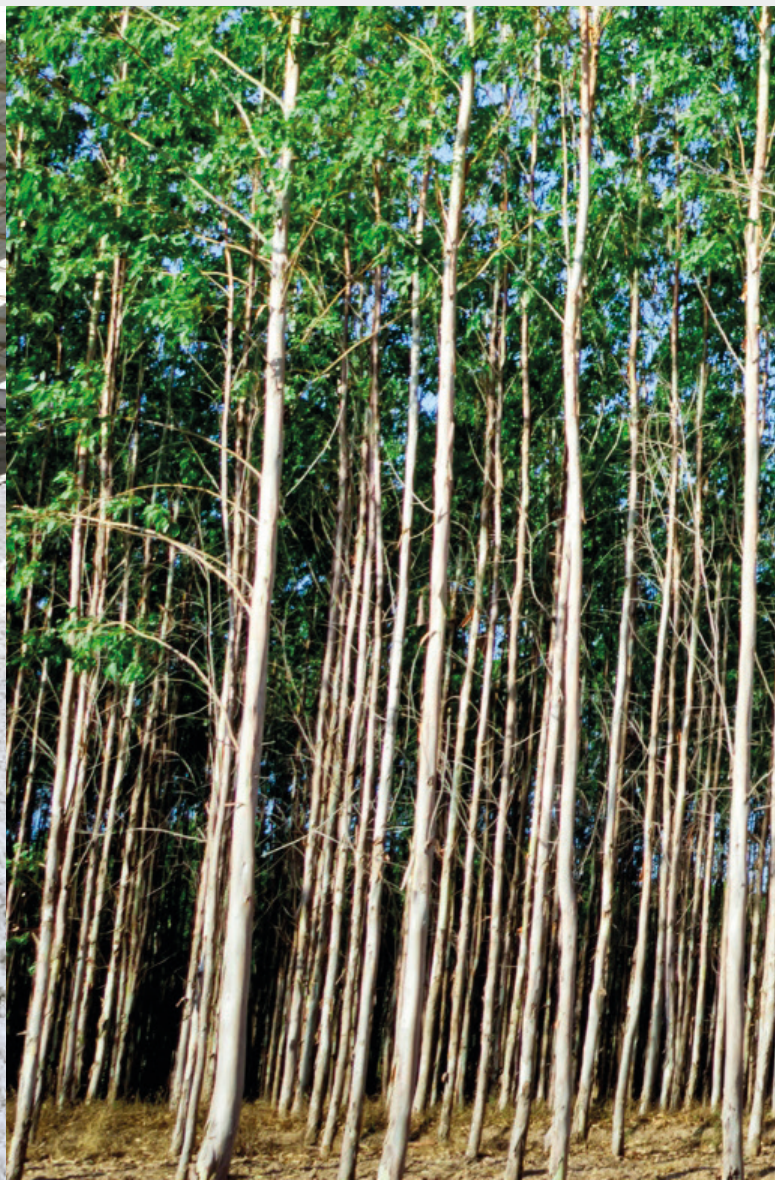
Materia prima para la fabricación de papel.

© Li Chaoshu, Shutterstock.com



Plantación de árboles de eucaliptos para la industria del papel.

© Jannarong, Shutterstock.com



El impacto sobre la biodiversidad procede de la conversión de bosques primarios y secundarios, relativamente conservados en lo que respecta a la biocenosis, en plantaciones intensivas de eucaliptos, álamos, especies resinosas (en Brasil se puede talar un eucalipto cultivado cada 4 años), destinados únicamente para la producción de pasta de papel. La mayoría de los bosques industriales plantados son propiedad de industrias papeleras que los explotan cíclicamente.

La actividad maderera es una actividad costosa si se tiene en cuenta la cadena de agentes que cultivan, talan, transportan y transforman el material de origen. En el contexto de una explotación razonada, es importante transformar la madera in situ, desarrollar infraestructuras industriales y de transporte locales, para que el coste económico y medioambiental sea menor. Las inversiones privadas son múltiples, desde la tala industrial realizada con la ayuda de grandes máquinas de tala mecanizadas que, actualmente, a menudo, talan los árboles por hileras, dejando hileras sin talar, y según anchuras estudiadas, con el fin de no aplastar a los ejemplares jóvenes, hasta talas anárquicas, selectivas, de subsistencia, llevadas a cabo con los medios que se tenga a mano.

Por todas esas razones, la trazabilidad total de la cadena logística de la madera a escala mundial es, por una parte, un desafío medioambiental y social, pero

también un desafío de eficiencia económica para el sector maderero, así como de desarrollo de la calidad de dicho sector.

La trazabilidad abarca el control de las etapas de la cadena de producción desde la tala y 1ª y 2ª transformaciones, hasta el reciclaje, pero abarca igualmente la gestión forestal como intento de establecer ciertos ecolabels como el del FSC (Forest Stewardship Council).

Porque las actividades madereras están estructuradas de manera diferente según los países: pueden estar bajo el control del Estado, pero pueden ser también objeto de gestión privada y poco controlada a escala regional. Brasil e Indonesia han prohibido recientemente la venta de madera en rollo, y a partir de ahora sólo exportan madera aserrada y cepillada, lo cual supone un mayor valor añadido para esos países, pero un gran número de países tropicales exportan básicamente madera en rollo, lo cual plantea la cuestión de recolecciones salvajes y de una destrucción subyacente de los ecosistemas forestales.

Según el GBO3, la reducción de la deforestación en la Amazonia brasileña estaría influenciada por una gestión integrada y reciente de los recursos gracias a medidas adoptadas conjuntamente por el gobierno, el sector privado y las colectividades territoriales.

Bosque boreal en el territorio del Yukón, Canadá.

© Pi-Lens, Shutterstock.com



Fuente de combustible

El principal uso de la madera a escala mundial es su uso como combustible (leña para cocinar alimentos y para calefacción a base de madera) y, en menor medida, como fuente de combustible (carbón de madera).

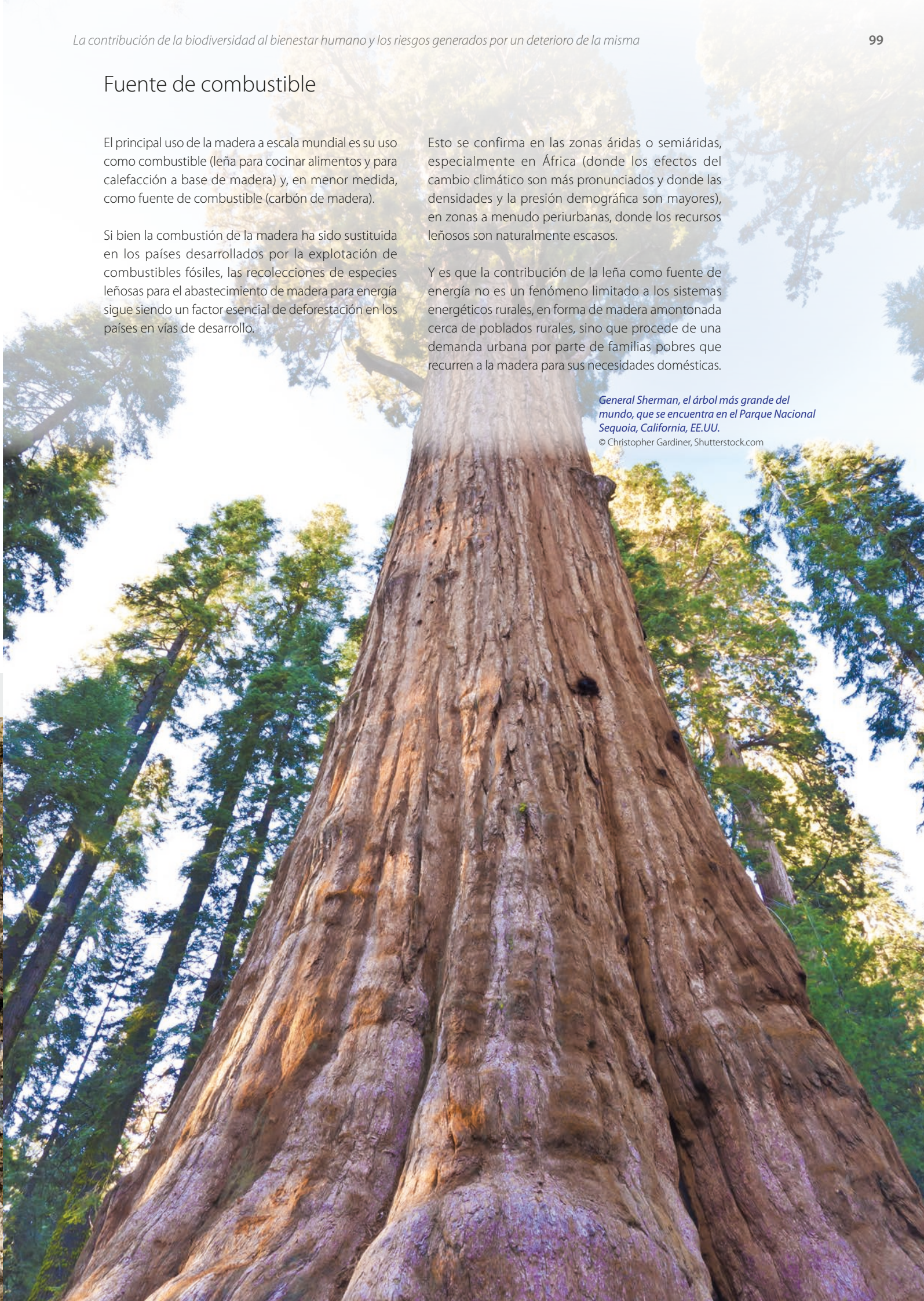
Si bien la combustión de la madera ha sido sustituida en los países desarrollados por la explotación de combustibles fósiles, las recolecciones de especies leñosas para el abastecimiento de madera para energía sigue siendo un factor esencial de deforestación en los países en vías de desarrollo.

Esto se confirma en las zonas áridas o semiáridas, especialmente en África (donde los efectos del cambio climático son más pronunciados y donde las densidades y la presión demográfica son mayores), en zonas a menudo periurbanas, donde los recursos leñosos son naturalmente escasos.

Y es que la contribución de la leña como fuente de energía no es un fenómeno limitado a los sistemas energéticos rurales, en forma de madera amontonada cerca de poblados rurales, sino que procede de una demanda urbana por parte de familias pobres que recurren a la madera para sus necesidades domésticas.

General Sherman, el árbol más grande del mundo, que se encuentra en el Parque Nacional Sequoia, California, EE.UU.

© Christopher Gardiner, Shutterstock.com



Cuando la demanda aumenta y los recursos son menos accesibles, los miembros de las comunidades rurales emprenden iniciativas dispersas e incontroladas de recogida, transporte y distribución de leña hacia las aglomeraciones urbanas. Tiene lugar entonces una sobreexplotación localizada y muy pronunciada de los recursos alrededor de las ciudades. Si consideramos, por ejemplo, el ejemplo de Ouagadougou en Burkina Faso, se constata que el consumo de energía leñosa de la ciudad el año 2000 supuso el desbrozado de 3.000 ha de madera para energía, que corresponde a la mitad de su propia superficie según la FAO, siendo, por mucho, la principal causa de agotamiento de los recursos leñosos en la zona periurbana.

Se pueden citar casos similares en numerosas regiones, como el norte de Costa de Marfil, muy urbanizado.

El uso del carbón de madera está aumentando constantemente en el medio urbano africano, ya que se trata de un combustible derivado, fácil de transportar y almacenar, y que, además, no desprende humo.

Sin embargo, el proceso de carbonización conlleva una pérdida importante de la energía contenida en la materia prima.

Es, por tanto, un combustible costoso en términos de cantidad de madera, que contribuye a la reducción de las poblaciones de ciertas especies recomendadas para la producción, a menudo maderas de gran densidad, muy apreciadas por utilizarse como madera de obra y que, debido a recolecciones múltiples, se ven amenazadas como especie. Citemos, por ejemplo, la caoba africana (*Khaya senegalensis*) o la madera de vene o palisandro de Senegal (*Pterocarpus erinaceus*); estas dos especies son también especies forrajeras podadas en exceso, y por tanto degradadas

y amenazadas debido a la ganadería extensiva practicada en la zona.

Pero más allá de la concentración de los usos en ciertas especies, que provoca su rarificación, o incluso su extinción, la búsqueda desenfrenada de madera para energía en las regiones mencionadas genera una reducción global de las poblaciones de especies, una rarificación de los recursos leñosos y un descenso inquietante de la oferta de combustible.

Tradicionalmente, las poblaciones conocen las especies de alto poder calorífico de su región, pero la noción de capacidad calorífica es cada vez menos determinante al producirse una rarificación de los recursos: tras las especies de alta densidad, especies más comunes como el karité (*Vitellaria paradoxa*) en África, especie frutícola muy conocida tanto para alimentación como para la industria, son utilizadas para leña.

Las cubiertas forestales de bosques secos pierden su densidad, se convierten en bosques aclarados y más tarde en sabanas arboladas. Las necesidades cotidianas de madera para energía aumentan con la demografía, y se han producido casos de gran escasez en el sur de Benín y en el África subsahariana. En Benín se consume anualmente la producción calculada de madera para energía del país (unos 6.000 millones de m³) y más.

Es urgente tomar medidas destinadas a luchar contra la crisis de la madera para energía. Una gestión más racional de la explotación forestal puede permitir que las especies se regeneren naturalmente, por medio del cumplimiento del período de barbecho y mediante la siembra natural.

También, se fomenta el uso de hogares mejorados, la introducción de energías alternativas como el gas. A

Madera ardiendo en una chimenea.

© Olga Pink, Shutterstock.com



Arder carbón de leña.

© Pavel Hlystov, Shutterstock.com



Bosques de la sabana, Parque Nacional de Tarangire en Tanzania.
© ProfessorX, Dominio público





Plantación de aceite de palma.

© KYTan, Shutterstock.com

Campos de arroz en Mu Cang Chai, Vietnam.

© John Bill, Shutterstock.com



falta de gas natural, la gasificación de la madera y la producción de gas natural sintético (GNS) procedente de la madera, son objeto del desarrollo de nuevas tecnologías y de trabajos de mejora.

La conversión en gas permite, efectivamente, obtener un rendimiento elevado. Se puede llevar a cabo de manera descentralizada, con un nivel bajo de emisiones contaminantes. Y es que la contaminación interior de los lugares de habitación generada por las partículas finas procedentes de la combustión de la madera o del carbón de madera plantea un problema de salud pública en los países en vías de desarrollo. Esas sustancias emitidas durante la combustión son, en efecto, muy nocivas ya que penetran profundamente en el aparato respiratorio de los habitantes.

Con el desarrollo de nuevas tecnologías que permiten utilizar de manera óptima el recurso que representa la madera para energía, ésta última podría ser una energía para el futuro.

Entre las ventajas medioambientales y el interés de la madera para energía para la conservación de la biodiversidad, recordemos que la huella de carbono de la combustión de madera puede ser neutra desde el punto de vista de las emisiones atmosféricas, en la medida en que la madera se explote de manera renovable; es decir, si se vigila estrechamente que las talas, por ejemplo, se compensen o se regeneren, o si se gestionan de manera sostenible las talas según un sistema de tala progresiva o de monte alto ajardinado.

Una mejor gestión de los bosques plantados puede a veces evitar la destrucción de preciosos bosques primarios paralelos, ricos en biodiversidad.

En materia de biocarburantes, el etanol celulósico puede ser, en ciertas condiciones, una vía con futuro.

La explotación de los agrocarburantes genera que haya vastas extensiones de especies cultivadas por su aceite (girasol, colza, palma aceitera) o por su azúcar (maíz, trigo, caña de azúcar, remolacha), cultivos que consumen mucho espacio, a menudo obtenido mediante la conversión de hábitats naturales. Presentarán una huella de carbono equilibrada en la medida en que se vuelvan a plantar, se vuelvan a sembrar los cultivos segados, ya que en su combustión se emite el CO₂ atmosférico acumulado en el transcurso de su crecimiento.

El etanol celulósico, una vez desarrollado, puede permitir obtener mejores rendimientos que los agrocarburantes, al transformar de manera eficaz y económica residuos de madera (virutas, gránulos) y de paja (rastros) en azúcares para la producción de etanol.

Tanto la producción de etanol celulósico como el proceso de gasificación de la madera pueden llevarse a cabo a partir de especies forestales de menor calidad (álamos, abedules, eucaliptos), preservando

las especies preciosas, y sobre todo, pueden permitir un reciclaje organizado de residuos leñosos, ya se trate de residuos de la industria de transformación de la madera, de residuos de madera urbanos, domésticos... Para las fases de transformación de la celulosa en azúcares y de fermentación de los azúcares en etanol, se están estudiando procesos que limiten las emisiones y en los que participan bacterias (presentes en las termitas), microalgas, o en los que se pueda combinar esos procesos con la producción de pasta de papel.

En la medida en que las plantaciones forestales con vocación industrial no aumenten, sino más bien reduzcan, el índice de deforestación, en la medida en que intenten, por ejemplo, la producción de etanol a pequeña escala para las necesidades locales, a partir de la biomasa disponible, explotada sosteniblemente u obtenida sin talas masivas, en la medida en que esa producción se pueda unir a otras fuentes de energía, en la medida en que utilice residuos (leñosos o vegetales) sin recurrir a organismos genéticamente modificados (OGM), entonces será una actividad con futuro para el mantenimiento de la biodiversidad.

Carburante de algas en un fotobiorreactor.

© Toa55, Shutterstock.com



Planta de producción de etanol en Sao Paulo, Brasil.

© Alf Ribeiro, Shutterstock.com



Fuentes de medicamentos y de recursos genéticos

Junto a la economía forestal tradicional, que ha permitido la explotación de productos como la madera de obra, los paneles de fibras, la pasta de papel o la madera para energía, los ecosistemas forestales permiten el uso de recursos biológicos indispensables para las poblaciones que, actualmente, podrían ser explotados de manera mucho más sostenible y sentar las bases de una bioeconomía forestal, fuente de numerosas ventajas para el conjunto de sus agentes, ya fueran locales, miembros de colectividades territoriales, responsables o agentes del mercado internacional...

Entre los PFNL (Productos Forestales No Leñosos), que incluyen una amplia gama de productos, las plantas medicinales están en el origen de numerosas ventajas y recursos preciosos: medicamentos y productos fitofarmacéuticos, compuestos bioquímicos, recursos genéticos, productos para cuidados y aceites esenciales.

La biodiversidad es ante todo una cuestión de vida y genera formas insospechadas: así, los organismos vivos, en particular las plantas, elaboran moléculas

cuya complejidad y diversidad escapa a nuestra imaginación. Dichas moléculas forman sustancias naturales dotadas de propiedades destacables.

Al concentrar a un número impresionante de especies endémicas, las regiones forestales tropicales constituyen un vivero de sustancias naturales bioactivas que son potencialmente utilizables para crear nuevos medicamentos.

Dentro de la inmensa fuente de diversidad molecular que representan las especies vivientes, se han podido describir unas 200.000 estructuras de metabolitos secundarios; es decir, de compuestos químicos o sustancias activas que presentan propiedades farmacológicas interesantes. Dichas estructuras son actualmente un recurso para las biotecnologías (medicina, farmacia, cosmética, agroquímica).

Pero aún queda mucho por explorar en la biodiversidad. Así, se calcula que solamente el 3% de los vegetales vasculares inventariados han sido estudiados en cuanto a su potencial farmacológico,

Las selvas tropicales cuentan con la mayor biodiversidad de todos los ecosistemas y contienen más de la mitad de las especies de plantas y animales de la tierra.
Selva tropical en la cuenca alta del Amazonas en Ecuador. © Dr Morley Read, Shutterstock.com



mientras que solamente el 2% de las especies marinas identificadas han sido analizadas en ese sentido.

En la actualidad, la degradación masiva y continua de los hábitats naturales forestales hace que la desaparición de esas especies todavía inexploradas pueda ser más rápida que su descubrimiento. Con ellas desaparece una biblioteca de datos, de conocimientos, de material genético y, sobre todo, de soluciones, de avances tecnológicos y de remedios para las enfermedades absolutamente irremplazable.

Los numerosos pueblos autóctonos del planeta utilizan desde su origen las virtudes de las plantas medicinales.

Se han podido inventariar más de 200 vegetales, hongos y líquenes utilizados con diversos fines por los pueblos autóctonos canadienses que viven en diversas regiones forestales boreales o templadas, mientras que los pueblos indígenas de la Amazonia utilizan más de 1.300 especies medicinales. Así pues, el uso de las plantas tradicionales está todavía muy extendido –entre el 60 y el 80% de las poblaciones las utilizan para remedios medicinales– y de ello se deduce que para este gran número de poblaciones,

esas plantas constituyen una base de cuidados de primera instancia.

Un gran número de especies forestales pueden entrar dentro de la clasificación de especies farmacológicas; según la costumbre, la religión, la región, la naturaleza del mal a curar, se utilizan diferentes partes de los árboles (hojas, cortezas, raíces, granos), y una misma planta puede tener varios usos. En todas las latitudes, las poblaciones protegen las especies leñosas locales.

En los bosques chilenos, el boldo (*Peumus boldus*), especie que en ocasiones cuenta con ejemplares majestuosos, es reconocido desde hace mucho por sus propiedades hepáticas; en Sumatra (Indonesia), se cultivan especies locales de canelero por sus propiedades antifúngicas; en África, las especies de maderas preciosas citadas anteriormente (*Khaya senegalensis* o *Milicia excelsa*) se utilizan en el tratamiento de varias decenas de enfermedades; en el bosque tropical húmedo panameño, las mujeres embera (las “botánicas”) trasplantan especies forestales en los jardines familiares y las utilizan para curar las enfermedades infantiles corrientes y en los tratamientos ginecológicos y obstétricos.

Bosque pluvial templado en el Parque Nacional Olympic, Washington, EE.UU. © Natalia Bratslavsky, Shutterstock.com



Guardianes y usuarios de la diversidad genética medicinal

Para la mayoría de las poblaciones de los países en vías de desarrollo, la biodiversidad y los remedios medicinales tradicionales son, pues, inseparables.

Hasta tal punto, que las zonas de distribución o los terrenos de crecimiento de las plantas medicinales son protegidos por las comunidades. En ocasiones, sólo los herboristas los conocen. Dichos lugares pueden constituir o formar parte de áreas sacralizadas por las comunidades, como los bosques sagrados de los sherpas del Himalaya o el páramo, un territorio de altura, para los pueblos andinos. Las plantas medicinales contienen, así, una dimensión sagrada: están directamente asociadas a la práctica de rituales o, como brotan en lugares sagrados, son veneradas como objeto de culto. Es frecuente descubrir altares contruidos al pie de especies forestales, como una especie vecina del enebro en los bosques del noroeste del Nepal. Diversidad biológica y diversidad cultural están, pues, estrechamente asociadas, y volveremos sobre esa dimensión cultural, recreativa, que caracteriza a los ecosistemas forestales y sobre su potencial aplicación en actividades de contemplación, de sensibilización, de ocio o de turismo.

Si bien las poblaciones autóctonas son las guardianas –de hecho y no de derecho– de la biodiversidad medicinal, ello no siempre redundan en su beneficio. Las medidas tomadas por los estados no fomentan siempre la conservación de los recursos, ya que, con demasiada frecuencia, conceden subsidios a acondicionamientos agrícolas y a reconversiones implícitas de parcelas forestales en terrenos de cultivo o de cría de animales.

Además, los recursos en plantas medicinales han sido objeto de codicia, de pillaje, de tráfico, de comercios ilícitos debido a su interés y a su explotación por parte de la industria farmacéutica internacional, los laboratorios, la industria cosmética y la industria agroquímica.

Desde hace siglos, la farmacología reconoce la acción benéfica de las plantas medicinales, y se dedica, pues, a extraer algunos de sus principios activos. Actualmente, entre el 40 y el 70% de los medicamentos elaborados y homologados proceden siempre de sustancias naturales.

El páramo es considerado como sagrado por algunos pueblos indígenas de los Andes.

Paisaje de páramo en Colombia, cerca del Nevado del Ruiz, salpicado de frailejones. © Jess Kraft, Shutterstock.com



Antes de poder explotar un compuesto químico procedente de las plantas con fines terapéuticos, es preciso aislarlo, lo cual lleva mucho tiempo. Sobre 20.000 moléculas aisladas, sólo se identificaría una molécula susceptible de dar lugar a un medicamento.

No obstante, la investigación progresa incesantemente. Después de tests realizados individualmente, el cribado de alto rendimiento permite en la actualidad ensayar en varias semanas la actividad de más de 500.000 compuestos químicos sobre una diana biológica.

Por otra parte, si un bien los compuestos químicos han sido explotados durante mucho tiempo solamente una vez extraídos de la planta (como la morfina de la adormidera, la digoxina de las dedaleras), en la actualidad nuestra comprensión de las relaciones entre la estructura de las moléculas y su actividad biológica es tal, que es muy posible sintetizarlas y mejorarlas. La actividad biológica de los nuevos compuestos ha resultado ser a menudo superior a la de los extractos naturales.

Sin embargo, la mayoría de los medicamentos son "hemisintéticos", son un producto de síntesis cuya base es un producto natural. El taxol, por ejemplo, es un medicamento anticanceroso cuyo principio

activo se extrae de una rara molécula del tejo. Dicho principio activo es demasiado raro, incluso en la planta, para ser extraído en grandes cantidades, y demasiado complejo aún para ser sintetizado por los químicos a un coste menor, con lo que se sintetiza a partir de una parte de la planta más accesible. La naturaleza sigue siendo la base y la referencia.

Diversidad molecular, diversidad genética, diversidad animal y vegetal se cruzan y se enriquecen en el seno de la biodiversidad medicinal. Es, pues, esencial valorar la importancia de la conservación de la biodiversidad medicinal local.

Además de permitir la extracción industrial de sustancias puras destinadas a indicaciones terapéuticas mayores, las plantas medicinales forestales proporcionan compuestos químicos explotados directamente como medicaciones familiares simples muy apreciadas por las poblaciones humanas de los países desarrollados, especialmente en forma de polvos, cápsulas, tinturas madre o extractos. De esa manera, se estandarizan los principios activos de las plantas y constituyen toda una gama muy rentable de fitomedicamentos autorizados. Para ventaja de la humanidad entera y más allá de los progresos de la química, los conocimientos botánicos y las

Puente del Dragón en el sagrado Santuario del Bosque del Mono de Ubud en Bali, Indonesia.

© Elena Ermakova, Shutterstock.com





Chamán en la Amazonía ecuatoriana durante una ceremonia de ayahuasca.
© Ammit Jack, Shutterstock.com

Un joven preparando la medicina ayurvédica en la manera tradicional.
© Nila Newsom, Shutterstock.com



farmacopeas de las sociedades tradicionales son un medio inestimable de exploración de las sustancias bioactivas presentes en cantidades abundantes en la naturaleza. Por otra parte, las investigaciones de los institutos occidentales sobre las sustancias naturales de los bosques de Guayana, de Panamá, del Congo o de Nueva Caledonia dedican una gran parte al estudio de las farmacopeas tradicionales.

Utilizar conjuntamente las herramientas de la antropología, de la etnobotánica y de la etnofarmacología permite identificar precisamente las especies medicinales prescritas por las sociedades tradicionales, así como las partes de las plantas utilizadas como respuesta a enfermedades y síntomas en un contexto cultural preciso. Se trata de una mina de informaciones, conocimientos y prácticas probadas empíricamente durante generaciones que se revela de gran utilidad para la investigación, permitiendo particularmente no explorar al azar y efectuar una selección entre las especies potenciales con anterioridad a los ensayos en laboratorios.

A cambio, los conocimientos de los curanderos tradicionales que constituyen la memoria viva de las relaciones entre el ecosistema local y la práctica de la medicina por fitoterapia, pueden ser mejorados, especialmente en lo que respecta a las dosis recomendadas, las toxicidades específicas y los efectos perjudiciales a largo plazo de algunas plantas, ya que el consumo de la planta en bruto practicado por las sociedades tradicionales conlleva el consumo de otras sustancias contenidas en la planta, además del principio activo, e impide conocer la cantidad exacta de principio activo ingerido.

La alianza de las farmacopeas modernas y tradicionales debería permitir una colaboración muy fructífera y la elaboración de medicamentos, de fitomedicamentos,

de productos para cuidados financieramente accesibles para el mayor número de personas posible.

A tal fin, es indispensable reconocer los derechos de los pueblos autóctonos y de los curanderos tradicionales, que deben poder beneficiarse de la explotación de las plantas medicinales presentes en sus bosques.

A este respecto, podemos citar el campo de aplicación del Protocolo de Nagoya aprobado bajo los auspicios de la Convención sobre la Diversidad Biológica durante la última COP (Conferencia de las Partes) en octubre de 2010. Los estados parte del Convenio han aprobado este tratado internacional sobre el acceso a los recursos genéticos y a la participación en los beneficios obtenidos de su explotación.

El tratado es la continuación del trabajo emprendido en el marco de las Negociaciones del Régimen Internacional llevado a cabo por el Convenio. En dichos trabajos se pretendía en particular reconocer el papel de la medicina tradicional y de los conocimientos en materia de biodiversidad medicinal en la prestación de cuidados sanitarios de los países, y tomar en consideración la integración de sistemas de salud locales en los sectores sanitarios nacionales. También se hizo referencia a las cuestiones relacionadas con los derechos de propiedad intelectual de los pueblos autóctonos.

El Protocolo de Nagoya recientemente aprobado tiene en cuenta la contribución de los conocimientos tradicionales a los conocimientos relativos al uso de los recursos genéticos, en la misma definición de las reglas y de los procedimientos susceptibles de garantizar el acceso y la participación en los beneficios en cada país contratante.

Desde 1998, el Premio L'Oréal-UNESCO "La Mujer y la Ciencia" ha recompensado a más de 92 científicas de 30 países, mujeres excepcionales que han hecho grandes avances en la investigación científica.

© Fondation L'Oréal

Profesor Quarralsha Abdool Karim, ganadora del Premio "La Mujer y la Ciencia" del 2016, por su notable contribución a la prevención y tratamiento del VIH y las infecciones asociadas, mejorando considerablemente la calidad de vida de las mujeres en África.

© Fondation L'Oréal



Biodiversidad y aprovisionamiento: Los ecosistemas acuáticos

Los estuarios y los deltas son los lugares en donde los ríos de agua dulce se juntan con el agua salada de los mares y océanos.

Delta del Irawadi, Birmania. © NASA



A escala de la biosfera, el ciclo del agua permite que el pequeño porcentaje (aproximadamente el 1%) de agua dulce utilizable se renueve constantemente. Sin estos escasos recursos, los campos y los bosques se marchitarían y el mundo de los seres vivos desaparecería. El agua está, pues, constantemente en movimiento, circulando entre el mar, el aire y la tierra, en un ciclo complejo orquestado por el sol, que suministra la energía necesaria para la evaporación.

A lo largo de ese ciclo, por medio del vapor condensado en los glaciares, del agua del deshielo de los manantiales de altura, de los arroyos y lagos, de los ríos y deltas, de costas marinas rocosas, el agua genera una gran variedad de ecosistemas acuáticos que evidencian los diversos aspectos de la interacción entre la tierra y el agua.

En el origen de dicho ciclo, está el agua de la superficie de los océanos, una solución salina que va, sin embargo, a suministrar el agua dulce y que emana de la inmensidad marina que nos rodea, formando todos los océanos un conjunto continuo que rodea nuestros continentes.

Todavía ignoramos muchas cosas de los ecosistemas marinos, de alta mar, de los hábitats de las

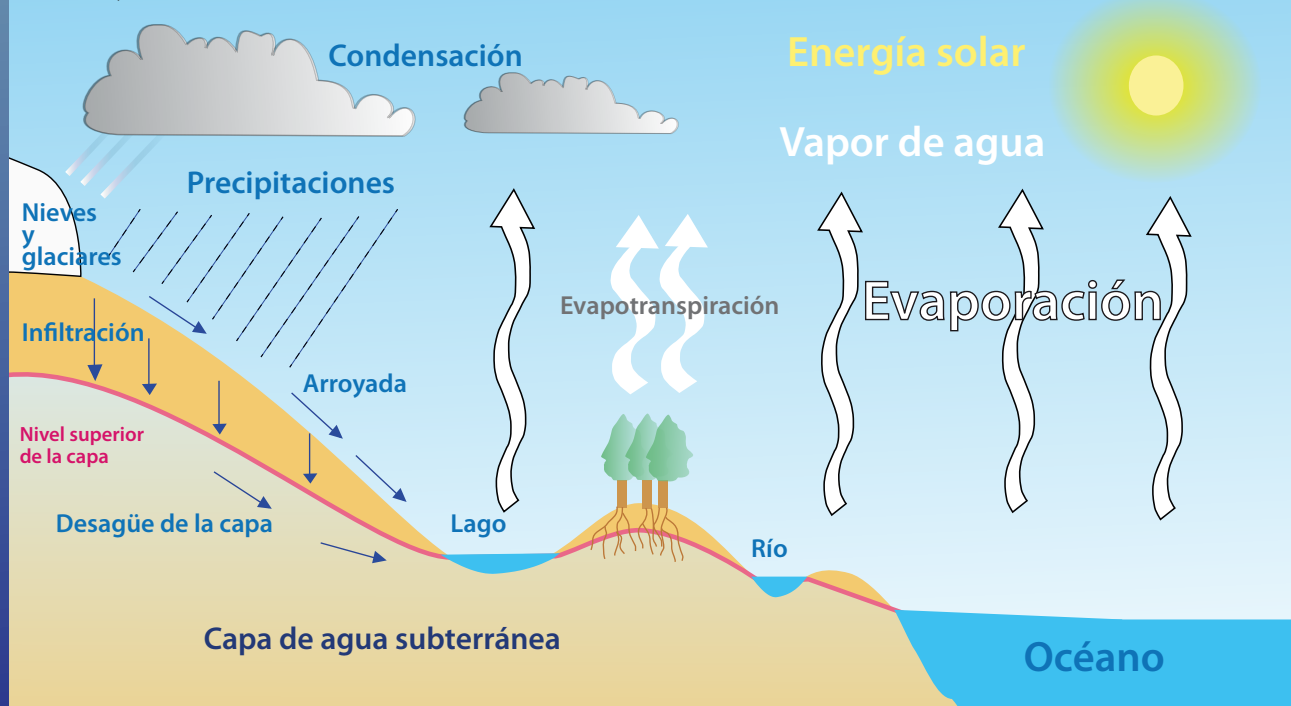
profundidades; pero éstos son medios vivos y su salubridad y su salud, condicionan el equilibrio de la biosfera: condicionan precisamente la calidad del agua terrestre, esa agua que, una vez evaporada, vuelve a caer sobre la tierra durante las precipitaciones y regresa al mar por los ríos. El agua de la que obtenemos múltiples bienes y servicios cuando está en la superficie, es la misma que se infiltra y alimenta las plantas por sus raíces o desemboca en las capas freáticas las cuales perforamos para asegurar nuestras propias necesidades vitales de agua para nuestro consumo.

Sin embargo, ya se trate de grandes redes fluviales, de humedales continentales, de ecosistemas costeros y marinos, éstos han sido alterados, modificados y a menudo degradados en el curso de las últimas

A escala de la biosfera, el ciclo del agua permite que el pequeño porcentaje (aproximadamente el 1%) de agua dulce utilizable se renueve constantemente.

FIGURA 27: EL CICLO DEL AGUA

© toony CC BY 3.0



décadas. Se constata una reducción considerable de la extensión de los hábitats, una gran pérdida entre las poblaciones de especies, sobre todo marinas, una alteración profunda y a veces irreversible de los medios de vida.

Antes de analizar los factores de pérdida en el origen de la degradación de los ecosistemas acuáticos, es esencial poner de relieve la diversidad de sus características y la amplitud de sus servicios, en primer lugar el de aprovisionamiento.

1. Los ecosistemas costeros

Entre la diversidad de zonas acuáticas, es en las zonas costeras en las que el agua parece estancarse en depresiones, o se despliega en vastos estuarios o en deltas, evocando la idea de paisajes monótonos y sin vida, pero allí se concentra una vitalidad y una productividad de seres vivos que no tiene comparación.

Lugares de encuentro de la tierra y el mar, sitios en donde convergen el agua dulce y el agua salada, los ecosistemas costeros concentran en sus aguas aportes nutritivos considerables procedentes en gran parte del transporte de sedimentos efectuado por los ríos – sedimentos fértiles, ya que la arcilla que los forma contiene nutrientes, y muchas de las sales minerales indispensables son transportadas de ese modo hasta el mar –.

Por todas las costas, otros nutrientes son igualmente transportados por las corrientes verticales o las crecidas que los arrastran desde las profundidades oceánicas a la superficie.

De esta concentración de materias nutritivas nacen las redes de cadenas alimenticias que dan origen a los productos comestibles más apreciados de los ecosistemas acuáticos: mariscos, crustáceos - y sobre todo en gran cantidad y diversidad en las zonas

costeras-, el pescado: un producto básico en la dieta de numerosas comunidades humanas.

Al igual que para los ecosistemas terrestres, las numerosas cadenas alimenticias de especies acuáticas tienen su base en los vegetales: algas unicelulares, pastos marinos, herbarios de fanerógamas marinas (*Posidonia oceanica*) que crecen en los fondos cenagosos del Mediterráneo, plantas florales flotantes de raíces sumergidas como los lirios de agua; los vegetales proliferan en las zonas costeras y proporcionan alimento y hábitats, según sea el caso, a gran variedad de moluscos, gasterópodos o crustáceos. También mantienen a colonias de larvas, de ninfas, de insectos que a su vez alimentan a toda la fauna: peces, aves palustres, fochas y pollas de agua (*Gallinula chloropus*) en África; zancudas como las garzas y las garcetas en Europa; ratas almizcleras, mapaches boreales.

Si bien se concentran principalmente en los estuarios, constituyen sistemas físicos y ecológicos dinámicos, formados por zonas de interferencia con la tierra.

A medida que las praderas inundables, los deltas fangosos o los estuarios se llenan de restos y sedimentos, las aguas libres se estancan, en general son poco profundas, y están recubiertas por plantas herbáceas

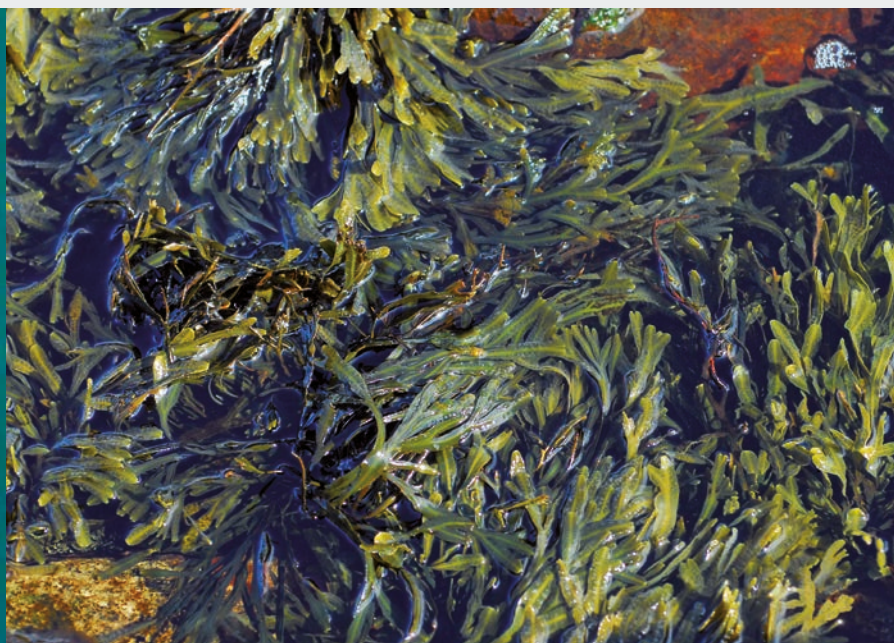
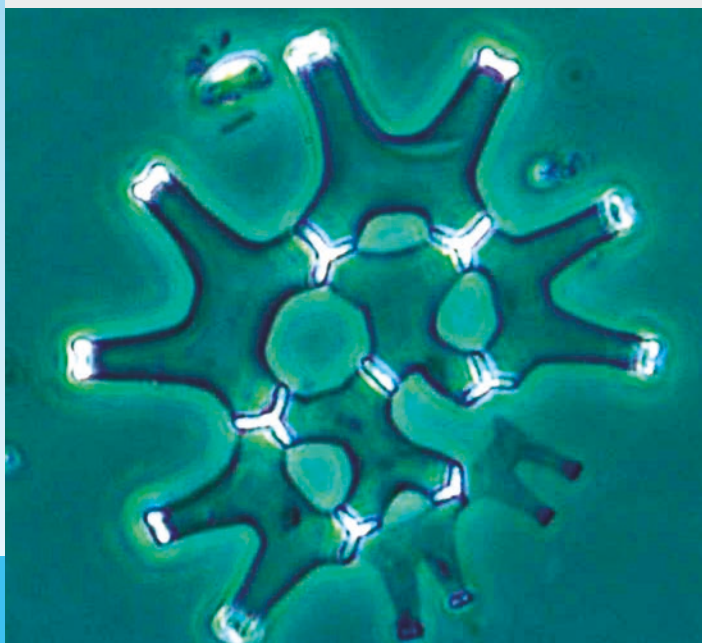
Al igual que para los ecosistemas terrestres, las numerosas cadenas alimenticias de especies acuáticas tienen su base en los vegetales.

Estos vegetales son microscópicos (algas unicelulares, plancton)...

Algas unicelulares. © J-C Druart, INRA

... pero forman grandes bosques submarinos.

Algas pardas. © Peter Prokosch UNEP Grid-Arendal



Las marismas, marismas saladas, salinas y los herbarios marinos

A medida que las praderas inundables, los deltas fangosos o los estuarios se llenan de restos y sedimentos, las aguas libres se estancan, en general son poco profundas, y están recubiertas por plantas herbáceas. Se denomina marismas a esas zonas húmedas en las que la vegetación está dominada por especies poáceas (cañas), tifáceas (espadañas), juncáceas (juncos) y ciperáceas (carrizos).

Gracias a sus raíces trepadoras, las variedades de tifas o espadañas se propagan rápidamente y estabilizan los suelos acuáticos, formando una densa vegetación de hierbas altas en las que encuentran abrigo las aves nidificadoras (pollas de agua y avetoros, patos, ocas salvajes), en los deltas del Guadalquivir en España o del Ródano en Francia.

Esa masa de vegetación emergida y sumergida, de algas filamentosas y de plancton, alimenta a la bulliciosa fauna de las marismas: larvas de insectos y ejemplares adultos (efímeros, corixidos), crustáceos minúsculos, unas 3,500 especies de zancudos en los alrededores de las aguas salobres del mundo, de los que una cincuentena se encuentran en las marismas costeras de la Europa oceánica. Estas especies ponen

sus huevos en el agua donde las larvas y las ninfas crecen y sirven así de alimento para los peces. Además de alimentar a la fauna, la masa de vegetación de las poáceas y otras especies macrofitas de las marismas costeras se descompone y enriquece los mares cercanos al liberar nutrientes y producir residuos orgánicos.

Otro beneficio de la vegetación de las marismas es suministrar a las poblaciones tallos, hojas y raíces para cestería y confección de objetos de mobiliario y, cuando se trata de plantas emergentes sólidas, de auténtico material de construcción.

Por ejemplo, en la región del lago Titicaca en América Latina, al igual que en numerosas zonas de marismas costeras, las poblaciones utilizan un junco local (totora) para hacer barcos (caballitos), casas, velas y numerosos objetos cotidianos.

En otra parte, el jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) es un macrofito exótico invasor cuyos tallos crecen de manera impresionante en los humedales del sudeste de Asia. Dicha planta se recolecta ampliamente y es utilizada como material en la fabricación de camas, de

Las primeras zonas declaradas "de importancia internacional" por la Convención Ramsar se encuentran en el Parque nacional de Garig Gunak Barlu al norte de Australia, en territorio indígena. En esta foto de la NASA se distinguen varios hábitats del Parque: manglares (verde oscuro), playas de arena y llanuras de marea (blanco), bosques de eucaliptos (ocre).

Parque nacional de Garig Gunak Barlu, Australia. © USGS/ NASA Landsat: Información disponible en la Comisión Geológica de Estados Unidos

En la región del lago Titicaca en América Latina, al igual que en numerosas zonas de marismas costeras, las poblaciones utilizan un junco local (totora) para hacer barcos (caballitos), casas, velas y numerosos objetos cotidianos.

Lago Titicaca. © Thomas Quine, CC BY 3.0

Las marismas costeras constituyen zonas de crecimiento natural para los peces jóvenes o alevines y, en general, para las crías de los animales marinos, desde las gambas a las larvas de los tarpones de mar.

Gambas de agua dulce. Albertomeg, Dominio público



sillas y de sofás de calidad. Sus raíces, una vez hervidas y secadas, son ensambladas en cordeles y luego trenzadas alrededor de un armazón de bambú. Una forma de artesanado que presenta ventajas: permite una disminución de la invasión de la planta (que, por otra parte, no debe ser mantenida), dinamiza el mercado hasta la exportación y, con la emergencia del ecodiseño, constituye una alternativa a los muebles de cuero y plástico cuya fabricación es contaminante (CO₂, uso de productos químicos de curtido y tintes).

Entre los humedales, las marismas saladas ocupan una posición especial. Se las encuentra imbricadas en el seno de lagunas poco profundas, a lo largo de costas bajas, encerradas tras bancos de arena o de islas.

El flujo y el reflujo de la marea inundan dos veces al día la mayor parte de estas marismas. En ellas se encuentran numerosos vegetales halófilos, adaptados a la salinidad, como la *Salicornia*, que excreta la sal, y también el hinojo marino (*Crithmum maritimum*), planta crasulácea, o la lavanda de mar (*Limonium vulgare*) que prefiere los prados salados, así como numerosos organismos capaces de soportar las inundaciones periódicas en las horas de marea alta.

Barridos por las salpicaduras y las mareas, estos medios son "alimentados" constantemente con elementos nutritivos frescos y figuran entre los ecosistemas más productivos que existen. Las algas y las plantas se instalan rápidamente en estos lugares cubiertos de cienos y de residuos orgánicos. Durante la marea baja, los fondos cenagosos de las marismas saladas se pueblan con una infinidad de cangrejos de todas las especies, según el lugar: cangrejo violinista, buey de mar, cangrejo piedra, cangrejo ermitaño, cangrejo azul. Junto a ellos hay numerosos mariscos, desde mejillones acanalados, hasta navajas ocultas en el lodo.

La carne de los mariscos constituye un aporte de proteínas indispensable para las poblaciones, a veces muy pobres, de las zonas costeras, y según el Convenio Ramsar sobre humedales*, el 75% de los stock de peces comerciales así como los mariscos tan apreciados en los Estados Unidos, dependen de los estuarios, en particular, de los manglares y las zonas de lagunas. Estas zonas son a su vez tributarias de zonas de agua dulce situadas río arriba, de ríos y lagos que mantienen la calidad del agua y permiten así la formación de cadenas alimenticias que llegan hasta los mariscos.

* Ver sobre este punto

Parte 3, Una mayor coherencia de acción y jurisdicción, El Convenio de Ramsar (p. 176).

Entre los humedales, las marismas saladas ocupan una posición especial. Se las encuentra imbricadas en el seno de lagunas poco profundas, a lo largo de costas bajas, encerradas tras bancos de arena o de islas.

Marisma salada. © F. Carreras, INRA

Durante la marea baja, los fondos cenagosos de las marismas saladas se pueblan con una infinidad de cangrejos de todas las especies, según el lugar: cangrejo violinista, buey de mar, cangrejo piedra, cangrejo ermitaño, cangrejo azul. Junto a ellos hay numerosos mariscos, desde mejillones acanalados, hasta navajas ocultas en el lodo

De arriba hacia abajo:

Cangrejo Reaita. © Remi Jouan, CC BY SA 3.0

Conchas. © Benjamin Féron CC BY SA 3.0



Las salinas son cuencas litorales que funcionan con agua del mar y en las que se recolecta la sal obtenida por medio de la evaporación producida gracias a la acción combinada del sol y el viento. Son lugares acondicionados para una práctica de cultivo de tipo agrícola: la salicultura. El conocimiento de los salineros reside en la explotación óptima de las condiciones naturales de las regiones de implantación: aumento de la salinidad en la estación cálida, índice de evaporación, según se encuentren en Marruecos, en la costa atlántica francesa o en la bahía de San Francisco.

Estos conocimientos ajustados y desarrollados, el vocabulario y las imágenes relacionados con ellas, convierten a las salinas en espacios de "terroirs" (suelos con características especiales).*

Las poblaciones costeras han conquistado espacios al mar para responder a necesidades de producción. Estos espacios están conectados con el pastoreo de ganado, la extracción de sal, el afinado de las ostras (ostricultura), la cría de peces marinos (piscicultura). Tradicionalmente los prados salados se han consagrado a la cría extensiva de ganado bovino, las salinas a la salicultura, las marismas saladas a la ostricultura y a la acuicultura, y las marismas salobres a la piscicultura extensiva. No obstante, hoy en día, la valorización diversificada de estos medios y la especialización de los usos relacionados con ellos ha dejado de ser tan estricta y la consideración de las diferentes facetas de las marismas tiende a desaparecer.**

*** Ver sobre este punto**

Vol. 2, Act. 6, El fresco de las regiones (p. 30) y Vol. 1, Biodiversidad y servicios culturales (p. 148).

**** Ver sobre este punto**

Parte 2, Biodiversidad y servicios culturales (p. 148).

Los herbarios marinos son praderas submarinas constituidas por poblaciones densas de plantas florales de hojas largas y estrechas que las emparentan con los pastos. Estos "herbarios" albergan una multitud de especies asociadas entre las que se encuentran muchos herbívoros marinos. Entre ellos, el dugongo y el manatí, dos especies amenazadas, clasificadas como especies vulnerables según las categorías de amenaza de la Lista Roja de la UICN (se considera que hay un riesgo elevado de extinción de estas especies en su estado silvestre), constituyen un eslabón importante en la cadena alimenticia de los herbarios.

Al comer regularmente enormes cantidades de plantas sumergidas de los herbarios, los mamíferos marinos participan en el mantenimiento de la elevada tasa de productividad primaria de estos medios, que son extremadamente preciosos, ya que constituyen, junto con los arrecifes de coral (ver más abajo), zonas de desove y reproducción sin equivalente para los peces, así como para numerosos invertebrados.

Los ecosistemas de los herbarios marinos, en neta regresión a escala mundial, están reconocidos actualmente como zonas de apoyo para la pesca comercial o, al menos, de enriquecimiento para las zonas de pesca. También llevan a cabo una importante labor ecológica, ya que captan grandes cantidades de carbono.

Los herbarios marinos son praderas submarinas constituidas por poblaciones densas de plantas florales de hojas largas y estrechas que las emparentan con los pastos.

Herbario de Posidonias. © Gronk, CC BY SA 3.0



Los manglares

En las regiones templadas, las riberas arenosas y las costas rocosas trazan un claro límite entre la tierra y el mar.

En las regiones tropicales y subtropicales en las que las costas son muy fangosas y se acumulan importantes cantidades de sedimentos, los estanques están cada vez más llenos y los árboles se instalan en las marismas herbosas, transformándolas en manglares.

Los estuarios de las regiones tropicales están así bordeados por espesos manglares, verdaderos bosques inundados que prolongan la costa hacia el mar, integrando agrupaciones de vegetales leñosos específicos y halófilos, adaptados al medio salado.

En sus líneas directrices, el Convenio Ramsar, define los manglares como “ecosistemas intermareales arbolados que ocupan entornos costeros tropicales resguardados ricos en sedimentos, y localizados desde unos 32° N (en el Mar Caribe) hasta casi 39° S (Victoria, en Australia)”. Los hay en Asia, en las orillas de los deltas del Ganges o del Mekong, así como en las costas del sudeste de los Estados Unidos.

El ciprés calvo (*Taxodium distichum*), el tupelo (*Nyssa aquatica*) en América del Norte, y el mangle, término genérico que denomina a varios géneros como *Rhizophora*, son las especies características de los manglares. Muchas de ellas están dotadas de raíces aéreas lignificadas (neumatóforos), que son, a la vez, órganos respiratorios que sirven para aportar oxígeno a las raíces sumergidas y sistemas de anclaje sobre los apoyos inestables que conforman los suelos sueltos. Observemos igualmente el sistema de raíces-zancos en forma de arco de los mangles, que les permiten anclarse, saliendo del agua, sobre pilotes.

Debido a la productividad de los ecosistemas, la cantidad de lignina y de madera producida por estas especies de carnosidades lignosas es muy importante.

Si bien la madera de tupelo es muy apreciada por los ebanistas de Estados Unidos, la madera de las especies de *Rhizophora* no lo es tanto entre los artesanos. Es una madera extremadamente pesada, densa y difícil de trabajar. Pero es muy adecuada para utilizarla como armazón. En Vietnam la utilizan para construir paredes y parques; en Bangladesh, para la construcción de viviendas junto con el sundri (*Heritiera formos*); otro

El Convenio Ramsar, define a los manglares como “ecosistemas intermareales arbolados que ocupan entornos costeros tropicales resguardados, ricos en sedimentos y localizados desde unos 32° N (en el Mar Caribe) hasta casi 39° S (Victoria, en Australia)”.

Los estuarios de las regiones tropicales están así bordeados por espesos manglares, verdaderos bosques inundados que prolongan la costa hacia el mar, integrando agrupaciones de vegetales leñosos específicos y halófilos, adaptados al medio salado.

El mayor manglar del mundo se encuentra en el Delta del Ganges, en la región de Sundarbans entre la India y Bangladesh.

Manglar. Bali. © Ron CC BY-SA 2.0



árbol típico de los manglares halófitos es utilizado en Cuba para fabricar los maderos de ferrocarril.

La madera de los mangles es igualmente muy apreciada como carbón vegetal, principal producto de los manglares de Tailandia, Malasia, Sumatra y Myanmar. Concretamente, la corteza del mangle rojo (*Rhizophora mangle*) produce un excelente tanino muy adecuado para el teñido del cuero.

En muchos bosques de manglares se recolecta miel. Las flores de las diferentes especies de mangles así como las gruesas inflorescencias compactas de los *pandanus* de Asia y de las islas del Pacífico son extremadamente melíferas. En Cuba, más de 30.000 colmenas se

desplazan del sur al norte de la isla para aprovecharse de la floración escalonada del mangle *Avicennia*.

Los ecosistemas de manglares mantienen aproximadamente a 2.000 especies de peces, mariscos y crustáceos, incluidas las gambas, los cangrejos y las ostras. Los productos animales de los manglares son, con gran diferencia, los que tienen mayor presencia en los sedimentos retenidos por las raíces enredadas de los árboles; todos son anfibios y un producto capital en las economías de los países tropicales. Alimentan a pesquerías de subsistencia, que son a la vez para el autoconsumo y comerciales, y proporcionan a las comunidades una fuente de alimentación indispensable.

Las costas rocosas

Se trata aquí también de ecosistemas costeros en los que la vida bulle, en los que se puede encontrar una gran variedad de organismos vegetales y animales, sobre todo en la zona inferior en la que las rocas sólo están expuestas al curso de las mareas más bajas.

Como las dos adaptaciones más extendidas entre las especies de las costas rocosas son la búsqueda de abrigo bajo la roca y el desarrollo de sistemas de "crampones" para fijarse con solidez a las rocas y poder resistir la marea, los pescadores costeros remueven a menudo los fragmentos minerales que cubren el litoral cuando recogen los mariscos. Según las regiones del mundo, se encuentran en estas áreas especies especializadas como los bígaros o caracoles de mar

en la Europa oceánica, pequeños gasterópodos de respiración aérea que se concentran en las rocas, en el límite de la superficie del agua.

La zona infralitoral alberga a menudo una rica vegetación de algas en la que viven animales marinos multicolores: estrellas de mar, erizos de mar, esponjas y anémonas de mar, a menudo buscadas por su belleza y albergan zonas de cría para juveniles de numerosas especies. Estos organismos, como los de los arrecifes de coral, son objeto de una explotación comercial en el ámbito turístico: se utilizan como recuerdo, como objetos de decoración y su explotación resulta a veces exagerada y amenazadora para las poblaciones de las especies que lo forman. En la actualidad

La zona infralitoral alberga a menudo una rica vegetación de algas en la que viven animales marinos multicolores: estrellas de mar, erizos de mar, esponjas y anémonas de mar, a menudo buscadas por su belleza.

Anémona marina. © Parent Géry, Dominio público

Los ecosistemas de manglares mantienen aproximadamente a 2.000 especies de peces, entre los que se encuentra el *Periophthalmus*, peces del fango. Un pez típico de los manglares que tiene aletas que le permiten salir del agua y desplazarse.

Periophthalmus
© Self CC BY SA 3.0



estos organismos forman parte de los programas de las actividades turísticas culturales, como el descubrimiento de dichas especies en su medio: paseos por la costa, excursiones pedagógicas, buceo a poca profundidad con *snorkel*. Por último, su utilidad en la identificación de moléculas de importancia para

la salud o la mejora de los procesos industriales se reconoce cada vez más, lo que plantea riesgos para la sostenibilidad de las poblaciones de algunos de estos organismos, por ejemplo para algunas especies de esponjas.

2. Los ecosistemas de las aguas continentales

Ya sean las aguas vivas de los afluentes, el agua que llena los ríos que discurren por los meandros o el agua dormida o surcada por corrientes de los estanques, los ecosistemas acuáticos de aguas continentales

han sido sensiblemente alterados en todo el mundo, fragmentados, drenados, y/o desecados en el transcurso de las últimas décadas.

De los arroyos a los ríos

Por definición, un curso de agua es algo vivo. Desde el manantial hasta el mar, los cursos de agua alternan fases de desarrollo: un torrente nace del agua de deshielo del glaciar que lo alimenta; desciende por pendientes abruptas, salta en cascadas y perfora un valle profundo creando una vertiente.

Si el manantial se encuentra a menor altura, el curso de agua adopta la forma de un arroyuelo alimentado por otros manantiales de aguas naturales o recoge las aguas de una cuenca; luego se convierte en un río secundario que fluye por el terreno bajo el efecto de la gravedad, sumando a su cauce el agua de afluentes, y desembocando en otro río secundario o en un río principal. Podemos decir que un curso de agua que

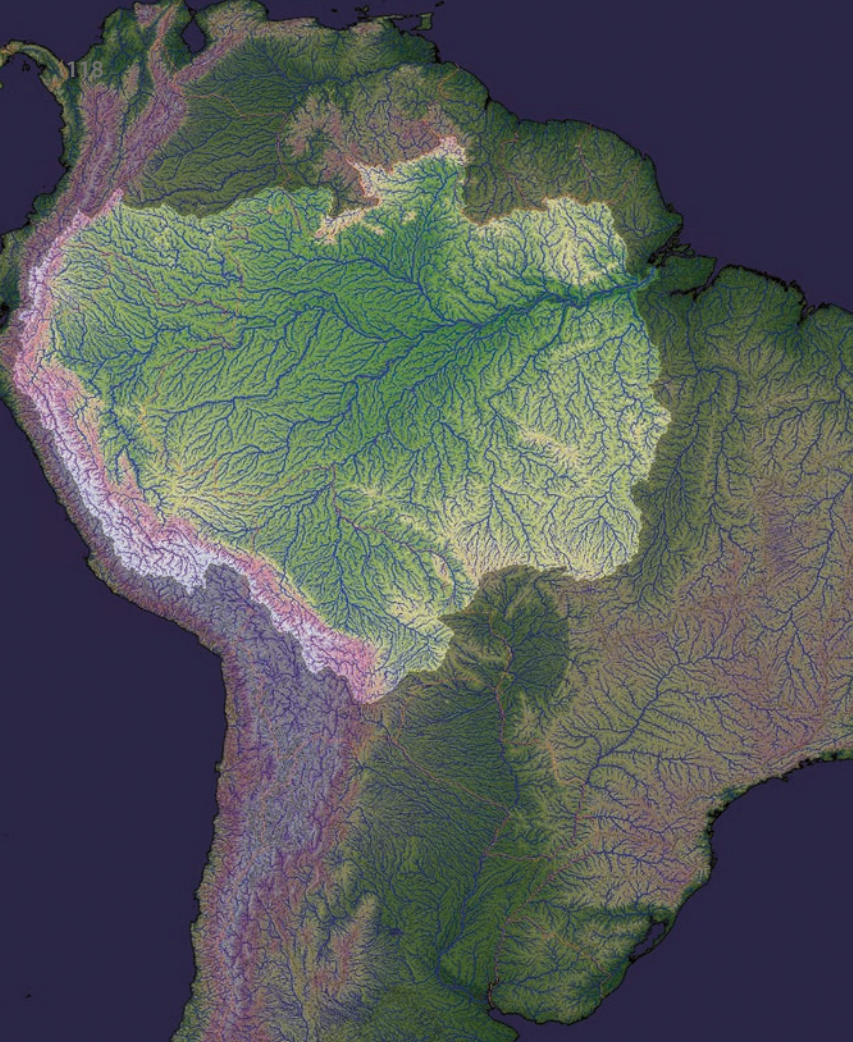
alcanza la “madurez” es un río; su valle se alarga y adopta una forma de U, se extiende y serpentea hasta su desembocadura, donde vierte sus aguas al mar.

Una red hidrográfica está compuesta por un río y, río arriba, por el conjunto de afluentes y un poco más lejos, por los manantiales que lo alimentan. Un río es así alimentado, directa o indirectamente, por una multitud de cursos de agua que convergen hacia él adoptando la una estructura de árbol. La superficie del territorio alimentado por la red en su conjunto, se denomina **cuenca hidrográfica** y corresponde a la porción de territorio delimitada por las líneas de cresta (relieve), cuyas aguas son naturalmente vertidas hacia un mismo río, un lago o el mar. Se habla de cursos de

Por definición, un curso de agua es algo vivo. Desde el manantial hasta el mar, los cursos de agua alternan fases de desarrollo: un torrente nace del agua de deshielo del glaciar que lo alimenta; desciende por pendientes abruptas, salta en cascadas y perfora un valle profundo creando una vertiente.

Parque Nacional de Tortuguero. Costa Rica. © Peter Prokosch, UNEP Grid-Arendal





Una red hidrográfica está compuesta por un río y, río arriba, por el conjunto de afluentes y un poco más lejos, por los manantiales que lo alimentan. Un río es así alimentado, directa o indirectamente, por una multitud de cursos de agua que convergen hacia él adoptando la una estructura de árbol.

Cuenca hidrográfica del río Amazonas. © Imagen cortesía de la NASA, Observatorio de la Tierra

Un curso de agua que alcanza la "madurez" es un río; su valle se alarga y adopta una forma de U, se extiende y serpentea hasta su desembocadura, donde vierte sus aguas al mar.

El Volga. Rusia. © UNESCO



agua en plural. La cuenca hidrográfica se subdivide en varias subcuencas que alimentan otros cursos de agua, luego en afluentes, que desembocan en el curso de agua principal.

Estas aclaraciones permiten entender a las cuencas fluviales como sistemas naturales extensos de flujo, de almacenamiento (drenaje natural), de regulación y de distribución del agua terrestre a través de las diferentes regiones del mundo.

Si sus cursos de agua no están retenidos, esos sistemas son "libres". En la estructura en forma de árbol de una cuenca vertiente, la red de cursos de agua no es ecológicamente fragmentadora: el agua circula por ella libremente y las cuencas fluviales nos suministran el producto esencial para la vida: el agua dulce.

De acuerdo con AQUASTAT, el sistema de información global de agua de la FAO, la suma global de las proporciones de retirada para la agricultura es del 70% de los recursos disponibles, la importancia de la extracción de agua agrícola en función del clima como del lugar de la agricultura en la economía (muy importante en Asia y África).

El papel de los ríos es fundamental en el aprovisionamiento. El agua de las cuencas fluviales recubre a menudo sedimentos permeables por encima de los acuíferos que al filtrarse a través de las rocas, permite recargar y mantener el nivel de las reservas de aguas subterráneas de las que dependemos para nuestro consumo directo.

Así, la enorme cuenca del río Níger permite a sus habitantes, disponer de importantes recursos de agua subterránea, a pesar de ser un territorio seco; mientras que la sobreexplotación del río Hai en China ha dado lugar a una reducción significativa del nivel de las capas freáticas.

Las cuencas fluviales son pues, rutas, canales y vías que hay que mantener en buen estado o evitar alterarlas de manera duradera, contrariamente a la fragmentación que sufren en la actualidad. Acaso ¿no utilizamos la expresión "río salvaje" para designar al sistema ecológico del río en su integridad, el cual garantiza la circulación del agua corriente y la de numerosas especies que reparten su vida entre las aguas dulces y el mar?

Así, la mayoría de los salmones necesitan aguas en movimiento para desovar y por ello remontan los ríos a contracorriente hasta el curso superior de los torrentes. Son imitados por otros animales como los cangrejos, que remontan los ríos en cientos de kilómetros para reproducirse. Las anguilas, por su parte, hacen el movimiento inverso.

Al proporcionar un hábitat óptimo para varias especies entre ellas los peces carnosos, a veces de gran tamaño, como esturiones, carpas, lucios o barbos, las redes

fluviales proporcionan recursos alimenticios de primer orden a las poblaciones más pobres de zonas aisladas.

La pesca de captura continental en ríos y lagos se lleva a cabo principalmente (un 90%) en Asia y África.

Las superficies de agua dulce: lagos, estanques, charcas y turberas

Existen una gran variedad de procesos que dan origen de la formación de lagos, estanques y charcas. Los lagos pueden ser el resultado de una forma de glaciación, de movimientos de la corteza terrestre -como es el caso de los lagos Tanganica o Victoria en el Valle del Rift, en África del Este-, o ser producto de obras realizadas por las poblaciones locales con el fin de regular el caudal de agua, como las presas.

Del mismo modo, estanques y charcas pueden ser de origen natural o artificial.

En África y Asia, numerosos estanques han sido perforados y encauzados para abreviar el ganado: aquí y allá, las charcas naturales tienen un ciclo temporal que alterna de la estación seca a la húmeda, entre el desecado y el rellenado.

Las gueltas del Magreb deben su existencia a la subida de las aguas subterráneas hacia la superficie. Debido al efecto de las precipitaciones estacionales, la capa freática situada justo bajo la superficie del suelo aumenta o disminuye y su profundidad fluctúa.

Hay poca comparación posible entre una presa: simple depósito artificial situado en una zona de montaña europea, destinada principalmente a contener, tratar y distribuir el agua necesaria para el regadío y los usos domésticos; y un gran lago africano natural, situado en

una zona tropical en la que existe un ecosistema muy desarrollado y productivo.

Los lagos y estanques tropicales cuentan a menudo con una gran vegetación, dominada por las plantas florales, como los nenúfares de hojas grandes y los pecíolos que captan la luz y están dotados de cavidades y estomas para respirar en la superficie. Muchos animales palustres (rascón común, fochas, pollas de agua) están adaptados a caminar sobre las hojas de los nenúfares gigantes de los lagos de Uganda, Tanzania y Kenia.

Estas extensiones de agua son ricas en peces como barbos, carpas y otras especies, que en la mayoría de los casos, han sido introducidas. Se han inventariado hasta 500 especies de cíclidos solamente en el lago Tanganica. En él se practica una pesca de subsistencia con la ayuda de barcas, salabres, redes, a veces a pie, o introduciéndose en el lago sin sumergirse, con el fin de recoger peces, gambas grises, caracoles acuáticos, cangrejos de los fondos cenagosos que se alimentan de detritus orgánicos. Estos recursos alimenticios pueden verse amenazados debido a la introducción de especies carnívoras de gran tamaño.

Según las regiones y la calidad del agua (caliza, alcalina, salobre), se desarrollan algas filamentosas y plantas de

Los procesos de formación de los lagos, lagunas y charcas son de origen tan variado como su diversidad. Entre los lagos cabe mencionar el Baikal (Rusia) –sexto del mundo por su superficie, pero primero por su profundidad– el Titicaca (Bolivia), el Victoria (Kenia y Uganda), el Michigán-Hurón (Canadá-EE. UU.) y muchos otros más.

Lago de altitud. Suiza. © Simon Koopmann CC BY 2.5



hojas muy finas, miriófilas o potamogetonáceas, que oxigenan y purifican el agua en el centro del estanque.

Las orillas contiguas a las extensiones de agua están ocupadas por la vegetación típica adyacente a los humedales de agua dulce: poáceas, tifáceas y juncáceas. En África se pueden colectar hojas comestibles y brotes jóvenes de espadaña (*Typha latifolia*) y en Asia, bulbos de castañas de agua (*Eleocharis dulcis*) que son bastante sabrosos.

En una franja de vegetación un poco más alejada de la orilla, se encuentran árboles, sobre todo palmeras, que suministran madera para la construcción o calefacción, aceite vegetal y algunos productos alimenticios.

La palma africana aceitera (*Elaeis guineensis*), típica de las zonas de agua dulce africanas, proporciona aceite de palma a partir de la pulpa de sus frutos, y es un producto indispensable para la cocción de los alimentos de poblaciones enteras. Se trata del segundo aceite vegetal producido en el mundo después del aceite de soja. De los granos de la misma planta se extrae el aceite de palmista, con fines exclusivamente industriales. Esta planta ha sido introducida masivamente en Asia, en donde su cultivo – que es muy rentable- se ha convertido en un factor de deforestación y de alteración de los ecosistemas húmedos originales.

En Asia, del tronco del sagú (*Metroxylon sagu*) -una palmera originaria del sudeste asiático que crece en torno a extensiones de agua no salada- se obtiene una harina muy apreciada en particular para la alimentación del ganado. De la palmeras se extraen

también féculas, como el “mouambe” en África, que se obtiene por cocción de la pulpa de los frutos de la palma (*Elaeis guineensis*). Los indios americanos, todavía extraen de forma tradicional, harina de los frutos de la *Washingtonia* de California (*Washingtonia filifera*), que es similar al sagú de los miembros de la etnia Punán de Borneo. En todos los casos, se trata de féculas muy nutritivas obtenidas a partir de especies leñosas típicas de los ecosistemas de aguas continentales.

Recordemos finalmente que las extensiones de agua dulce tropicales son indispensables para la ganadería: son abrevaderos naturales y también zonas de pasto o de pastoreo, ya que concentran una buena densidad de plantas forrajeras que pueden ser recolectadas.

Las turberas se forman en los medios fríos y húmedos, incluso montañosos, en los que los lagos interiores se van rellenando con los sedimentos que se acumulan en sus orillas, y terminan albergando plantas más grandes que, a su vez, se descomponen para formar la turba. La turba procede del estancamiento y acumulación progresiva de materia orgánica no descompuesta. Una vez seca, la turba es un buen combustible y es muy utilizado en las regiones en donde las turberas son comunes. Debido a su alto contenido en materias orgánicas, la turba es igualmente apreciada en horticultura como abono.

La explotación industrial de la turba en Europa del Este o en las regiones boreales amenaza sin embargo a dichos ecosistemas, los cuales desempeñan un papel muy importante en la captación y el almacenaje de carbono de la atmósfera.

Granja construida con turba, Glaumbær. © Johann Dréo CC BY 2.5



3. Los ecosistemas marinos

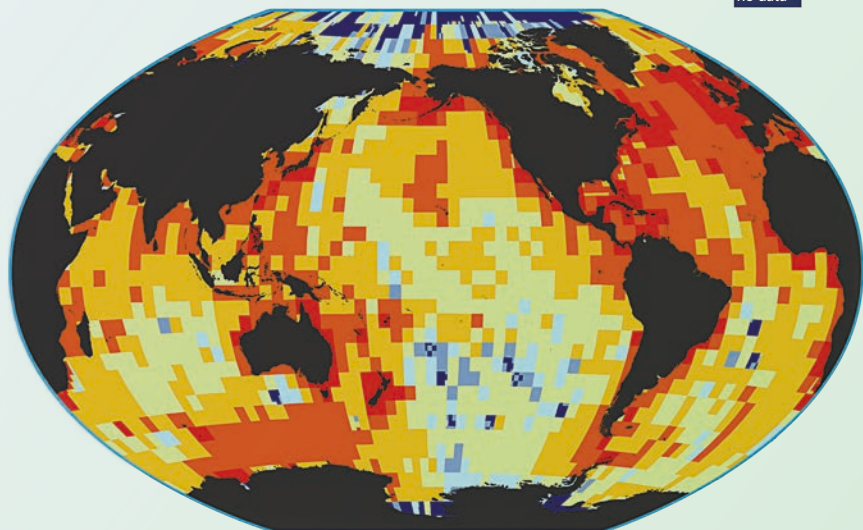
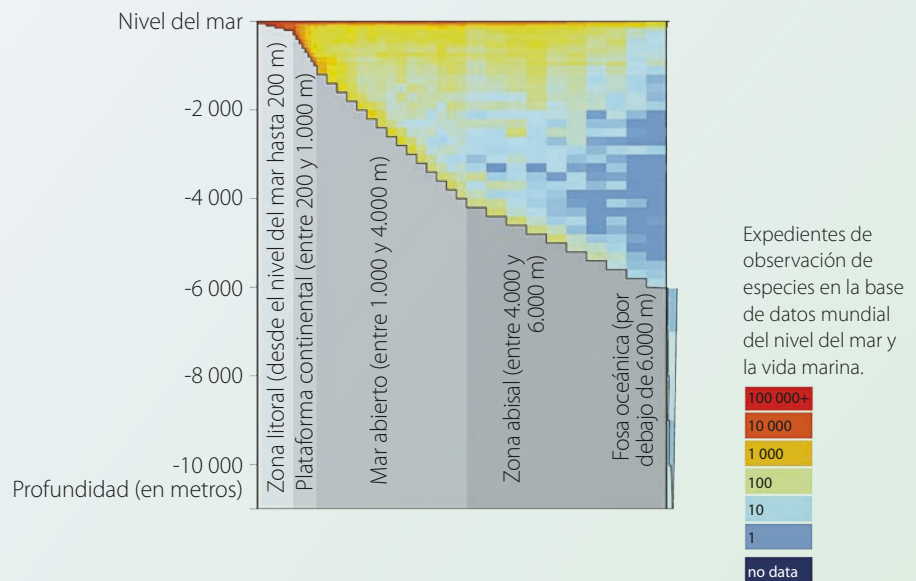
El Sistema de Información Biogeográfica de los Océanos (Ocean Biogeographic Information System – OBIS)

El Sistema de Información Biogeográfica de los Océanos (Ocean Biogeographic Information System - OBIS) es el sistema en línea más grande del mundo para registrar, organizar, integrar y favorecer el acceso a los datos sobre la vida en el océano. Permite el libre acceso a la información sobre la diversidad, la distribución y la abundancia de especies marinas, y tiene por objetivo ayudar a los tomadores de decisiones en la gestión sostenible de los recursos biológicos de nuestros océanos. OBIS se origina a partir de la década del censo de la vida marina (Census of Marine Life (2001–2010)), y está actualmente integrado al Programa de la **Comisión oceanográfica intergubernamental (COI)** de la UNESCO sobre los datos oceanográficos y el intercambio de información.

Hasta el 8 de enero de 2013, los servidores de OBIS habían georeferenciado 35 millones de datos sobre las especies que abarcan 120.000 especies marinas: desde los Polos hasta el Ecuador, desde la superficie del océano hasta las fosas más profundas, desde los microorganismos hasta las ballenas. Sin embargo, nuestro conocimiento sobre la biodiversidad marina sigue estando incompleto. De entre uno a dos tercio de las especies marinas siguen sin ser descubiertas, la mayoría de las especies marinas conocidas han quedado en una observación. La mayor parte de los datos contenidos en el OBIS se refieren a los vertebrados y a otros animales marinos de gran talla (principalmente peces, mamíferos y pájaros), aunque se sabe que la mayor parte de las especies son pequeños invertebrados (crustáceos, gusanos de mar, moluscos). El mayor número de muestras proviene de

FIGURA 28: EL SISTEMA IOBIS: UNA HERRAMIENTA PARA LA OBSERVACIÓN DE ESPECIES MARINAS

La mayor parte del océano abierto así como las profundidades del mar, han sido poco explorados (www.iobis.org)



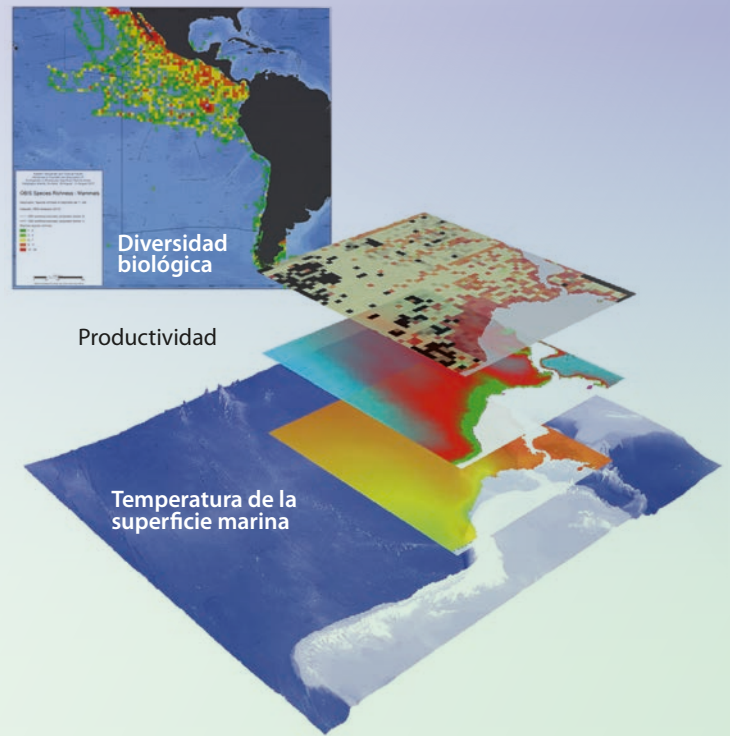
Biodiversity's Big Wet Secret: The Global Distribution of Marine Biological Records Reveals Chronic Under-Exploration of the Deep Pelagic Ocean © WEBB ET AL. (2010)

las aguas costeras del hemisferio norte, sin embargo alrededor del 95% de las aguas profundas que se ubican en medio del océano (el mayor hábitat de la Tierra por su volumen), han sido poco exploradas. Por otra parte, los datos históricos (la mayoría fueron tomados después de 1960) y las series de largo plazo de más de 10 años son insuficientes.

A través de OBIS, la UNESCO contribuye a la protección de los ecosistemas marinos, contribuyendo en la identificación de las zonas marinas ricas en biodiversidad (hotspots) y de los procesos ecológicos a gran escala.

Los datos de OBIS se utilizan para apoyar la identificación de sitios que cumplen con los criterios de cada taller regional de EBSA. Las capas de datos de OBIS incluyen: observaciones de especies, índices de biodiversidad y especies en la Lista Roja de la UICN.

Taller "Eastern Tropical & Temperate Pacific EBSA": Galápagos, Ecuador, 2012. © OBIS



La inmensidad de los océanos es el refugio de numerosas especies. Algunas de ellas son conocidas por todos como los tiburones, los delfines, las ballenas y las mantarrayas. Sin embargo ¡la gran mayoría quedan por ser descubiertas!

Ballena jorobada y cría. Isla de Ha'apai, Tonga. © Glenn Edney UNEP Grid-Arendal



Los arrecifes de coral

El coral es un organismo vivo. Los arrecifes de coral, que se asemejan a rocas, están formados por esqueletos o "políperos" formados por miles de pólipos que viven en colonias. Cada pólipo se asemeja a una anémona de mar, tienen una base con forma de bolsa y una corona de tentáculos urticantes. La base es la envoltura calcárea secretada por el pólipo para proteger su cuerpo blando. La parte viva del coral es el resultado de una simbiosis entre el cnidario, animal próximo a la anémona de mar, y algas microscópicas, las zooxantelas, que viven en el interior de los pólipos. Las algas producen alimento por medio de la fotosíntesis y transmiten parte de él a los pólipos. Ayudan así a los organismos a producir sus esqueletos calcáreos y, a cambio, los corales proporcionan a las algas cobijo y alimento por medio de sus desechos. Los arrecifes se extienden a medida que los corales construyen su esqueleto calcáreo y mueren, sirviendo de base a nuevas poblaciones.

Las algas contenidas en los corales necesitan luz para sobrevivir; por eso los arrecifes coralinos se desarrollan en aguas poco profundas, muy limpias, que están directamente expuestas al sol y a una distancia poco alejada de las costas.

Los principales arrecifes se encuentran a cada extremo del ecuador: al oeste, desde Florida hasta Brasil; y al este, desde el Mar Rojo hasta Madagascar, para subir hacia las Islas Maldivas, la costa noreste de Australia y las islas del Pacífico Sur.

Hay varios tipos de arrecifes. Los más simples son los arrecifes costeros que se extienden muy cerca de las orillas. Son plataformas sumergidas accesibles a los visitantes para llevar a cabo actividades turísticas como el buceo, sin embargo es importante reglamentar el acceso a ellas pues se trata de ecosistemas muy frágiles. Los arrecifes de barrera se extienden igualmente a lo largo de las costas, pero se encuentran separados por una vasta extensión de agua. La Gran Barrera de Coral, a lo largo de las costas orientales de Australia, es el arrecife coralino más grande.

¿Cómo contribuyen las formaciones de coral en el aprovisionamiento de las poblaciones?

Una vez fijados, los pólipos producen yemas que quedan pegadas a ellos y a medida que las yemas se multiplican, la colonia crece, produciendo un gigantesco "organismo-ecosistema" ¡es fascinante pensar que un individuo pueda ser el origen de un arrecife!

Biológicos por definición y medios de vida, los arrecifes son ecosistemas únicos. Reúnen todos los aspectos de la vida submarina: son zonas de desove, de eclosión, de repoblación, de crecimiento, de nutrición y de reproducción para un número muy importante de especies.

En la *Perspectiva Mundial sobre la Diversidad Biológica (GBO3)* se calcula que unos 700 millones de seres

El coral es un organismo vivo. Los arrecifes de coral, que se asemejan a rocas, están formados por esqueletos o "políperos" formados por miles de pólipos que viven en colonias. Cada pólipo se asemeja a una anémona de mar, tienen una base con forma de bolsa y una corona de tentáculos urticantes.

Coral. Atolón Baa, Maldivas. © UNESCO / Atoll Ecosystem Project Ministry of Housing & Environment

En la *Perspectiva Mundial sobre la Diversidad Biológica (GBO3)* se calcula que unos 700 millones de seres humanos dependen enteramente de los arrecifes para su subsistencia, ya que éstos albergan entre 1 y 3 millones de especies que constituyen el 25% de todas las especies de peces marinos. La explotación de los arrecifes da lugar a una pesca de proximidad considerable, incluso a una sobrepesca que, en ese caso, amenaza su supervivencia.

De arriba hacia abajo de izquierda a derecha:

Morena. Atolón Baa, Maldivas. © UNESCO / Atoll Ecosystem Project Ministry of Housing & Environment

Peces de arrecifes coralinos. Atolón Baa, Maldivas. © UNESCO / Atoll Ecosystem Project Ministry of Housing & Environment

Peces de arrecifes coralinos. Atolón Baa, Maldivas. © UNESCO / Atoll Ecosystem Project Ministry of Housing & Environment

Raya. Atolón Baa, Maldivas. © UNESCO / Atoll Ecosystem Project Ministry of Housing & Environment



humanos dependen enteramente de los arrecifes para su subsistencia, ya que éstos albergan entre 1 y 3 millones de especies que constituyen el 25% de todas las especies de peces marinos. La explotación de los arrecifes da lugar a una pesca de proximidad considerable, incluso a una sobrepesca que, en ese caso, amenaza su supervivencia.

Los arrecifes son con frecuencia protegidos por las poblaciones que los mantienen siguiendo usos y costumbres tradicionales.

Pocos medios rivalizan con los arrecifes en cuanto a cualidades estéticas, especialmente de formas y colores. Todos los grandes grupos zoológicos están representados en su diversidad: crustáceos, equinodermos (como erizos de mar con púas muy

desarrolladas (*Diadema palmeri*), estrellas de mar, moluscos de conchas diversas, pulpos, esponjas multicolores, anémonas de mar, gorgonias, bancos de pequeños peces, coloridos acantúridos o peces cirujano (*Paracanthurus hepatus*, *Zebrazoma flavescens*), mandarín o peces ángel.

Esta belleza genera actividades lucrativas, a menudo depredadoras, destinadas a la piscicultura, a la decoración de acuarios, a las demandas de los coleccionistas, a los mercados de recuerdos turísticos. Estas actividades han recurrido a prácticas de pesca destructivas para el entorno: pesca con cianuro (para capturar a los peces con vida) o con explosivos (que acaba con un número importante de presas y destruye el coral).

Los hábitats de alta mar y la cuestión de la pesca

Aunque los mares y los océanos ocupan aproximadamente el 71% de la superficie de nuestro planeta, la inmensidad marina solamente reúne en la actualidad el 15% de las especies conocidas; es decir, algo más de 240.000 especies. Esto se explica por el hecho de que la vida de los mares, no obstante de gran diversidad, es todavía desconocida en gran medida ya que la biodiversidad marina es de muy difícil acceso.

Sin embargo, las profundidades oceánicas están pobladas. En ellas los animales son menos abundantes en número que en las capas superiores que absorben el calor de los rayos solares. En las profundidades hace mucho frío y la presión del agua es muy grande. Los alimentos escasean, ya que ninguna planta puede vivir sin fotosíntesis.

Así pues, los animales que habitan en esos lugares están adaptados a una vida cazadora: congrio, calamar abisal, pez dragón.

En la base de las cadenas tróficas de los fondos marinos, está la caída ininterrumpida de restos y residuos animales y vegetales procedentes de las capas superiores. Los necrófagos se alimentan de ellos antes de ser devorados por sus depredadores. Durante las últimas décadas, la prospección biológica y farmacológica de la biodiversidad marina profunda, en concreto en las proximidades de los montes submarinos en los que la biodiversidad es elevada, ha permitido el descubrimiento de invertebrados inauditos, fósiles vivientes, uno de los cuales, un crinoideo (*Gymnochrinus richeri*), ha permitido aislar compuestos activos *in vitro* contra el virus del dengue, enfermedad tropical muy extendida. La exposición *Biodiversité & Humanité* recuerda a este respecto: "De 18.000 sustancias procedentes de organismos marinos, el 15% han permitido aislar nuevas moléculas activas. Al día de hoy, sólo se ha analizado el 1% de la composición química de las especies marinas inventariadas". Los investigadores saben por

De 0 a 200 metros de profundidad, en la zona fótica (que se caracteriza por la presencia de luz solar) o plataforma continental, los océanos o los mares están poblados por un gran número de animales marinos.

De arriba hacia abajo y de izquierda a derecha:

Dragón de mar. © UNESCO / Instituto Oceanográfico Scripps, UC San Diego

Anémona. Atolón Baa, Maldivas. © UNESCO / Instituto Oceanográfico Scripps, UC San Diego

Ballena. © UNESCO / Instituto Oceanográfico Scripps, UC San Diego



experiencia que la fauna de las profundidades es fuente de medicamentos potenciales, por lo que es importante preservarla y proteger el acceso a ella, así como apoyar los esfuerzos de la investigación.*

El AZT, medicamento sintético utilizado contra el virus del SIDA, se extrae de las moléculas secretadas por una esponja del Caribe. En la actualidad la especie se encuentra en peligro.

De 0 a 200 metros de profundidad, en la zona fótica (que se caracteriza por la presencia de luz solar) o plataforma continental, los océanos o los mares están poblados por un gran número de animales marinos: mamíferos (delfines, marsopas, ballenas); calamares y pulpos; peces que en su mayoría tienen un esqueleto óseo (desde el bacalao al pez espada); también hay una pequeña proporción de especies cartilaginosas como los tiburones y las rayas. Todos son excelentes nadadores para poder desplazarse en las corrientes de la superficie.

En la zona mesopelágica, que va desde aproximadamente los 200 hasta los 1.000 metros de profundidad, la temperatura desciende y la penumbra se instala progresivamente. En esta zona solamente se encuentran comunidades de especies adaptadas a vivir en esas profundidades.

El fitoplancton (plancton vegetal) juega un papel fundamental para todas las especies marinas. Compuesto por multitud de diatomeas, algas unicelulares y cianobacterias, el fitoplancton es la base de las cadenas tróficas oceánicas. En opinión de los investigadores que participaron en la obra colectiva del organismo francés CSPBN (Consejo científico del patrimonio natural y la biodiversidad): *La biodiversité, les réseaux de la vie (La biodiversidad, las redes de la vida)*, "un mililitro de agua de mar podría contener 100.000 microalgas, de 0,5 a 1 millón de bacterias y 10 millones de virus".

El fitoplancton proporciona alimento al zooplancton, formado por animales planctónicos: copépodos (crustáceos de unos pocos milímetros), krill, larvas; que a su vez sirven de alimento para arenques, anchoas y otros peces pequeños, que son la presa de organismos más grandes.

En la cima de la cadena se encuentran los carnívoros mayores: orcas, tiburones, atunes de gran tamaño, que están a salvo de la mayor parte de los demás depredadores (con la excepción del hombre), pero que, indirectamente, obtienen su energía del fitoplancton.

En las últimas décadas se ha podido observar una disminución de las poblaciones de varias especies de tiburones debido a la pesca intensiva (atractivo alimenticio de la carne de tiburón, en especial sus aletas) y a la eliminación antiguamente gratuita (por una mala evaluación de su pretendida peligrosidad para el hombre, en gran parte imaginaria). Su disminución ha provocado una superpoblación de sus presas, en particular de varias especies de rayas de gran tamaño y de pequeños tiburones, que ha causado el descenso de las poblaciones de vieiras y de almejas en América del Norte, lo cual pudo ser desastroso, concretamente en 2003, para el comercio de mariscos (ver ídem *La biodiversidad, las redes de la vida*).

La presencia de los grandes depredadores es, en los ecosistemas oceánicos, una condición importante para el equilibrio de dichos ecosistemas, y su eliminación, supone un factor importante de degradación de los mismos.

El mar y su extraordinaria biodiversidad han alimentado a las poblaciones humanas desde tiempo inmemorial.

En África y, muy a menudo, en muchas regiones asiáticas, el pescado es la principal fuente de proteínas. Por esta importante razón, la pesca es una actividad

* Ver sobre este punto

Parte 3, El Protocolo de Nagoya (p. 177)

Un mililitro de agua de mar podría albergar 100 000 microalgas, de 0,5 a 1 millón de bacterias y 10 millones de virus

La cantidad de pescado capturado en 2012 equivalió a unas 158 millones de toneladas de acuerdo con la FAO.

Mercado de pescado. Nepal. © Lawrence Hislop / UNEP Grid-Arendal

Venta de pescado. Groenlandia. © Peter Prokosch / UNEP Grid-Arendal



de primer orden para la seguridad alimentaria de la humanidad.

Sin embargo, la sobreexplotación de los océanos generada por la pesca actual amenaza a este recurso vital. Antes de volver sobre el estado de degradación de los ecosistemas oceánicos, resulta oportuno plantear la cuestión de la evolución de la pesca.

La cantidad de pescado capturado en 2012 equivalió a unas 158 millones de toneladas de acuerdo con la FAO.

El potencial de pesca oceánica ha alcanzado su punto máximo en numerosos puntos del globo. Es urgente aprender a gestionar los recursos alimenticios marinos para garantizar la existencia a largo plazo de las actividades pesqueras.

* Ver sobre este punto

Vol. 2, Act. 9, Tabla de la agro-diversidad, ¿una fábrica de producción sostenible? (p. 49).

Con dicho fin, se distinguen dos prioridades esenciales:

- 1) Evitar el declive de especies actualmente explotadas (los volúmenes pescados rebasan la producción anual), sin las cuales los ecosistemas no pueden mantenerse.
- 2) Aprender a comer pescado sin diezmar los océanos, lo cual es recomendable si queremos seguir comiendo pescado.

Según la FAO, el 75% de las reservas mundiales de especies de peces silvestres están en peligro. En esa situación se hallan no solamente el atún o el pez espada, sino también el bacalao, la merluza, la platija, el lenguado, el rodaballo e incluso la anguila y la vieira. No se debe ejercer una demanda apremiante sobre las especies en estado silvestre, sino moderar su consumo y dar preferencia a las especies que no son objeto de sobrepesca, o a aquellas de cría controlada como: la gamba gris, el carbonero, la ostra o el arenque.*

4. Los numerosos servicios que proporcionan los ecosistemas acuáticos y su estado de degradación

Los ecosistemas acuáticos no nos proporcionan solamente productos vegetales, animales y minerales; también nos proporcionan importantes servicios ecológicos, todavía poco estudiados pero de gran diversidad, como la retención y el transporte de sedimentos y de materias nutritivas, el control de las crecidas o la depuración del agua.

En la actualidad se comprende mejor el valor económico de los servicios ecosistémicos

proporcionados a las diferentes sociedades humanas por las zonas acuáticas –en gran parte gracias al informe de las Naciones Unidas citado anteriormente *Evaluación de los Ecosistemas del Milenio* (Millennium Ecosystem Assessment) que, en 1997, contabilizó dicho valor en 15.000 billones de dólares–. Sin embargo, multitud de señales inquietantes y reiterativas muestran que los ecosistemas acuáticos desaparecen a un ritmo mucho más rápido que otros tipos de ecosistemas.

Los ecosistemas costeros, ya sean estuarios, deltas, pantanos, manglares, etc., actúan como zonas de almacenamiento de los sedimentos transportados por los ríos.

Río Hugli, India. © Imagen cortesía de la NASA, Observatorio de la Tierra

El Río Nilo alimenta el lago Nasser. © Imagen cortesía de la NASA, Observatorio de la Tierra



Al estudiar la contribución de los humedales y de las zonas acuáticas al funcionamiento de los sistemas naturales, permite delimitar mejor cuáles son los aspectos de las actividades humanas, a menudo

motivadas por el atractivo de beneficios a corto plazo, que continúan provocando la destrucción y la degradación de dichas zonas en todo el mundo.

Los servicios de apoyo y de regulación

Con sus múltiples vínculos e interacciones, los ecosistemas costeros, ya se trate de estuarios, deltas con sus formaciones vegetales de marismas, praderas inundables o de bosques costeros, son zonas de almacenamiento de los sedimentos transportados por los ríos. Como los sedimentos están naturalmente enriquecidos por materias nutritivas, estas áreas son eslabones esenciales en el funcionamiento del ciclo de los nutrientes, al permitir su acumulación, pero también, su absorción a través de la cadena de los seres vivos.

En la interfaz de la tierra y el mar, estos lugares concentran, en efecto, la aparición de la vida, el paso de la energía a la materia. Aseguran un servicio de apoyo evidente a los ecosistemas al brindar hábitats naturales y fuentes de alimentación a una gran parte de los organismos acuáticos existentes, ya sean marinos, costeros, adaptados al agua salobre o al agua dulce.

Las formaciones vegetales de los ecosistemas costeros (manglares, bosques en ocasiones muy densos que se extienden por las ciénegas, por las marismas herbosas y los arrecifes de coral) llevan a cabo un servicio de regulación significativo en materia de prevención de las catástrofes naturales: protegen nuestras costas.

Al formar barreras contra las tempestades costeras y los maremotos, protegen las costas de los ciclones.

El Convenio Ramsar lo indica claramente en varios informes: las raíces de las plantas de los ecosistemas costeros “cimentan el litoral, ofrecen resistencia a la erosión eólica y a la abrasión de las olas y proporcionan una barrera física que frena las ondas de las tempestades y de los maremotos, reduciendo su altura y su fuerza destructiva”.

Tras el violento tsunami ocurrido en diciembre de 2004 en Tailandia, se reconoció que las regiones cuyos ecosistemas costeros estaban menos dañados por modificaciones antropogénicas, estuvieron mejor protegidas contra la fuerza del maremoto.

En los ecosistemas costeros, por otra parte, las plantas de las marismas -que se propagan gracias a sus rizomas bajo tierra y forman rápidamente nuevas matas- almacenan el carbono que se acumula en los sedimentos turbosos de las marismas saladas. Estas formaciones vegetales participan en la atenuación de los efectos de los cambios climáticos al reducir los niveles generales de gases de efecto invernadero que penetran en la atmósfera.

Según la *Perspectiva Mundial sobre la Diversidad Biológica (GBO3)*, se calcula que en Estados Unidos “a pesar de su superficie restringida, las salinas absorben más de una quinta parte de la totalidad del carbono almacenado por todos los ecosistemas”.

Entre los ecosistemas de aguas continentales los ríos y sus cuencas hidrográficas canalizan de forma natural y almacenan grandes cantidades de aguas superficiales.

Las zonas húmedas contribuyen a regular las inundaciones al formar zonas de retención y almacenamiento de las aguas de escorrentía.

Pantano de Bukta, Lituania. © UNESCO / Vytautas Knyva

Las formaciones vegetales de los ecosistemas costeros llevan a cabo un servicio de regulación significativo en materia de prevención de las catástrofes naturales: protegen nuestras costas.

Manglar, Kenia. © Peter Prokosch / UNEP Grid-Arendal



De manera general, "la cantidad de carbono almacenada anualmente por los hábitats costeros recubiertos de vegetación, como los manglares, salinas y los herbarios marinos, comprende entre 120 y 139 millones de toneladas, el equivalente al total de las emisiones anuales de gases de efecto invernadero de Japón".

Entre los ecosistemas de aguas continentales, los ríos y su cuenca hidrográfica canalizan y almacenan de forma natural, enormes cantidades de agua superficial. Ya hemos visto hasta qué punto el agua de las cuencas fluviales que se filtra a través de los suelos y las rocas, contribuye a restaurar el nivel de los acuíferos y a suministrarnos agua dulce.

Los ríos, además de satisfacer una demanda creciente debido al aumento demográfico y a las necesidades constantes de la agricultura de regadío, son ingeniosas canalizaciones naturales que permiten regular el caudal de agua a través de su red. Incluso si las aguas de escorrentía se desbordan con frecuencia de su cauce principal, los ríos pueden contener a menudo estas aguas fangosas y las crecidas, impidiendo las inundaciones cuando llueve con intensidad.

Los ríos juegan otra función importante no sólo en el almacenaje sino también en el transporte de sedimentos. Arroyos y luego ríos se unen para formar y transportar vastas cantidades de sedimentos a través del paisaje. Se puede decir que el estado de fertilidad de los estuarios o de los ecosistemas costeros se debe a la calidad de las aguas de los ecosistemas fluviales situados río arriba. Es decir, la diversidad de los ecosistemas

costeros depende de las conexiones que se forman entre las diferentes partes de la cuenca hidrográfica, desde que nace hasta que los ríos desembocan en el mar, y a medida que el agua, los sedimentos y los nutrientes circulan por distintas zonas.

Cualquier perturbación del caudal de los ríos repercute en el transporte de los sedimentos, en la alimentación de las especies, en la migración de los peces y en el conjunto de la diversidad biológica de las aguas dulces y su sistema fluvial.

Los humedales o extensiones de agua interiores (lagos, estanques, charcas) contribuyen a la regulación de las inundaciones al constituir auténticas cuencas de retención y de almacenaje de los flujo de agua.

Además, los humedales juegan un papel importante en el control de la contaminación, proporcionando un servicio de saneamiento natural de las aguas.*

Gracias a los vegetales que funcionan como **filtros biológicos**, los humedales funcionan como verdaderas estaciones de depuración natural al retener los contaminantes contenidos en los sedimentos, los suelos y la vegetación. Se aprovecha la capacidad de evaporación de los vegetales **macrofitos** como las cañas (*Phragmites*), los hidrofitos o las plantas de agua libres, y de los vegetales **microfitos** como las algas unicelulares.

La mayoría de estos vegetales absorben al alimentarse, a través de las paredes celulares de sus tallos y hojas, los

* Ver sobre este puntos

Vol. 2, Act. 7 El juego de las especies, los servicios y los productos (p. 35).

A finales de los noventa, la ciudad de Nueva York destinó 1.5 millones de dólares a la compra de terrenos y a la protección de humedales de la cuenca hidrográfica para utilizarlos en la depuración natural de las aguas públicas.

Nueva York. © Derek Jensen, Dominio público



componentes contaminantes –fósforo y nitrógeno–, nutrientes que se encuentran en cantidad excesiva.

En **biorremediación**, estos vegetales son de interés pues sirven de apoyo a numerosos organismos microscópicos, como las bacterias aerobias (simbiontes bacterianos de las plantas) que eliminan los compuestos carbonados al utilizar esta materia orgánica como fuente de carbono y de energía.

El valor económico de la función de depuración de las zonas húmedas puede ser enorme, si se utilizan por ejemplo, en el tratamiento de las aguas residuales urbanas e industriales para eliminar la contaminación orgánica soluble (azúcares, grasas, proteínas).

A finales de los noventa, la ciudad de Nueva York destinó 1.5 millones de dólares a la compra de terrenos y a la protección de humedales de la cuenca hidrográfica para utilizarlos en la depuración natural de las aguas públicas.

Los océanos y los entornos de las aguas profundas, aseguran numerosos servicios ecosistémicos. Proporcionan, tal como hemos visto, recursos alimenticios variados, recursos genéticos preciosos e inexplorados para la elaboración de medicamentos, recursos minerales que abren nuevas perspectivas de aprovisionamiento a partir de “pedruscos” ricos en metales, fuentes de manganeso, de cobre, de níquel o de cobalto.

Estos ecosistemas interactúan con la atmósfera y participan en la regulación del clima.

La superficie oceánica es la fuente esencial de agua atmosférica que, a través de la evaporación provocada por la energía solar y la condensación, hace posible que se complete de forma permanente el ciclo del agua. Además, el océano calienta la atmósfera gracias a su capacidad para almacenar el calor, y la humedece a través de la evaporación. La atmósfera dulcifica el océano con la aportación de las lluvias (agua dulce) y lo pone en movimiento con la acción de los vientos.

Desde hace muchas décadas, los gases emitidos por las actividades humanas (gas carbónico, metano) interceptan una parte de los rayos infrarrojos emitidos por la Tierra; el calor así acumulado genera un recalentamiento de la temperatura atmosférica y un aumento global de la temperatura terrestre. El océano puede absorber una gran parte del gas carbónico de la atmósfera, así como una parte del calor provocado por el efecto invernadero.

Pero, sobre todo, los océanos son preciosos pozos naturales de carbono que es asimilado por la intermediación del plancton, de los corales y de los peces, y transformado más tarde en roca sedimentaria (que se acumula sobre los fondos marinos) o en roca biogénica (presente en la base de los esqueletos y de las conchas calcáreas).

Al igual que los árboles, el fitoplancton marino utiliza la fotosíntesis para extraer el carbono del CO_2 y emite enormes cantidades de dióxígeno (O_2), ya que suministra la mitad de las necesidades de los seres vivos heterótrofos. Con los azúcares del carbono transformados en materia vegetal, el fitoplancton se

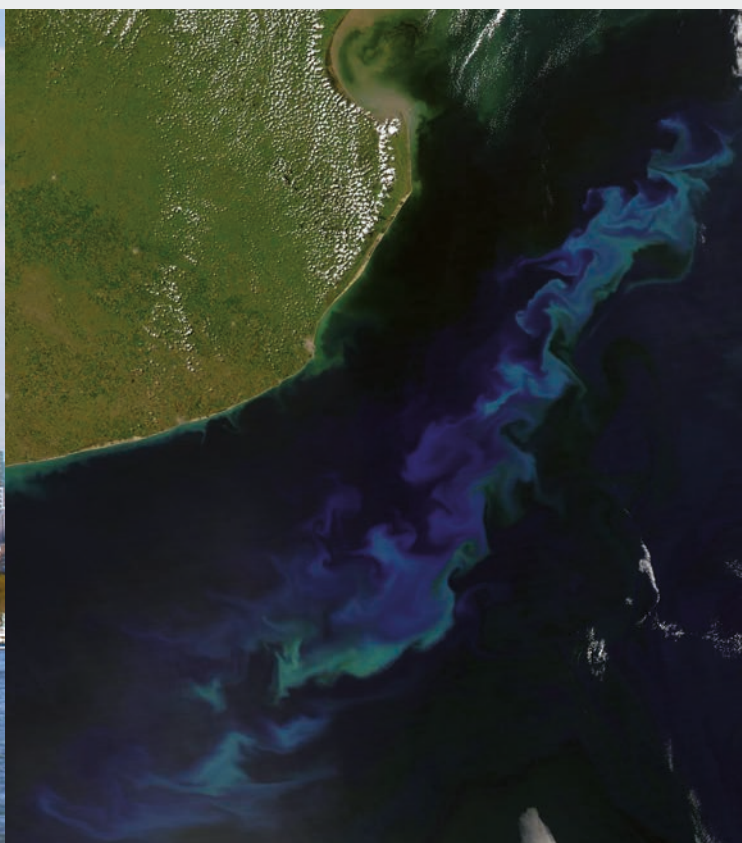
Los océanos forman pozos naturales de carbono gracias al fitoplancton, el cual extrae el carbono del CO_2 por medio de la fotosíntesis.

Fitoplancton en las costas de Argentina (en azul claro).

© Imagen cortesía de la NASA, Observatorio de la Tierra

Los océanos, que cubren el 71% de la superficie terrestre, contribuyen al ciclo del agua y a la regulación de la temperatura atmosférica.

La Tierra, el “Planeta Azul”. © Imagen cortesía de la NASA, Observatorio de la Tierra



ubica en la base de las cadenas alimenticias oceánicas, tal y como hemos visto. En un contexto más amplio, el mecanismo de captación de carbono disuelto en el agua o retenido por el plancton y los corales,

es fundamental para la eliminación del CO₂ en la biosfera, sin embargo este mecanismo se encuentra seriamente deteriorado.

El preocupante estado de degradación de los ecosistemas acuáticos

En todas las regiones del mundo, los ecosistemas de aguas continentales han sido transformados o alterados en mayor medida que ningún otro tipo de ecosistema durante los últimos cincuenta años. Resulta igualmente preocupante el estado de los ecosistemas marinos y de los hábitats de aguas profundas que han sufrido directamente el impacto y los daños de las actividades relacionadas con la pesca, o causadas por las repercusiones de nuestros sistemas de producción (la acidificación de los océanos debido al incremento de CO₂ de origen antropogénico en el agua).

La conversión de humedales, lagos, llanuras inundables, marismas, pantanos, manglares para satisfacer las necesidades de la acuicultura, instalar nuevos complejos costeros o el drenado para recuperar tierras agrícolas, ha provocado la fragmentación y la destrucción de hábitats naturales vinculados a la biodiversidad acuática.

La superficie de los humedales situados en regiones costeras o interiores se ha reducido considerablemente: según la *Perspectiva Mundial sobre la diversidad biológica (GBO3)*, entre el 56 y el 65% de los sistemas hídricos continentales y de las zonas húmedas propicias para la intensificación de la producción agrícola fueron desecados antes de 1985 en Europa, entre ellos, el 73% de los pantanos situados

en el norte de Grecia y el 60% de la superficie original de los humedales de España.

Como bien se resume en el informe de la *Evaluación de los Ecosistemas del Milenio*, los pantanos se perciben muy a menudo como terrenos desperdiciados, resumiendo su valor a los cultivos que en ellos se podrían explotar si fueran drenados.

Las actividades acuícolas, concretamente la cría de mariscos, también han provocado la destrucción de ecosistemas costeros preciosos como los manglares, de los que se calcula se han destruido el 35%. Más de un tercio de estas destrucciones son directamente atribuidas a la cría intensiva de gambas, concretamente en Tailandia. Esta actividad contamina el medioambiente debido al uso masivo de abonos, pesticidas y de antibióticos; además, no es sostenible ya que el uso prolongado de un estanque provoca la formación de un lodo tóxico en el fondo, procedente de los excrementos y de alimentos no absorbidos. Como dicho lodo no puede ser completamente eliminado por vaciado, los estanques utilizados como criaderos intensivos son a menudo abandonados, dejando zonas sin cultivar.*

La implantación de cultivos no es el único factor de pérdida de hábitats naturales costeros. En Francia durante los años 80, la expansión urbana hacia las

* Ver sobre este punto

Vol. 2, Act. 9, Tabla de la agro-diversidad, ¿una fábrica de producción sostenible? (p. 49).

Las actividades acuícolas, concretamente la cría de mariscos, también han provocado la destrucción de ecosistemas costeros preciosos como los manglares, de los que se calcula se han destruido el 35%.

Granjas camaroneras (las parcelas son las zonas de color azul), Ecuador. © Imagen cortesía de la NASA, Observatorio de la Tierra



costas para construir estacionamientos, construir con hormigón, etc., destruyó grandes porcentajes del litoral francés y de los humedales preexistentes.

En relación con los ecosistemas costeros, se indica en el GBO3 que el 40% del caudal de los ríos a escala mundial se encuentra hoy en día interceptado por grandes presas, y que 1/3 de los sedimentos destinados a las zonas costeras nunca llegan a ellas. Los ríos Nilo en África, Colorado en Estados Unidos y el río Amarillo en China, ya no llegan regularmente al océano.

Estas perturbaciones tienen consecuencias muy importantes sobre la migración de los peces, sobre la diversidad de las formas de vida acuática y de los organismos de los entornos de la interfaz tierra/mar que se ven afectados por las bajas cantidades de nutrientes naturales que reciben.

En la cuenca hidrográfica del Mississippi, a la altura del Golfo de México, se puede lamentar igualmente la creación de una "zona muerta" de varios miles de km², muy pobre en oxígeno e incapaz de mantener la vida animal, como resultado del exceso de nutrientes procedentes de compuestos nitrogenados de vertidos industriales y agrícolas.

Las cuencas fluviales no han sido suficientemente protegidas a escala mundial.

El informe de la *Evaluación de los Ecosistemas del Milenio* señaló que, desde 1960, la cantidad de agua retenida en las presas se ha cuadruplicado y que los depósitos artificiales contienen en la actualidad más agua de la que discurre naturalmente en los ríos.

Por una parte, los cursos de agua son desviados, reduciendo su caudal de forma considerable (en el

mismo transcurso de tiempo, la cantidad de agua retenida para la irrigación, para la industria y para satisfacer las necesidades de la población se ha duplicado); por otra parte, los cursos de agua están fragmentados lo cual tiene un impacto negativo en los seres vivos pues sus hábitats naturales, situados tanto río arriba como río abajo, también se encuentran divididos. Solamente un pequeño porcentaje de los 292 grandes redes fluviales en el mundo no han sido afectadas por el impacto de las presas.

Tal como se indica en la Perspectiva Mundial sobre la Diversidad Biológica (GBO3), los ríos más fragmentados se encuentran en las regiones industriales, como la mayor parte de Estados Unidos y Europa, y en los países o regiones muy poblados (China, Egipto).

Esta fragmentación de los ecosistemas a lo largo de los cursos de agua está teniendo un efecto desastroso en la vida biológica, impactando entornos tanto aguas arriba como aguas abajo.

Así, los efectivos de las especies de aguas dulces interiores han descendido dramáticamente en el caso de los esturiones, anguilas, lucios, salmones, anfibios, etc. presentes en Europa, mientras que, aunque cubren menos del 1% de la superficie terrestre, los hábitats de agua dulce albergan una biodiversidad única: 25% de los vertebrados descritos y más de 100.000 especies animales y más de 2.000 plantas micrófitos.

Otro factor de degradación de las cuencas fluviales es la contaminación.

Los cursos de agua se ven afectados por numerosas fuentes de contaminación: accidentales o naturales; residuos arrastrados por las fuertes lluvias; vertidos industriales, compuestos la mayor parte de las veces



El 40% del caudal de los ríos a escala mundial se encuentra hoy en día interceptado por grandes presas.

Presa de Emosson, Suiza. © Mike Bean
CC BY 2.0

por metales pesados e hidrocarburos; vertidos agrícolas con residuos de nitratos, fosfatos, pesticidas, abonos nitrogenados y los procedentes de la ganadería, que pueden generar una contaminación bacteriológica del agua llegando hasta las capas freáticas.

Según se indica en el *GBO3*, si bien el tratamiento de las aguas residuales y la gestión de los vertidos industriales ha permitido mejorar la calidad del agua de numerosos ecosistemas hídricos continentales –gracias a la fitorremediación o descontaminación de los suelos y a la interacción entre las plantas, el suelo y los microorganismos que funcionan muy bien descomponiendo las cantidades excesivas de compuestos orgánicos o inorgánicos. Sin embargo, la contaminación de origen agrícola, a veces de carácter individual, sigue siendo un problema importante en numerosas regiones del mundo.

Resulta difícil obtener informaciones fiables sobre las variaciones de la calidad del agua consumida por las poblaciones de los países en vías de desarrollo en los que las necesidades de agua son importantes.

El acceso al agua dulce y salubre que, por otra parte, está desigualmente distribuida en el planeta y que no es igualmente fácil de conseguir en todas partes, se convierte en un problema cada vez más crítico para la supervivencia de numerosas especies incluidos los seres humanos.

En algunas partes del mundo como en el Oriente Medio, el agua extraída para el riego supera la cantidad que los ríos pueden proporcionar. La diferencia se extrae entonces de las aguas subterráneas, no renovable. A este problema se añaden: la salinización (como consecuencia de la deforestación, la irrigación y el drenaje), la eutrofización (un desequilibrio causado por la sobrecarga de fosfatos y nitratos en el agua). La

escasez de agua se convierte en un problema muy preocupante y muchas especies sufren de estrés hídrico, especialmente el ganado.

El análisis de la *Perspectiva Mundial sobre la Diversidad Biológica (GBO3)* es claro en este punto: el agotamiento y la contaminación de los recursos hídricos de importancia económica, han alcanzado un punto de no retorno y la eventualidad de un futuro desprovisto de sistemas fiables de recursos de agua se ha convertido en una perspectiva real en algunas partes del mundo.

Si los ecosistemas de agua dulce se enfrentan a un problema cada vez mayor de contaminación, lo mismo sucede con mares y océanos.

La acidificación de los océanos remite al fenómeno de disminución progresiva del pH (potencial de hidrógeno), que se convierte en ácido en lugar de ser neutro. Este fenómeno se explica sobre todo por una concentración creciente de carbono disuelto y luego absorbido en el medio marino, cuyo origen proviene de las emisiones de dióxido de carbono causadas por la combustión de carburantes fósiles así como por las calefacciones y los diferentes tipos de combustión o fermentación industrial.

Esta contaminación es altamente nociva para los hábitats y las especies marinas. Dificulta la formación de carbonato de calcio, lo cual afecta a las poblaciones de crustáceos y de moluscos en el proceso de fabricación de su esqueleto calcáreo. Los arrecifes de moluscos y crustáceos juegan sin embargo un papel indispensable en el filtrado de agua del mar.

Pero, sobre todo, la acidificación de los océanos afecta a los corales, que siguen decreciendo a un ritmo alarmante, lo cual plantea un problema, ya que se sabe

La sobreexplotación de los recursos es la principal presión directa sobre los ecosistemas marinos.

Bote de pesca abandonado. © C. Madzak, INRA



que la cobertura coralina absorbe grandes cantidades de CO₂ atmosférico. Según el *GBO3*, la cubierta coralina dura en el Caribe ha sufrido una regresión media del 50 al 10% en el transcurso de las tres últimas décadas. La acidificación provoca el blanqueamiento del coral debido a la expulsión del alga zooxantella, con la cual vive en simbiosis (ver más arriba). Al no soportar el medio ácido y debido al aumento de la temperatura, el animal expulsa a su simbiote, pierde su color y acaba deteriorándose. Por otra parte, la disminución de la calcificación le perjudica igualmente.

La sobreexplotación de los recursos es sin embargo la principal presión ejercida sobre los ecosistemas marinos. Desde los años 50 hasta finales de los años 90, el volumen de las extracciones haliéuticas (procedentes de la pesca) se ha multiplicado por 4. En consecuencia, se constata actualmente que, a pesar del incremento de los esfuerzos pesqueros, el volumen total de capturas ha disminuido, lo cual indica que numerosas reservas de peces marinos ya no tienen la capacidad de regenerarse.

La razón principal de la disminución de las reservas de peces marinos, es la práctica de artes de pesca destructivas de las flotas de pesca que tienen por objetivo la rentabilidad y el beneficio inmediato de la explotación. Hay que añadir a esto el uso inherente de técnicas y de materiales modernos como la pesca con red de arrastre y el uso de equipos móviles de pesca que tienen un impacto sobre el ecosistema marino similar al de la tala indiscriminada en los bosques.

En menor proporción, la pesca de captura continental utiliza métodos de pesca que permiten capturar una multitud de especies al mismo tiempo, conduciendo al incremento constante de captura (por un total de 9.2 millones de toneladas en 2004, según *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2006* de la FAO). Esto implica

la captura de especies sin interés comercial, que terminan por morir sin ser utilizadas. A esto se suma la elección sistemática de especies particularmente apreciadas que ha conducido al decrecimiento de poblaciones de ciertas especies como la tilapia en las cuencas fluviales africanas.

En relación con los ecosistemas de alta mar, la pesca intensiva de especies específicas, como los grandes depredadores (tiburones, peces espada, atunes gigantes) es claramente una de las principales causas de degradación. La *Perspectiva Mundial sobre la Diversidad Biológica (GBO3)* indica que, en el 2007, el 14% de las reservas de especies de peces evaluados habían sido destruidas. Ahora bien, hay que entender por reservas todas las especies de peces concentradas en una zona de pesca. Se constata así que el declive de las reservas se manifiesta particularmente en las zonas en las que han sido capturados los grandes depredadores. Esta captura selectiva provoca un desequilibrio en las poblaciones de especies que no pueden regenerarse fácilmente sin los depredadores, ya que estas especies depredadoras juegan un papel de control esencial en las cadenas alimenticias oceánicas. El ecosistema, cuando las comunidades de especies pierden su equilibrio, se torna menos productivo en algunas regiones. Por ejemplo, en el Mediterráneo, la extensión de las zonas de pesca se ha expandido hacia zonas en las que las reservas de peces no están afectadas por la captura de sus grandes depredadores.

Estudios recientes sobre las condiciones que son necesarias para la regeneración de las reservas preconizan la transformación de las flotas y del material de pesca, y la creación de áreas marinas protegidas. Los cambios en la gestión de la pesca de algunas regiones han contribuido al desarrollo de prácticas sostenibles.

Un stock se refiere a todas las especies de peces que se agrupan en una zona de pesca.

Desde los años 50 hasta finales de los años 90, el volumen de las extracciones haliéuticas (procedentes de la pesca) se ha multiplicado por 4.

Mercado de pescados. © C. Maitre, INRA



La contribución de la biodiversidad a los servicios de apoyo

Los servicios de apoyo proporcionados por los ecosistemas son los servicios necesarios para la producción del resto de servicios. Mantienen las condiciones favorables para la vida en la Tierra, ya sea mediante la formación de los suelos, el ciclo de los elementos nutritivos, la producción de biomasa, la oferta de hábitats naturales, la retención y el transporte de sedimentos, la producción de dióxígeno atmosférico, el ciclo del agua y el del carbono.

La biodiversidad influye constantemente sobre estos procesos clave vinculados al funcionamiento de los ecosistemas terrestres y acuáticos, y en primer lugar sobre la constitución de los suelos.

Resulta útil recordar que la diferencia entre regiones y entre biomas, en materia de procesos clave vinculados a los ecosistemas, se debe en primer lugar, a diferencias de clima y de disponibilidad de

recursos, como los recursos hídricos, que condicionan el índice de humedad del suelo y su capacidad de fertilización natural.

La biodiversidad, y en concreto su degradación, puede tener un impacto a largo plazo sobre los servicios de apoyo proporcionados por un ecosistema, ya que reduce su capacidad para adaptarse a las intensas perturbaciones ecológicas.

La formación de suelos inicia con minerales expuestos, pero biodegradables.

1. Formación de los suelos

En el origen de la formación de los suelos se encuentran la materia mineral, roca o sedimentos que quedan descubiertos. Dicho sustrato, cuando queda expuesto, es duro pero puede degradarse.

Las primeras transformaciones se deben a la acción del clima (sucesión de las heladas, deshielo, calor), al agua a la atmósfera, que interactúan directamente con la roca (granítica, calcárea) para transformarla y degradarla.

Sobre los afloramientos de roca viva, las primeras y a veces únicas plantas que se instalan son los líquenes, capaces de vivir sin suelo, pero que producen ácidos capaces de desagregar la roca en superficie.

Se denomina **erosión bioquímica** a la acción de las raíces menores que se deslizan en los intersticios y que, mediante sus secreciones, degradan los minerales.

Los productos de la degradación mineral se mezclan con los productos de la degradación vegetal para formar un suelo espeso allá donde antes no había más que roca al descubierto.

Este proceso es muy lento, sólo al cabo del tiempo las plantas consiguen establecerse sobre los restos amontonados.

Los productos de la degradación mineral se mezclan con residuos vegetales para formar un suelo espeso, en donde antes sólo había roca desnuda.

Hormiga.

© Remulazz CC BY-SA 3.0



2. Reciclaje de la necromasa

El suelo es, sin embargo, una matriz compleja.

La vegetación proporciona restos vegetales que forman una capa de materia orgánica, llamada **lecho**, que cubre el suelo y provoca la erosión de la roca debido a su degradación. Pero la materia orgánica de este lecho no está compuesta solamente de ramas, hojas, frutos y raíces procedentes de vegetales muertos, sino que también se compone de cadáveres de insectos, de animales, de excrementos, de mucosidades, de restos de mudas, formando una capa de diversos restos producidos por los seres vivos: la necromasa o materia orgánica muerta, por oposición a la biomasa, que es materia orgánica viva.

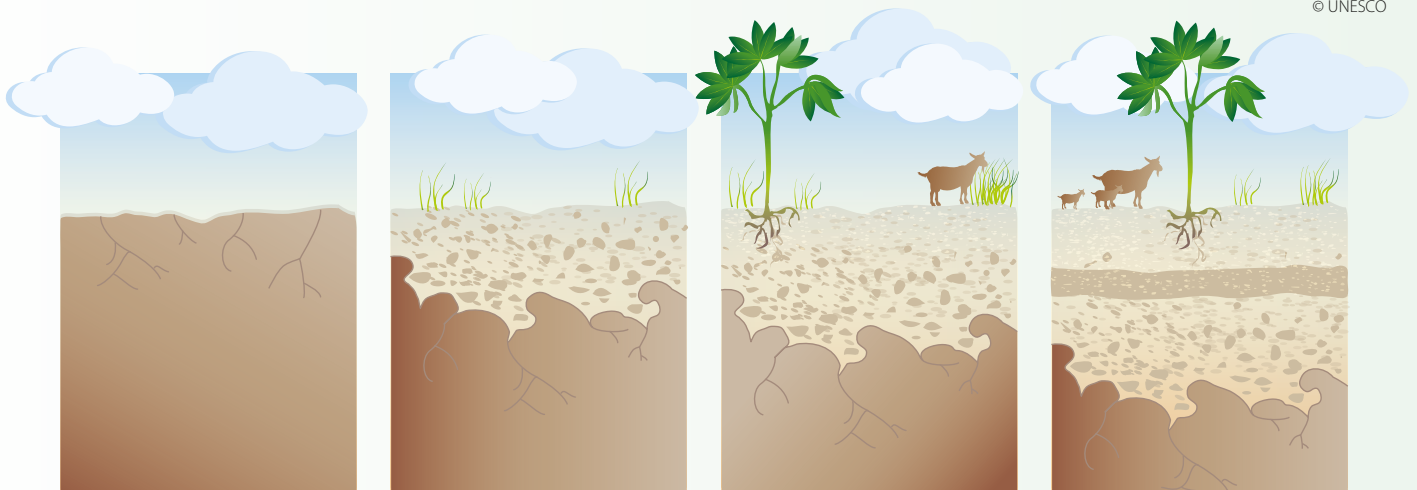
La **necromasa** juega un papel importante en la fertilidad del suelo y en el ciclo de los nutrientes. Es descompuesta y reciclada por la acción de una cadena de organismos (insectos, pequeños animales, hongos y microorganismos) que viven en el suelo o en su superficie, produciendo así el humus y los compuestos minerales.*

*** Ver sobre este punto**

Vol. 2, Act. 10, Escritura de guiones divergentes a partir de los servicios de apoyo y de regulación (p. 56).

FIGURA 29: FORMACIÓN DE SUELOS

© UNESCO



1. Transformación de la materia mineral por la acción del clima

2. Los primeros líquenes producen ácidos capaces de fragmentar la roca de la superficie

3. Los productos de la degradación mineral se mezclan con los desechos vegetales y forman un suelo espeso

4. Cuando los líquenes mueren, sus restos se incorporan a las partículas minerales y forman un medio adecuado para que las especies vegetales puedan desarrollarse

Entre los **descomponedores** podemos citar: un hongo que puede cubrir rápidamente con sus filamentos micélicos el cadáver de un grillo; a las hormigas, que pueden diseccionar grandes trozos, ramitas o granos; a los insectos necrófagos, como ciertos dípteros o coleópteros especializados en cadáveres; a los coprófagos, eficaces limpiadores, como el escarabajo pelotero, que entierran los restos en el suelo, eliminan los organismos parásitos de los vertebrados así como otros transmisores de enfermedades que puedan contener.

Numerosas bacterias, refinan la materia muerta y la transforman hasta convertirla completamente en inorgánica, reciclando así los elementos nutritivos del suelo.

La necromasa es un indicador de la biodiversidad de un medio.

En los bosques templados, la ausencia de necromasa leñosa puede indicar una sobreexplotación de los bosques.

El Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF) informa que cerca de un tercio de las especies animales,

vegetales y fúngicas de los bosques de esas regiones dependen de la necromasa y de la madera muerta. Un árbol muerto puede ser el soporte, el hábitat y la fuente de alimento de cientos de especies durante décadas, no solamente de los insectos saproxilófagos (que comen la madera muerta) como algunos coleópteros (escarabajos, capricornios) en estado larvario o como ejemplares adultos y dípteros, sino también de hongos de colores estridentes; de pícidos (aves de diferentes especies según las regiones), todos ellos trepadores y que construyen nidos espaciosos; de rapaces carnívoras y búhos como el búho real (*Bubo bubo*) cada vez más escaso; murciélagos, ardillas, roedores como el lirón. La madera muerta moviliza ante todo, un gran número de organismos especializados en el reciclaje de la madera; dichos organismos se suceden por familias y grupos asociados durante todo el proceso de descomposición.

En contra de la idea de que hace falta "limpiar" los bosques de madera muerta, por el peligro de que esos insectos "contaminen" los árboles sanos, es fundamental conservarla, sobre todo si está asociada a una biomasa dinámica, que es un vivero de biodiversidad y un factor de vitalidad y de calidad del ecosistema forestal.

La necrosis juega un rol importante en la fertilización del suelo y el ciclo de nutrientes.

Hojas muertas. © Florian Prischl, CC BY-SA 3.0



La necrosis es un indicador de la biodiversidad del medio.

Descomposición de la materia orgánica. © Jörg Hempel, CC BY-SA 3.0



3. Producción de humus

Al descomponerse, la materia orgánica produce un estado de mineralización (se liberan compuestos minerales) y un estado de humidificación de compuestos orgánicos blandos que se entrelazan entre ellos y con las arcillas. Esta humidificación crea el humus, sin el cual no puede constituirse un suelo fértil.

El humus actúa como un "manto" que cubre la superficie; es una capa de tierra vegetal oscura, naturalmente protectora, que retiene mucha agua. Es un abono de naturaleza química variable según la materia orgánica que lo integre. Mantiene de manera duradera las capas inferiores del suelo más o menos permeables y aireadas impregnándolas en algunas partes, y las recarga de nutrientes de un modo natural.

En las regiones áridas o desérticas, en ausencia de una cobertura vegetal, es difícil que se forme el humus. Sin esta protección, el suelo resulta vulnerable a la erosión y puede ser destruido.

Se trata pues, de proteger las tierras desnudas de los fuertes chaparrones y del viento, recurriendo a menudo a la diversidad vegetal disponible, gracias a setos protectores y al cultivo de plantas de crecimiento rápido que fijan las tierras que se encuentran expuestas.



Los detritívoros contribuyen a la eliminación de los desechos y la materia orgánica. *Escarabajo.* © Dewet, CC BY-SA 2.0

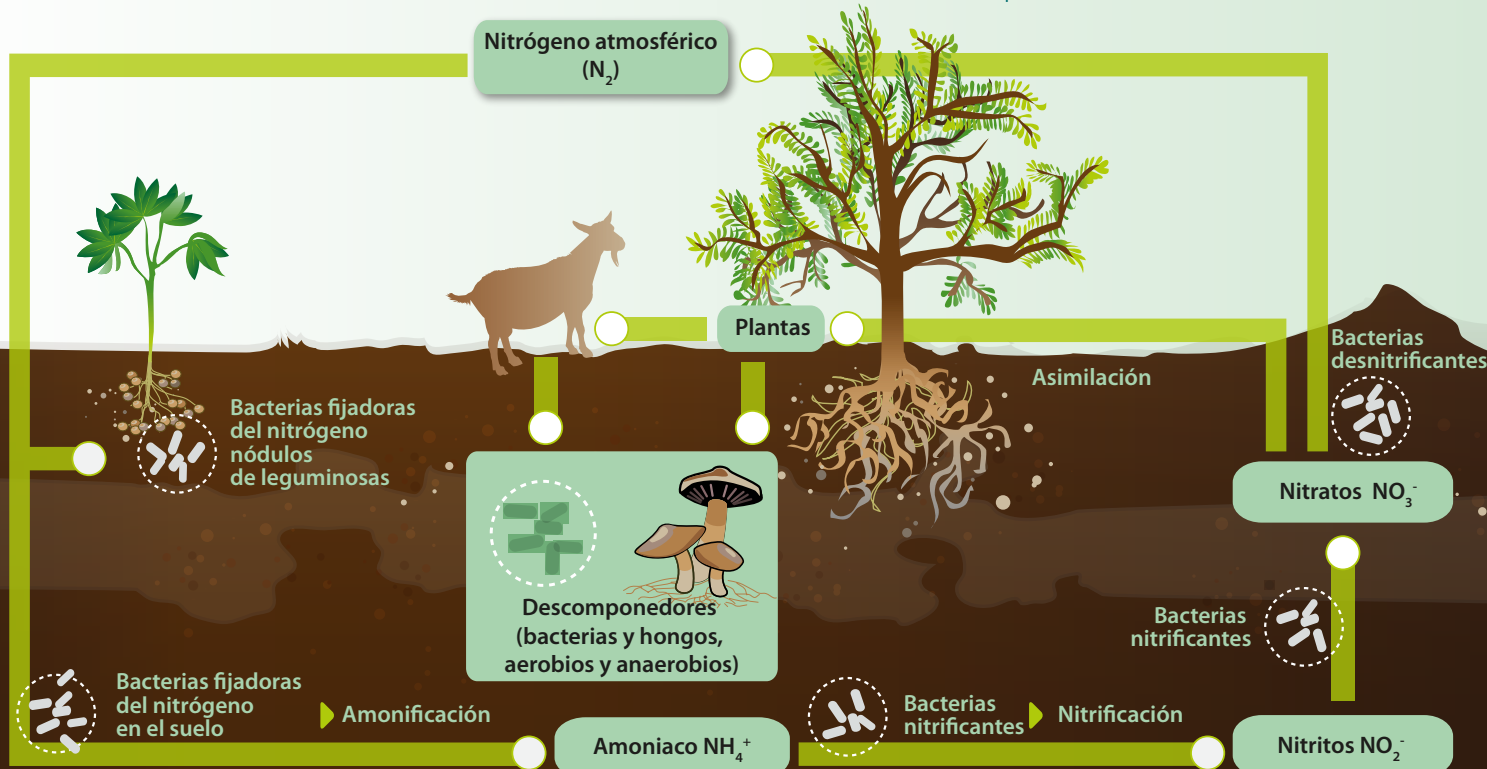
4. Ciclo de los nutrientes

Los nutrientes (nitrógeno, fósforo, magnesio, potasio, cobre, calcio) son indispensables para el crecimiento de las plantas y por tanto, para la construcción y el mantenimiento de los ecosistemas. Las especies vivas participan constantemente en el ciclo de los nutrientes, los absorben en su alimentación o los extraen de su medio (los vegetales lo hacen por medio de las raíces), los almacenan o los transmiten

por medio de su propia materia (cuando los vegetales son consumidos por los animales), y reciclan los nutrientes cuando descomponen la necromasa o cuando mueren, liberando sustancias nutritivas por medio de sus restos descompuestos. En el transcurso de su ciclo, los nutrientes pasan constantemente de lo viviente a lo no viviente, y la biodiversidad constituye su soporte, su vehículo.

FIGURA 30: CICLO DEL NITRÓGENO

Basado en un esquema de Johann Dréo. © UNESCO



* Ver sobre este punto,

Vol. 2, Act. 10, Escritura de guiones divergentes a partir de los servicios de apoyo y de regulación (p. 56).

La biomasa es la cantidad total de organismos vivos que se encuentran en una unidad específica, en un lugar determinado o en una población.

Entre los nutrientes, se distinguen los macroelementos como el carbono o el nitrógeno, que son utilizados en gran cantidad por los seres vivos.

El nitrógeno esta naturalmente presente en la atmósfera, compuesta en un 78% por nitrógeno gaseoso; pero nosotros, los seres humanos, no lo podemos movilizar directamente.

De la misma manera que la mayoría de las especies, hacemos uso de la cadena de lo viviente para cubrir nuestras necesidades de nitrógeno, consumiéndolo en nuestra alimentación: sólo las bacterias pueden utilizar directamente el nitrógeno atmosférico y secretan amoníaco. Se trata por ejemplo, de las bacterias fijadoras de nitrógeno como las del género *Rhizobium*, que invaden las raíces profundas de las leguminosas

(judías, alfalfa, tréboles, vicias, según las regiones), en donde forman nódulos fijadores de nitrógeno, que a su vez producen amoníaco vegetales. * El amoníaco puede ser utilizado directamente por las plantas y otras bacterias.

El ejemplo del ciclo del nitrógeno (como el del carbono o el del fósforo) nos permiten medir la imbricación de los grandes ciclos ecológicos de los macroelementos, con la cadena de lo viviente. Nosotros mismos estamos "imbricados" en esta tela, somos a la vez actores (por ejemplo, liberamos compuestos nitrogenados cuando morimos) y dependemos de los grupos activos de bacterias y de familias vegetales para impulsar estos ciclos en cuyo transcurso, cubrimos nuestras necesidades metabólicas de sustancias puras.

5. Producción de biomasa

Entre los servicios de apoyo proporcionados por los ecosistemas y que mantienen las condiciones necesarias para la vida en la Tierra, la producción de biomasa es un servicio esencial.

Se entiende por **biomasa** la masa total de organismos vivos medida en una unidad determinada, en un área concreta o en una población.

La mayoría de las veces, el término se refiere al conjunto de la materia vegetal, ya que las plantas representan cerca del 90% de la biomasa. Se puede comprobar esto mirando alrededor de nuestro entorno natural: se ven esencialmente plantas que constituyen la estructura espacial de los ecosistemas.

En la base de las cadenas alimenticias se encuentran las plantas que son productores **autótrofos**: utilizan la materia inorgánica (agua, luz, sales minerales) para desarrollarse y producir materia viva (nuevas hojas, tallos, flores, raíces). Los animales son por su parte heterótrofos: utilizan la materia orgánica (carne, plantas, etc.) para desarrollarse. Por esta razón hablamos de productores secundarios (ellos producen materia viva a partir de otros productores), mientras que las plantas son productores primarios.

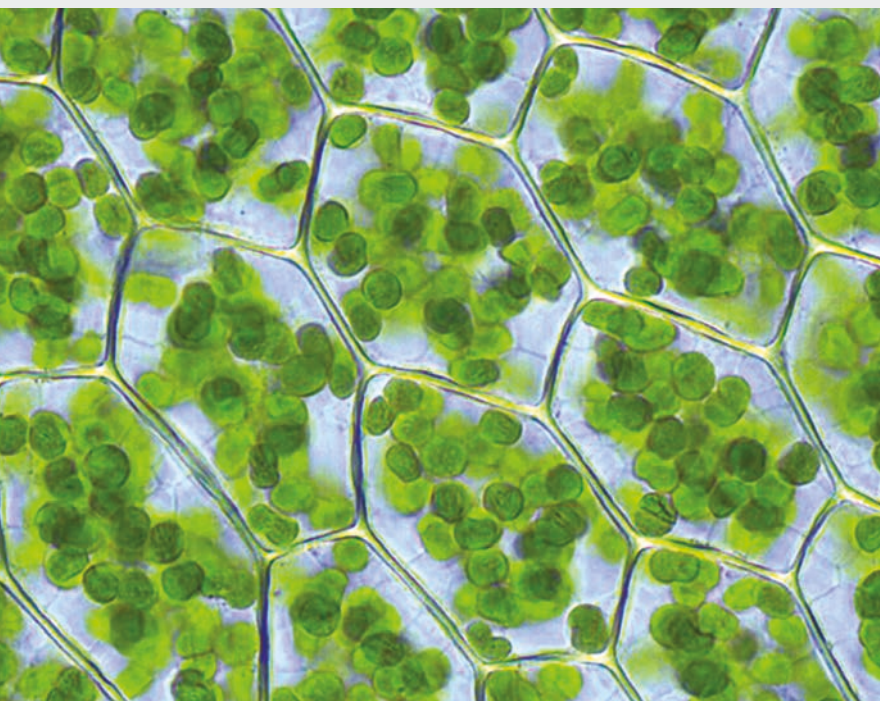
Enraizadas en el suelo la mayoría de las veces, absorben agua y elementos nutritivos por medio de sus raíces y dióxido de carbono (CO₂) y oxígeno (O₂) a través de los estomas de las hojas.

Fragmento de hoja observado bajo el microscopio.

Fotosíntesis. © Kristian Peters CC BY SA

Bacterias del género *Rhizobium*, fijadas a las raíces de una planta de soja en donde forman nódulos fijadores de nitrógeno.

Imagen microscópica de un rizoma. © Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Dominio público





Los estomas, son minúsculos poros en las hojas que permiten a las plantas absorber el gas de la atmósfera. Ellas transforman el CO_2 durante la fotosíntesis y utilizan el O_2 para respirar.

Estoma de tomate. © Vojtěch Dostál, Dominio público



Las plantas angiospermas atraen a los polinizadores para ayudarles con su reproducción.

Abeja. © José Reynaldo da Fonseca CC BY 2.5

En el proceso natural de la **fotosíntesis**, captan la energía solar y, gracias a la clorofila contenida en sus órganos, la utilizan para convertir el agua y el dióxido de carbono en azúcares simples que constituyen su alimentación. Durante este proceso, los azúcares se sintetizan a partir de fotones, las partículas que componen la luz.

Al absorber estos alimentos, las plantas producen materia vegetal que, posteriormente, servirá de alimento a otros organismos vivos.

Más allá de la fotosíntesis, la biodiversidad participa en la producción de biomasa a través de los numerosos procesos de interacción biológica a los que ésta producción sirve de base. Y es que de la biomasa, al constituir un stock de materia y de energía disponible en casi todos los puntos del planeta, emanan necesariamente organismos muy diversificados.

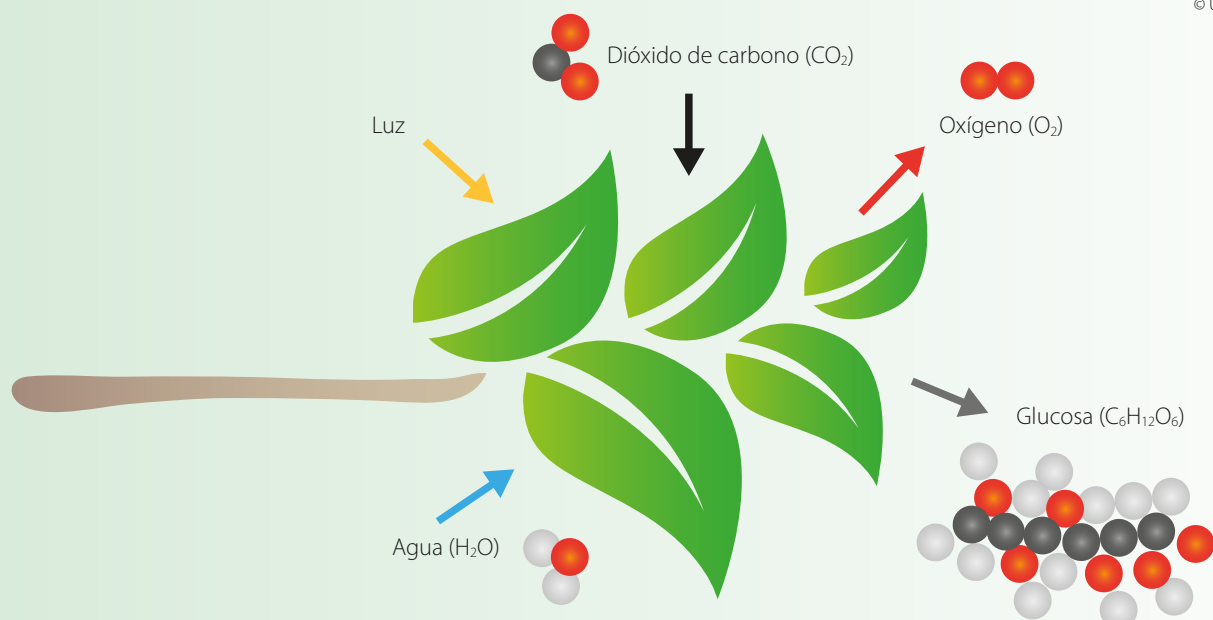
Son las plantas florales o **angiospermas**, aparecidas hace 150 millones de años, quienes han suscitado en el tiempo esta dinámica de diversificación.

Las numerosas familias y especies de angiospermas que constituyen la gran mayoría de nuestras plantas actuales, aseguran su reproducción sexual haciendo un llamamiento a "terceros", es decir a otras especies para que las asistan en las etapas de reproducción en el seno de su propia especie: polinizadores y diseminadores diversos.

En el transcurso del tiempo, -contrariamente a la reproducción asexual (clonación)- permitió: la mezcla genética y la rápida adaptación de estas plantas a su medio a lo largo de la evolución. Estas plantas han evolucionado en relación con sus comunidades

FIGURA 31: ESQUEMA DE LA FOTOSÍNTESIS

Basado en un esquema de TPE fotosíntesis artificial, CC BY SA 3.0 © UNESCO



Un estudio publicado en Ecological Economics, llevado a cabo por un grupo de investigadores franceses y alemanes ha cifrado en 153.000 millones de euros el valor de la actividad polinizadora de los insectos en el mundo durante el año 2005, limitándose a los principales cultivos de los que el hombre se alimenta.

de especies respectivas, y han “coevolucionado” con sus especies y desarrollado rasgos y características inducidas por esas relaciones y por su adaptación al contexto, lo cual ha dado origen a una diversidad extraordinaria: de determinadas formas de la corola o disposición de los órganos para polinizadores específicos, tal cápsulas de semillas para tal agente polinizador, una capsula de semillas para un polinizador determinado, y disposiciones particulares para las plantas de compañía que necesitan una luz específica.

Es, pues, el desarrollo amplio, variado y múltiple de la biodiversidad lo que ha permitido la producción de biomasa en todos los puntos del planeta.

Preservar un servicio de apoyo como la producción de biomasa es preservar los preciosos eslabones de las interacciones biológicas que la condicionan.

Ahora bien, se ha observado por doquier una reducción de la diversidad de los insectos polinizadores esenciales para la reproducción de las plantas. Los contaminantes atmosféricos como los biocidas, insecticidas o fungicidas, degradan las moléculas del aroma de las flores y reducen el alcance de las fragancias florales y otras fitohormonas. Ello dificulta la localización de las flores por parte de los polinizadores, fenómeno que explica en parte el declive de poblaciones de abejas, pero también el de aves y murciélagos nectarívoros en numerosos países dotados de potentes sistemas industriales y agrícolas.

Un estudio publicado en *Ecological Economics*, llevado a cabo por un grupo de investigadores franceses

(INRA, CNRS) y alemanes (institutos especializados) ha cifrado en 153 millones de euros el valor de la actividad polinizadora de los insectos en el mundo durante el año 2005, limitándose a los principales cultivos de los que el hombre se alimenta.

El valor inducido del servicio de polinización que presta “gratuitamente” la biodiversidad, es básico para el mantenimiento del servicio de apoyo que es la producción de biomasa, más allá de la producción de cultivos, es colosal y sin duda incalculable.

Recordemos también el importante papel que desempeñan por los agentes diseminadores o “germinadores”.

Las hormigas comedoras de semillas, que viven en los ecosistemas semi-desérticos de Australia, y que se alimentan de plantas herbáceas, comen únicamente las cubiertas de las semillas y desechan el resto, lo que ayuda a dispersar las semillas de manera uniforme. Esto explica la extensión de los magníficos campos de flores que aparecen tan pronto como vuelven las lluvias en la primavera.

Otro ejemplo de cooperación relacionado con la actividad germinativa es el de los escarabajos peloteros coprófagos de los bosques húmedos de América Central.

Estos ejemplos de asociaciones, en este caso de zoocoria, muestran el refinamiento de las interacciones biológicas preexistentes en un servicio tan esperado y común como la producción de biomasa.

La disminución del número de polinizadores influye sobre la tasa de reproducción de algunas especies.

Epipactis palustris. © H. Krisp, CC BY 3.0

También existen asociaciones particularmente reseñables como la del cascanueces y el pino cembro en la montaña: el pájaro gusta de las grandes almendras que contienen las piñas del pino, las almacena en su esófago y bajo su lengua para luego escupirlas y enterrarlas aquí y allá como previsión para el invierno. Los granos olvidados germinarán y asegurarán la propagación del pino en los territorios más inaccesibles.

Nucifraga caryocatactes, *Kotka*, *Finlandia*. © Jyrki Salmi, CC BY SA 2.0



Las actividades humanas industriales o vinculadas con las infraestructuras utilizan de manera masiva la combustión de rocas carbonadas (carbón, petróleo y gas) y cuando estos combustibles fósiles se queman, se libera carbono a la atmósfera.

Nube contaminante partiendo de Beijing hacia el río Yangtsé. © NASA/GSFC, MODIS Rapid Response, Dominio público

6. Biodiversidad y ciclo del carbono

En el transcurso de la fotosíntesis, los vegetales absorben el carbono atmosférico en forma de gas carbónico y lo transforman en moléculas orgánicas energéticas (glúcidos, proteínas, lípidos). Los animales, tal como hacen con el nitrógeno, absorben carbono al comer vegetales u otros animales.

Cuando los seres vivos mueren y son descompuestos normalmente por microorganismos, la mayor parte de su carbono regresa a la atmósfera. Allí donde no hay suficiente oxígeno para generar una verdadera actividad microbiana en el suelo, los microorganismos no descomponen los restos carbonados. Éstos se acumulan, inmovilizados bajo tierra, y acaban

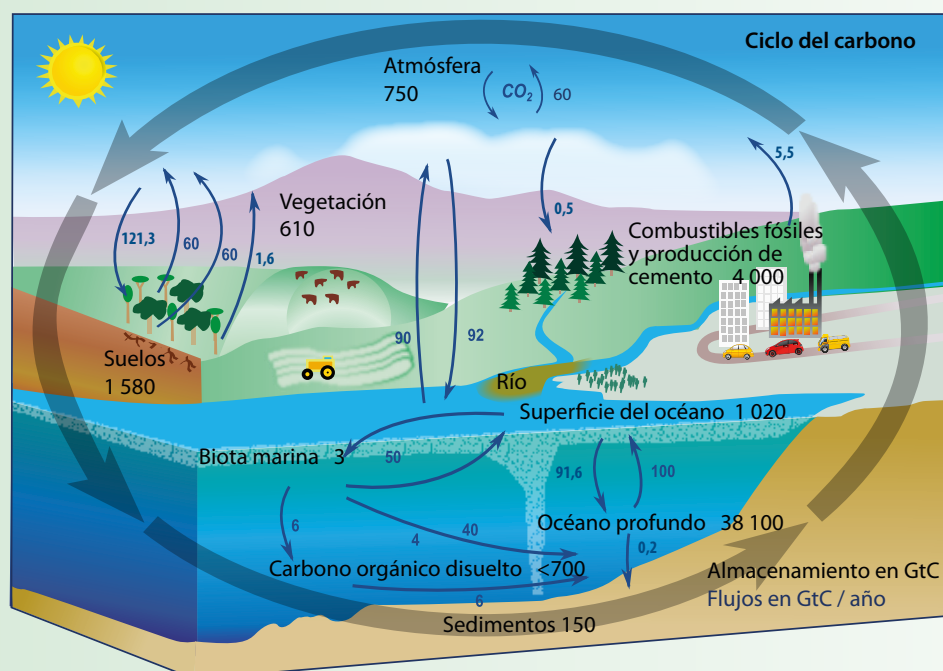
convirtiéndose en carbón, petróleo o gas natural, y constituyen reservas naturales de carbono.

Las actividades humanas industriales o vinculadas con las infraestructuras utilizan de manera masiva la combustión de rocas carbonadas (carbón, petróleo y gas) y cuando estos combustibles fósiles se queman, se libera carbono a la atmósfera.

Otra fuente importante de emisión de gas carbónico de origen humano es la combustión masiva de materias orgánicas debida a la deforestación.

FIGURA 32: EL CICLO DEL NITRÓGENO Y DEL CARBONO SON PARTE DE LOS GRANDES CICLOS BIOGEOQUÍMICOS DEL PLANETA

Corresponden al complejo conjunto de intercambios entre los elementos carbono entre el agua, las rocas, la materia viva, la necromasa y la atmósfera de la Tierra. Así como el nitrógeno es un macroelemento, todos los seres vivos contienen carbono.



La deforestación, una práctica todavía muy extendida en las zonas tropicales por motivos de desarrollo económico, se corresponde a menudo con una destrucción radical de los bosques mediante el fuego para convertir los territorios en tierras de cultivo. Se calcula que unos 750 millones de hectáreas de sabana son quemadas todos los años, de las que aproximadamente la mitad están en África.

El impacto de las intervenciones humanas sobre la modificación del ciclo del carbono es hoy en día calculable: en el transcurso de los dos últimos siglos, la concentración de dióxido de carbono atmosférico ha aumentado en un tercio.

Este desequilibrio está, en gran parte, en el origen de un fenómeno que tiene como consecuencia del calentamiento climático causado por la acción de los gases de efecto invernadero como el dióxido de carbono y el metano concentrados anormalmente en la atmósfera.

Si consideramos actualmente la posibilidad de cuantificar y comprender con precisión la incidencia de las actividades humanas en el cambio climático que se está produciendo, es fundamental analizar y tener en cuenta el papel de la biodiversidad en la regulación del clima y el almacenamiento potencial de carbono mediante la fotosíntesis, que es, en efecto, el principal mecanismo de secuestro del carbono.

La fotosíntesis no contribuye a reducir las emisiones de CO₂, sino más bien, a “extraer” el dióxido de carbono de la atmósfera encerrándolo o almacenándolo en depósitos naturales como los bosques.

Si bien la huella de carbono de un ecosistema forestal es todavía difícil de calcular, está demostrado que un bosque tropical en fase de crecimiento y un bosque templado no sometido a incendios, son verdaderos **pozos de carbono** debido a la fijación del gas carbónico en la madera y el suelo.

En un bosque, todas las formas de biomasa almacenan carbono: celulosa, lignina, necromasa, biomasa animal, microbiana y fúngica.

Los cambios drásticos efectuados en los suelos y la cobertura forestal a escala mundial que provocan un impacto sobre la biodiversidad, tienen una incidencia sobre la regulación del ciclo del carbono y sobre el clima a escala local, regional y mundial.

Imaginemos qué sucedería en términos de calentamiento climático si el bosque amazónico evolucionara de un papel de “pozo de carbono” hacia un papel de “fuente de emisión” de carbono hacia la atmósfera.

Cada año la selva del Amazonas recicla 66 millones de toneladas de bióxido de carbono, gracias a las recientes plantaciones en fase de crecimiento. Esta cantidad corresponde a cerca de tres veces las emisiones de combustibles fósiles que se utilizan en el mundo.

Amazonas. © Neil Palmer/CIAT, CC BY 2.0



7. Biodiversidad y otros servicios de apoyo

Por medio de la fotosíntesis, las plantas aseguran su crecimiento gracias a la transformación del gas carbónico que obtienen de la atmósfera. En el mismo proceso, expulsan igualmente oxígeno, un gas indispensable para los seres vivos, ya que es necesario para la respiración de las células.

Los vegetales suministran pues el 21% de dióxígeno que convierte a la atmósfera terrestre en respirable. Los mayores productores de oxígeno son las cianobacterias, las algas y los vegetales microscópicos que forman el componente vegetal del plancton, el fitoplancton, por delante de los grandes bosques. Una gran parte del oxígeno oceánico producido por el fitoplancton es, en efecto, liberado en la atmósfera.

Si la tasa de oxígeno liberado en la atmósfera es constante, produce un estado de equilibrio entre su producción por fotosíntesis y su consumo (por la respiración y la combustión).

Ahora bien, se ha constatado una disminución del contenido de oxígeno en los océanos debido en parte a una insuficiencia del fitoplancton para regenerar el oxígeno por medio de la fotosíntesis. Este fenómeno sería causado en parte por la acidificación de las aguas oceánicas.

Efectivamente, como los ciclos del carbono y del oxígeno están vinculados, los océanos suministradores de oxígeno son también inmensos pozos de carbono, asimilado por medio del plancton, los corales y los peces, y después transformado en roca sedimentaria (caliza biogénica).

El incremento del nivel de CO₂ en la atmósfera más allá de un umbral crítico, el aumento de la concentración de ese gas en el medio oceánico y las precipitaciones de ácido nítrico y de amoníaco contenidos en las lluvias ácidas, tienden sin embargo a acidificar las aguas y crean condiciones no compatibles con la biomineralización, el crecimiento del coral y la vitalidad del fitoplancton.

Si aumentara la acidez de los océanos, se destruiría el fitoplancton, el cual atrapa el carbono y suministra oxígeno a la atmósfera.

Los bosques y la cobertura vegetal también proporcionan servicios de apoyo vitales. Cuando las aguas discurren por la superficie de los suelos, la acción de las raíces que penetran en la tierra es esencial: en primer lugar, mantienen los suelos en su sitio, en particular en las vertientes, estructurándolos por sus divisiones; también permiten que las aguas se infiltren a través de estas fisuras naturales y se filtren

Los arrecifes coralinos producen el carbonato de calcio, el principal pozo de carbono oceánico y planetario.

Arrecife Flynn. © Toby Hudson, CC BY SA 3.0

La biodiversidad contribuye a la producción de agua dulce. Aunque el ciclo del agua es esencialmente bioquímico, los organismos vivos, principalmente los vegetales tienen una influencia sobre el ciclo.

Manantial. © Ana Eduarda Gonçalves de Barros, FAO FO-7404



migrando lentamente a través de los suelos para alimentar las capas freáticas.

En las regiones con una deforestación excesiva debida a la presión demográfica constante, como el norte de la India, el Pamir o algunos puntos del sudeste asiático, en las que la cobertura forestal ya no retiene el agua de las lluvias intensas de los monzones o el agua del deshielo de las montañas, la escorrentía aumenta, y los suelos ya no absorben las precipitaciones destruyéndose por la ausencia de humus.

La deforestación comporta pues inundaciones y coladas detríticas mortíferas, mientras que los suelos lixiviados se erosionan y se desecan. Un efecto acumulado de la degradación de la cobertura vegetal es la disminución de la **evapotranspiración**: el agua infiltrada en el suelo es absorbida por las raíces de los vegetales, que la “bombean” y liberan una parte de ella en la atmósfera por medio de la respiración. El agua atmosférica es directamente absorbida por contacto por las hojas, los tallos y la epidermis. Así, todas las plantas que integran la cobertura vegetal retienen agua para el funcionamiento de sus células.

La deforestación intensiva de una región tiene como efecto la disminución de la evapotranspiración y el ciclo del agua puede verse altamente modificado a escala local, lo cual puede comportar perturbaciones como las inundaciones.

Entre los servicios de apoyo proporcionados por los ecosistemas, la **oferta de hábitats naturales** es un servicio preciosísimo al que algunas especies de la red de lo viviente contribuyen directamente.

Estos organismos son verdaderas piedras angulares de las comunidades de especies; muestran a menudo grandes cualidades de “ingeniería” ecológica; y se las califica, por otra parte, de “organismos ingenieros”, ya que construyen o constituyen ellas mismas hábitats para otros organismos.

Hemos mencionado a los grandes árboles de los bosques caducifolios que vivos, y sobre todo muertos, albergan a sucesivas comunidades a lo largo del tiempo.

Los arrecifes de coral son otro ejemplo; a pesar de que se asemejan a la roca tallada, son en realidad esqueletos de coral, corola, donde habitan miles de pólipos de coral formando colonias. Algas microscópicas viven dentro de los pólipos produciendo alimento que suministran a los corales y a miles de especies coralinas, peces, algas tapizantes y caracoles marinos, que a su vez son presa de los depredadores del arrecife.

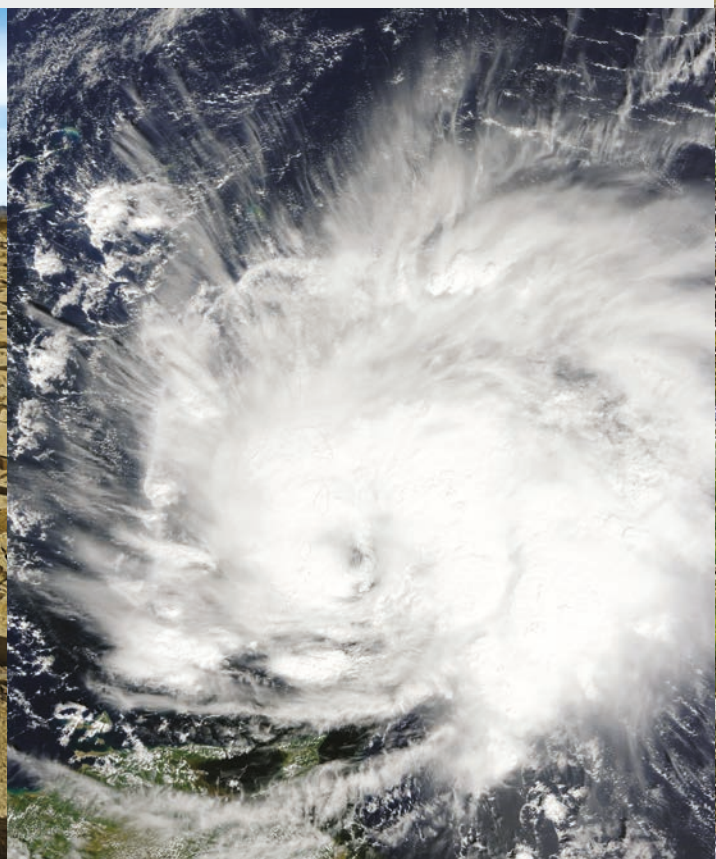
Entre las especies animales ingenieras, se encuentran los castores, que cortan la madera, montan y mantienen presas en las que encuentran abrigo las comunidades de invertebrados y de microorganismos acuáticos que están en la base de las cadenas alimenticias.

Como en el caso de los depredadores naturales introducidos para la lucha biológica, su posible introducción o refuerzo en los ecosistemas precisa de múltiples precauciones y de un análisis a fondo de su sensibilidad a las condiciones medioambientales y de su capacidad de dispersión.

Las consecuencias de la sequía en Mongolia. © Banco Asiático de Desarrollo, CC BY NC ND 2.0

Los huracanes tienen un efecto sobre el ciclo hidrológico local y su variabilidad.

Huracán Tomas 2010. © NASA / MODIS Rapid Response System





Gran barrera de coral. © Sarah Ackerman, CC BY 2.0

Estos ejemplos de animales ingenieros nos recuerdan que pueden ser grandes aliados en la restauración o la regulación de los ecosistemas amenazados.

Presa construida por castores. © Schmiebel, CC BY-SA 3.0



Las lombrices de tierra realizan una considerable acción mecánica sobre el suelo: lo airean y favorecen el suministro de oxígeno para el buen desarrollo de la actividad microbiana; concentran los recursos y crean "parches" de nutrientes para la flora, además, fauna del suelo y aceleran el crecimiento de las plantas.

Lombriz de tierra (*Lumbricus terrestris*). © David Perez, CC BY 3.0

El punto de inflexión se define como "una situación en la que un ecosistema evoluciona hacia un nuevo estado, que implica cambios importantes en la diversidad biológica"

Biodiversidad y el concepto de punto de inflexión

En el marco del GBO3, el punto de inflexión se define como "una situación en la que un ecosistema evoluciona hacia un nuevo estado, que implica cambios importantes en la diversidad biológica y los servicios proporcionados a las poblaciones por ese ecosistema, a escala regional o mundial".

El informe indica varios aspectos comunes a los puntos de inflexión, presentando al menos uno de los siguientes:

- El cambio se retroalimenta por medio de retroacciones positivas; a modo de ejemplo, la deforestación conlleva un descenso de precipitaciones a escala regional, lo cual aumenta el riesgo de incendios, que a su vez entraña un debilitamiento de los bosques y más sequía.
- Hay un umbral más allá del cual se produce una modificación brutal del estado ecológico, si bien en muy pocas ocasiones dicho umbral puede calcularse con precisión.

FIGURA 33: LOS PUNTOS DE INFLEXIÓN

Las crecientes presiones sobre la diversidad biológica suponen el riesgo de llevar algunos ecosistemas a nuevos estados con graves ramificaciones para el bienestar humano cuando se sobrepasen los puntos de inflexión. Aunque no es fácil determinar la ubicación exacta de los puntos de inflexión, una vez que un ecosistema pasa a un nuevo estado, puede resultar muy difícil, si no imposible, devolverlo a su estado anterior.



- Los cambios son persistentes y difíciles de invertir.
- Hay un desajuste temporal importante entre las presiones que conducen a un cambio y la aparición de dicho cambio, lo cual dificulta la gestión ecológica.

Debido a su impacto potencialmente importante sobre la diversidad biológica así como sobre los servicios proporcionados por los ecosistemas y el bienestar humano, los puntos de inflexión constituyen una preocupación importante para los expertos científicos, los gestores y los responsables políticos.

El GBO3 recuerda “que puede ser extremadamente difícil para las sociedades adaptarse a cambios rápidos y potencialmente irreversibles del funcionamiento de los ecosistemas naturales de los que dependen. Incluso estando casi seguros de que algunos puntos de inflexión serán franqueados en el futuro, sus dinámicas no pueden ser, actualmente y en la mayoría de los casos, previstas con la suficiente previsión y adelanto como para poder adoptar enfoques específicos y bien orientados que permitan evitar dichas dinámicas o atenuar sus efectos”. Se recomienda, por tanto, ejercer una gestión responsable del riesgo, aplicando el principio de precaución en las actividades humanas que se sabe que entrañan un empobrecimiento de la diversidad biológica.*

*** Ver sobre este punto,**
Vol. 2, Act. 10, Escritura de guiones divergentes a partir de los servicios de apoyo y de regulación (p. 56).



Renos. © Lawrence Hislop, UNEP Grid-Arendal

Oso polar, Svalbard. © Peter Prokosch, UNEP Grid-Arendal

Pingüinos. © Peter Prokosch, UNEP Grid-Arendal



Biodiversidad y servicios culturales de los ecosistemas

1. Naturaleza y cultura a escala universal

En su historia y en su construcción, las sociedades humanas han evolucionado en interacción permanente con la naturaleza que les rodea. El medio natural ha forjado la diversidad de nuestras sociedades, nuestros usos singulares y distintivos de la naturaleza, a través de la caza, la pesca, la recolección, la agricultura, la cría de ganado. Así, nuestros modos de vida han sido modelados por la disponibilidad de los recursos naturales y por las restricciones, sobre todo climáticas, del medio. Cada comunidad humana ha inventado y elaborado un conjunto complejo de soluciones y respuestas, con el fin de hacer frente a los desafíos de su entorno natural.

Se entiende por **biodiversidad cultural** el conjunto de esas diferencias a escala mundial, derivada de las múltiples formas en las que los humanos interactúan con su entorno natural. La co-evolución de los grupos humanos y de los entornos naturales ha generado conocimientos ecológicos y costumbres locales: una reserva vital de experiencias, de métodos y de

competencias que ayudan a las diferentes sociedades a gestionar sus recursos.

Sin embargo, no se puede simplificar la cultura a un conjunto de interacciones con el entorno natural, ya que ésta se deriva igualmente de la influencia de factores humanos y sociales.

A lo largo de la historia de la humanidad, si el ser humano (*Homo sapiens*) ha sido capaz de domesticar la naturaleza y hacer usos de la misma a la vez que evolucionaba, se lo debe a su especificidad como ser "perceptivo" y ser "pensante", dotado de un psiquismo complejo y de una memoria muy desarrollada.

Para un ser humano percibir es un fenómeno fisiológico, ciertamente, pero que no puede reducirse a la acción de un órgano (el ojo), ni a la interpretación de un solo individuo que está percibiendo algo: se trata de una operación mental, compleja y relacionada con toda nuestra psiquis.

Nuestros usos singulares y distintivos de la naturaleza, a través de la caza, la pesca, la recolección, la agricultura, la cría de ganado. Así, nuestros modos de vida han sido modelados por la disponibilidad de los recursos naturales y por las restricciones, sobre todo climáticas, del medio.

El ser humano ha sido capaz de domesticar la naturaleza.

Pescadores del lago de Pátzcuaro, México. © Fergar CC BY-SA 3.0

Material para la recolección del vino de palma. © Ji-Elle, Dominio público





Desde siempre, hemos percibido la naturaleza y concebido el mundo a través de poderosos determinismos ideológicos. Sin embargo, nuestra manera de percibir no es universal: percibimos lo que conocemos del mundo.

La cultura refleja, pues, la evolución de una comunidad humana con su propia identidad, determinada por su origen étnico, su historia, su lengua, su religión y sus expresiones artísticas.

En resumen, percepción y memoria han hecho que los seres humanos, de manera diferente en cada región del planeta, hayan podido reconocer situaciones, experiencias, y elaborado representaciones de la naturaleza, y desde un punto de vista más amplio, sistemas, construcciones, para hacer frente a su entorno natural y social y aprender a gestionarlos.

Entre esos sistemas, se encuentran las lenguas, los sistemas de conocimientos (adquisición de conocimientos empírico y prácticos); los sistemas de valores (éticos, morales, espirituales); los sistemas de creencias (religión, visión del mundo); las expresiones artísticas; los sistemas económicos (modos de producción y los modos de intercambio); los sistemas

sociales (las instituciones, los sistemas legales, los sistemas de propiedad de la tierra).

Si examinamos ahora estos sistemas culturales, se constata que están contruidos en interacción con el mundo natural; las comunidades humanas no se apoyan sobre los procesos naturales desde la perspectiva única de la satisfacción de sus necesidades vitales como respirar, beber o alimentarse; en el caso del ser humano, los procesos naturales han estimulado necesidades profundas, como la de desarrollarse en más de un aspecto (intelectual, sensorial, espiritual y artísticamente). En términos de evolución, es en interfaz con la naturaleza que hemos vivido y luego enriquecido nuestras primeras emociones, nuestros sentimientos, nuestra capacidad de análisis.

La diversidad del mundo biológico y natural constituye en cierto sentido el catalizador de nuestra experiencia. Inscrita en esa relación primordial, la co-evolución de los seres humanos y de sus entornos naturales ha permitido la emergencia de representaciones cada vez más complejas del mundo, tantas visiones del mundo, plurales y variadas, tantos modos éticos de abordar la vida... y el reconocimiento de que la naturaleza cumple preciosas funciones en todo ello.

Pintura rupestre encontrada en la gruta de La Covaciella, España.

© José Manuel Benito, Dominio público

Fresco que representa la vida diaria y los jeroglíficos, Egipto.
© Dominio público



"La mascarada" de La Viajanera es un ritual en Cantabria, España, en honor a la naturaleza.
© Cerofe CC BY-SA 3.0





La vía Láctea. © BlaiseThirard CC BY-SA 3.0

Aurora boreal. © Sennheiserz CC BY-SA 3.0

Cryolophosaurus elliot. © D. Gordon E.Robertson CC By-SA 3.0



Biodiversidad y percepción

La diversidad del mundo vivo juega un papel importante en el despertar de la sensibilidad individual.

¿No nos hemos maravillado todos alguna vez ante la abundancia de las formas de los vegetales tropicales, ante las líneas de un relieve montañoso, frente al cúmulo de colores de las floraciones primaverales, ante la belleza de un paisaje en el que se juntan el cielo, la tierra y el mar?*

La biodiversidad juega también un papel esencial en la puesta en marcha de nuestros sistemas cognitivos a través de la elaboración de los sistemas

de denominación y de clasificación. En efecto, el principio y la metodología de nuestra capacidad para clasificar y ordenar, ya sea por medio de la clasificación científica (tanto en botánica como en paleontología) o artística (muestrarios de color), todo ellos derivados de la riqueza de "proposiciones" de la diversidad natural. La "paleta" de nuestras sensaciones, nuestra capacidad para distinguir la gama de sabores, los olores más sutiles, está arraigada en la diversidad de sabores que ofrecen las plantas que utilizamos como condimentos, en las especies frutales y leguminosas o en la gama de sustancias volátiles aromáticas de las plantas que nos rodean.**

* Ver sobre este punto

Vol. 2, Act. 7, El juego de las especies, los servicios y los productos (p. 35) y Act. 8, Cuaderno de estudio de la naturaleza inspiradora (p. 42).

** Ver sobre este punto

Vol. 2, Act. 8, Cuaderno de estudio de la naturaleza inspiradora (p. 42).

Biodiversidad y expresiones artísticas

La naturaleza siempre nos ha inspirado en términos de emociones estéticas y de expresiones artísticas.

En la civilización occidental, la representación analógica de la naturaleza está muy extendida en las producciones artísticas. La imagen es claramente un signo visual, un objeto que remite a otro objeto existente representándolo visualmente. Tradicionalmente hemos copiado el mundo visible y, con mayor motivo, la diversidad biológica para representarla en frescos, pinturas, esculturas, dibujos, fotografías o incluso en el cine.

Citemos el entusiasmo de los pintores holandeses y españoles de la Edad de Oro (siglo XVII) por los temas de la naturaleza, a menudo extraídos del mundo viviente para ser presentados en un contexto de utilidad doméstica. Son algunas especies animales y vegetales representados en los platos, en los ramos,



Caballitos de papel maché, México.
© Tomascalcastelazo, CC BY SA 3.0

Naturaleza muerta. © Cornelis de Heem, Dominio público



Árbol de la vida, Azerbaiyán. © Urek Meniashvili CC BY SA 3.0



adornando las paredes de las cocinas, captados con un realismo crudo, casi decorativo: crustáceos, ostras abiertas, jabalíes, nueces, granadas, membrillos, limones a medio pelar... en ocasiones se trata de un intruso, un lagarto o una mariposa decoro símbolo de la transitoriedad... o, por extensión, algo claramente representativo de lo perecedero, de la desaparición de la materia viviente (pescado en descomposición, cráneo en los bodegones de tipo *Vanitas*). Por ejemplo, las cabezas de bronce de estilo Ifé, descubiertas en 1938 en el sur de Nigeria, que reflejan el mismo talento al momento de representar fielmente a la naturaleza.

Sin embargo, en las culturas autóctonas de África y de Australia, la reverencia por la naturaleza se expresa a menudo de manera más ritualizada, teatralizada, en mitos y creencias al límite entre el arte y la religión, que estructuran a las sociedades.

Las cosmogonías, representaciones del mundo transmitidas a través de estos mitos, permiten a los pueblos indígenas definir su modo de vida a partir de un vínculo de pertenencia a la naturaleza, estableciendo representaciones y ritos de celebración extremadamente codificados, así como reglas de acceso a los recursos naturales y al uso de los mismos.*

Las representaciones artísticas producidas incluyen máscaras, pinturas, esculturas, tótems y bailes realizados durante los rituales y celebraciones, que suelen ser de carácter catártico y vinculados a la purificación.

Las obras artísticas occidentales representan una forma de transcripción de las emociones y las sensaciones, que sentimos cuando nos enfrentamos con la naturaleza, a través de varias formas artísticas.

En ambos casos, sin embargo, las obras artísticas que representan las condiciones de vida específicas a una comunidad, se extienden más allá de los individuos y las comunidades que las crearon.

Recordemos la definición de obra de arte propuesta por Ernst Gombrich en su *Historia del Arte* y que es universalmente reconocida: "Lo que denominamos obra de arte no es el producto de una actividad más o menos misteriosa, sino más bien un objeto hecho por la mano del ser humano para uso de los demás seres humanos."

El arte puede describirse como una donación, una "ofrenda" por parte de los artistas, de los "mediadores", que nos enseñan a ver y a re-ver en la diversidad natural aspectos siempre nuevos e insospechados.

Instruida por ellos, nuestra mirada se agudiza para descubrir el infinito en la finitud, el carácter fantástico de la diversidad biológica bajo su "realismo" aparente, y en las realizaciones de artistas contemporáneos, los escenarios mitad imaginarios mitad visionarios con el riesgo de desbocamiento, de mutación de la naturaleza, expuesta por todas partes a intensas presiones.

* Ver sobre este punto

Vol. 2, Act. 8, Cuaderno de estudio de la naturaleza inspiradora (p. 42).

Wawadit'la – la casa de Mungo Martin – y sus tótems, Parque Thunderbird, Columbia Británica. © Ryan Bushby CC BY SA 2.5



Fiesta de la cosecha, Alemania. © Eignes Werk CC BY SA 3.0



2. Biodiversidad y saberes autóctonos

La naturaleza nos presta, por otra parte, preciosos servicios culturales en materia de formación y de pericia técnica a través de la adquisición de conocimientos autóctonos y prácticos (know-how).

Las diferentes comunidades humanas, tal como hemos visto, han desarrollado distintos usos de la naturaleza al adaptarse a las características de su entorno: a las disponibilidades de recursos, a las limitaciones del medio. Con el transcurso del tiempo y a lo largo de su experiencia, han sabido ajustar, modificar el entorno natural para satisfacer sus necesidades, obteniendo enseñanzas constantemente de esta relación interactiva.

Así, se han acondicionado paisajes, se han puesto en marcha prácticas culturales y agrícolas. Los términos **terroirs** en Europa y **Satoyama** en Japón hacen referencia a esos paisajes nacidos de la unión de la naturaleza y de la cultura. Reflejan un conocimiento experto de los medios naturales y de su biodiversidad, así como de los modos de gestión a menudo armoniosos y sostenibles de esos medios.*

La UNESCO y la asociación *Terroirs et Cultures* definen el *terroir* como “un espacio geográfico delimitado, definido a partir de una comunidad humana que

construye a lo largo de su historia un conjunto de rasgos culturales distintivos, de saberes y de prácticas basadas en un sistema de interacciones entre el medio natural y los factores humanos”.

Los *terroirs* conforman, pues, acondicionamientos paisajísticos que ilustran una o varias prácticas culturales, agrícolas, ganaderas: terrazas, palmares, salinas, viñedos, paisajes típicos marcados por el silvopastoreo, el ganado bovino, las arboledas. Se definen también por el conjunto de los saberes y de los conocimientos que articulan: conocimientos profundos sobre las especies y los medios, conocimientos vinculados a la práctica en materia de utilización de recursos, de gestión y modificación de las semillas, de rotación de los cultivos, las cuales se apoyan sobre una base de indicadores y técnicas de diagnóstico utilizados localmente.

El reconocimiento de los saberes locales en los procesos y políticas de desarrollo es una de las prioridades del programa intersectorial LINKS (Programa de los sistemas de saberes locales y autóctonos) de la UNESCO, puesto en marcha en 2002. Este programa equipara los saberes locales con los “saberes ecológicos tradicionales” abarcando conocimientos e interpretaciones, acumulados por los

Las diferentes comunidades humanas, tal como hemos visto, han desarrollado distintos usos de la naturaleza al adaptarse a las características de su entorno: a las disponibilidades de recursos, a las limitaciones del medio.

* Ver sobre este punto

Vol. 2, Act. 6, El fresco de las regiones (p. 30).

Los conocimientos empíricos se basan en las características del medio natural, varían de una región a otra. La conservación de los ecosistemas locales y de su diversidad biológica permiten la edificación del sistema de saberes y su transmisión entre generaciones.

Agricultura tradicional, Kenia. © Neil Palmer (CIAT), CC BY SA 2.0

Viñedo, Cully-Lavaux, Suiza. © Ricardo Hurtubia, CC BY 2.0





Mujer Miao moliendo maíz, China. © Yves Picq, CC BY SA 3.0

Tuareg nómadas. © Garrondo, CC BY SA 3.0



pueblos que tienen una larga historia de interacción con el entorno natural. LINKS pone de manifiesto el vínculo de estos sistemas de saberes con rituales, con la espiritualidad y con una visión del mundo.

Existen ciertos vínculos indiscutibles entre la expresión artística y la espiritualidad en numerosas sociedades autóctonas.

En la tradición oral de esas sociedades, los conocimientos ecológicos tradicionales se enseñan, aprenden y transmiten experimentando con la práctica, por medio de la acción. Entre los Inuit, la enseñanza de una técnica de caza se acompaña a menudo con un rito de iniciación a la edad adulta. En Marruecos, cuando se construyen terrazas en el Atlas, las mujeres cumplen con la tradición sagrada de bailar y cantar sobre las obras al terminar la lluvia. Con su pataleo, apisonan los suelos, los impermeabilizan, al tiempo que invocan la protección divina para las nuevas obras.

En las sociedades tradicionales los valores de la racionalidad y de la espiritualidad no son opuestos: el uso y la gestión de los ecosistemas y de su biocenosis, alimentan directamente los saberes locales y autóctonos, se hacen tangibles a través de las expresiones artísticas que representan la diversidad del mundo vivo, y son objeto de devoción, de reverencia hacia lo sagrado y comúnmente asociadas a ciertas creencias.

Así, algunos territorios situados en zonas inaccesibles y remotas (el Páramo andino, los bosques sagrados de los sherpas del Himalaya) son santuarios reservados al culto a los ancestros; otros lugares, a menudo dotados de excepcionales cualidades físicas (formas del relieve, calidades del mineral) están asociados a creencias religiosas y artísticas, como el Parque Nacional de Uluru-Kata Tjuta de gran importancia para la comunidad aborigen australiana.

Estos lugares están, por otra parte, clasificados por la Convención sobre el Patrimonio Mundial de la UNESCO dentro de la categoría de **paisajes culturales** ya que son inseparables de creencias y de prácticas consuetudinarias muy arraigadas. Demuestran la indivisibilidad de la naturaleza y de la cultura en esas sociedades.

Desde un punto de vista más amplio, se constata que incluso los paisajes que juegan un papel social y económico activo para las poblaciones contemporáneas, pero que siguen vinculados al modo de vida tradicional, están impregnados de reverencia y significaciones religiosas. Otro ejemplo lo encontramos en las terrazas de arroz de las cordilleras filipinas, son obra sacralizada por sus fundadores, el pueblo Ifugao, y aún hoy en día siguen siendo sagradas.

3. Pérdida de la diversidad biológica y cultural

Todos tenemos una relación particular con la biodiversidad y las razones que tenemos para apreciarla, para estar unidos a ella, son diferentes en cada caso.

Actualmente, siendo mayoritariamente habitantes urbanos, nuestro contacto con la naturaleza es a menudo indirecto, al menos en apariencia, ya que nuestra sensibilidad como seres humanos, nuestras necesidades fisiológicas, como comer y beber una agua pura, respirar un aire más ligero, nos remite a la naturaleza, a lo biológico, y por extensión, al lugar que nosotros le otorgamos en nuestras vidas y nuestras sociedades.

Paradójicamente, en el momento en que deberíamos otorgarle un lugar más amplio, asistimos a un verdadero retroceso de la naturaleza. Las zonas naturales son "fragmentadas"; los hábitats, divididos; y las poblaciones de especies vivientes, aisladas. Paralelamente a un declive masivo de las poblaciones de especies locales y silvestres, estamos experimentando una pérdida de las particularidades culturales. Ya que como se puede imaginar fácilmente, así como todas las plantas de uso medicinal son importantes para preservar la variedad de los conocimientos en materia de medicina tradicional, del mismo modo todas las especies leñosas son importantes para preservar la tradición y conocimientos en la ebanistería, y cada especie aromática ayuda a preservar la variedad de sabores de la gastronomía regional.

La desaparición de las especies conlleva a la desaparición de preciosos conocimientos autóctonos sobre los que se basan o se elaboran en parte

numerosas identidades culturales. Ahora bien, perder la propia identidad, o en un sentido más amplio, vivir en un estado de deriva identitaria, es perder el acceso a una fuente de desarrollo, no solamente en términos de crecimiento económico, sino también como medio para acceder a una existencia intelectual, afectiva, moral y espiritual satisfactoria.

El documento de trabajo de la *Conferencia Internacional sobre la Diversidad Biológica y Cultural*, celebrada en Montreal en junio de 2010, llamó la atención sobre este doble fenómeno de pérdida de la diversidad biológica y cultural: "2010... suena también la señal de alarma sobre los cambios sin precedentes sufridos por los principales componentes biológicos y culturales del planeta. En el contexto actual de cambio mundial, la pérdida de diversidad biológica, junto con la pérdida simultánea de lenguas, de sistemas de conocimientos y de modos de vida específicos, ha generado nuevos desafíos para los sistemas socio-ecológicos."

La erosión de los saberes autóctonos puede contribuir a una forma de **aculturación**; es decir, al abandono progresivo total o parcial de los valores culturales propios para asimilar los de otro grupo humano. Este proceso constituye una amenaza, en particular si equivale a una forma de alienación o de desorientación de las nuevas generaciones. Numerosos pueblos autóctonos se ven amenazados de esta manera por las presiones conjuntas de la aculturación y de la reducción de sus recursos naturales.

En ciertos contextos indicados por el GBO3, estas presiones van acompañadas por "elecciones" económicas que no resultan beneficiosas para las comunidades locales.

En los países desarrollados existe una creciente demanda social por favorecer el contacto con la naturaleza. Para responder a esta demanda, se favorece la práctica de actividades al aire libre y el turismo ecológico.

Parque en la ciudad de Oslo. © Omar Hoftun, CC BY SA 4.0



Debido a las exigencias de rentabilidad económica, muchos pequeños productores agrícolas, forestales y acuícolas, han dejado de lado los métodos tradicionales de gestión de los recursos que se basaban en leyes consuetudinarias o en normas culturales, y que limitaban, por ejemplo, la recolección de una corteza apreciada en medicina o que cerraban algunas zonas a la pesca. En consecuencia, el acceso y la explotación de los recursos están menos reglamentados y pueden ser saqueados y diezmados, quedando las poblaciones privadas de bienes preciosos y de un gran valor cultural.

Por los mismos motivos, en la agricultura, el **policultivo** o la implantación de cultivos de subsistencia han sido dejados de lado en favor de un único cultivo llevado a cabo de manera intensiva con el fin de obtener rápidos beneficios económicos. Estas elecciones, a menudo dictadas por exigencias de resultados a corto plazo perfectamente comprensibles, han tenido consecuencias desastrosas en el caso de malas cosechas, de sobreexplotación o de saqueo de los recursos. Han debilitado aún más a las poblaciones locales que en algunos casos deben hacer frente a la malnutrición, a las enfermedades, e incluso al hambre.

4. Diversidad bio-cultural y desarrollo

El mantenimiento de la diversidad biológica y de los saberes autóctonos que de ella se derivan debería ser una prioridad de los programas y políticas de desarrollo y de lucha contra la pobreza, ya que la satisfacción de nuestras necesidades vitales de autosuficiencia alimenticia y de salud están imbricadas con el valor de los ecosistemas que nos rodean y de los bienes y de los servicios que los garantizan.

En términos de desarrollo, es fundamental considerar la diversidad bio-cultural como un verdadero factor de desarrollo socioeconómico. En relación con los saberes empíricos y los conocimientos tradicionales,

los agentes de cada región deben ser capaces de proteger y valorizar técnicas ancestrales de gestión del territorio, que están especialmente adaptadas y resultan pertinentes en el contexto y las características del entorno natural en el que se han desarrollado.

Son apuestas de futuro, ya que esos saberes, al igual que los conocimientos locales en materia de diversidad genética o las técnicas de mejora de las semillas a partir de especies silvestres emparentadas, han demostrado su utilidad y han inspirado a las tecnologías modernas.

Granadas, mercado de Estambul. © Mstyslav Chernov CC BY-SA 3.0

Xamã guarani. © Roosevelt Pinheiro, Abr CC BY 3.0 BR



Y por lo tanto, es importante reforzar las capacidades de las comunidades para que puedan construir su propio futuro y desarrollo sobre la articulación de saberes exógenos y endógenos.

Sobre ese punto, las instituciones internacionales trabajan para lograr el reconocimiento de los derechos a la propiedad intelectual de los pueblos autóctonos, así como el acceso a los beneficios obtenidos de la explotación de sus conocimientos.

Del mismo modo, el turismo local y global permite el desarrollo vinculado a la biodiversidad.

Imaginemos lo que representa en términos de inversión y de aportes económicos y sociales valorar los aspectos locales de la naturaleza como agentes para la educación, el placer estético, las actividades recreativas y/o espirituales en beneficio de los seres humanos que los frecuentan o que los pueden visitar. La valoración educativa de los paisajes ecológicos se puede lograr promoviendo observatorios de la biodiversidad, jardines botánicos y clubs de la naturaleza. Se trata de valorar los distintos elementos que los integran, de despertar el interés por la botánica, interesarse a la riqueza genética, en su historia, la gestión actual y en sus aspectos estéticos (colores, texturas, fragancias).

Valorar los aspectos estéticos de un paisaje natural a través de la historia del arte, de la interacción y la cohabitación de lo natural y lo construido, del

ecosistema y de la arquitectura, requiere la elaboración de un turismo cultural bien identificado.

Descubrir una región a través de sus productos, los modos de producción y las artesanías locales, da lugar a viajes gastronómicos, en parte ya propuestos por el ecoturismo en Europa para descubrir algunas regiones francesas, la Toscana, la Campania y Sicilia en Italia, el sur de Alemania, el Wachau austriaco, entre otras. La Convención para la Salvaguardia del Patrimonio Cultural Inmaterial de la UNESCO ha incluido recientemente en su clasificación la comida gastronómica de los franceses, la cocina tradicional mexicana, cultura comunitaria, ancestral y viva - el paradigma de Michoacán, así como la dieta mediterránea, pero queda mucho por hacer con respecto a las tradiciones culinarias asiáticas y de los países árabes.

Interesarse por las distintas formas de gestión del territorio, puede ser una oportunidad para descubrir nuevos horizontes culturales, por ejemplo: acercarse a poblaciones que tienen estilos de vida distintos a los nuestros; descubrir la navegación tradicional en el Pacífico; aventurarnos en la vida de los cazadores-pescadores-tramperos esquimales, o de los criadores de renos de la Taiga, o mejor aún, de los pastores del Himalaya o de Jordania, o sumergirnos en el modo de pesca de los moken (nómadas del mar) en Tailandia.

El washoku es una práctica social basada en un conjunto de saberes, conocimientos, prácticas y de tradiciones vinculadas a la producción, al tratamiento, a la preparación y al consumo de alimentos en Japón. Fue inscrita en la lista representativa del patrimonio cultural inmaterial de la humanidad en 2013.

El washoku se asocia al principio fundamental del respeto de la naturaleza y está vinculado a la utilización sostenible de los recursos naturales. Los conocimientos de base así como las características sociales y culturales asociadas al washoku se realizan durante las fiestas de Año Nuevo.

El washoku, Japón. © Ministerio de Agricultura, Silvicultura y Pesquería, Japón



Al valorar las ventajas culturales que la biodiversidad nos ofrece localmente, desarrollamos una forma de turismo de proximidad, de calidad, sostenible, selecto, que aúna el respeto por el entorno y por las poblaciones, en oposición a un turismo masivo.

Ya que la población local está necesariamente implicada, debe ser parte activa y beneficiaria de esta forma de turismo. Los organizadores y los operadores turísticos sirven como enlace entre la gestión local y la planificación. La iniciativa turística debe justificar la protección de las especies locales.

5. La UNESCO y los vínculos entre diversidad biológica y diversidad cultural

Tal y como recuerda el documento de trabajo de la *Conferencia Internacional sobre la Diversidad Biológica y Cultural* de 2010 de Montreal, las Convenciones y Programas de la UNESCO que se refieren a la diversidad biológica y cultural, están bien situados para hacer un llamado a la comunidad internacional para dirigir su atención a los vínculos que existen entre la diversidad biológica y cultural a escala mundial.

El programa de sistemas de saberes locales y autóctonos (LINKS) anteriormente citado, subraya, en un contexto de investigación transdisciplinaria “las correlaciones entre la biodiversidad y la diversidad lingüística”. Muestra la importancia de valorizar las lenguas como fuentes de conocimientos, de prácticas y de transmisión de saberes empíricos vinculados con la naturaleza, en el seno de culturas fundamentalmente orales.

En cuanto a la biodiversidad, que constituye el patrimonio natural de la humanidad, cabe constatar que este último, todavía está poco valorado.

No obstante, el Comité del Patrimonio Mundial aprobó en su 16ª sesión (1992) la categoría de los “paisajes culturales”, que ha sido integrada en las directrices que deben guiar la puesta en marcha de la Convención del Patrimonio Mundial.

La UNESCO ha adquirido así una preciosa experiencia en materia de identificación, de protección y de

gestión de paisajes culturales que tienen un valor universal excepcional.

De ese modo, ha sido posible otorgar un reconocimiento internacional a algunos lugares del patrimonio natural al clasificarlos como paisajes culturales.

Los paisajes culturales se seleccionan basándose tanto en su valor universal excepcional, como en su representatividad regional y geocultural claramente definidas; y también por su capacidad para ilustrar los elementos culturales esenciales y distintivos de esas regiones. En los paisajes culturales se remarca, pues, la historia de los seres humanos y la continuidad de las tradiciones culturales.

El **paisaje cultural vivo**, clasificado en la categoría de los paisajes esencialmente evolutivos, es identificable, por el hecho de que continúa jugando un papel social y económico activo en la sociedad contemporánea, al estar estrechamente asociado al modo de vida tradicional.

Uno de los ejemplos que se menciona comúnmente asociado al “paisaje cultural vivo” son las terrazas arroceras de las cordilleras filipinas. Estas obras extraordinarias reflejan el vínculo inextricable de la naturaleza y de la cultura, y remiten a técnicas específicas de utilización de las tierras.



Al elegir clasificar y proteger ese tipo de paisaje, la Convención contribuye a realzar los valores naturales del paisaje en el seno de la entidad "paisaje cultural" y, mediante la protección de las formas tradicionales del uso de la tierra, protege la diversidad biológica, a la vez que ayuda al mantenimiento de la diversidad cultural.

Según la *Síntesis sobre el estado de la investigación y de los trabajos políticos*, elaborada con motivo de la *Conferencia Internacional sobre la Diversidad Biológica y Cultural*, se constata un aumento de la destreza técnica en el desarrollo y la aplicación de enfoques integrados en las prácticas de gestión de los paisajes.

Dicho de otro modo, la gestión de la ordenación del territorio desde un punto de vista social, cultural y económico, plantea la cuestión de la conservación de la biodiversidad y de la integridad del ecosistema.

De esa manera, se elaboran enfoques paralelos y complementarios de la conservación basados en los vínculos entre diversidad biológica y diversidad cultural, a través de las proposiciones elaboradas por la red Planète Terroirs, la iniciativa Satoyama, o las reservas de la biosfera del programa MAB de la UNESCO.*

En conclusión, los acuerdos internacionales y los programas de la UNESCO relativos a los saberes autóctonos, al *terroir* y al paisaje, a la conversión de zonas y de lugares en áreas protegidas, a la conservación de los recursos naturales, son instrumentos muy útiles, igualmente combinados, para ayudar a los gestores a proteger los ecosistemas y la biodiversidad, a preservar los servicios sociales que aseguran, y a organizar una planificación y una gestión eficaz de los territorios, desde el plano local a la cooperación internacional.

*** Ver sobre este punto**

Parte 1, Diversidad de hábitats, de biomas y de paisajes (p. 26), y 3ª parte, Hacia una gestión concertada y razonada (p. 180).



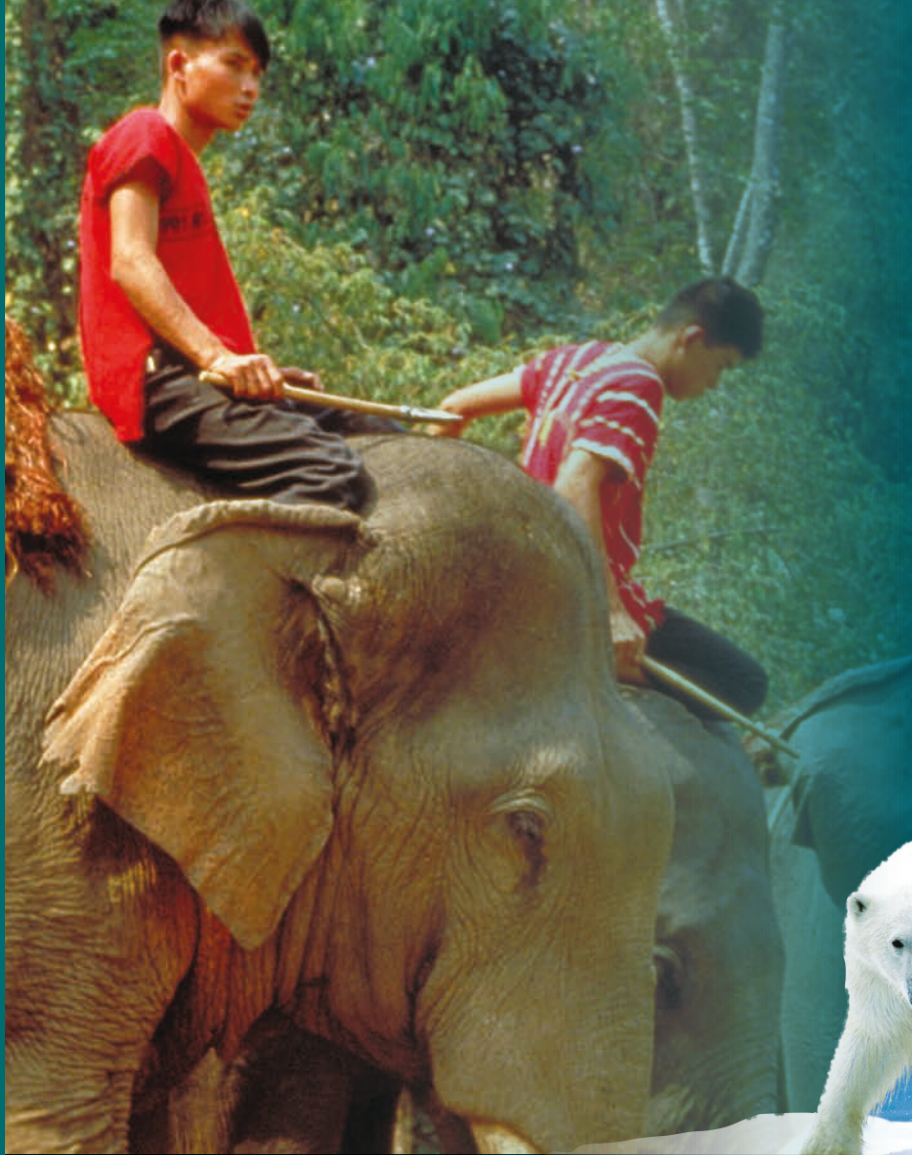
Cosecha de arroz en Nepal. © FAO Mountain Partnership / Jack D. Ives
CC BY-NC 2.0



Reserva de biosfera del Monviso en la región norte-alpina de Italia. © UNESCO MAB / Renzo Ribetto

Cerezos en flor en la Reserva de biosfera de los Alpes de Minami, Japón. © UNESCO/Yamanashi Prefecture Minami-Alps





Parte 3

El devenir de la *diversidad biológica* y las condiciones de su *conservación*

Izquierda:
Elefante transportando madera en
Tailandia. © J. Weber, INRA

Arriba derecha, de arriba hacia abajo:
Plantación de Argan.
© Luc Viatour, CC BY-SA 3.0
Cooperación para la
conservación del Planeta.
© Jürgen from Sandesneben CC BY 2.0
Oso blanco en una banquisa en la
Bahía de Wager (Parque Nacional de
Ukkusikasluk, Nunavut, Canada).
© Ansgar Walk CC BY 2.5

Alternativas para los ecosistemas terrestres

Se deberían tener muy en cuenta las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a una conversión a gran escala de bosques y de otros ecosistemas en terrenos agrícolas.

1. La consideración asociada de las emisiones de CO₂ y de la conversión de los ecosistemas naturales

Según el GBO3 "es esencial atenuar las presiones vinculadas a los cambios de utilización del suelo de las regiones tropicales, si se quiere minimizar los impactos negativos del empobrecimiento de la diversidad biológica terrestre y de los servicios ecosistémicos asociados a ella. Para ello es preciso adoptar un conjunto de medidas, y en particular, aumentar la productividad de las tierras cultivadas y de los terrenos de pastos existentes, reducir las pérdidas tras las cosechas, gestionar sosteniblemente los bosques y reducir el despilfarro y el sobreconsumo de proteínas animales".

En relación con los ecosistemas terrestres, se deberían tener muy en cuenta las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a una conversión a gran escala de bosques y de otros ecosistemas en terrenos agrícolas.

Siempre según el GBO3, eso limitaría los efectos perversos de las ayudas que destruyen la diversidad biológica mediante el despliegue a gran escala de los agrocarburos, camuflado como atenuación de los cambios climáticos. Las políticas gubernamentales y los programas de desarrollo pueden, efectivamente,

Numerosos estudios están en curso a fin de transformar la lignina y la celulosa de los vegetales (paja, madera) en alcohol o gas (industria de la lignocelulosa-biocombustibles)

Paisaje deforestado, Madagascar.
© UNEP Grid-Arendal, Peter Prokosch

Campo petrolífero, Prudhoe Bay.
© UNEP Grid-Arendal



Producción de carbón vegetal.
© CIFOR, Ollivier Girard



agrar la situación al conceder subsidios directos e indirectos para favorecer la producción a gran escala o el monocultivo de agrocarburos, por ejemplo. En el sudeste asiático las plantaciones de palma aceitera han tenido un desarrollo considerable debido a la demanda de agrocarburos.

Al tomar en cuenta las emisiones resultantes del cambio de los usos del suelo, además de las emisiones procedentes de la producción energética, se observa la aparición de oportunidades de desarrollo igualmente plausibles y que permiten abordar el problema de los cambios del clima sin generalizar el uso de agrocarburos.*

* Ver sobre este punto

Vol. 2, Act. 11 ter, Diálogo y movilización en torno a la silvicultura sostenible (p. 71).

2. El pago de servicios ecosistémicos

El pago por el uso de los servicios ecosistémicos dentro del marco de los mecanismos de *Reducción de las emisiones procedentes de la deforestación y de la degradación* (REDD) puede servir de ayuda para alinear los objetivos de reducción del empobrecimiento de la diversidad biológica y los relativos a los cambios del clima.

En efecto, los puntos de inflexión relativos a determinados ecosistemas terrestres podrán evitarse más fácilmente, si las medidas de atenuación de los cambios del clima, encaminadas a mantener un aumento medio de las temperaturas por debajo de los dos grados, se acompañan de medidas que reduzcan el impacto de otros factores que causan la degradación del estado de los ecosistemas, como la conversión de los hábitats naturales en terrenos de cultivo o de cría de ganado.

Así, la expansión excesiva de las tierras de pasto alpino y los pastizales se ha podido reducir en ocasiones en la montaña gracias a la puesta en marcha de prácticas de gestión integrada de los ecosistemas en el contexto de proyectos regionales, adoptados en particular en Latinoamérica. En el transcurso de estos proyectos los productores y agricultores han podido ser remunerados mediante pagos por servicios medioambientales con el fin de adoptar prácticas silvopastorales sostenibles (como la plantación de setos vivos alrededor de los pastos) o, desde un punto de vista más amplio, con el fin de reducir las superficies de pastos al obtener pastos mejorados.**

** Ver sobre este punto

Parte 3, Los planes de ordenación forestales y la puesta en marcha de una silvicultura verdaderamente sostenible (p. 186).

Bosques de montaña al norte de Pekín, China.
© Peter Prokosch, UNEP GRID-Arendal



Mejorando las técnicas agrícolas para favorecer las prácticas durables. © Scott Bauer, USDA ARS





Mariposas Monarca.
© Lijes, CC BY-SA 4.0

3. La gestión de regiones amenazadas

En el bosque amazónico, se calcula que si la superficie de la zona deforestada se mantuviera por debajo del 20% de la cubierta forestal inicial, se reduciría substancialmente el riesgo de debilitamiento generalizado de ese bosque. Recordemos que si bien la Amazonia es una región poco propicia para la agricultura extensiva debido a las tierras poco fértiles, esconde un contexto potencial de recursos alimenticios y de producciones agrícolas que puede ser puesto en valor por medio de una explotación mejorada.

En la zona mediterránea,* la mejora de las técnicas de gestión forestal, especialmente mediante el uso creciente de especies indígenas de hojas largas, así

como la mejora de las políticas de ordenación del territorio, podrían hacer que esta región fuera menos vulnerable a los incendios forestales.

En la región del Sahel, una asistencia técnica agrícola para poner a punto semillas y cultivares apropiados para las condiciones locales, una lucha adecuada contra la pobreza mediante el desarrollo de un sistema alimenticio, agrícola y económico viable, y sobre todo, una mejor gobernanza con el fin de mejorar la gestión a todos los niveles, podrían ofrecer al África subsahariana una alternativa a los ciclos actuales de pobreza y de degradación de las tierras.

* Ver sobre este punto

Parte 3, Los planes de ordenación forestales y la puesta en marcha de una silvicultura verdaderamente sostenible (p. 186).

Reserva nacional de bisontes, Montana.
© Hagerty Ryan, U.S. Fish and Wildlife Service



4. Innovar en materia de conservación

Será conveniente, finalmente, según el GBO3, adoptar enfoques de conservación innovadores con el fin de impedir el empobrecimiento de la diversidad biológica terrestre, tanto en el interior como en el exterior de las áreas protegidas. Efectivamente, las especies no sobreviven en compartimentos estancos. La constitución de reservas no es suficiente para la conservación de especies animales que, por ejemplo, se desplazan continuamente en busca de alimento o de pareja. Para sobrevivir y prosperar, el mantenimiento de las posibilidades de desplazamiento les resulta indispensable.

En el seno de vastas zonas preservadas o de restauración, es relativamente fácil restablecer una cierta continuidad entre los medios mediante elementos naturales o poniendo en marcha dispositivos simples que faciliten el desplazamiento de

los animales. Sin embargo, será conveniente otorgar mayor importancia a la gestión de la diversidad biológica en paisajes dominados por las actividades humanas ya que los cambios del clima, al modificar las áreas de distribución de las especies, hacen que esa prioridad sea indispensable por partida doble.

Acantonadas ya en ecosistemas fragmentados, las especies son cada vez más vulnerables a las enfermedades y a la consanguinidad. Por otra parte, debe facilitarse su circulación en el centro de las ciudades, en los grandes paisajes agrícolas, y en torno a las infraestructuras. Viarias, ya que esas zonas de intensa presencia humana tienen que jugar un papel creciente como corredores ecológicos a medida que las comunidades de especies se vean obligadas a migrar para adaptarse a los cambios del clima.*

*** Ver sobre este punto**

Parte 3, Hacia una gestión concertada y razonada, Las áreas protegidas terrestres (p. 180) y Las áreas marinas protegidas (p. 183).

Jirafas en la Reserva Masai Mora, Kenia.
© Peter Prokosch, UNEP Grid-Arendal



Poniendo en marcha un plan de desarrollo que incluye un sistema alimentario agrícola y económico adecuado para la lucha contra la pobreza.

Las mujeres inician el proceso de fabricación de manteca de karité.
© CIFOR / Ollivier Girard



Numerosos elefantes se observan en la Reserva especial de la selva de Dzanga Sangha, República Centroafricana. © Peter Prokosch, UNEP Grid-Arendal



Alternativas para los ecosistemas acuáticos

1. Favorecer la descontaminación y el tratamiento de las aguas residuales mediante procesos biológicos

Según el *GBO3*, es posible atenuar el riesgo de eutrofización de las aguas controlando mejor la escorrentía de las aguas residuales agrícolas, restaurando los humedales (ya se ha visto que proporcionan de manera gratuita un servicio de saneamiento natural de las aguas gracias al poder depurador de su vegetación), e invirtiendo en el tratamiento de aguas residuales.

La calidad del agua de numerosos ecosistemas hídricos continentales ha podido mejorarse considerablemente en los países desarrollados gracias a los tratamientos

de las aguas residuales y de los vertidos industriales por parte del sector biológico. Esto puede extenderse a los países en vías de desarrollo y al control de la contaminación de origen agrícola.

Los sistemas de fitodepuración ofrecen una solución económica y sostenible para la depuración de las aguas residuales.

El objetivo principal del reciclaje de las aguas residuales es favorecer el ciclo de depuración natural del agua, con el fin de suministrar las cantidades de

El uso de productos agroquímicos en las plantaciones de algodón, los sistemas de riego ineficientes y la red de drenaje insuficiente, son ejemplos de las condiciones que favorecen que el suelo absorba agua salina y contaminada. Contaminación de las aguas del Delta de Amu darya, Uzbekistán. © Science and Analysis Laboratory, NASA-Johnson Space Center



agua complementarias para diferentes usos, o para ayudar a subsanar los déficits hídricos. Esto parece indispensable en algunos países en los que las reservas disminuyen, situados, por ejemplo, en regiones áridas o semiáridas. La Ciudad de México desarrolló el proyecto más importante de reutilización de aguas residuales urbanas al reciclar la casi totalidad de éstas para la irrigación de casi 90.000 hectáreas de cultivos agrícolas.

La depuración de las aguas mediante procesos biológicos sirve para la descontaminación de aguas cargadas de materia orgánica o de diversos contaminantes (metales pesados, hidrocarburos, pesticidas, abonos sintéticos). Según el caso, se puede elegir instalar un estanque de micrófitos, un estanque

de macrófitos o un estanque de acabado de hidrofitos, pero los mejores resultados se consiguen con la asociación de esos sistemas.

A escala mundial, es esencial economizar las reservas de agua para el futuro y mejorar la eficacia de su uso en los sectores agrícola e industrial, con el fin de hacer frente a la demanda creciente de agua dulce. Un gran número de agencias, como la FAO, dan a conocer regularmente medidas que permiten mejorar, por ejemplo, la eficacia del agua para irrigación reduciendo la evaporación directa, las pérdidas durante el transporte, o limitando las pérdidas por escorrentía.

Agua potable, Pakistán.
© DFID – UK Department for International Development
CC BY 2.0

Excavación de un cauce de río seco, Kenia.

© DFID – UK Department for International Development, CC BY 2.0

Los cenotes se forman al desintegrarse o derrumbarse los terrenos calcáreos situados por lo general por encima de un curso de agua subterráneo. Los cenotes son cavidades completa o parcialmente cubiertas por agua dulce y a veces, están comunicadas con el océano, por lo que la capa inferior es agua salada. Esto ilustra la complejidad de la disponibilidad del agua para usos humanos.

Cenotes. © Tony Hisgett, CC BY 2.0



2. Restaurar o mantener las conexiones de los cursos de agua o entre los puntos de agua

El impacto medioambiental de la fragmentación de los cursos de agua puede ser reducido, incluso parcialmente corregido, si se invierte la tendencia a la degradación. Favorecer nuevamente la circulación de las especies, el transporte de sedimentos a lo largo de los cursos de agua, restaurando los procesos alterados como la reconexión de los brazos laterales de un río, y el retorno del agua a las llanuras de inundación, se ha convertido en algo prioritario.

Según el *GBO3*, una gestión más integrada de los ecosistemas de agua dulce por parte de las políticas de planificación territorial y de las redes de áreas protegidas puede permitir dar respuesta a los problemas específicos de esos ecosistemas. Se trata, por ejemplo, de proteger la integridad ecológica de un río el espacio de libertad que constituye para las especies salvajes, y su dinámica fluvial; de salvaguardar

los procesos ecológicos propios de los humedales dentro de sus interacciones funcionales, tanto con los ecosistemas terrestres como con los acuáticos; y de permitir la progresión hacia el interior de las tierras de los ecosistemas costeros (marismas, pantanos y manglares) manteniendo las conexiones existentes con la red de agua situada río arriba. Para este último punto en concreto, es preciso revisar las instalaciones de presas, permitir un flujo natural de los sedimentos y velar por las actividades llevadas a cabo río arriba.

Se puede imaginar, como el *GBO3*, el pago por servicios medioambientales para recompensar a las comunidades que mantienen y velan por el buen funcionamiento del conjunto de esos servicios ecológicos proporcionados a los usuarios por todo lo largo de las cuencas hidrográficas.

Río Congo.
© Christina Bergey,
CC BY SA 3.0

Triple compuerta, Fontfile en Blomac, Francia. © Tournasol7, CC BY SA 3.0



Regadío de parcelas de arroz en Vietnam utilizando un sistema de pedales en la región de Danang. © INRA/J. Forneau



3. Favorecer la reconstitución de los recursos marinos

Las autoridades responsables de la pesca y de las capturas haliéuticas tienen la responsabilidad urgente de facilitar opciones de gestión sostenible de los recursos marinos para la viabilidad a largo plazo de las pesquerías.

Adjudicar directamente a pescadores, comunidades o cooperativas un porcentaje determinado de las capturas totales autorizadas sobre el stock de una especie concreta puede incitar a los agentes a mantener esos stocks en buen estado.

Eso va en contra de los efectos perversos del sistema clásico de establecimiento de cuotas de pesca, en las que las capturas son expresadas en toneladas y que, en cierto sentido, sustentan la optimización de las capturas a corto plazo.*

Según algunos estudios recientes que permiten establecer un modelo de la actividad pesquera, algunos esfuerzos orientados y bien coordinados en relación con una reducción relativa del volumen de

capturas, un aumento del tamaño de las capturas y una responsabilización por parte de los agentes en la participación en el mantenimiento de la integridad y de la productividad del ecosistema, podrían permitir una mejora importante del estado de los ecosistemas marinos, a la vez que mejorarían la rentabilidad y la viabilidad de la actividad.

Las autoridades competentes deben igualmente comprometerse a gestionar mejor la pesca ilegal, no declarada y no reglamentada. Finalmente, cabe imaginar que se pudiera desarrollar un modo de acuicultura con el impacto menos perjudicial posible para el medio ambiente, que integraría algunas condiciones de viabilidad en relación con el esparcimiento de los residuos y los alimentos de las especies acuícolas. Tal desarrollo contribuiría a dar respuesta a la creciente demanda alimenticia de pescado, a la vez que aliviaría las presiones ejercidas sobre los stocks de peces salvajes.

* Ver sobre este punto

Parte 3, Hacia una gestión concertada y razonada, Las Cuotas Individuales Transferibles de pesca (CIT) (p. 186).



Salmón. © Earth's buddy, CC BY-SA 3.0

Pescadores inuits. © Peter Prokosch, UNEP GRID-Arendal

Secado tradicional de bacalao en Noruega. © Lawrence Hislop, UNEP GRID-Arendal



4. Reducir las amenazas que pesan sobre los sistemas coralinos

Si bien parece difícil detener rápidamente la degradación de los ecosistemas recifales causada por los efectos colaterales de los cambios del clima (es decir, la acidificación de los océanos, el aumento de las temperaturas de las aguas oceánicas y la elevación del nivel de los mares), es posible emprender soluciones urgentes de atenuación del proceso a nivel internacional.

Para actuar sobre el calentamiento del planeta y limitar el aumento global de las temperaturas a un máximo de 2°C por encima de los valores preindustriales, hay que establecer medidas rápidas de limitación de las emisiones mundiales de CO₂ y de otros gases de efecto invernadero (metano, protóxido de nitrógeno), que deben alcanzar su punto máximo entre los años 2015 y 2020, para descender rápidamente a continuación. A tal fin, es esencial aplicar el Acuerdo de París sobre el Cambio Climático de modo que los mecanismos viables y sólidos que permitan a todos los países adoptar medidas nacionales se pongan en marcha.

La reducción de otras presiones que se ejercen sobre los sistemas coralinos podría, sin embargo, hacerlos menos vulnerables al impacto de los cambios del clima. Así, casi el 80% de las contaminaciones marinas

son de origen terrestre y antrópico; las sustancias tóxicas presentes en gran cantidad en una cuenca vertiente terminan llegando al océano.

El acceso fácil a datos tangibles puede permitir limitar radicalmente la contaminación de los océanos debido a los metales pesados (plomo, mercurio, arsénico, cadmio...), procedentes de emisiones de actividades industriales situadas en las costas o en el interior, como algunas fundiciones, incineradoras de basuras, incluso instalaciones mineras abandonadas en regiones concretas.

Evitar la sobreexplotación de peces herbívoros permite, además, mantener el equilibrio en el seno de la simbiosis entre el coral y el alga que lo ocupa. La presencia de peces herbívoros, como los peces loro (*Scaridae*) que trituran los corales muertos y consumen algas, es indispensable para la renovación de los corales. Una suspensión de la pesca selectiva de esas especies permite evitar la consiguiente alteración de los arrecifes, ya que el descenso en el número de ejemplares de peces herbívoros conlleva una proliferación de algas. El coral es invadido en algunas partes y reemplazado pronto por las algas, lo cual disminuye la capacidad de resiliencia de todo el ecosistema.

Arrecife del Arco Iris, Fiyi. © World Fish / David Burdick, CC BY NC ND 2.0



Arrecife coralino, Islas Salomón. © World Fish / Sharon Suri, CC BY NC ND 2.0



*Evitar la
sobreexplotación
de peces
herbívoros
permite mantener
el equilibrio de
la simbiosis que
existe entre el
coral y el alga que
lo ocupa.*



Pez Payaso de las Maldivas. (Amphiprion nigripes). © Thomas Badstuebner for MDC Sea Marc Maldives, CC BY SA 4.0

Canal de Itajuru, Brasil. © Halley Pacheco de Oliveira, CC BY SA 3.0



Las acciones de las instituciones internacionales para la protección de la biodiversidad

1. Hacia una mayor coherencia de la acción y de la jurisdicción

El papel de las instituciones internacionales

Las Naciones Unidas (ONU) es quizás la organización mejor posicionada, con una gran capacidad de influencia e impacto para informar sobre las decisiones a nivel mundial. Cuenta con 193 estados miembros, y lleva a cabo reuniones ordinarias y extraordinarias para ayudar a la comunidad internacional, los gobiernos y otras partes interesadas a afrontar los desafíos y las oportunidades relacionadas con los problemas globales. Algunas de las cumbres y conferencias más importantes son:

- La **Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo**: la primera Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Humano -celebrada en Estocolmo, Suecia en 1972 -que condujo al establecimiento del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, con sede en Nairobi;

- La **Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo** (o la "Cumbre de la Tierra"), que se celebró en Río de Janeiro, Brasil, en 1992, y que reunió a más de 179 líderes en todo el mundo y a más de 2,400 representantes de organizaciones no gubernamentales. Fue la mayor reunión intergubernamental en la historia, que dio origen a la Agenda 21 (un plan de acción para desarrollo sostenible); la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo y sus principios de sostenibilidad; y la Declaración de Principios Forestales. La conferencia también vio la apertura a la firma de las "Convenciones de Río", el Convenio sobre la

Diversidad Biológica (CDB), la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y la Convención de las Naciones Unidas sobre el Lucha contra la Desertificación (UNCCD);

- Durante la **Cumbre del Milenio** celebrada en Nueva York, en 2000, se adoptó la Declaración del Milenio y los Objetivos de Desarrollo del Milenio, que incluyen entre sus objetivos la reducción de la pérdida de biodiversidad. Además de trabajar con países de todo el mundo, las Naciones Unidas apoyan las alianzas con el sector público y privado y los sectores de la sociedad civil;
- La **Conferencia de Río+20** en 2012, que sentó las bases de los Objetivos de Desarrollo Sostenible para el periodo 2015-2030.

El Convenio sobre la Diversidad Biológica y el nuevo Plan estratégico 2011-2020

Como hemos visto anteriormente es de suma importancia el desafío de asegurar la perennidad de la biodiversidad de cara al creciente impacto de las actividades humanas. Aquí hablaremos de ello a través de un breve resumen del **Convenio sobre la Diversidad Biológica**, sus objetivos principales y su marco de acción.

Las disposiciones del Convenio se expresan, en primer lugar, en forma de objetivos y de políticas de conjunto, mientras que las medidas de ejecución

Pingüino de Adelaida, Antártida.

© Peter Prokosch, UNEP
Grid-Arendal





Plan Estratégico para la Biodiversidad Biológica 2011-2020.
© CDB / PNUMA

específicas se elaboran en función de la situación y de las capacidades de cada parte o país signatario.

Para la ejecución del Convenio es precisa la movilización de información y de recursos a escala nacional. Dentro de ese objetivo, el Convenio estipula que las Partes deben elaborar estrategias, planes o programas nacionales tendentes a asegurar la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica. Cada parte tiene desde entonces la obligación de proporcionar un informe anual.

En la práctica, la puesta en marcha del Convenio es sostenida por unos organismos y grupos de trabajo que rinden cuentas al órgano gobernante del Convenio: la **Conferencia de las Partes** (COP, por sus siglas en inglés). La función del Convenio es evaluar los programas realizados en la puesta en práctica del Convenio y adoptar nuevos programas con el fin de alcanzar los objetivos, así como en el SBSTTA, **Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico, Técnico y Tecnológico**.

La Secretaría del Convenio (SCBD) tiene, entre otras, la función de ocuparse de los preparativos y de los servicios que rodean a las reuniones de la COP y de los órganos subsidiarios del Convenio, y de asegurar la coordinación con otros organismos internacionales.

La décima reunión de la Conferencia de las Partes, que tuvo lugar en Nagoya en octubre de 2010 tiene una importancia histórica desde el punto de vista de sus logros, dentro de la historia del Convenio. La reunión permitió adoptar un plan estratégico revisado y actualizado para la diversidad biológica, y un nuevo

marco general a escala internacional para el conjunto de las convenciones relativas a la biodiversidad del sistema de las Naciones Unidas.

Dicho plan integra, con respecto al período 2011-2020, los objetivos de Aichi para la biodiversidad, como:

- Reducir al menos en la mitad el ritmo de empobrecimiento de los hábitats naturales, incluidos los bosques, y si es posible, reducirlo hasta cerca de cero.
- Establecer un objetivo de conservación del 17% de las zonas terrestres y de aguas interiores y del 10% de las zonas marinas y costeras.
- Restaurar al menos el 15% de las zonas degradadas gracias a las medidas de conservación y de restauración.
- Hacer un esfuerzo especial para reducir las presiones ejercidas sobre los arrecifes de coral.

Familia de cangrejos, Sri Lanka.
© Bernd Thaller,
CC BY NC ND 2.0

Los elementos de este plan han sido formulados sobre la base de las conclusiones de la tercera edición de la *Perspectiva Mundial sobre la Diversidad Biológica* (GBO3). Las conclusiones convertirse rápidamente en estrategias y planes de acción nacionales y dar lugar a medidas eficaces con el fin de asegurar los objetivos previstos de reducir el empobrecimiento de la diversidad biológica de aquí al 2020.

A este prometedor plan se le añade la aprobación de un **Protocolo sobre el Acceso a los Recursos Genéticos y la Participación en los Beneficios que se Deriven de su Utilización**, considerado como un instrumento jurídico de primer orden para la protección de la biodiversidad. Según Ahmed Djoghlaif, ex Secretario ejecutivo del Convenio, el Protocolo permitirá “poner en práctica la totalidad del Convenio”, sentar las bases “de un nuevo orden ecológico y económico internacional basado en el respeto a la naturaleza en su diversidad”.

Los logros de la Conferencia de Nagoya y del **Año Internacional sobre la Diversidad Biológica** crearon, pues, una oportunidad para integrar verdaderamente la diversidad biológica en la toma de decisiones.



El Grupo de Enlace sobre la Biodiversidad impulsado por el Convenio sobre la Diversidad Biológica



En materia de conservación de la biodiversidad, el Convenio sobre la Diversidad Biológica promueve la cooperación y la colaboración con una serie de convenciones, instituciones y dispositivos con el fin de mejorar la coherencia de las políticas a escala internacional.

La Secretaría ha constituido un grupo formal de enlace entre las secretarías de las convenciones relativas a la biodiversidad: el Grupo de Enlace sobre la Biodiversidad, en el que se aglutina la colaboración de:

- El Convenio sobre la Diversidad biológica (CBD)
- La Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES)
- La Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres (CMS)
- El Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura de la FAO
- La Convención sobre los Humedales, también conocida como Convención de RAMSAR

■ La Convención sobre el Patrimonio Mundial (WHC)

Se han firmado memorándums de cooperación entre las convenciones y se han aprobado programas de trabajos conjuntos en los que se describen formalmente las actividades y los objetivos marcados.

Así, se han divulgado estudios de caso sobre las especies migratorias y sus hábitats a través del centro de intercambios (CHM: Clearing-House Mechanism), facilitando la cooperación científica y técnica entre la CBD/CMS y la CBD/Ramsar.

La CBD y la CITES trabajan conjuntamente en la puesta en marcha de la *Estrategia mundial para la conservación de las plantas*, y, específicamente, para la consecución del objetivo 11: "Ninguna especie de la flora salvaje debe ser amenazada por el comercio internacional".

El papel de la CITES

La CITES tiene como objetivo velar por que el comercio internacional de ejemplares de animales y de plantas silvestres no amenace la supervivencia de las especies a las que esos ejemplares pertenecen.

Como el comercio de plantas y animales silvestres supera el marco nacional, su reglamentación debe ser objeto de una cooperación internacional para preservar de la sobreexplotación a algunas especies. Por eso, los estados que ratifiquen la CITES, las partes de la Convención, deben aprobar una legislación que garantice el respeto de la Convención a escala nacional.

Un gran número de especies comercializadas no están en peligro de extinción, pero la existencia de

Milvus aegyptius, Parque Nacional Nakuru, Kenia. © Peter Prokosch, UNEP Grid-Arendal

Damán del Cabo, Lago Nakuru, Kenia. © Peter Prokosch, UNEP Grid-Arendal



Gorila huérfano, Congo. © Tim Freccia UNEP GRID-Arendal



un acuerdo que garantice un comercio sostenible es importante para su preservación a largo plazo.

A día de hoy, la CITES protege a más de 30.000 especies silvestres: dichas especies están inscritas en uno de los tres anexos de la Convención, en función del grado de protección que necesitan. Cualquier importación, exportación o introducción de ejemplares de especies cubiertas por la Convención debe ser autorizada en el marco de un sistema de permisos.

Los informes anuales emitidos por las partes de la Convención constituyen los medios reales disponibles para llevar a cabo la puesta en práctica de la Convención en el comercio internacional de ejemplares de las especies listadas (en ellos se indican el número y la naturaleza de los permisos y de los certificados emitidos).

La eficacia de recurrir a cuotas de exportación ha sido reconocida. Para los países signatarios las cuotas se establecen unilateralmente a escala nacional, pero la Conferencia de las Partes puede establecer algunas cuotas, en el caso de especies como el elefante africano (*Loxodonta africana*), el leopardo (*Panthera pardus*) o la tortuga de espolones africana (*Geochelone sulcata*).

El papel del Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura de la FAO

Según su propia definición, el **Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura** tiene como objetivo

principal reconocer la enorme contribución de los agricultores a la diversidad de los cultivos que alimentan al mundo. Tiende a implantar un sistema mundial que permita proporcionar a los agricultores, a los fitogenetistas y a los científicos el acceso a los materiales fitogenéticos y, sobre todo, a asegurar que los beneficiarios compartan los beneficios que obtienen de la utilización de esos materiales con los países de los que proceden.

La dimensión original e innovadora del Tratado en materia de acceso y de participación en los beneficios es el declarar que las principales plantas cultivadas (64 especies, que producen el 80% del consumo humano) sean incluidas en un patrimonio de recursos genéticos accesibles para todos. Los países signatarios aceptan, pues, poner a disposición de la comunidad agrícola internacional la diversidad genética de las especies que cultivan depositadas en sus bancos de genes y las informaciones relacionadas con ellas.

Los materiales almacenados pueden así ser mejorados y los laboratorios de los países desarrollados se integran en un contexto enmarcado y facilitado para aportar su saber hacer técnico a los agricultores de los países en vías de desarrollo con el fin de prolongar o de desarrollar la acción que éstos han emprendido en sus propias tierras.

El Tratado reconoce ante todo la contribución de las comunidades locales a la conservación y a la puesta en valor de los recursos fitogenéticos, e insta a los gobiernos a tomar medidas para proteger los derechos de los agricultores, ya se trate de la protección de los conocimientos tradicionales, del derecho a participar de los beneficios, o del derecho a participar en la toma de decisiones a escala nacional.

Variedad local de retoños de almendra, Prunus dulcis.
© Abalg, Dominio público

Agama agama, Lago Nakuru, Kenia.
© Peter Prokosch, UNEP GRID-Arendal

Espiga de trigo, Francia.
© Humpapa, CC BY-NC 2.0





La Convención de RAMSAR

La Convención sobre los Humedales, denominada **Convención de Ramsar** (nombre de la ciudad iraní donde fue aprobada), es un tratado intergubernamental que entró en vigor en 1975 y que sirve de marco de actuación para la acción nacional y la cooperación internacional en la conservación y uso racional de los humedales y de sus recursos.

El uso racional de los humedales se define como “el mantenimiento/conservación de sus características ecológicas conseguido mediante la puesta en práctica de enfoques en el contexto del desarrollo sostenible”. Dicho de otro modo, en el centro de ese concepto reside la idea de conservación y de utilización sostenible de los humedales para beneficio de comunidades humanas de todo el planeta, ya que esas zonas proporcionan servicios ecológicos fundamentales al regular los regímenes hidrológicos, al jugar un papel vital en la mitigación de los cambios climáticos, y al constituir reservas de biodiversidad. Constituyen en sí mismas un recurso de gran valor económico, científico, cultural y recreativo para la humanidad entera.

La Convención ha adoptado un enfoque amplio para definir los tipos de humedales que competen a su misión; incluye en ella a pantanos y marismas, lagos y cursos de agua, praderas húmedas y turberas, oasis, estuarios, deltas y zonas intermareales, zonas marinas costeras, manglares y arrecifes de coral, y zonas húmedas artificiales como los estanques de piscicultura, los arrozales, los sistemas de contención y las salinas.

El papel de los países signatarios es, pues, mantener las características ecológicas de sus humedales de importancia internacional; inscribir, para ello, los humedales adecuados en la *Lista de Humedales de Importancia Internacional* (“Lista de Ramsar”) y velar después por la eficacia de su gestión.

En septiembre de 2016, había más de 2.240 humedales inscritos en la Lista de Ramsar.

La creación de la IPBES (Plataforma Intergubernamental Científico-normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas / *Intergovernmental science-policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*)

En su sesión plenaria del 21 de diciembre de 2010, la Asamblea General de las Naciones Unidas aprobó la creación de una Plataforma Intergubernamental Científico-normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas (IPBES).

El objetivo de dicha plataforma es mejorar la interfaz entre los conocimientos científicos y las decisiones políticas sobre los retos que presenta la biodiversidad, y velar en particular por reforzar las capacidades con vistas a un mejor uso de la ciencia en la elaboración de políticas.

*Campos de cultivo
situados aguas abajo
que dependen del agua.*

© Lawrence Hislop, UNEP
GRID-Arendal



Del mismo modo que el GIEC (Grupo Intergubernamental sobre la Evolución del Clima) tiene el mandato de analizar regularmente el estado de los conocimientos relacionados con el cambio climático y publicar informes de evaluación de la información científica con el fin de orientar a los responsables de la toma de decisiones, pero sin hacerles recomendaciones (una información pertinente pero no normativa). En definitiva, el papel de la IPBES consiste en informar a los gobiernos y proporcionarles los mejores conocimientos científicos disponibles sobre la biodiversidad y los servicios ecosistémicos con el fin de que tomen las decisiones necesarias.

Una de las funciones clave de la IPBES es, pues, ayudar indirectamente a la formulación y a la puesta en marcha de políticas identificando herramientas y metodologías útiles para elaborarlas.

Tras la resolución de la Asamblea General de las Naciones Unidas, y teniendo cuenta de la 3ª reunión intergubernamental de Busan (Corea), la UNESCO y los organismos internacionales asociados (PNUMA, FAO, PNUD) decidieron convertir a la IPBES en un organismo operativo rápidamente. Así pues, se organizaron dos sesiones de la asamblea plenaria de la IPBES para finales de 2011 y comienzos del 2012 con el fin de determinar la estructura de gobernanza de la plataforma.

Con el fin de anticiparse a los futuros debates sobre las modalidades de funcionamiento de la IPBES y sobre los acuerdos institucionales inherentes a su organización, la UNESCO se ha dedicado a examinar los elementos que podrían permitir a la plataforma asumir una

función de producción de saberes. En concreto, se ha sugerido que la comunidad científica pueda definir un plan con el fin de responder de manera estratégica a las necesidades de nuevos conocimientos en materia de biodiversidad y de servicios de ecosistemas.

El Protocolo de Nagoya sobre el Acceso y la Participación en los Beneficios

La Conferencia de las Partes en el Convenio sobre la Diversidad Biológica (COP), que se celebra regularmente desde su creación, se ha dedicado a implantar programas de trabajo temáticos correspondientes a los principales biomas del planeta (diversidad biológica de los bosques, diversidad biológica de las tierras secas y subhúmedas...). También ha puesto en marcha trabajos sobre algunas cuestiones intersectoriales que constituyen problemáticas pertinentes a todos los programas temáticos.

La cuestión del acceso a los recursos, principalmente genéticos, y a la participación en los beneficios es una de esas problemáticas.

Según el Convenio, en materia de gestión de los ecosistemas es esencial seguir desarrollando los conocimientos sobre la diversidad biológica funcional y gestionando los ecosistemas dentro del marco de un "enfoque ecosistémico" basado en el conocimiento y el análisis de la contribución de la diversidad biológica a los servicios ecosistémicos.

La primera entrega de la IPBES es una evaluación de la contribución de la polinización para la seguridad alimentaria y otros servicios de los ecosistemas.

Flor. © Flower's lover CC BY 2.0

Productos agroforestales en Lubuk Beringin. © CIFOR/Tri Saputro



El enfoque ecosistémico busca definir mejor, y luego mantener o restablecer los beneficios de todo tipo que se deriven de los servicios, sobre todo los beneficios que se deriven de la producción y de la gestión de los ecosistemas.

El enfoque ecosistémico busca definir mejor, y luego mantener o restablecer los beneficios de todo tipo que se deriven de los servicios, sobre todo los beneficios que se deriven de la producción y de la gestión de los ecosistemas.

Para ello, es fundamental estudiar el papel ecológico de la biodiversidad como tal en la producción de servicios, con el fin de conservar mejor la estructura y la dinámica de conjunto del ecosistema y de preservar los diferentes servicios que asegura.

El funcionamiento y la resiliencia de un ecosistema dependen de la biodiversidad en todos los niveles: de la relación dinámica en el seno de las especies, de una especie a otra, entre las especies y su entorno abiótico, así como de las interacciones físicas y químicas en el interior del entorno a las que la biodiversidad contribuye.

A largo plazo, la conservación y, si fuera necesaria, la regeneración de estas relaciones y procesos son más importantes para la conservación de la diversidad biológica, del ecosistema, y para el mantenimiento de los servicios ecosistémicos, que la simple protección de las especies.

En el centro de esta acción, los pueblos autóctonos y otras comunidades locales que viven de la tierra son participantes importantes, y tanto sus derechos como sus intereses deben ser reconocidos.

Habida cuenta de los beneficios potenciales de la gestión de los servicios ecosistémicos, es conveniente que los beneficios que se deriven de esos servicios sean compartidos, en particular entre quienes favorecen la

conservación sobre el terreno, como las poblaciones a escala local, y los participantes responsables de la producción y de la gestión de los servicios (en muchos casos, representantes de industrias de los países desarrollados que tienen acceso a los recursos naturales de un tercer país). En el fondo, todos los ecosistemas deberían ser gestionados para beneficio de los seres humanos, independientemente de que ese beneficio se dedique o no al consumo.

Durante su última sesión en Japón en octubre de 2010, la Conferencia de las Partes del Convenio aprobó el **Protocolo de Nagoya sobre el Acceso a los Recursos Genéticos y la Participación en los Beneficios que se Deriven de su Utilización**.

El objetivo del protocolo es asegurar especialmente que los países en vías de desarrollo, ricos en biodiversidad, obtengan una participación justa y equitativa en los beneficios vinculados con el uso de los recursos genéticos procedentes de sus territorios.

A tal fin, el Protocolo establece una serie de obligaciones para los estados parte del Convenio, a los que corresponde aprobar medidas en materia de acceso a los recursos genéticos, de participación en los beneficios y de respeto de las obligaciones. En cuanto al acceso, por ejemplo, se prevé especialmente la concesión de un permiso o su equivalente cuando se otorgue el acceso a un recurso. Las partes contratantes deberán, por otra parte, asegurarse de contar con el consentimiento previo por parte de las comunidades autóctonas y locales para el acceso a los recursos genéticos, sobre los que las comunidades tienen un derecho reconocido a la hora de otorgar el acceso a ellos.

Servicios de los ecosistemas en Tintilou y en Boromo, Burkina Faso.

Tintilou, Burkina Faso. © CIFOR/Ollivier Girard CC BY-NC-SA 2.0

Boromo, Burkina Faso. © CIFOR/Ollivier Girard CC BY-NC-SA 2.0



En cuanto al beneficio, los estados parte deberán adoptar medidas con el fin de asegurar el reparto justo y equitativo de los beneficios que se deriven del uso y posterior comercialización de los recursos genéticos. Así, el reparto de beneficios se someterá a un acuerdo común entre la parte contratante que utilice los servicios (en un contexto de investigación y desarrollo esencialmente vinculado con la genética o la bioquímica) y la parte contratante que suministre los recursos. De esa manera, se establecen claramente las reglas por las cuales una empresa, por ejemplo farmacéutica o cosmética, puede utilizar una molécula procedente de una planta medicinal de un tercer país, y comercializarla compartiendo los beneficios con el país de origen.

Sin embargo, los beneficios derivados de los recursos genéticos no son forzosamente monetarios; incluyen también los resultados de programas de investigación y desarrollo llevados a cabo sobre ciertos recursos genéticos, la transferencia de tecnologías que utilizan dichos recursos, la participación en programas de investigación en biotecnologías, y los beneficios financieros vinculados con la comercialización de productos procedentes de recursos genéticos. .

Ejemplos de reparto de los beneficios:

- Intercambios en el marco de la investigación: un investigador de un país proveedor de recursos genéticos colabora con un miembro del equipo de investigación del país usuario.

- Pago de regalías: las regalías generadas por la explotación de los recursos genéticos son compartidos entre el proveedor y el usuario de los recursos genéticos y los poseedores del saber tradicional asociado.

- Acceso preferencial del país proveedor a todas las formas de presentación de medicamentos derivados de recursos genéticos o de saberes tradicionales asociados que hayan podido suministrar; por ejemplo, tasa preferencial para la compra de los medicamentos en cuestión.

- Posesión compartida de los derechos a la propiedad intelectual: se busca una posesión compartida de los derechos a la propiedad intelectual entre el usuario y el proveedor de los recursos genéticos para los productos patentados procedentes de esos recursos genéticos cuyo acceso se ha facilitado.

Sobre todos estos aspectos, el Protocolo busca aportar respuestas coherentes. Entre las herramientas y los mecanismos destinados a apoyar la puesta en práctica, el Protocolo prevé la creación de un fondo denominado "Mecanismo multilateral de participación en los beneficios", que se aplica especialmente al refuerzo de las capacidades con el fin de ayudar a los países a elaborar una legislación nacional; a implantar, por ejemplo, el marco de un acuerdo; a negociar dicho acuerdo; a ejercer una gestión orientada de los conocimientos tradicionales asociados con la utilización de recursos genéticos. Este apoyo financiero será financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM).

Venta de espigas de maíz en Nepal. © Subash S.P./CIMMYT



Eucalyptus globulus. © Forest & Kim Starr, CC BY 3.0



El Decenio de las Naciones Unidas sobre la Biodiversidad (DNUB) 2011-2020

Durante su 65ª sesión, en diciembre de 2010, la Asamblea General de las Naciones Unidas proclamó el período 2011-2020 como **Decenio de las Naciones Unidas para la Biodiversidad**, con vistas a contribuir a la puesta en marcha del Plan Estratégico para la Biodiversidad 2011-2020.

En primer lugar, el Decenio debe servir de vehículo para apoyar la puesta en marcha de los objetivos del Plan Estratégico para la Biodiversidad, buscando especialmente promover la implicación de agentes varios, con el fin de integrar la biodiversidad en las actividades económicas y en los planes de desarrollo.

De ese modo, podrá apoyar acciones que traten sobre causas subyacentes de la pérdida de biodiversidad, como los modos de producción y de consumo, o los que ayuden a salvar el obstáculo de la falta de sensibilización del público con respecto a la importancia de la biodiversidad.

La resolución de las Naciones Unidas tiene en cuenta igualmente la coordinación de las actividades del Decenio como un medio para reforzar las sinergias entre los diferentes convenios relativos a la biodiversidad.

Según los Objetivos Estratégicos para el Decenio, se trata precisamente de proporcionar un marco ágil para la puesta en marcha del Plan Estratégico, de suministrar directrices en ese sentido a las organizaciones regionales e internacionales y, sobre todo, de seguir sensibilizando al público sobre cuestiones relacionadas con la biodiversidad. A tal fin, el plan de puesta en marcha prevé suministrar mensajes clave sobre la biodiversidad y su valor al mismo tiempo que directrices de comunicación para adaptarlos a las culturas locales; de constituir colaboraciones con organismos de comunicación de todo el mundo con el fin de divulgar esos mensajes y adaptarlos a escala local; de desarrollar igualmente principios para integrar la biodiversidad en "los programas de estudios nacionales" destacando los principios de la educación al servicio del desarrollo sostenible (EDS).

La creación de áreas naturales protegidas es la principal herramienta para la conservación de la biodiversidad.

2. Hacia una gestión concertada y razonada

Las áreas protegidas terrestres

La creación de áreas protegidas sigue siendo la principal herramienta de conservación de la biodiversidad.

Según las cifras más recientes, las áreas protegidas cubren actualmente el 13,5% de la superficie terrestre, y unas 120,000 áreas cuentan con protección jurídica.



El objetivo que la comunidad internacional se marcó en el año 2002 de proteger al menos el 10% de cada una de las regiones ecológicas del mundo (ecorregiones) no se ha conseguido y, debido a ello, un gran número de lugares primordiales para la conservación de la diversidad biológica quedan fuera de áreas protegidas. En el plan estratégico de 20 puntos aprobado durante la Conferencia de las Partes (COP) en octubre del 2010, con el objetivo de frenar la erosión masiva de la biodiversidad con el año 2020 como horizonte, se previó aumentar las áreas terrestres protegidas hasta el 17% de la superficie. Se logró este objetivo, y se han propuesto nuevos objetivos bajo el ODS 15, que se ocupa de proteger, restaurar y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres y detener la pérdida de biodiversidad.

Sobre el conjunto de áreas protegidas de cuya gestión la Convención ha podido medir la eficacia a través de los informes nacionales, se calcula que un 13% tienen una gestión realmente adecuada; un 5%, una gestión eficaz; y la proporción restante, una gestión simplemente satisfactoria. Algunas de esas áreas protegidas siguen siendo todavía creaciones administrativas carentes de capitales y de personal para contar con una gestión conveniente.

La red **Alliance for Zero Extinction** tiene por objetivo identificar lugares críticos para la conservación de la diversidad biológica, cuya protección es prioritaria para evitar la desaparición de especies en peligro, o en peligro crítico de extinción. Parece ser que muchos de esos lugares no gozan en la actualidad de ninguna protección jurídica.

Con el fin de conseguir los objetivos del Convenio sobre la Diversidad Biológica, las áreas protegidas han buscado gestionar los recursos naturales según el enfoque por ecosistemas preconizado por el Convenio, e implicar a todos los sectores de la sociedad en la conservación y la gestión de la biodiversidad. Algunas de esas áreas se han convertido no solamente en herramientas de protección de los ecosistemas y de conservación de la biodiversidad en general, sino también en herramientas de desarrollo económico y social, y han contribuido de ese modo a la evolución de la idea de conservación durante estas últimas décadas.

- En primer lugar, se trata, siempre, de conservar según el primer sentido del término, de salvar las especies amenazadas y los espacios naturales, de practicar la conservación *ex situ* si fuera necesario, estableciendo, por ejemplo, repoblaciones de conservación cuando la conservación *in situ* no sea posible, y de mantener así el patrimonio genético de especies muy amenazadas, si bien la prioridad es reintroducirlas en su medio natural.
- Se trata, cada vez más, de restaurar los ecosistemas, de reintroducir setos y conexiones naturales en los paisajes, de descontaminar los cursos de agua, de mejorar las zonas de pasto y pastizales sobreexplotados. Además, la restauración ecológica es un medio para implicar ampliamente a las comunidades locales y de combinar de manera pertinente la innovación científica y los nuevos enfoques y técnicas de conservación con la revalorización de los saberes tradicionales.

Paisajes de Alaska. © Peter Prokosch, UNEP Grid-Arendal



Grulla coronada cuelligrís (*Balearica regulorum*). © Peter Prokosch, UNEP Grid-Arendal



Pero más allá de esas acciones, se trata de tener en cuenta a la biodiversidad como un socio natural de vida y de desarrollo, de acompañar la dimensión naturalmente productiva y diversificada de los ecosistemas. Las áreas protegidas, en especial las pertenecientes a la Red Mundial de Reservas de Biosfera del programa MAB de la UNESCO (a día de hoy, 669 lugares en 120 países), están cada vez más integradas en la vida económica local y contribuyen activamente a la aplicación del enfoque por ecosistema, buscando promover simultáneamente la conservación de los recursos, su gestión sostenible y la distribución justa y equitativa de los beneficios derivados de la explotación de los recursos genéticos a través de las acciones llevadas a cabo.

También, se acometen nuevos desafíos, entre los que están los siguientes:

- Identificar y evaluar el papel funcional de la biodiversidad en la producción de los servicios ecosistémicos, en particular de los servicios de regulación y de los servicios de apoyo. Efectivamente, si un gran número de especies nos proporcionan preciosos servicios de aprovisionamiento (de alimentación, de madera), es urgente tener en cuenta a las especies que permiten que dicho aprovisionamiento tenga lugar: citemos las especies clave, las especies dotadas de rasgos funcionales característicos, gracias a los cuales participan más activamente que las demás en funciones ecológicas primordiales, como la producción de biomasa, el ciclo de los nutrientes, el reciclaje de los elementos nutritivos, los sistemas de polinización, los sistemas de diseminación de granos, los sistemas de lucha biológica.
- Cuantificar mejor y evaluar globalmente los servicios de apoyo y de regulación de los ecosistemas y sus aportaciones, e identificar a las personas y a las acciones que llevan a cabo su mantenimiento.
- Concentrarse en la regeneración y el mantenimiento de las relaciones y de los procesos entre las especies, y entre éstas y el medio, que están en el origen de esos servicios, con el fin de conservar la estructura y la dinámica del ecosistema (estructura temporal, estructura vertical, estructura en plano, estructura trófica).
- Apoyarse mejor en el estudio combinado del papel de los elementos constitutivos de la diversidad biológica y de la función ecológica de la biodiversidad como tal, para comprender los factores de la diversidad biológica que determinarán las decisiones en materia de gestión (en referencia al Principio 5 del enfoque por ecosistemas).
- Apoyar concretamente a los agentes locales de la conservación, con amplios conocimientos agrícolas tradicionales, mediante la armonización de medidas de estímulo (eliminación de subvenciones que tengan un efecto perverso, pago por servicios medioambientales) y mediante el refuerzo de las capacidades (ayudando al desarrollo de los saberes locales en un contexto de progreso científico y tecnológico y de gestión integrada de los ecosistemas).
- Tender cada vez más a una gestión comunitaria de los recursos biológicos animando a las poblaciones a participar en esa gestión dentro de un objetivo de desarrollo económico. Algunos países, como Namibia, han transferido, por otra parte, la

Jóvenes en la Reserva de biosfera del Monviso, Italia. © UNESCO-MAB



Caballo Bashkirskiyi como parte de las medidas de conservación de variedades locales. © L.A. Sultangareeva



protección de la fauna salvaje a comunidades locales voluntarias.

- Animar, a través de las acciones llevadas a cabo, la evolución de las políticas públicas y la adopción de medidas legislativas en materia de biodiversidad, tanto a nivel internacional –gracias a una toma de decisiones concertada en el plano interestatal, tras el plano nacional–, como sobre el terreno, mediante la concesión de subvenciones para las prácticas favorables a la biodiversidad, como el desarrollo de la agricultura biológica, el recurso a las praderas permanentes y a los cultivos sin labor, el mantenimiento de una cobertura de los suelos en invierno.
- Conducir la política y la acción de conservación en un contexto ecorregional, a una escala compatible con los procesos ecológicos, y favorecer así la participación de iniciativas de gestión y de cooperación-transfronteriza.

Las áreas marinas protegidas

La protección de las áreas marinas y costeras es muy inferior a la que se proporciona a las áreas protegidas terrestres. El mapa muestra un aumento del 0,6% del área protegida de los océanos desde 2012. En 2010 la mayoría de los gobiernos del mundo acordaron proteger al menos el 10% de las zonas costeras y marinas en el mundo para el año 2020.

Rhodiola rosea. Reserva de biosfera de los Alpes de Minami, Japón.
© UNESCO/Yamanashi Prefecture Minami-Alps

ALGUNAS ESTADÍSTICAS SOBRE LAS RESERVAS DE BIOSFERA*

Existen **669 reservas de biosfera** en **120** países, comprendidos **16** sitios transfronterizos. Su distribución es la siguiente:



70
en **28** países de
África

30
en **11** países de los
Estados Árabes

142
en **24** países de
Asia y el Pacífico

302
en **36** países de
**Europa y América
de Norte**

125
en **21** países de
**América Latina
y el Caribe**

La superficie de las reservas de biosfera existentes en todo el mundo totaliza más de **1.045.000.000** hectáreas.

* a partir de abril del 2016



El Plan Estratégico 2011-2020 para la Biodiversidad prevé aumentar la superficie mundial de reservas marinas y costeras al 10% de la superficie de las 238 ecorregiones marinas existentes. Tal como indica el GBO3, las zonas de alta mar prácticamente no están representadas en la red de áreas protegidas, lo cual ilustra la dificultad de crear zonas de protección más allá de zonas económicas determinadas.

Si bien una zona acuática (un ecosistema o, desde un punto de vista más amplio, un bioma acuático que se ajusta en menor medida a los criterios de zonalidad que un bioma terrestre, debido a las vastas corrientes que recorren los océanos) parece más difícil de definir en el espacio, un **área marina protegida** es un espacio delimitado en el mar, sobre el que se han fijado uno o varios objetivos de conservación a largo plazo.

Por otra parte, a menudo hay varios objetivos de conservación, como proteger o reconstituir los recursos haliéuticos, proteger a especies endémicas o hábitats raros que estén amenazados, y proteger, desde un punto de vista más amplio, la biodiversidad o preservar un conjunto de hábitats destacables.

El programa internacional sobre las áreas protegidas dentro del marco del Convenio sobre la Diversidad Biológica induce, más allá de la dimensión local, al ajuste de escala característico de un área marina protegida que juega un papel determinado, desde el nivel local al nivel internacional, al constituir a menudo una zona de migración de aves, una zona de desove para peces, de reproducción para múltiples especies.

A tal respecto, el programa hace referencia a la necesidad de constituir redes

nacionales y regionales coherentes, representativas y bien gestionadas.

El éxito de las áreas marinas protegidas depende mucho del contexto de puesta en marcha de la reserva: de la identificación del proyecto y de la adhesión de las poblaciones, de una implicación importante de la población en la toma de decisiones, de la puesta en marcha del plan de gestión y de la aplicación de las reglas de gestión. Así, el Área de Gestión Marina de La Soufrière en Santa Lucía es un buen ejemplo de éxito de la conservación marina. El proyecto fue creado para responder en particular a una reducción de la biodiversidad y de los recursos haliéuticos costeros. La puesta en marcha de un área marina protegida ha permitido aumentar considerablemente la biomasa de pescado: todas las familias de especies, como las comerciales de peces loro y de peces cirujano, han aumentado en términos de biomasa en el conjunto del área, hasta cuadruplicarse. Los resultados son notorios en lo que respecta a la regeneración de poblaciones, de los stocks de pesca, y los conflictos por el uso entre los usuarios tradicionales (los pescadores) y los agentes del sector turístico (hoteleros, aficionados a la navegación) han disminuido debido al aumento de ingresos de los pescadores, que obtienen beneficios complementarios gracias al desarrollo del turismo. Se ha creado empleo y las poblaciones, en su sentido amplio, de la región se sienten implicadas. Cabe mencionar que el proyecto ha sido financiado en gran parte gracias a la flexibilidad de fondos propios como el Fondo Francés para el Medio Ambiente Mundial (FFEM, por sus siglas en francés), que pueden a veces tener una utilidad complementaria a la contribución de los países al Fondo Medioambiental Mundial (GEF, *Global Environment Facility*) y a la acción emprendida por éste último.

Cormoranes, África del Sur.
© Peter Prokosch/UNEP GRID-Arendal

Somateria es un género que incluye grandes patos migratorios como el comúnmente llamado Eider. © Peter Prokosch, UNEP GRID-Arendal



El ejemplo de las áreas marinas gestionadas localmente (LMMA, por sus siglas en inglés)

Según el *GBO3*, estos últimos años más de 12.000 km² de la región del Pacífico Sur han sido gestionados gracias a la red de las **áreas marinas gestionadas localmente (LMMA)**, un sistema de gestión comunitaria de los recursos marinos.

La iniciativa abarcó a casi 500 comunidades que viven en los estados insulares del Pacífico Sur. Las comunidades y sus jefes locales han trabajado conjuntamente con su gobierno, ONGs e instituciones internacionales, con el fin de desarrollar planes de gestión de la pesca y objetivos de conservación susceptibles de dar respuesta a su problema de agotamiento de los recursos, utilizando los sistemas de gestión tradicionales.

Para muchas cosas, esos sistemas se basan en los conocimientos autóctonos y en el régimen territorial consuetudinario que prevé prohibiciones estacionales y zonas de veda temporales para la pesca. Estos aspectos han sido integrados en una gestión técnica y científica más moderna.

Los objetivos económicos y de conservación se han conseguido, por ejemplo, en las islas Fiji: las capturas de pescado se han triplicado, los ingresos domésticos han aumentado un 35-45%, y se ha dado un aumento de las poblaciones de las especies explotadas.

Las poblaciones humanas están, de hecho, sensibilizadas con respecto a esas iniciativas debido a los beneficios obtenidos: la reconstitución de los stocks de pesca, la seguridad alimenticia, el refugio ofrecido a las especies patrimoniales vulnerables a la



Pesca artesanal. © FAO/Filipe Branquinho

Cangrejo cocotero, isla de Henderson. © UNESCO/Ron Van Oers



pesca, la restauración del ecosistema tras importantes perturbaciones, una forma de regeneración cultural y el refuerzo de la organización comunitaria.

Las Cuotas Individuales Transferibles de pesca (CIT)

Estos últimos años han aparecido diferentes modos de gestión de los recursos haliéuticos, como las **Cuotas Individuales Transferibles**.

Por medio de ese sistema, las cantidades totales de capturas autorizadas por especies y por zonas de pesca se adjudican directamente a los pescadores, en forma de cuotas individuales transferibles; es decir, los pescadores pueden alquilarlas, vendérselas a otros, o comprar nuevas cuotas cuando agoten las suyas. De hecho, este sistema permite asignar a pescadores individuales, a grupos de pescadores (comunidades) o a cooperativas un porcentaje específico de las capturas totales de un stock de pescado determinado. La especificación puede ser para la especie, para la zona de pesca o para la cantidad de capturas. Así, las empresas pesqueras están autorizadas a capturar y a vender más pescado sólo si hay más peces, pero tienen la seguridad de beneficiarse de una cantidad determinada de pescado.

Los pescadores se convierten en agentes más implicados, desarrollan un interés directo en conocer los stocks, en mantenerlos en buen estado, en proteger los recursos haliéuticos.

Ello conlleva una disminución del esfuerzo de pesca permanente, la optimización de las capturas a corto plazo, y una reducción de la competencia desenfrenada.

Según el *GBO3*, un estudio llevado a cabo con unas 120 pescas reglamentadas por las CIT en 2008 demostró que el riesgo de desmoronamiento de su actividad se había reducido en la mitad en relación con otras pescas que utilizaban otros métodos de gestión.

Sin embargo, antes de considerar definitivamente las CIT como una opción de gestión sostenible, habría que disipar ciertos inconvenientes potenciales, como el de "privilegiar" a las empresas más desarrolladas y viables económicamente, que pueden comprar cuotas fácilmente, de forma que el sistema parece que va dejando más de lado a las pequeñas empresas.

Los planes de ordenación forestales y la puesta en marcha de una silvicultura verdaderamente sostenible

La puesta en marcha de planes de ordenación forestales constituye una evolución positiva hacia una explotación más racional y ecológica de los macizos forestales. Particularmente dichos planes permiten calcular la cantidad de madera que puede ser recolectada sin perjudicar a la capacidad de regeneración del bosque. Son herramientas de

Pesca artesanal, Malasia. © WorldFish/Jamie Oliver CC BY-NC-ND 2.0.



Cardumen de atunes. © TheAnimalDay.org CC BY 2.0



planificación a largo plazo de las recolectas y de las actividades de explotación, gestionadas paralelamente a las medidas a favor del medio ambiente y de las poblaciones locales. Dichos planes se muestran especialmente útiles en las regiones tropicales.

Las etapas de planificación consisten en producir una serie de diagnósticos a partir del área en cuestión para luego redactar el plan de ordenación. Se trata, pues, de evaluar el recurso comercializable y de determinar parámetros de ordenación a partir de un reconocimiento de las plantaciones: ¿Cuáles con los diámetros mínimos de explotación? ¿Y los índices de reconstrucción de las plantaciones? ¿Cuáles son los objetivos según las especies? ¿Es preciso proteger imperativamente algunas especies? ¿Proteger ejemplares dentro de las especies? ¿Proteger muestras representativas dentro de las especies?

Se trata también de evaluar la biodiversidad y el medio natural. Tras un inventario florístico, ¿deben ponerse en reserva algunas zonas frágiles?

Es, finalmente, esencial evaluar el entorno socioeconómico del lugar, analizar las infraestructuras, la economía local, el impacto sobre los vecinos y las condiciones de vida y de trabajo del personal previsto para el plan de ordenamiento. Una vez que se llevan a cabo esas etapas, se puede elaborar el plan y organizar la planificación operativa.

Potenciar así la ordenación de las concesiones integrando en ella las cuestiones relativas a la biodiversidad, y tener en cuenta la participación de las poblaciones locales es un modo de gestión extendida sobre más de 5 millones de hectáreas en los seis países forestales de África Central y de la cuenca del Congo. Para la ordenación, no obstante, se precisan importantes medios humanos y financieros, parámetros que podrían ser mejorados gracias al refuerzo de capacidades (formación y eficacia de las sociedades de explotación, aseguración de las empresas, colaboraciones facilitadas con instituciones u ONGs especializadas en el campo de la conservación, aplicación de disposiciones legales).

La lucha contra la explotación ilegal y la aplicación de prácticas de explotación de impacto reducido, a menudo conocidas por las comunidades, son acciones a llevar a cabo en paralelo, progresos que deben confirmarse como tales, para garantizar la sostenibilidad.

Sin embargo, incluso aplicando esos modos de gestión y prácticas de explotación, es poco probable que la explotación forestal pueda satisfacer las necesidades crecientes de una población que crece muy rápidamente. Es urgente integrar más allá en la visión de la planificación, los conocimientos más especializados de la investigación, en particular en el dominio de la silvicultura y de la biología del bosque, sobre los aspectos del comportamiento y de la dinámica ecológica de especies específicas. Valorizar, en una palabra, los logros de la investigación.

Las etapas de planificación consisten en elaborar varios diagnósticos en el área elegida, y elaborar después el plan de gestión.

Cuenca del río Dordoña, Trémolat, Francia.

© F. Ehrhardt-EPIDOR

Una cepa en botánica es la base de un tronco de árbol y sus raíces. En el sector forestal, es lo que queda después de la tala de un árbol.

© Lawrence Hislop, UNEP GRID-Arendal





El Consejo de Administración Forestal (FSC, por sus siglas en inglés: Forest Stewardship Council)

El FSC o el Consejo de Administración Forestal es un label ecológico reconocido internacionalmente que asegura que la producción de un producto a base de madera ha respetado procedimientos que se considera garantizan la gestión sostenible de los bosques.

En su estructura, el FSC es un consejo procedente de una ONG (Organización No Gubernamental) creado en 1993, tras la Cumbre de la Tierra.

La noción de gestión forestal no se limita, según la FSC, a la explotación comercial que se hace del recurso madera en el contexto del bosque. Para garantizar la gestión sostenible de los bosques, la producción de un producto debe responder a criterios de calidad y comportamiento medioambientales, pero también sociales y económicos.

El FSC desarrolla dos tipos de certificación: la certificación de la gestión forestal y la certificación de la cadena de trazabilidad. Ésta última garantiza cada etapa del producto en la cadena de aprovisionamiento: su producción al nivel de la unidad de gestión del bosque certificado, su transformación y

eventualmente su origen o su posibilidad de reciclaje (residuos de madera-papel).

El logotipo de certificación *Forest Stewardship Council* nos ayuda a optar por un consumo responsable, integrando el mantenimiento y la conservación de la biodiversidad en los productos manufacturados y los bienes de consumo que se nos proponen, a la vez que permite una responsabilización de ciertos sectores, de agentes del sector maderero, de agentes comerciales y, desde un punto de vista más amplio, una sensibilización del gran público con respecto a la relación que mantiene con la naturaleza y los recursos naturales.

El Consejo para la Administración Marina (*Marine Stewardship Council*, MSC por sus siglas en inglés)

De la misma manera que el FSC, el MSC o **Consejo para la buena gestión de los recursos marinos** tiene como objetivo apoyar una política de sensibilización que favorezca la puesta en marcha de prácticas de pesca sostenibles, indicando al consumidor que el producto situado al final de la cadena procede de un sistema de gestión respetuoso, a largo plazo, para con la viabilidad de los recursos y la salud de los ecosistemas marinos.

El consumidor tiene así la oportunidad de comprar un producto que no haya contribuido (o que lo haya hecho lo menos posible) a degradar o sobreexplotar los recursos naturales.

Marine Stewardship Council. Campaña de sensibilización. © MSC / Sandra Mies CC BY-NC-ND 2.0

La Suimanga Pechinaranja (Anthobaphes violacea) es una especie de paseriforme perteneciente a la familia Nectariniidae.

© Peter Prokosch, UNEP GRID-Arendal



Además, los productos del mar que satisfacen los criterios de tal certificación pueden procurar ventajas a los pescadores participantes, en forma de cuotas de mercado. El MSC logra así ayudar y proteger a la pequeña pesca artesanal que no sobreexplota sus stocks.

Las certificaciones de la agricultura biológica

Las certificaciones *Biogarantie* en Bélgica, *AB* en Francia, *OF&G* en Gran Bretaña, *Bourgeon* en Suiza, *Biologique Canada* en Canadá, *China Green Food Development Center* en China, garantizan que los productos provienen de la agricultura biológica.

Dichas certificaciones nos permiten identificar los productos alimenticios que han sido cultivados en un sistema agrícola basado en el respeto hacia los seres vivos y los ciclos naturales, que favorece la biodiversidad, prohíbe el uso de abonos o de productos químicos y se preocupa en primer lugar, del respeto hacia el suelo y del mantenimiento de su fertilidad.*



* Ver sobre este punto

Vol. 2, Act. 11, Diálogo y movilización en torno a la agricultura sostenible (p. 62).

Extracción de madera sostenible en Lukolela, República Democrática del Congo.
© CIFOR /Olivier Girard CC BY-NC-ND 2.0

La práctica de agricultura sostenible en los Himalayas.
© Lawrence Hislop UNEP GRID-Arendal



3. Nuestra huella ecológica

La huella ecológica es una herramienta que sirve para medir la presión ejercida por el ser humano sobre la naturaleza. La unidad utilizada corresponde a la superficie biológicamente productiva de tierra y del agua necesaria para producir los recursos que un individuo, una población (o incluso una actividad) consumen y que se necesitan para absorber los residuos que se generen en ese proceso.

En la actualidad contamos con los medios para evaluar los alimentos y la madera que consumimos por habitante o por población, el equipamiento que utilizamos, y la superficie de tierra productiva necesaria para absorber el CO₂ producido por los combustibles fósiles que utilizamos.

El sistema de cálculo de la huella ecológica permite comparar la huella de una población en relación con la superficie bioproductiva local o planetaria disponible estimada.

La huella ecológica parte de la hipótesis de que la capacidad de regeneración de la Tierra podría ser el factor limitante de nuestra economía planetaria,

si dicha economía continúa sobreexplotando los recursos que nuestra biosfera es capaz de suministrar y de renovar.

La huella ecológica media de una persona en la superficie del globo es de 2,2 hectáreas globales (naturalmente, hay una gran diferencia entre la huella ecológica de un habitante de los Estados Unidos y la de un habitante de Malawi); ahora bien, solamente hay 1,8 hectáreas de superficie biológicamente productivas a disposición de cada uno. Este sobreconsumo recibe el nombre de –“overshoot” y, en esa perspectiva, nos harían falta varios planetas para poder proseguir con ese tren de vida en el futuro. Ahora bien, es innegable, la “finitud ecológica” de nuestro mundo, su extraordinario funcionamiento en el interior de un sistema natural que establece sus propios límites, es una realidad.

A largo plazo, rebasar los límites ecológicos de la biosfera engendra la destrucción de los servicios ecológicos de los ecosistemas y la pérdida masiva de biodiversidad, de la que depende completamente nuestra economía.

Expedición ártica. © Bjorn Alfthan, UNEP GRID-Arendal



Carbono

Representa la cantidad de terreno forestal que podría secuestrar las emisiones de CO2 procedentes de la quema de combustibles fósiles, excluyendo la fracción absorbida por los océanos.



Cultivos

Representa la cantidad de tierra utilizada para cultivar alimentos y fibra para consumo humano, así como alimento para animales, cultivos oleaginosos y caucho.



Pastoreo

Representa la cantidad de tierra de pastoreo utilizada para criar ganado para obtener carne, productos lácteos, piel y lana.



Forestal

Representa la cantidad de bosque requerido para proporcionar madera, pulpa y leña como combustible.



Tierra urbanizada

Representa la cantidad de tierra ocupada por infraestructuras humanas, incluyendo transporte, vivienda, estructuras industriales y embalses para energía hidroeléctrica.



Zonas pesqueras

Se calcula a partir de la producción primaria estimada requerida para mantener las capturas de pescado y marisco, basado en datos de captura de especies marinas y de agua dulce.

Huella ecológica.
© WWF

*Marismas y hábitat de agua dulce
– Parque Nacional de la Costa
Occidental (Sudáfrica).*

© Peter Prokosch UNEP Grid-Arendal



Aún sigue siendo posible que cada uno de nosotros nos mantengamos vigilantes y combativos en nuestro compromiso humano, que nos permite llevar la vida que elijamos dentro de los límites ecológicos de la biosfera.

Tenemos la posibilidad de actuar en el contexto de nuestras clases, de nuestras empresas, de nuestras instituciones; de calcular nuestra propia huella ecológica con la ayuda de nuestros profesores y de nuestros formadores, durante las actividades de sensibilización para con el desarrollo sostenible, propuestas por los centros escolares con motivo de la puesta en marcha del Decenio de las Naciones

Unidas de la Educación para el Desarrollo Sostenible. Asimismo también podemos comprometernos en las acciones de las ONG para la conservación de las especies y de los recursos; alentar a nuestras ciudadanas, a nuestros responsables, y a nuestros gobiernos locales a justificar nuestro consumo de recursos naturales; convertirnos en planificadores activos que integren la huella ecológica en los sistemas de indicadores y de informes sobre el desarrollo sostenible y que participen en los esfuerzos internacionales, elaborando y llevando a cabo sobre el terreno planes de actuación para un desarrollo local sostenible, dentro del mantenimiento, la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad.*

* **Ver sobre este punto**

Remitirse, de manera general, al conjunto de actividades propuestas en el volumen 2 de este Kit educativo sobre la biodiversidad, el Cuaderno de actividades

Cornejo Sueco (Cornus suecica) es una planta herbácea perenne de la familia Cornaceae. © Peter Prokosch, UNEP GRID-Arendal





UNESCO Programa de acción mundial de Educación para el Desarrollo Sostenible



Escuelas Asociadas de la UNESCO



Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura



Fondo Fiduciario del Japón

BERACA

