



## Evaluación de los Ecosistemas del Milenio

### Informe de Síntesis

#### Borrador final

**Nota: Los gráficos incluidos en este informe NO son finales**

## Un Informe de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio

**Equipo de autores principales:** Walter V. Reid, Harold A. Mooney, Angela Cropper, Doris Capistrano, Stephen R. Carpenter, Kanchan Chopra, Partha Dasgupta, Thomas Dietz, Anantha Kumar Duraipappah, Rashid Hassan, Roger Kasperson, Rik Leemans, Robert M. May, Tony (A.J.) McMichael, Prabhu Pingali, Cristián Samper, Robert Scholes, Robert T. Watson, A.H. Zakri, Zhao Shidong, Neville J. Ash, Elena Bennett, Pushpam Kumar, Marcus J. Lee, Ciara Raudsepp-Hearne, Henk Simons, Jillian Thonell, and Monika B. Zurek

**Equipo de autores extendido:** MA Coordinating Lead Authors, Lead Authors, Contributing Authors, and Sub-Global Coordinators

**Revisores:** José Sarukhán and Anne Whyte (co-chairs) and MA Board of Review Editors

**Panel de la Evaluación de Ecosistemas del Milenio**

Harold A. Mooney (*co-chair*), Stanford University, United States  
Angela Cropper (*co-chair*), Cropper Foundation, Trinidad and Tobago  
Doris Capistrano, Center for International Forestry Research, Indonesia  
Stephen R. Carpenter, University of Wisconsin, United States  
Kanchan Chopra, Institute of Economic Growth, India  
Partha Dasgupta, University of Cambridge, United Kingdom  
Rik Leemans, Wageningen University, Netherlands  
Robert M. May, University of Oxford, United Kingdom  
Prabhu Pingali, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Italy  
Rashid Hassan, University of Pretoria, South Africa  
Cristián Samper, Smithsonian National Museum of Natural History, United States  
Robert Scholes, Council for Scientific and Industrial Research, South Africa  
Robert T. Watson, World Bank, United States (*ex officio*)  
A. H. Zakri, United Nations University, Japan (*ex officio*)  
Zhao Shidong, Chinese Academy of Sciences, China

**Presidentes de la Junta Editora:**

José Sarukhán, Universidad Nacional Autónoma de México, Mexico  
Anne Whyte, Mestor Associates Ltd., Canada

**Director de la EM**

Walter V. Reid, Millennium Ecosystem Assessment, Malaysia and United States

**Junta Directiva de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio**

The MA Board represents the users of the findings of the MA process.

**Co-chairs**

Robert T. Watson, *World Bank*  
A.H. Zakri, *United Nations University*

**Institutional Representatives**

Salvatore Arico, *Division of Ecological Science, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*  
Peter Bridgewater, *Secretary General, Ramsar Convention on Wetlands*  
Hama Arba Diallo, *Executive Secretary, United Nations Convention to Combat Desertification*  
Adel El-Beltagy, *Director General, International Center for Agricultural Research in Dry Areas, Consultative Group on International Agricultural Research*  
Max Finlayson, *Chair, Scientific and Technical Review Panel, Ramsar Convention on Wetlands*  
Colin Galbraith, *Chair, Scientific Council, Convention on Migratory Species*  
Erika Harms, *Program Officer for Biodiversity, United Nations Foundation*  
Robert Hepworth, *Executive Secretary, Convention on Migratory Species*  
Olav Kjørven, *Director, Energy and Environment Group, United Nations Development Programme*  
Kerstin Leitner, *Assistant Director-General, Sustainable Development and Healthy Environments, World Health Organization*  
Alfred Oteng-Yeboah, *Chair, Subsidiary Body on Scientific, Technical and Technological Advice, Convention on Biological Diversity*  
Christian Prip, *Chair, Subsidiary Body on Scientific, Technical and Technological Advice, Convention on Biological Diversity*  
Mario Ramos, *Biodiversity Program Manager, Global Environment Facility*  
Thomas Rosswall, *Director, International Council for Science*  
Achim Steiner, *Director General, IUCN–The World Conservation Union*  
Halldor Thorgeirsson, *United Nations Framework Convention on Climate Change*  
Klaus Töpfer, *Executive Director, United Nations Environment Programme*

- 1 Jeff Tschirley, *Chief, Environmental Service, Research, and Training Division, Food and Agricultural*  
2 *Organization of the United Nations*  
3 Ricardo Valentini, *Chair, Committee on Science and Technology, United Nations Convention to*  
4 *Combat Desertification*  
5 Hamdallah Zedan, *Executive Secretary, Convention on Biological Diversity*  
6  
7 ***At-large Members***  
8 Fernando Almeida, *Executive President, Business Council for Sustainable Development – Brazil*  
9 Phoebe Barnard, *Global Invasive Species Programme, South Africa*  
10 Gordana Beltram, *Counsellor to the Minister, Ministry of Environment, Slovenia*  
11 Delmar Blasco, *Former Secretary General, Ramsar Convention on Wetlands, Spain*  
12 Antony Burgmans, *Chairman, Unilever N.V., The Netherlands*  
13 Esther Camac, *Asociación Ixä Ca Vaá de Desarrollo e Información Indígena, Costa Rica*  
14 Angela Cropper (ex officio), *The Cropper Foundation, Trinidad & Tobago*  
15 Partha Dasgupta, *Faculty of Economics and Politics, University of Cambridge, U.K.*  
16 José Maria Figueres, *Fundación Costa Rica para el Desarrollo Sostenible, Costa Rica*  
17 Fred Fortier, *Indigenous Peoples' Biodiversity Information Network, Canada*  
18 Mohamed H.A. Hassan, *Executive Director, Third World Academy of Sciences, Italy*  
19 Jonathan Lash, *President, World Resources Institute, United States*  
20 Wangari Maathai, *Vice Minister for Environment, Kenya*  
21 Paul Maro, *University of Dar es Salaam, Tanzania*  
22 Harold Mooney (ex officio), *Professor, Department of Biological Sciences, Stanford University,*  
23 *United States*  
24 Marina Motovilova, *Faculty of Geography, Laboratory of Moscow Region, Russia*  
25 M.K. Prasad, *Kerala Sastra Sahitya Parishad, India*  
26 Walter V. Reid, *Director, Millennium Ecosystem Assessment, Malaysia and United States*  
27 Henry Schacht, *Past Chairman of the Board, Lucent Technologies, United States*  
28 Peter Johan Schei, *Director General, The Fridtjof Nansen Institute, Norway*  
29 Ismail Serageldin, *President, Bibliotheca Alexandrina, Egypt*  
30 David Suzuki, *Chair, David Suzuki Foundation, Canada*  
31 M.S. Swaminathan, *Chairman, MS Swaminathan Research Foundation, India*  
32 José Galizia Tundisi, *President, International Institute of Ecology, Brazil*  
33 Axel Wenblad, *Vice President Environmental Affairs, Skanska AB, Sweden*  
34 Xu Guanhua, *Minister, Ministry of Science and Technology, China*  
35 Muhammad Yunus, *Managing Director, Grameen Bank, Bangladesh*

### **Organizaciones de apoyo al Secretariado de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio**

The United Nations Environment Programme coordinates the Millennium Ecosystem Assessment

Secretariat, which is based at the following partner institutions:

Food and Agricultural Organization of the United Nations, Italy

Institute of Economic Growth, India

International Maize and Wheat Improvement Center, Mexico (*until 2004*)

Meridian Institute, United States

National Institute of Public Health and the Environment, Netherlands (*until mid-2004*)

Scientific Committee on Problems of the Environment, France

UNEP-World Conservation Monitoring Centre, United Kingdom

University of Pretoria, South Africa

University of Wisconsin, United States

World Resources Institute, United States

WorldFish Center, Malaysia

## Resumen para los encargados de adoptar decisiones

Todas las personas del mundo dependen por completo de los ecosistemas de la Tierra y de los servicios que éstos proporcionan, como los alimentos, el agua, la gestión de las enfermedades, la regulación del clima, la satisfacción espiritual y el placer estético. En los últimos 50 años, los seres humanos han transformado los ecosistemas más rápida y extensamente que en ningún otro período de tiempo de la historia humana con el que se pueda comparar, en gran medida para resolver rápidamente las demandas crecientes de alimentos, agua dulce, madera, fibra y combustible. Esta transformación del planeta ha aportado considerables beneficios netos para el bienestar humano y el desarrollo económico. Pero no todas las regiones ni todos los grupos de personas se han beneficiado de este proceso – de hecho, a muchos les ha perjudicado. Además, sólo ahora se están poniendo de manifiesto los verdaderos costos asociados con esos beneficios.

Tres problemas principales relacionados con nuestra gestión de los ecosistemas del mundo están causando ya un perjuicio importante a las personas y disminuirán significativamente los beneficios que obtenemos de los ecosistemas a largo plazo:

- En primer lugar, de los servicios de los ecosistemas examinados por esta Evaluación, aproximadamente el 60% (15 de 24) se están degradando o se usan de manera no sostenible, con inclusión del agua dulce, la pesca de captura, la purificación del aire y del agua, la regulación del clima regional y local, los riesgos naturales y las plagas. Los costos totales de la pérdida y la degradación de estos servicios de los ecosistemas son difíciles de medir, pero los datos disponibles demuestran que son considerables y que van en aumento. Muchos servicios de los ecosistemas se han degradado como consecuencia de actuaciones llevadas a cabo para aumentar el suministro de otros servicios, como los alimentos. Estas elecciones y arreglos suelen desplazar los costos de la degradación de un grupo de personas a otro, o traspasan los costos a las generaciones futuras.
- En segundo lugar, se ha establecido, aunque los datos son incompletos, que los cambios que se han hecho en los ecosistemas están aumentando la probabilidad de cambios no lineales en los mismos (incluidos cambios acelerados, abruptos y potencialmente irreversibles), que tienen consecuencias importantes para el bienestar humano. Algunos ejemplos de estos cambios son la aparición de enfermedades, las alteraciones bruscas de la calidad del agua, la creación de "zonas muertas" en las aguas costeras, el colapso de las pesquerías y los cambios en los climas regionales.
- En tercer lugar, la degradación de los servicios de los ecosistemas (es decir la merma persistente de la capacidad de un ecosistema de brindar servicios) está contribuyendo al aumento de las desigualdades y disparidades entre los grupos de personas, lo que, en ocasiones, es el principal factor causante de la pobreza y del conflicto social. Esto no significa que los cambios en los ecosistemas, como el aumento de la producción de alimentos, no hayan contribuido también a que muchas personas salgan de la pobreza o del hambre, pero esos cambios han perjudicado a muchos otros individuos y comunidades, cuya apremiante situación muchas veces se ha pasado por alto. En todas las regiones, y particularmente en el África subsahariana, la situación y la gestión de los servicios de los ecosistemas es un factor decisivo en las perspectivas de reducción de la pobreza.

### Cuatro conclusiones principales

En los últimos 50 años, los seres humanos han transformado los ecosistemas más rápida y extensamente que en ningún otro período de tiempo comparable de la historia humana, en gran parte para resolver rápidamente las demandas crecientes de alimento, agua dulce, madera, fibra y combustible. Esto ha generado una pérdida considerable y en gran medida irreversible de la diversidad de la vida sobre la Tierra.

Los cambios realizados en los ecosistemas han contribuido a obtener considerables beneficios netos en el bienestar humano y el desarrollo económico, pero estos beneficios se han obtenido con crecientes costos consistentes en la degradación de muchos servicios de los ecosistemas, un mayor riesgo de cambios no lineales, y la acentuación de la pobreza de algunos grupos de personas. Estos problemas, si no se los aborda, harán disminuir considerablemente los beneficios que las generaciones venideras obtengan de los ecosistemas.

La degradación de los servicios de los ecosistemas podría empeorar considerablemente durante la primera mitad del presente siglo y ser un obstáculo para la consecución de los Objetivos de Desarrollo del Milenio.

El desafío de revertir la degradación de los ecosistemas y al mismo tiempo satisfacer las mayores demandas de sus servicios puede ser parcialmente resuelto en algunos de los escenarios considerados por la Evaluación, pero ello requiere que se introduzcan cambios significativos en las políticas, instituciones y prácticas, cambios que actualmente no están en marcha. Existen muchas opciones para conservar o fortalecer servicios específicos de los ecosistemas de forma que se reduzcan las elecciones negativas que nos veamos obligados a hacer o que se ofrezcan sinergias positivas con otros servicios de los ecosistemas.

La degradación de los servicios de los ecosistemas ya es un obstáculo importante para la consecución de los Objetivos de Desarrollo del Milenio acordados por la comunidad internacional en septiembre de 2000, y las consecuencias perjudiciales de esa degradación podrían empeorar considerablemente en los próximos 50 años. El consumo de los servicios de los ecosistemas, que ya no es sostenible en muchos casos, continuará aumentando como consecuencia de un crecimiento probable del PIB mundial de entre tres y seis veces para 2050, a pesar de que se prevé que el crecimiento de la población mundial se hará más lento y se estabilizará a mediados de siglo. No es probable que la mayoría de los importantes generadores directos de cambio en los ecosistemas disminuyan en la primera mitad del siglo, y dos generadores – el cambio climático y la carga excesiva de nutrientes – serán aún más severos. Muchas de las regiones que hacen frente a los mayores retos para alcanzar los ODM ya coinciden con las que tienen problemas importantes de degradación de los ecosistemas. Los pobres rurales, que son el principal grupo meta de los ODM, tienden a ser los que más dependen de los servicios de los ecosistemas y los más vulnerables ante los cambios en esos servicios. De manera general, cualquier progreso que se alcance en la consecución de los ODM de erradicar la pobreza y el hambre y de mejorar la salud, y en el objetivo de la sostenibilidad ambiental, probablemente no será sostenible si la mayoría de los servicios de los ecosistemas de los que depende la humanidad continúan degradándose. Por el contrario, la gestión adecuada de los servicios de los ecosistemas brinda oportunidades para hacer frente exitosamente a las múltiples metas del desarrollo de manera sinérgica.

No existe una solución simple a estos problemas, ya que provienen de la interacción de muchos retos reconocidos, entre los que se incluyen el cambio climático, la pérdida de biodiversidad y la degradación del suelo, siendo cada uno de ellos de difícil gestión. Las acciones emprendidas en el pasado para aminorar o revertir la degradación de los ecosistemas han generado importantes beneficios, pero esas mejoras por lo general no han mantenido el mismo ritmo que las crecientes presiones y demandas. No obstante, existe un enorme espacio para la acción, a partir de y añadiendo más a las instituciones, políticas e iniciativas ya existentes, que contribuirían a disminuir la severidad de esos problemas en las próximas décadas. De hecho, tres de los cuatro escenarios detallados que desarrolló la Evaluación sugieren que los cambios importantes en las políticas, instituciones y prácticas pueden mitigar algunas de las consecuencias negativas de las presiones crecientes sobre los ecosistemas, aunque no todas ellas. Pero los cambios que se requieren son substanciales y en la actualidad no se los está haciendo.

Un conjunto efectivo de respuestas que aseguren una gestión sostenible de los ecosistemas requiere cambios sustanciales en las instituciones y en la gobernanza, en las políticas económicas e incentivos, en los factores sociales y de comportamiento, y en la tecnología y los conocimientos. Acciones como la integración de los objetivos de gestión de los ecosistemas en sectores tales como el forestal, la agricultura, finanzas, comercio y salud; el aumento de la transparencia y la rendición de cuentas de los gobiernos y de la actuación del sector privado en la gestión de los ecosistemas; la eliminación de los subsidios perversos; el aumento de la utilización de los instrumentos económicos y los enfoques basados en el mercado; el fortalecimiento de los grupos que dependen de los servicios de los ecosistemas o a los que afecta su degradación; la promoción de tecnologías que permitan aumentar el rendimiento de las cosechas sin tener consecuencias perjudiciales en el medio ambiente; la restauración de los ecosistemas y la incorporación de valores de los ecosistemas y de sus servicios no basados en el mercado en las decisiones de gestión; son todas acciones que podrían disminuir considerablemente la severidad de esos problemas en las próximas décadas.

El resto de este *Resumen para los encargados de tomar decisiones* presenta las cuatro conclusiones principales de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio sobre los problemas a abordar y las acciones necesarias para mejorar la conservación y el uso sostenible de los ecosistemas.

**Conclusión n° 1: En los últimos 50 años, los seres humanos han transformado los ecosistemas más rápida y extensamente que en ningún otro período de tiempo comparable de la historia humana, en gran parte para resolver rápidamente las demandas crecientes de alimento, agua dulce, madera, fibra y combustible. Esto ha generado una pérdida considerable y en gran medida irreversible de la diversidad de la vida sobre la Tierra.**

**La estructura y el funcionamiento de los ecosistemas del mundo han cambiado en la segunda mitad del siglo XX más rápidamente que en ningún otro período de la historia de la humanidad. [1]**

Se ha convertido más superficie en tierra laborable desde 1945 que en los siglos XVIII y XIX juntos. Los sistemas de cultivo (zonas en las que al menos el 30% del paisaje lo constituyen tierras laborables, agricultura migratoria, producción ganadera intensiva o acuicultura de agua dulce) abarcan en la actualidad una cuarta parte de la superficie terrestre. (Véase la Figura 1.) En la Figura 2 se muestran zonas de cambio rápido en la cubierta vegetal y la degradación del suelo.

- Aproximadamente el 20% de los arrecifes de coral del mundo se perdieron y un 20% más se degradaron en las últimas décadas del siglo XX, y alrededor del 35% de las zonas de manglares se perdió durante ese mismo tiempo (en los países de los que existen datos suficientes, que abarcan alrededor de la mitad de las zonas de manglares).
- La cantidad de agua embalsada en presas se ha cuadruplicado desde 1960, y la cantidad de agua contenida en embalses es de tres a seis veces mayor que la de los ríos naturales. La toma de agua desde los ríos y lagos se ha duplicado desde 1960; la mayor parte del agua utilizada (el 70% a nivel mundial) se destina a la agricultura.
- Desde 1960, se han duplicado los flujos de nitrógeno reactivo (biológicamente disponible) en los ecosistemas terrestres, y los flujos de fósforo se han triplicado. Del total de fertilizantes que contienen nitrógeno sintético (fabricado por primera vez en 1913) utilizado hasta ahora en el mundo, más de la mitad se ha usado desde 1985.
- Desde 1750, la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera ha aumentado alrededor de un 32% (desde unas 280 partes por millón ha pasado a 376 partes en 2003), sobre todo debido a la utilización de combustibles fósiles y a los cambios en el uso de la tierra. Aproximadamente el 60% de ese aumento (60 partes por millón) ha tenido lugar desde 1959.

**Los seres humanos están cambiando sustancialmente, y en gran medida de forma irreversible, la diversidad de la vida sobre la Tierra, y la mayor parte de esos cambios representan una pérdida de biodiversidad. [1]**

- Para 1990, más de dos tercios del área que comprenden 2 de los 14 mayores biomas terrestres y más de la mitad del área de otros 4 biomas se habían convertido, principalmente al uso agrícola.<sup>1</sup> (Véase la Figura 3.)
- En la actualidad, en la mayoría de las especies de una serie de diferentes grupos taxonómicos está disminuyendo el tamaño de la población o su área de dispersión, o ambas cosas.
- La distribución de las especies sobre la Tierra se está volviendo más homogénea; en otras palabras, el conjunto de especies en cualquier región del mundo se está volviendo más similar a la de otras regiones, principalmente como resultado de las introducciones de especies, tanto intencionales como accidentales, asociadas con el aumento de los viajes y del transporte marítimo.
- El número de especies sobre planeta está disminuyendo. En los últimos siglos, los seres humanos han hecho aumentar la tasa de extinción de especies hasta 1.000 veces por encima de las tasas típicas de la historia del planeta (*certeza media*). (Véase la Figura 4.) Entre el 10 y el 30% de las especies de mamíferos, aves y anfibios están actualmente amenazadas de extinción (*certeza media a alta*). En general, los hábitat de agua dulce tienden a tener la más alta proporción de especies amenazadas de extinción.
- La diversidad genética ha disminuido a escala mundial, en especial entre las especies cultivadas.

**La mayoría de las transformaciones en los ecosistemas se han hecho para resolver el enorme aumento de la demanda de alimentos, agua, madera, fibras y combustibles.** [2] Algunos de estos cambios en los ecosistemas han sido el resultado involuntario de actividades no relacionadas con el uso de los servicios de los mismos, como la construcción de carreteras, puertos y ciudades, y la emisión de contaminantes. Pero la mayoría de las transformaciones en los ecosistemas han sido el resultado directo o indirecto de los cambios realizados para resolver las demandas crecientes de los servicios de los ecosistemas, en particular las demandas crecientes de alimentos, agua, madera, fibras y combustibles (leña y energía hidráulica). Entre 1960 y 2000, la demanda de servicios de los ecosistemas creció considerablemente, ya que la población se duplicó, llegando a 6.000 millones de personas, y la economía mundial aumentó más de seis veces. Para satisfacer esa demanda, la producción de alimentos aumentó, multiplicándose aproximadamente por dos y medio; el uso de agua se duplicó, la tala de bosques para obtener pasta de papel y papel se triplicó, la capacidad de las instalaciones hidráulicas se duplicó y la producción de madera aumentó en más de la mitad.

La demanda creciente de esos servicios de los ecosistemas se satisfizo tanto mediante un mayor consumo de las reservas disponibles (por ejemplo, desviando más agua para el riego o capturando más peces del mar), como aumentando la producción de algunos servicios, como la agricultura o la ganadería. Esto último se ha conseguido mediante el uso de nuevas tecnologías (como nuevas variedades de cultivo, la fertilización y el riego), así como mediante el aumento de las zonas gestionadas para esos servicios en el caso de los cultivos, la producción ganadera y la acuicultura.

**Conclusión n° 2: Los cambios realizados en los ecosistemas han contribuido a obtener considerables beneficios netos en el bienestar humano y el desarrollo económico, pero estos beneficios se han obtenido con crecientes costos consistentes en la degradación de muchos servicios de los ecosistemas, un mayor riesgo de cambios no lineales, y la acentuación de la pobreza de algunos grupos de personas. Estos problemas, si no se los aborda, harán disminuir considerablemente los beneficios que las generaciones venideras obtengan de los ecosistemas.**

**En conjunto, y para la mayoría de los países, los cambios realizados en los ecosistemas del mundo en las décadas recientes han proporcionado importantes beneficios para el bienestar humano y el**

<sup>1</sup> Un bioma es la unidad más extensa de clasificación ecológica que resulta conveniente reconocer por debajo del globo en su totalidad, tales como los bosques templados de frondosas o los pastizales de montaña. Un bioma es una categorización ecológica ampliamente utilizada y dado que se han recogido grandes cantidades de datos y se han desarrollado modelos utilizando esta categorización, parte de la información de esta evaluación sólo puede comunicarse basándose en los biomas. Sin embargo, siempre que sea posible, la Evaluación transmite la información utilizando los 10 sistemas socio-ecológicos descritos en el Recuadro 1.1, tales como bosques, cultivados, costeros y marinos, porque ellos corresponden a las regiones de responsabilidad de los diferentes ministerios en los gobiernos y porque son las categorías utilizadas dentro del Convenio sobre la Diversidad Biológica.



**desarrollo nacional.** [3] Muchos de los cambios más importantes de los ecosistemas han sido esenciales para resolver las crecientes necesidades de alimentos y agua; estos cambios han contribuido a reducir la proporción de personas desnutridas y a mejorar la salud humana. La agricultura, con inclusión de la pesca y la explotación forestal, ha sido el pilar básico de las estrategias de desarrollo de los países durante siglos, proporcionando ingresos que han permitido inversiones en industrialización y mitigación de la pobreza. Aunque el valor de la producción alimentaria en 2000 representó sólo el 3% del Producto Mundial Bruto, la población activa en la agricultura suponía aproximadamente el 22% de la población mundial o la mitad de la población activa mundial, y representó el 24% del PIB en los países con un ingreso per capita inferior a 765\$ (los países en desarrollo de bajos ingresos, tal como los define el Banco Mundial).

**No obstante, esos beneficios se han conseguido con costos cada vez mayores consistentes en la degradación de muchos servicios de los ecosistemas, el aumento del riesgo de cambios no lineales en los mismos, el aumento de la pobreza para algunos grupos de personas, y mayores desigualdades y disparidades entre grupos de personas.**

### *Degradación y uso no sostenible de los servicios de los ecosistemas*

**Aproximadamente el 60% (15 de 24) de los servicios de los ecosistemas examinados en esta evaluación (con inclusión del 70% de los servicios de regulación y culturales) están siendo degradados o se están utilizando de manera no sostenible.** [2] (Véase el Cuadro 1.) Los servicios de los ecosistemas que han sido degradados durante los últimos 50 años incluyen la pesca de captura, el suministro de agua, el tratamiento de desechos y la eliminación de la toxicidad, la purificación del agua, la protección contra los riesgos naturales, la regulación de la calidad del aire, la regulación regional y local del clima, la regulación de la erosión, la satisfacción espiritual y el placer estético. La utilización de dos servicios de ecosistemas – la pesca de captura y el agua dulce – está en la actualidad muy por encima de los niveles en los que puede ser sostenible, con respecto a la demanda actual y mucho menos con respecto a las demandas futuras. Al menos una cuarta parte de las poblaciones de peces comerciales están siendo capturadas en exceso (*certeza alta*). (Véanse las Figuras 5, 6 y 7.) Del 5 a quizá el 25% del uso de agua dulce mundial sobrepasa los suministros accesibles a largo plazo y en la actualidad se consigue mediante trasvases de agua con obras de ingeniería o mediante el consumo de aguas subterráneas por encima de los niveles de reposición (*certeza baja a media*). Alrededor del 15 al 35% del agua utilizada para riego excedió las tasas de suministro y, por lo tanto, el consumo es insostenible (*certeza baja a media*). En los últimos 50 años, mientras que 15 servicios se han degradado, sólo 4 han mejorado, y 3 de ellos están relacionados con la producción alimentaria: los cultivos, la ganadería y la acuicultura. Los ecosistemas terrestres, en promedio, fueron durante el siglo XIX y los primeros años del siglo XX una fuente neta de emisiones de CO<sub>2</sub>, pero alrededor de la mitad del siglo pasado se convirtieron en sumideros netos; así pues, en los últimos 50 años, el papel de los ecosistemas en la regulación del clima mundial mediante la captura de carbono también ha aumentado.

**A menudo, las acciones destinadas a aumentar el servicio de un ecosistema provocan la degradación de otros servicios.** [2, 6] Por ejemplo, como las acciones destinadas a aumentar la producción de alimentos normalmente suponen un aumento en el uso de agua y de fertilizantes, o el aumento de la superficie cultivada, esas mismas acciones a menudo deterioran otros servicios de ecosistemas, entre los que se incluyen la reducción de la disponibilidad de agua para otros usos, la degradación de la calidad del agua, la reducción de la biodiversidad y la disminución de la cubierta forestal (lo que a su vez puede llevar a la pérdida de productos forestales y a la emisión de gases de efecto invernadero). De forma análoga, la conversión de bosques al uso agrícola puede cambiar significativamente la frecuencia y magnitud de las inundaciones, aunque la naturaleza de este impacto depende de las características del ecosistema local y del tipo de cambio en la cobertura vegetal.

**La degradación de los servicios de los ecosistemas causa frecuentemente un perjuicio significativo al bienestar humano.** [3, 6] La información disponible para evaluar las consecuencias de los cambios en los servicios de los ecosistemas para el bienestar humano es relativamente limitada. No se ha hecho un seguimiento de muchos de los servicios de los ecosistemas, y también es difícil evaluar la influencia de los cambios en los servicios de los ecosistemas en relación con otros factores sociales, culturales y económicos que también influyen en el bienestar humano. No obstante, los tipos de evidencia que se exponen a

continuación demuestran que las consecuencias perjudiciales de la degradación de los servicios de los ecosistemas sobre los medios de subsistencia, la salud y la economía local y nacional son substanciales.

- *Lo que influye más firmemente en la mayoría de las decisiones con respecto a la gestión de los recursos es la entrada de los servicios de los ecosistemas en los mercados; fruto de ello, los beneficios no comercializados a menudo desaparecen o se degradan. Estos beneficios no comercializados son generalmente más altos y, a veces, más valiosos que los comercializados.* Por ejemplo, en uno de los estudios más exhaustivos realizados hasta la fecha, en el que se examinan los valores económicos comercializados y no comercializados relacionados con los bosques de ocho países mediterráneos, se constató que la madera y la leña suponían por lo general menos de un tercio del valor económico total de los bosques de cada país. (Véase la Figura 8.) Los valores relacionados con productos forestales no maderables, las actividades recreativas, la caza, la protección de cuencas, la captura de carbono y la utilización pasiva (valores que no dependen de los usos directos), suponían entre un 25% y un 96% del valor económico total de los bosques.
- *El valor económico total vinculado a la gestión más sostenible de los ecosistemas es a menudo más alto que el valor vinculado a la transformación de los ecosistemas mediante la agricultura y ganadería, la tala rasa u otros usos intensivos.* Los estudios que han comparado el valor económico total de los ecosistemas (con inclusión de los valores de los servicios de los ecosistemas comercializados o no comercializados) bajo distintos regímenes de gestión son relativamente pocos, pero en algunos de los estudios existentes se ha constatado que los beneficios de una gestión más sostenible de los ecosistemas son mayores que los que genera su transformación. (Véase la Figura 9.)
- *Los costos económicos y de salud pública relacionados con la degradación de los ecosistemas pueden ser considerables.*
  - Al principio de la década de 1990, el colapso de la pesquería de bacalao de Newfoundland debido a la sobrepesca supuso la pérdida de decenas de miles de puestos de trabajo y costó al menos 2.000 millones de dólares en ayudas y readaptación profesional.
  - En 1996, los costos en la agricultura del Reino Unido relacionados con el daño causado por las prácticas agrícolas al agua (contaminación y eutrofización – un proceso en el que el desarrollo excesivo de plantas consume todo el oxígeno del agua), al aire (emisiones de gases con efecto invernadero), al suelo (daños producidos por la erosión fuera del lugar, emisiones de gases con efecto invernadero) y a la biodiversidad, fueron de 2.600 millones de dólares, o sea el 9% del promedio de los ingresos anuales brutos de las explotaciones agrícolas en el decenio de 1990. Del mismo modo, el costo de los daños causados por la eutrofización del agua dulce sólo en Inglaterra y Gales (incluyendo factores como la pérdida de valor de las viviendas de las zonas ribereñas, los costos del tratamiento del agua, la pérdida del valor recreativo de masas de agua y las pérdidas en turismo) se estimaron en 105 a 160 millones de dólares por año en los años 90, más 77 millones de dólares adicionales por año que se gastan para hacer frente a esos daños.
  - La incidencia de las enfermedades de los organismos marinos y la aparición de nuevos agentes patógenos está en aumento y, algunos de ellos, como la ciguatera, dañan la salud humana. Los episodios de proliferación de algas perjudiciales (incluso tóxicas) en las aguas costeras están aumentando en frecuencia e intensidad, dañando otros recursos marinos, como las pesquerías, y también la salud humana. En un brote especialmente severo producido en Italia en 1989, la proliferación de algas perjudiciales costó a la industria acuícola costera 10 millones de dólares, y a la industria italiana del turismo 11,4 millones de dólares.
  - La frecuencia y los impactos de las inundaciones e incendios han aumentado de forma considerable en los últimos 50 años, en parte debido a los cambios en los ecosistemas. Ejemplos de ello son la vulnerabilidad creciente de las poblaciones costeras a las tormentas tropicales cuando se despejan los bosques de manglares, y el aumento de las inundaciones río abajo que siguió a los cambios en la utilización de las tierras altas del Río Yangtze. Las pérdidas económicas anuales ocasionadas por eventos extremos han aumentado diez veces desde los años 50, hasta llegar a aproximadamente 70.000 millones de dólares en 2003, de los cuales el 84% corresponde a pérdidas que contaban con seguros contra las catástrofes naturales (inundaciones, incendios, tormentas, sequías, terremotos).

- *Las repercusiones de la pérdida de servicios culturales es especialmente difícil de medir, pero es particularmente importante para muchos pueblos.* Las culturas humanas, los sistemas de conocimiento, las religiones y las interacciones sociales han estado fuertemente influenciados por los ecosistemas. En algunos de los estudios a nivel regional de la Evaluación del Milenio se constató que los valores espirituales y culturales de los ecosistemas son tan importantes como otros servicios para muchas comunidades locales, tanto en los países en desarrollo (por ejemplo, la importancia de los bosques sagrados en la India) como en los industrializados (la importancia de los parques urbanos, por ejemplo).

**La degradación de los servicios de los ecosistemas supone la pérdida de bienes capital.** [3] Los recursos renovables, como los servicios de los ecosistemas, y también los recursos no renovables, como los depósitos minerales, algunos nutrientes del suelo y los combustibles fósiles, constituyen bienes de capital. Sin embargo, la contabilidad nacional tradicional no ha incluido mediciones del agotamiento o la degradación de esos recursos. Como consecuencia de ello, un país podría talar sus bosques y agotar sus pesquerías y esto sólo aparecería como un beneficio positivo en el PIB (como medida del bienestar económico actual), sin registrar la correspondiente disminución de los activos (riqueza), que es la medida más apropiada del bienestar económico futuro. Además, muchos servicios de los ecosistemas (como el agua dulce en los acuíferos y el uso de la atmósfera como sumidero de contaminantes) están disponibles gratuitamente para aquéllos que los utilizan, y tampoco en este caso su degradación se refleja en las mediciones económicas corrientes.

Cuando las estimaciones de las pérdidas económicas relacionadas con el agotamiento de los activos naturales se incluyen como factores en los cálculos de la riqueza total de las naciones, cambian significativamente los balances de los países cuyas economías dependen notablemente de los recursos naturales. Por ejemplo, países como Ecuador, Etiopía, Kazajistán, República Democrática del Congo, Trinidad y Tobago, Uzbekistán y Venezuela, que tuvieron un crecimiento de sus ahorros netos en 2001, lo que reflejaba un crecimiento de la riqueza neta del país, sufrieron de hecho una pérdida de ahorros netos cuando se incluyeron en la contabilidad nacional el agotamiento de los recursos naturales (energía y bosques) y los daños estimados a causa de las emisiones de carbono (relacionados con las contribuciones al cambio climático).

**A pesar de que en algunos casos se podría justificar la degradación de algunos servicios porque produce un beneficio mayor en otros servicios, la mayor degradación de los servicios de los ecosistemas que muchas veces tiene lugar no es de interés para la sociedad, porque muchos de los servicios degradados son "bienes públicos".** [3] A pesar del beneficio que obtiene la población de los servicios de los ecosistemas, como la regulación del aire y la calidad del agua, o la presencia de un paisaje estéticamente agradable, no existe un mercado para estos servicios y nadie tiene un incentivo para pagar a fin de mantener esos bienes. Y cuando una actuación supone la degradación de un servicio que daña a otros individuos, no existe ningún mecanismo del mercado (y en muchos casos no podría existir) para asegurar que se compensa a los individuos perjudicados por los daños sufridos.

**Las poblaciones ricas no pueden protegerse de la degradación de los servicios de los ecosistemas.** [3] La agricultura, la pesca y la explotación forestal conformaban antes la mayor parte de las economías nacionales, y el control sobre los recursos naturales predominaba en la programación de las políticas. Pero aunque esas industrias basadas en los recursos naturales siguen siendo generalmente importantes, en el siglo pasado ha aumentado en los países industrializados la importancia económica y política relativa de otras industrias, fruto de la transición en curso de economías agrícolas a economías industriales y de servicios, de la urbanización y del desarrollo de nuevas tecnologías que aumentan la producción de algunos servicios y proporcionan sustitutos de otros. No obstante, la degradación de los servicios de los ecosistemas influye en el bienestar humano en las regiones industriales y en las poblaciones ricas de los países en desarrollo de muchas maneras:

- Las repercusiones físicas, económicas o sociales de la degradación de los servicios de los ecosistemas pueden cruzar las fronteras. (Véase la Figura 12.) Por ejemplo, la degradación de la tierra y las tormentas de polvo asociadas a ella o los incendios en un país pueden deteriorar la calidad del aire en otros países cercanos.

- La degradación de los servicios de los ecosistemas agrava la pobreza en los países en desarrollo, lo cual puede influir en los países industrializados vecinos al disminuir el crecimiento de la economía regional y al contribuir a la aparición de conflictos, o a la migración de refugiados.
- Los cambios en los ecosistemas que contribuyen a la emisión de gases de efecto de invernadero contribuyen al cambio global del clima, que afecta a todos los países.
- Muchas industrias todavía dependen directamente de los servicios de los ecosistemas. El colapso de las pesquerías, por ejemplo, ha perjudicado a muchas comunidades en los países industriales. Las perspectivas para las industrias forestal, agrícola, pesquera y del ecoturismo están directamente ligadas a los servicios de los ecosistemas, en tanto que otros sectores, como los del seguro, los bancos y la salud, se ven fuertemente influenciados, aunque en menor medida, por los cambios en los servicios de los ecosistemas.
- Las poblaciones ricas están protegidas de los efectos perjudiciales de algunos aspectos de la degradación de los ecosistemas, pero no de todos. Por ejemplo, generalmente no existen sustitutos cuando se pierden servicios culturales.
- Aún cuando la importancia económica relativa de la agricultura, la pesca y la explotación forestal está disminuyendo en los países industriales, la importancia de otros servicios de los ecosistemas, como el placer estético o las opciones recreativas, está creciendo.

**Es difícil evaluar las consecuencias de los cambios de los ecosistemas y gestionarlos eficazmente porque muchas de las repercusiones tardan en ponerse de manifiesto, porque pueden manifestarse más claramente a cierta distancia del lugar en el que el ecosistema fue modificado, y porque los costos y beneficios de los cambios suelen afectar a diferentes conjuntos de interesados directos.** [7] En los sistemas ecológicos existe una inercia fundamental (la demora en la respuesta de un sistema ante una alteración). A causa de ello, entre el momento en que se modifica un generador de cambio y el momento en el que se tornan patentes todas las consecuencias de dicho cambio a menudo pasan largos periodos de tiempo. Por ejemplo, el fósforo se está acumulando en grandes cantidades en muchos suelos agrícolas, amenazando con una creciente eutrofización a ríos, lagos y costas oceánicas. Pero pueden pasar años o décadas para que todas las consecuencias del fósforo se hagan patentes a través de la erosión y otros procesos. De forma análoga, pasarán siglos hasta que las temperaturas mundiales alcancen el equilibrio ante los cambios en la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera, e incluso más tiempo hasta que los sistemas biológicos respondan a los cambios del clima.

Además, algunas de las consecuencias de los cambios en los ecosistemas sólo se pueden notar a cierta distancia del lugar en el que han ocurrido. Por ejemplo, los cambios en el nacimiento de las cuencas afectan al flujo y a la calidad del agua en las regiones río abajo; de forma similar, la pérdida de una importante área de cría de peces en un humedal costero puede hacer disminuir las capturas a cierta distancia. La inercia de los sistemas ecológicos y la separación temporal y espacial de los costos y los beneficios de los cambios de los ecosistemas a menudo dan lugar a situaciones en las que los individuos que sufren los daños de los cambios (por ejemplo las futuras generaciones o los propietarios de tierras río abajo), no son los mismos que los que obtienen los beneficios. Estas pautas temporales y físicas hacen extremadamente difícil evaluar completamente los costos y los beneficios relacionados con los cambios de los ecosistemas o atribuir los costos y los beneficios a diferentes interesados directos. Por otra parte, los arreglos institucionales actualmente en vigor para la gestión de los ecosistemas no están adecuadamente diseñados para hacer frente a estos problemas.

### ***Probabilidad creciente de cambios no lineales (escalonados) y potencialmente bruscos en los ecosistemas***

**Hay una evidencia probada pero insuficiente de que los cambios que se están haciendo en los ecosistemas están aumentando la probabilidad de que se produzcan en ellos cambios no lineales (incluyendo cambios acelerados, bruscos, y potencialmente irreversibles), con importantes consecuencias para el bienestar humano.** [7] Por lo general, los cambios en los ecosistemas se dan de forma gradual. Sin embargo, algunos cambios son no lineales: una vez traspasado un umbral, el sistema pasa a un estado muy diferente. Y estos cambios no lineales son a veces bruscos; pueden también ser de gran magnitud y difíciles, caros o imposibles de revertir. Las capacidades de predecir algunos cambios no lineales están mejorando, pero en el caso de la mayoría de los ecosistemas y de la mayoría de los cambios no lineales potenciales, si bien la ciencia puede con

frecuencia prevenir sobre el creciente riesgo de cambio, no puede predecir los umbrales en los que se producirá. Entre los ejemplos de cambios no lineales de gran magnitud se encuentran los siguientes:

- *Aparición de enfermedades.* Si, en promedio, cada persona infectada contagia a por lo menos otra persona, entonces la epidemia se expande, en tanto que si la infección se transfiere, en promedio, a menos de una persona por cada persona infectada, la epidemia se detiene. Durante El Niño de 1997/98, el exceso de inundaciones originó epidemias de cólera en Djibouti, Somalia, Kenya, Tanzania y Mozambique. El calentamiento de los Grandes Lagos de África debido al cambio climático crea las condiciones para que aumente el riesgo de transmisión del cólera en los países que los rodean. (C14.2.1)
- *Eutrofización e hypoxia.* Una vez que se alcanza el umbral de carga de un nutriente, los cambios en el agua dulce y en los ecosistemas costeros pueden ser bruscos y de gran alcance, provocando la formación de algas perjudiciales (incluso la proliferación de especies tóxicas), dando lugar a veces a la formación de zonas privadas de oxígeno, causando la muerte de la mayor parte de la vida animal.
- *Colapso de las pesquerías.* Por ejemplo, las reservas de bacalao del Atlántico de la costa oriental de Newfoundland colapsaron en 1992, obligando a cerrar la pesquería después de cientos de años de explotación. (Véase la Figura 10.) Más importante aún, las poblaciones agotadas pueden requerir años para recuperarse, o no hacerlo nunca, aunque la captura se reduzca notablemente o se elimine por completo.
- *Introducciones y pérdidas de especies.* La introducción del mejillón cebra en los sistemas acuáticos de los Estados Unidos, por ejemplo, supuso la eliminación de las almejas autóctonas en el Lago St. Clair, con unos costos anuales de 100 millones de dólares para la industria energética y otros usuarios.
- *Cambio climático regional.* La deforestación conlleva por lo general una merma de las precipitaciones. Como la existencia de los bosques depende decisivamente de estas últimas, la relación entre la pérdida de bosques y el descenso de las precipitaciones puede originar una retroacción positiva que, bajo determinadas condiciones, puede llevar a un cambio no lineal en la cubierta forestal.

**El creciente comercio de carne de animales silvestres supone amenazas particularmente importantes relacionadas con cambios no lineales, en este caso acelerando los ritmos del cambio.** [7] El aumento de la utilización y el comercio de la carne de animales silvestres está dando lugar al aumento de la presión sobre muchas especies, particularmente en África y Asia. Si bien el tamaño de la población de la especie utilizada puede disminuir gradualmente, una vez que la toma excede los niveles sostenibles, el ritmo de merma de las poblaciones de la especie se acelera. Esto las puede colocar en riesgo de extinción y también reducir en el largo plazo el suministro de alimentos a las personas que dependen de esos recursos. Al mismo tiempo, el comercio de carne de animales silvestres implica niveles relativamente altos de interacción entre los seres humanos y algunos animales silvestres que les son relativamente muy cercanos y que entran en el consumo. Nuevamente, esto aumenta el riesgo de cambios no lineales, en este caso la aparición de nuevos y graves agentes patógenos. Dada la velocidad y la magnitud de los viajes internacionales de hoy en día, los nuevos agentes patógenos se pueden propagar rápidamente por todo el mundo.

**El aumento de la probabilidad de esos cambios no lineales proviene de la pérdida de biodiversidad y las presiones crecientes de múltiples generadores directos de cambios en los ecosistemas.** [7] La pérdida de especies y de diversidad genética disminuye la capacidad de resiliencia de los ecosistemas, que es el nivel de perturbación que puede tolerar un ecosistema sin atravesar el umbral hacia una estructura o funcionamiento diferente. Además, las presiones crecientes de generadores de cambio como el exceso de captura, el cambio climático, las especies invasoras y la carga de nutrientes empujan a los ecosistemas hacia umbrales que de otro modo no se alcanzarían.

***El agravamiento de la pobreza de algunos individuos y grupos de personas y la contribución al aumento de las desigualdades y disparidades entre los grupos de personas***

**A pesar del progreso conseguido en el aumento de la producción y el uso de algunos servicios de los ecosistemas, los niveles de pobreza siguen siendo altos, las desigualdades crecen y muchas personas todavía no tienen suficientes suministros o acceso a los servicios de los ecosistemas.** [3]

- En 2001, algo más de 1.000 millones de personas sobrevivieron con ingresos de menos de 1 dólar al día, y aproximadamente el 70% de ellas vivía en zonas rurales en las que son altamente dependientes de la agricultura, el pastoreo y la caza de subsistencia.
- Durante la pasada década, las desigualdades en los ingresos y en otras mediciones del bienestar humano han aumentado. Un niño nacido en el África subsahariana tiene más probabilidades de morir antes de los 5 años que un niño nacido en un país industrial, y esta disparidad es más alta de lo que lo era hace una década. Durante el decenio de 1990, 21 países experimentaron descensos en el Índice de Desarrollo Humano (una medida agregada de bienestar económico, salud y educación); 14 de ellos estaban en el África subsahariana.
- A pesar del crecimiento en la producción de alimentos per capita que tuvo lugar en las últimas cuatro décadas, se estima que 852 millones de personas estaban subalimentadas en 2000-2002, o sea 37 millones más que en el período 1997-1999. El Asia meridional y el África subsahariana, las regiones con un mayor número de personas subalimentadas, son también las regiones en las que el crecimiento de la producción de alimentos per capita ha sido más bajo. Y lo más notable es que dicha producción de hecho disminuyó en el África subsahariana.
- Alrededor de 1.100 millones de personas no tienen acceso a un suministro de agua mejorado, y más de 2.600 millones de personas carecen de acceso a servicios mejorados de saneamiento. La escasez de agua afecta a aproximadamente entre 1.000 y 2.000 millones de personas en todo el mundo. Desde 1960, la diferencia entre uso de agua y suministro accesible ha aumentado en un 20% por década.

**La degradación de los servicios de los ecosistemas está dañando a muchas de las personas más pobres del mundo y es a veces el principal causante de la pobreza. [3, 6]**

- La mitad de la población urbana de África, Asia, América Latina y el Caribe sufre una o más enfermedades relacionadas con la insuficiencia del suministro de agua y del saneamiento. Aproximadamente 1,7 millones de personas mueren anualmente en todo el mundo a causa de la escasez de agua, saneamiento e higiene.
- El deterioro de las condiciones de la pesca de captura está debilitando una fuente de proteína de bajo costo en los países en desarrollo. El consumo de pescado per capita en los países en desarrollo, con exclusión de China, ha disminuido entre 1985 y 1997.
- La desertificación afecta a los medios de subsistencia de millones de personas, incluida una gran cantidad de los pobres de las tierras secas.

**El patrón de "ganadores" y "perdedores" relacionado con los cambios en los ecosistemas – y en particular las repercusiones de los cambios de los ecosistemas sobre las personas pobres, las mujeres y los pueblos indígenas – no se ha tenido en cuenta adecuadamente en la toma de decisiones relativas a la gestión. [3, 6]** Los cambios en los ecosistemas producen generalmente beneficios para algunas personas y costos precisos para otras, que pueden perder su acceso a los recursos o a los medios de subsistencia, o verse afectadas por externalidades relacionadas con esos cambios. Por diversas razones, algunos grupos como los pobres, las mujeres y las comunidades indígenas han resultado a menudo perjudicados por esos cambios.

- Muchos cambios en la gestión de los ecosistemas han supuesto la privatización de lo que antes eran recursos que estaban imbricados con otros. Las personas que dependían de esos recursos (como los pueblos indígenas, las comunidades dependientes de los bosques y otros grupos relativamente marginados de las fuentes políticas y económicas de poder) a menudo han perdido derechos sobre los recursos.
- Algunos de grupos y lugares afectados por los cambios en los ecosistemas y en los servicios de los mismos son altamente vulnerables y están escasamente preparados para sobrellevar los grandes cambios que pueden suceder en los ecosistemas. Los grupos altamente vulnerables incluyen a aquellos cuyas necesidades con respecto a los servicios de los ecosistemas ya sobrepasan los suministros que éstos brindan, como las personas que no tienen un suministro suficiente de agua limpia, y las personas que viven en zonas con una producción agrícola per capita decreciente.
- Las importantes diferencias entre los roles y los derechos de los hombres y las mujeres en muchas sociedades supone una creciente vulnerabilidad de las mujeres a los cambios en los servicios de los ecosistemas.



- La dependencia de los pobres de las zonas rurales respecto a los servicios de los ecosistemas raras veces se mide y, por lo tanto, se pasa generalmente por alto en las estadísticas nacionales y en las evaluaciones de la pobreza, lo que da lugar a estrategias inapropiadas que no tienen en cuenta el papel del medio ambiente en la reducción de la pobreza. Por ejemplo, en un estudio reciente que recogía datos de 17 países, se constató que el 22% de los ingresos familiares de las comunidades rurales en regiones forestales proviene de fuentes que generalmente no se incluyen en las estadísticas nacionales, como la recolección de comida silvestre, leña, forraje, plantas medicinales y madera. Estas actividades generaban una proporción mucho más alta del ingreso total de las familias más pobres que del de las familias ricas, y este ingreso era especialmente importante en períodos deficitarios, predecibles y no predecibles, de otras fuentes de medios de subsistencia.

**Las perspectivas de desarrollo en las regiones de tierras secas de los países en desarrollo dependen especialmente de acciones que evitan la degradación de los ecosistemas y disminuyen o contrarrestan la degradación donde ésta ocurre.** [3, 5] Los sistemas de tierras secas abarcan un 41% de la superficie terrestre y en ellas habitan más de 2.000 millones de personas, de las cuales más del 90% viven en países en desarrollo. Los ecosistemas de tierras secas (que abarcan regiones de tierras secas tanto rurales como urbanas) han experimentado durante la década de 1990 la tasa más alta de crecimiento demográfico que ningún otro sistema examinado por la Evaluación del Milenio. (Véase la Figura 11.) A pesar de que las tierras secas son el hogar de aproximadamente un tercio de la población humana, poseen sólo el 8% de los suministros de agua renovable del mundo. Debido a las precipitaciones escasas y variables, las altas temperaturas, la escasez de suelos orgánicos, y el alto costo del suministro de servicios, como la electricidad y el agua corriente, y las bajas inversiones en infraestructura debido a la poca densidad de población, la gente que vive en las tierras secas se enfrenta a muchos retos. También suelen tener los niveles más bajos de bienestar humano, incluyendo el PIB per capita más bajo de todos y las más altas tasas de mortalidad infantil.

La combinación de alta variabilidad de las condiciones ambientales y niveles relativamente altos de pobreza lleva a situaciones en las que las personas pueden ser altamente vulnerables a los cambios en los ecosistemas, aunque la existencia de esas condiciones ha conducido al desarrollo de estrategias de gestión de la tierra que tienen mucha resiliencia. Las presiones sobre los ecosistemas de tierras secas ya exceden los niveles sostenibles en algunos servicios de los ecosistemas, como la formación de suelo y el suministro de agua, y están creciendo. La disponibilidad de agua per capita representa en la actualidad sólo las dos terceras partes del nivel necesario para los niveles mínimos de bienestar humano. Entre aproximadamente el 10 y el 20% de las tierras secas del mundo están degradadas (*certeza media*), lo que afecta directamente a los pueblos que viven en estas áreas e indirectamente a una población más amplia, a través de los impactos biofísicos (tormentas de polvo, inundaciones en la parte inferior de las cuencas, emisiones de gases de efecto invernadero y cambio del clima regional) y de las repercusiones socioeconómicas (migración humana y agravación de la pobreza, a veces contribuyendo a la aparición de conflictos e inestabilidad). A pesar de estos enormes retos, los pueblos que viven en las tierras secas y sus sistemas de gestión de la tierra tienen una capacidad de resiliencia comprobada, y la capacidad de prevenir la degradación de la tierra, aunque las políticas públicas y las estrategias de desarrollo pueden debilitar o bien fortalecer esas capacidades.

**Conclusión n° 3: La degradación de los servicios de los ecosistemas podría empeorar considerablemente durante la primera mitad del presente siglo y ser un obstáculo para la consecución de los Objetivos de Desarrollo del Milenio.**

La Evaluación del Milenio ha elaborado cuatro escenarios para investigar los futuros verosímiles de los ecosistemas y del bienestar humano. (Véase el Recuadro 1.) Los escenarios estudian dos caminos de desarrollo mundial, uno en el que el mundo se va globalizando de forma creciente y otro que se va regionalizando de forma creciente, así como dos diferentes enfoques de gestión de los ecosistemas, uno en el que las acciones son reactivas y la mayoría de los problemas se enfrentan sólo después de que se hacen obvios, y el otro en el que la gestión de los ecosistemas es proactiva y las políticas procuran deliberadamente mantener los servicios de los ecosistemas a largo plazo.

**En la actualidad, la mayoría de los generadores directos del cambio en los ecosistemas se mantienen constantes o están creciendo en intensidad en la mayor parte de los ecosistemas. (Véase la Figura 13.) En los cuatro escenarios de la Evaluación del Milenio, la proyección indica que las presiones sobre los ecosistemas continuarán creciendo durante la primera mitad del presente siglo. [4, 5]** Los principales generadores directos de cambio en los ecosistemas son el cambio del hábitat (cambio en el uso del suelo y

#### **Recuadro 1. Los Escenarios de la Evaluación**

La Evaluación desarrolló cuatro escenarios para explorar futuros verosímiles para los ecosistemas y el bienestar humano sobre la base de diferentes suposiciones acerca de las fuerzas generadoras de cambio y sus posibles interacciones:

*Orquestación mundial* – Este escenario presenta una sociedad globalmente interconectada que se concentra en el comercio mundial y la liberalización económica y adopta un enfoque reactivo a los problemas de los ecosistemas, pero también toma serias medidas para reducir la pobreza y las desigualdades e invierte en cuestiones de interés público, como las infraestructuras y la educación. En este escenario el crecimiento económico es más alto que en cualquiera de los demás y la población en 2050 es la más baja.

*Orden desde la fuerza* – Este escenario presenta un mundo regionalizado y fragmentado, preocupado con la seguridad y la protección, que pone énfasis sobre todo en los mercados regionales, prestando poca atención a las cuestiones de interés público y adoptando un enfoque reactivo a los problemas de los ecosistemas. En este escenario las tasas de crecimiento económico son más bajas que en cualquiera de los demás (particularmente bajas en los países en desarrollo) y disminuyen con el tiempo, en tanto que el crecimiento de la población es el más alto.

*Mosaico adaptativo* – En este escenario los ecosistemas regionales a escala de las cuencas son el centro de las políticas y de la actividad económica. Se refuerzan las instituciones locales y son comunes las estrategias de gestión de los ecosistemas locales; las sociedades desarrollan un enfoque fuertemente proactivo con respecto a la gestión de los ecosistemas. Las tasas de crecimiento económico son relativamente bajas al principio pero aumentan con el tiempo, mientras que la población en 2050 es casi tan alta como en *Orden desde la fuerza*.

*Tecnojardín* – Este escenario presenta un mundo globalmente interconectado que depende en gran medida de tecnologías confiables, utilizando ecosistemas altamente gestionados – recurriendo frecuentemente a arreglos de ingeniería – para obtener los servicios de los ecosistemas, y adoptando un enfoque proactivo en la gestión de estos últimos para anticiparse a los problemas. El crecimiento económico es relativamente alto y se acelera, mientras que la población en 2050 está en la mediana de los cuatro escenarios.

Estos escenarios no constituyen predicciones sino que fueron desarrollados para analizar las características impredecibles del cambio en los generadores y en los servicios de los ecosistemas. Ninguno de los escenarios representa una continuidad de lo que ahora tenemos, si bien todos parten de las condiciones y tendencias actuales.

Para desarrollar los escenarios se usaron tanto los modelos cuantitativos como los análisis cualitativos. Para algunos generadores de cambio (tales como el crecimiento económico, los cambios en el uso de la tierra y las emisiones de carbono) y algunos servicios de los ecosistemas (extracciones de agua, producción de alimentos), los cálculos de las proyecciones cuantitativas se hicieron utilizando modelos ya establecidos que han estado sujetos a la revisión entre pares. Otros generadores de cambio (tales como los ritmos del cambio tecnológico, crecimiento económico), los servicios de los ecosistemas (particularmente los servicios de apoyo y los culturales, tales como la formación de suelo y las oportunidades recreativas), y los indicadores del bienestar humano (tales como la salud y las relaciones sociales), para los cuales no hay modelos globales apropiados, fueron calculados de manera cualitativa. En general, los modelos cuantitativos utilizados para estos escenarios abordaron los cambios en aumento pero no pudieron tratar los umbrales, los riesgos de eventos extremos, o las repercusiones en los servicios de los ecosistemas de cambios significativos, extremadamente costosos o irreversibles. Estos fenómenos fueron tratados cualitativamente mediante la consideración, en cada escenario, de los riesgos y repercusiones de cambios en los ecosistemas muy significativos pero impredecibles.

Tres de los escenarios – *Orquestación mundial*, *Mosaico adaptativo* y *Tecnojardín* – incorporan cambios significativos en las políticas destinadas a abordar los desafíos del desarrollo sostenible. En *Orquestación mundial* se eliminan las barreras comerciales, se anulan los subsidios distorsionadores, y se pone un gran énfasis en la eliminación de la pobreza y el hambre. En *Mosaico adaptativo*, para 2010 la mayoría de los países están gastando cerca del 13% del PIB en educación, en comparación con el 3,5% promedio en 2000, y comienzan a proliferar los arreglos institucionales para la transferencia de capacidades y conocimientos entre grupos regionales. En *Tecnojardín*, se establecen políticas para



efectuar pagos a individuos y empresas que brindan o mantienen la provisión de servicios de los ecosistemas. Por ejemplo, en este escenario, para 2015, un 50% de la agricultura europea y un 10% de la agricultura norteamericana están destinados a equilibrar la producción de alimentos con la producción de otros servicios de los ecosistemas. En este escenario se hacen avances significativos en el desarrollo de tecnologías ambientales destinadas a aumentar la producción de servicios, crear substitutos y reducir las elecciones negativas.

modificación física de los ríos o la toma de agua en los mismos), la sobreexplotación, las especies exóticas invasoras, la contaminación y el cambio climático. Estos generadores directos suelen ser sinérgicos. Por ejemplo, en algunos lugares el cambio en el uso de la tierra puede dar lugar a una mayor carga de nutrientes (si el suelo pasa a usarse para agricultura altamente intensiva), un aumento de las emisiones de gases de efecto de invernadero (si se despejan los bosques) y un aumento del número de especies invasoras (debido a los trastornos en el hábitat).

- *La transformación del hábitat, particularmente para dedicarlo a la agricultura:* En los escenarios de la Evaluación del Milenio, se prevé que otro 10-20% de los pastizales y zonas forestadas se transformarán entre 2000 y 2050 (fundamentalmente con fines agrícolas), como muestra la Figura 2. La conversión de tierras que se anticipa se concentra en países de bajos ingresos y en las regiones de tierras secas. Se prevé que la cubierta forestal continuará creciendo en los países industriales.
- *Sobreexplotación, en particular la sobrepesca:* En algunos sistemas marinos la biomasa de los peces que son objeto de captura (incluyendo las especies que se desean capturar como las que se capturan incidentalmente) se ha reducido entre el 90 y el 99% con respecto a los niveles de antes de la pesca preindustrial, y los peces capturados provienen cada vez más de los niveles tróficos inferiores y menos valiosos, mientras que las poblaciones de especies de niveles tróficos más altos se están agotando, como se indica en la Figura 6. Estas presiones continúan aumentando en todas los escenarios de la Evaluación del Milenio.
- *Especies exóticas invasoras.* La difusión de especies exóticas invasoras y de organismos transmisores de enfermedades continúa creciendo debido tanto a las translocaciones intencionales como a las introducciones accidentales relacionadas con el aumento del comercio y de los viajes, con consecuencias perjudiciales importantes para las especies nativas y para muchos servicios de los ecosistemas.
- *Contaminación, sobre todo debida al aporte de nutrientes:* Los seres humanos ya han duplicado el flujo de nitrógeno reactivo en los continentes, y algunas previsiones sugieren que éste puede aumentar en alrededor de dos tercios para 2050. (Ver la Figura 14.) En tres de las cuatro escenarios de la Evaluación se anticipa que el flujo global de nitrógeno hacia los ecosistemas costeros aumentará otro 10 a 20% hacia 2030 (*certeza media*), aumento que se producirá casi en su totalidad en los países en desarrollo. Los flujos excesivos de nitrógeno contribuyen a la eutrofización de los ecosistemas de agua dulce y marino-costeros (con consecuencias para la biodiversidad de estos ecosistemas). Hasta cierto punto, el nitrógeno también tiene un papel en la creación de ozono a ras del suelo (lo que lleva a la pérdida de la productividad en la agricultura y en los bosques), la destrucción del ozono en la estratosfera (lo que lleva al agotamiento de la capa de ozono y aumenta la radiación UV-B sobre la Tierra, causando una mayor incidencia del cáncer de piel), y en el calentamiento global. Los efectos sobre la salud incluyen las consecuencias de la polución con ozono sobre el asma y la función respiratoria, más alergias y asma debido a una mayor producción de polen, riesgo del síndrome del niño azul, más riesgo de cáncer y de otras enfermedades crónicas debidas a los nitratos en el agua para beber, y mayores riesgos de una serie de enfermedades pulmonares y cardíacas debidas a la presencia de partículas muy finas en la atmósfera.
- *Cambio climático antropogénico:* Los cambios climáticos observados recientemente, especialmente en lo referente a temperaturas regionales más pronunciadas, ya han tenido repercusiones sobre la biodiversidad y los ecosistemas, causado incluso cambios en las distribuciones de las especies, el tamaño de las poblaciones, los tiempos de reproducción o hechos migratorios, y un aumento de la frecuencia de la aparición de pestes y enfermedades. Muchos arrecifes de coral han experimentado importantes episodios de blanqueo, aunque

con frecuencia fueron parcialmente reversibles, cuando las temperaturas de la superficie del mar han aumentado durante un mes entre 0,5 y 1° centígrado por encima de la media de los meses más cálidos.

Para fines de siglo, el cambio climático y sus impactos puede ser el generador dominante y directo de la pérdida de biodiversidad y de los cambios en los servicios de los ecosistemas a nivel mundial. Los escenarios desarrollados por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) calculan un aumento de la temperatura de superficie media global de entre 1,4° y 5,8° centígrados, más inundaciones y sequías, y un aumento del nivel del mar de entre 8 y 88 centímetros. El daño a la biodiversidad aumentará en todo el mundo debido a los ritmos acelerados del cambio climático y del aumento de las cantidades absolutas de cambio. En contraste, en ciertas regiones algunos servicios de los ecosistemas pueden en un primer momento reforzarse debido a los cambios pronosticados en el clima (tales como los aumentos de las temperaturas o de las precipitaciones), y por lo tanto, con niveles bajos de cambio climático, esas regiones pueden tener beneficios netos. Sin embargo, a medida que el cambio climático se hace más severo, los impactos dañinos sobre los servicios de los ecosistemas en todo el mundo anulan los beneficios en la mayoría de las regiones del planeta. El balance a que llega la evidencia científica sugiere que habrá un impacto significativo y dañino sobre los servicios de los ecosistemas en todo el mundo si las temperaturas medias en la superficie aumentan más de 2° centígrados con respecto a los niveles de la era preindustrial, o si el ritmo es mayor de 0,2° centígrados por decenio (*certeza media*). De acuerdo con el IPCC, esto requerirá que las concentraciones de gases de efecto de invernadero se reduzcan a 550 partes por millón de dióxido de carbono.

**En los cuatro escenarios, los cambios pronosticados en los generados dan por resultado un significativo aumento del consumo de los servicios de los ecosistemas, una continuada pérdida de biodiversidad y más degradación de algunos servicios de los ecosistemas. [5]**

- En los escenarios de la Evaluación se calcula que durante los próximos 50 años, la demanda de alimentos provenientes de los cultivos aumentará entre 70 y 85%, y la demanda de agua entre el 30 y 85%. Se calcula que las tomas de agua en los países en desarrollo aumentarán significativamente, aunque se estima que bajarán en los países industriales (*certeza media*).
- En los escenarios de la Evaluación no se alcanza la seguridad alimentaria para 2050, y no se erradica la malnutrición infantil (y en algunos de los escenarios se estima que aumentará en algunas regiones) a pesar de un mayor suministro de alimentos y de dietas más diversificadas (*certeza media*).
- En los escenarios, particularmente en los que el enfoque de los problemas ambientales es reactivo, se anticipa un deterioro de los servicios que prestan los recursos de agua dulce (tales como los hábitat acuáticos, la producción de pescado y el suministro de agua para uso doméstico, industrial y agrícola) (*certeza media*).
- En los cuatro escenarios de la Evaluación se calcula que la pérdida de hábitat y otros cambios en los ecosistemas lleva, para 2050, a una merma de la diversidad local de especies nativas (*certeza alta*). En los escenarios, se estima que a nivel mundial el número de equilibrio de las especies de plantas se reduce en un 10 a 15% solo como resultado de la pérdida de hábitat durante el periodo de 1970 a 2050 (*certeza baja*), y que otros factores, como el exceso de tomas, las especies invasoras, la polución y el cambio climático, incrementarán el ritmo de la extinción.

**La degradación de los servicios de los ecosistemas constituye una barrera importante para el logro de los Objetivos de Desarrollo del Milenio y de las metas para 2015 de esos ODM. [3]**

Los ocho Objetivos de Desarrollo del Milenio adoptados por las Naciones Unidas en 2000 están orientados a mejorar el bienestar humano mediante la reducción de la pobreza, el hambre y la mortalidad infantil y materna; asegurando la educación para todos y controlando y gestionando las enfermedades; ocupándose de las disparidades de género; asegurando la sostenibilidad ambiental; y buscando asociaciones mundiales. Para cada uno de los ODM, los países han adoptado metas que se deben alcanzar para 2015. Las regiones que se enfrentan a los retos más grandes para alcanzar esas metas son las mismas que se enfrentan a los problemas más serios en cuanto a degradación de los ecosistemas.

Si bien los cambios en las políticas socioeconómicas van a desempeñar un papel primordial en el logro de la mayoría de las ODM, es improbable que se alcancen muchas de las metas (y objetivos) sin no se produce una mejora significativa en la gestión de los ecosistemas. Ya se ha descrito el papel de los cambios en los ecosistemas en la exacerbación de la pobreza (Objetivo 1, Meta 1) de algunos grupos de personas, y no se puede alcanzar el objetivo de la sostenibilidad ambiental, incluido el acceso al agua potable (Objetivo 7, Metas 9, 10 y 11) cuando se están degradando la mayoría de los servicios de los ecosistemas. El progreso hacia otros tres ODM depende particularmente de una gestión adecuada de los ecosistemas:

- Hambre (Objetivo 1, Meta 2): Los cuatro escenarios de la Evaluación pronostican un progreso en la eliminación del hambre, pero a ritmos mucho más lentos que los que se necesitan para alcanzar la meta acordada internacionalmente de reducir a la mitad, entre 1990 y 2015, la proporción de personas que sufren hambre. Además, los progresos son más lentos en las regiones con los problemas más grandes: Asia meridional y el África subsahariana. La condición de los ecosistemas, en particular el clima, la degradación del suelo y la disponibilidad de agua, tienen un efecto sobre el progreso hacia esta meta, ya que influyen el rendimiento de las cosechas y repercuten sobre la disponibilidad de alimentos silvestres.
- Mortalidad infantil (Meta 4): La malnutrición es la causa subyacente de una proporción importante de todas las muertes infantiles. Tres de los escenarios de la Evaluación presentan reducciones de 10 a 60% de la malnutrición infantil para 2050, pero aumenta en *Orden desde la fuerza (certeza baja)*. La mortalidad infantil también está fuertemente influenciada por las enfermedades asociadas con la calidad del agua. La diarrea es una de las causas predominantes de mortalidad infantil en todo el mundo. En el África subsahariana, se agrega la malaria como causa importante de mortalidad infantil en muchos países de la región.
- Enfermedad (Meta 6): En los escenarios de la Evaluación más prometedores, se hacen progresos hacia el logro de la Meta 6, pero en *Orden desde la fuerza* es factible que las condiciones sociales y de la salud en el Norte y el Sur se distancien aún más, exacerbando los problemas de salud en muchas de las regiones de bajos ingresos. Los cambios en los ecosistemas tienen una influencia sobre la abundancia de agentes patógenos para el ser humano, como la malaria y el cólera, como así también sobre el riesgo de que aparezcan nuevas enfermedades. La malaria es responsable por el 11% de las muertes en África, y se calcula que en 2000 el PBI de la región podría haber sido 100 billones de dólares más grande (o sean un 25% mayor) si se hubiera erradicado la malaria hace 35 años. La prevalencia de las siguientes enfermedades está influenciada de manera particularmente fuerte por el cambio en los ecosistemas: malaria, esquistosomiasis, filariasis linfática, encefalitis japonesa, fiebre del dengue, leishmaniasis, enfermedad de Chagas, meningitis, cólera, virus del Nilo Occidental, y enfermedad de Lyme.

**Conclusión n° 4:** El desafío de revertir la degradación de los ecosistemas y al mismo tiempo satisfacer las mayores demandas de sus servicios puede ser parcialmente resuelto en algunos de los escenarios considerados por la Evaluación, pero ello requiere que se introduzcan cambios

significativos en las políticas, instituciones y prácticas, cambios que actualmente no están en marcha. Existen muchas opciones para conservar o fortalecer servicios específicos de los ecosistemas de forma que se reduzcan las elecciones negativas que nos veamos obligados a hacer o que se ofrezcan sinergias positivas con otros servicios de los ecosistemas.

**Tres de los cuatro escenarios de la Evaluación muestran que con cambios significativos en las políticas, instituciones y prácticas se pueden mitigar muchas de las consecuencias negativas de las crecientes presiones sobre los ecosistemas, si bien los cambios que se requieren son grandes y en la actualidad no están en marcha.** [5] En solo uno de los escenarios (*Orden desde la fuerza*) se pronostica que todos los servicios de provisión, de regulación y culturales estarán en peores condiciones en 2050 que lo que están ahora. En los otros tres escenarios, por lo menos una de las tres categorías de servicios estará en mejores condiciones en 2050 de que lo que estaba en 2000. (Véase la Figura 15.) Sin embargo, la dimensión de las intervenciones que permiten llegar a estos resultados positivos es substantiva, incluyendo importantes inversiones en tecnologías ambientalmente adecuadas, una activa gestión adaptativa, acciones proactivas para abordar los problemas ambientales antes de que se hagan sentir en su totalidad las consecuencias, grandes inversiones en servicios públicos (como educación y salud), acciones decididas para reducir las disparidades socioeconómicas y eliminar la pobreza, y una mayor capacidad de los individuos para gestionar los ecosistemas de manera adaptativa. Sin embargo, aún en los escenarios en que mejoran una o más de las categorías de servicios de los ecosistemas, se continúa perdiendo biodiversidad y, por lo tanto, la sostenibilidad a largo plazo de las acciones destinadas a mitigar la degradación de los ecosistemas es incierta.

**Las acciones del pasado para aminorar o revertir la degradación de los ecosistemas han generado beneficios significativos, pero por lo general estas mejoras no han mantenido el mismo ritmo que las crecientes presiones y demandas.** [8] Si bien la mayoría de los servicios de los ecosistemas que se examinaron en la Evaluación se están degradando, el alcance de esa degradación hubiera sido mucho mayor sin las respuestas que se pusieron en práctica en las últimas décadas. Por ejemplo, se han llegado a establecer más de 100.000 áreas protegidas (incluyendo áreas estrictamente protegidas, como los parques nacionales, y también áreas gestionadas para el uso sostenible de los ecosistemas naturales, de donde se puede extraer madera o productos silvestres). Esas áreas cubren cerca del 11,7% de las tierras del planeta y desempeñan un papel importante en la conservación de la biodiversidad y de los servicios de los ecosistemas (si bien persisten lagunas importantes en la distribución de las áreas protegidas, sobre todo en los sistemas marinos y de agua dulce). Los avances tecnológicos también han ayudado a aflojar el aumento de las presiones sobre los ecosistemas originadas en el incremento de la demanda de sus servicios.

**Se pueden desarrollar sustitutos para algunos los servicios de los ecosistemas, pero no para todos, aún cuando sus costos son por lo general altos y además esos sustitutos pueden tener otras consecuencias negativas para el medio ambiente.** [8] Por ejemplo, la sustitución de la madera por vinilo, plásticos y metales ha ayudado a que el crecimiento del consumo mundial de madera en los últimos años haya sido relativamente lento. Pero si bien la disponibilidad de sustitutos puede reducir la presión sobre determinados servicios de los ecosistemas, es posible que no siempre ellos representen un beneficio neto para el medio ambiente. La sustitución de la leña por combustibles fósiles, por ejemplo, reduce la presión sobre los bosques y baja la polución del aire dentro de las casas pero también ocasiona un aumento neto de las emisiones de gases de efecto invernadero. Con frecuencia, los sustitutos son más costosos que los servicios originales de los ecosistemas.

**La degradación de los ecosistemas raramente puede revertirse sin acciones que aborden los efectos negativos o refuercen los efectos positivos de uno o más de las cinco generadores indirectos del cambio: cambios en la población (incluyendo su crecimiento y las migraciones),**

**cambios en la actividad económica (incluyendo el crecimiento de la economía, las disparidades en la riqueza y los patrones de comercio), los factores sociopolíticos (incluyendo factores que van desde la existencia de conflictos hasta la participación del público en las decisiones), factores culturales, y cambio tecnológico.** [4] Estos factores, colectivamente, influyen en el nivel de producción y consumo de los servicios de los ecosistemas y la sostenibilidad de la producción. Tanto el crecimiento económico como el de la población llevan a un aumento del consumo de los servicios de los ecosistemas, aún cuando las repercusiones ambientales negativas de cualquier nivel de consumo en particular dependen de la eficiencia de las tecnologías que se utilicen para producir el servicio. Con demasiada frecuencia, las acciones para aminorar la degradación de los ecosistemas no tienen en cuenta a estos generadores indirectos del cambio. Por ejemplo, la gestión de los bosques está más fuertemente influenciada por acciones que se emprenden fuera del sector forestal, tales como las políticas comerciales y los arreglos institucionales, las políticas macroeconómicas y las políticas en otros sectores, como la agricultura, las infraestructuras, la energía y la minería, que por las acciones se emprenden dentro del sector.

**Un conjunto eficiente de respuestas que aseguren una gestión sostenible de los ecosistemas debe abordar los generadores directos e indirectos de cambio que se acaban de describir y eliminar las barreras relativas a[8]:**

- Los arreglos institucionales y de gobernanza inapropiados, incluyendo la presencia de la corrupción y los sistemas débiles de regulación y rendición de cuentas.
- Las disfunciones de los mercados y el mal direccionamiento de los incentivos económicos.
- Los factores sociales y de comportamiento, incluyendo la falta de poder político y económico de algunos grupos (como la gente pobre, las mujeres y los pueblos indígenas), que dependen en gran medida de los servicios de los ecosistemas o se ven perjudicados por su degradación.
- Las bajas inversiones en el desarrollo y difusión de tecnologías que podrían aumentar la eficiencia del uso de los servicios de los ecosistemas y reducir las repercusiones negativas de distintos generadores de cambio en los ecosistemas.
- La insuficiencia del conocimiento (como así también el escaso uso del que ya existe) con respecto a los servicios de los ecosistemas y a las respuestas de gestión, de políticas, tecnológicas, de comportamiento e institucionales que podrían reforzar los beneficios de esos servicios, conservando al mismo tiempo los recursos.

Todas estas barreras se ven exacerbadas por la débil capacidad humana e institucional relativa a la evaluación y gestión de los servicios de los ecosistemas, las escasas inversiones en la regulación y gestión de su utilización, la falta de sensibilización del público, y la falta de sensibilización en los que toman decisiones con respecto a las amenazas que representa la degradación de los servicios de los ecosistemas, como así también a las oportunidades que podría brindar una gestión más sostenible de los ecosistemas.

**La Evaluación examinó 78 opciones de respuesta para los servicios de los ecosistemas, la gestión integral de los ecosistemas, la conservación y utilización sostenible de la biodiversidad y el cambio climático.** Muchas de esas opciones son muy prometedoras para eliminar aquellas barreras y conservar o reforzar de manera sostenible el suministro de servicios de los ecosistemas. En el Recuadro 2 se muestran las opciones prometedoras para sectores específicos, en tanto que las respuestas transversales que abordan las barreras clave se describen en el resto de esta sección. [8]

### ***Instituciones y gobernanza***

**A veces se requieren cambios en los marcos de la gobernanza institucional y ambiental a fin de crear las condiciones que sean conducentes a una gestión eficaz de los ecosistemas, mientras que en otros casos las instituciones existentes podrían satisfacer estas necesidades pero se encuentran con grandes obstáculos para hacerlo.** Muchas de las instituciones existentes a nivel mundial y nacional tienen el mandato de ocuparse de la degradación de los servicios de los ecosistemas pero se enfrentan con una serie de restos para hacerlo, relacionados en parte con la necesidad de una mayor cooperación entre los distintos sectores y de respuestas coordinadas a una multiplicidad de escalas. Sin embargo, dado que una serie de los asuntos identificados en esta evaluación constituyen preocupaciones recientes y no se los tuvo en cuenta en el diseño de las instituciones de hoy en día, en algunos casos puede ser necesario hacer cambios en las instituciones existentes y el desarrollo de otras nuevas, particularmente a escala nacional. Las instituciones nacionales y mundiales existentes no fueron diseñadas para tomar en cuenta, en particular, la gestión de recursos que están imbricados, una característica de muchos de los servicios de los ecosistemas. Las cuestiones relativas a la propiedad y acceso a los recursos, a los derechos a la participación en la toma de decisiones, y a la regulación de determinados tipos de uso de los recursos o de descarga de desperdicios pueden influenciar fuertemente la sostenibilidad de la gestión de los ecosistemas, y son determinantes fundamentales en cuanto a quiénes van a ser los ganadores y quiénes los perdedores como consecuencia de los cambios en los ecosistemas. La corrupción, un gran obstáculo para la gestión eficiente de los ecosistemas, también se origina en la debilidad de los sistemas de regulación y de rendición de cuentas.

Las intervenciones prometedoras incluyen:

- *La inclusión de las metas de la gestión de los ecosistemas en otros sectores y dentro de los marcos más amplios de la planificación del desarrollo.* Las decisiones de política pública más importantes que afectan a los ecosistemas se toman con frecuencia en organismos y en la arena política que no son los de los encargados de la protección de los ecosistemas. Por ejemplo, los documentos de estrategia de lucha contra la pobreza (DELP) preparados por los gobiernos de los países en desarrollo para el Banco Mundial y otras instituciones determinan en gran medida las prioridades de las políticas nacionales de desarrollo, pero en general en ellos no se ha tenido en cuenta la importancia de los ecosistemas para mejorar la condición humana de los sectores más pobres.
- *La mayor coordinación entre los principales acuerdos multilaterales sobre el medio ambiente y entre éstos y otras instituciones internacionales económicas y sociales.* Los acuerdos internacionales son indispensables para abordar las preocupaciones relativas a los ecosistemas que son de carácter transfronterizo, pero existen numerosos obstáculos que debilitan actualmente la efectividad de aquéllos. Se están dando pasos para aumentar la coordinación entre estos mecanismos y ello podría ayudar a que el conjunto de los instrumentos enfoque mejor su actuación. Sin embargo, también hace falta la coordinación entre los acuerdos multilaterales relativos al medio ambiente y las instituciones internacionales que son más poderosas políticamente, tales como los acuerdos económicos y del comercio, para asegurar que éstas no van a contra corriente. Y también es necesario que las instituciones y sectores pertinentes coordinen la aplicación de estos acuerdos a nivel nacional.
- *La mayor transparencia y rendición de cuentas con respecto a la actuación de los gobiernos y del sector privado en lo relativo a decisiones que tienen una repercusión sobre los ecosistemas, incluso a través de una mayor participación en la toma de decisiones de los interesados directos que estén concernidos.* Las leyes, políticas, instituciones y mercados que se han puesto en marcha con la participación pública en la toma de decisiones tienen mayores probabilidades de ser eficientes, y de ser percibidas como siendo justas. La

participación de los interesados directos también contribuye al proceso de toma de decisiones porque permite una mejor comprensión de las repercusiones y de la vulnerabilidad, la distribución de los costos y beneficios asociados con las elecciones que se hagan, y la identificación de una gama más amplia de las opciones de respuesta que están disponibles en un determinado contexto. Y la participación de los interesados directos y la transparencia en la toma de decisiones pueden aumentar la rendición de cuentas y reducir la corrupción.

### ***Economía e incentivos***

**Las intervenciones de tipo económico y financiero son instrumentos poderosos para regular la utilización de los bienes y servicios de los ecosistemas.** Dado que muchos de los servicios de los ecosistemas no se comercializan en los mercados, éstos no generan las señales apropiadas que podrían contribuir a una eficiente asignación y uso sostenible de los servicios. Existe una amplia gama de oportunidades para influenciar el comportamiento humano destinado a abordar este desafío, bajo la forma de instrumentos económicos y financieros. Sin embargo, los mecanismos del mercado y la mayoría de los instrumentos económicos sólo pueden funcionar de manera efectiva si existen instituciones que los apoyen, y por lo tanto existe la necesidad de crear la capacidad institucional que permita un uso más generalizado de esos mecanismos.

## **Recuadro 2. Ejemplos de respuestas prometedoras y efectivas para determinados sectores**

A continuación se listan ejemplos ilustrativos de opciones de respuestas específicas para determinados sectores que se consideran prometedoras o efectivas. (Véase el Anexo B.) Se considera que una respuesta es efectiva cuando refuerza los servicios del ecosistema meta y contribuye al bienestar humano sin causar un daño significativo a otros servicios o impactos perjudiciales sobre otros. Se considera que una respuesta es prometedora si no tiene un largo historial para ser evaluada pero se juzga que puede ser exitosa, o cuando hay maneras conocidas de modificar la respuesta para que se vuelva efectiva.

### **Agricultura**

- Remoción de los subsidios a la producción que tienen efectos económicos, sociales y ambientales adversos.
- Inversiones en y difusión de la ciencia y tecnología agrícolas que puedan sostener el necesario incremento del suministro de alimentos sin tener que hacer elecciones dañinas que impliquen un uso excesivo de agua, nutrientes o pesticidas.
- Uso de políticas que reconocen el papel de las mujeres en la producción y uso de los alimentos y que están diseñadas para potenciarlas y asegurarles el acceso a y el control de los recursos necesarios para la seguridad alimentaria.
- Aplicación de mecanismos que sean una mezcla de regulación, de incentivos y de uso del mercado para reducir la excesiva aplicación de nutrientes.

### **Pesquerías y acuicultura**

- Reducción de la capacidad de pesca en los mares.
- Estricta regulación de la pesca marina, tanto en lo relativo al establecimiento y respeto de cuotas de pesca como en cuanto a pasos para abordar la cuestión de la pesca no declarada y no regulada. En algunos casos pueden ser apropiadas las cuotas individuales transferibles, especialmente para las pesquerías basadas en una sola especie de aguas frías.
- Establecimiento de sistemas de regulación apropiados para reducir los impactos perjudiciales de la acuicultura.
- Establecimiento de áreas marinas protegidas, incluyendo zonas flexibles donde se excluya la pesca.

### **Agua**

- Pagos por los servicios de ecosistemas suministrados por las cuencas.
- Mejor asignación de los derechos de uso de los recursos de agua dulce para alinear los incentivos con las necesidades de conservación.
- Mayor transparencia en la información relativa a la gestión del agua y mejor representación de los interesados directos que están marginados.
- Desarrollo de mercados del agua.
- Mayor énfasis en el uso del medio ambiente natural y de medidas que no sean la construcción de presas y diques para el control de las inundaciones.
- Inversiones en ciencia y tecnología para aumentar la eficiencia del uso del agua en la agricultura.

### **Sector forestal**

- Inclusión de prácticas acordadas de gestión forestal sostenible en las instituciones financieras, reglas del comercio, programas mundiales sobre el medio ambiente y decisiones sobre la seguridad a nivel mundial.
- Potenciación de las comunidades locales en apoyo de iniciativas para el uso sostenible de los productos forestales; tomadas en conjunto, estas iniciativas son más significativas que los esfuerzos encabezados por gobiernos o procesos internacionales, pero requieren el apoyo de éstos últimos para que se generalicen.
- Reforma de la gobernanza relativa a los bosques y desarrollo de programas nacionales sobre bosques liderados por los países pertinentes, con un enfoque estratégico y negociados por los interesados directos.



Las intervenciones prometedoras incluyen:

- *La eliminación de los subsidios que promueven un uso excesivo de los servicios de los ecosistemas (y, cuando sea posible, la transferencia de esos subsidios al pago por servicios de los ecosistemas que no se comercializan en los mercados).* Los subsidios de los gobiernos pagados al sectores agrícolas de los países de la OCDE entre 2001 y 2003 fueron en promedio de más de 324.000 millones de dólares por año, o sea un tercio del valor global de los productos agrícolas en 2000. Y una proporción significativa de ese total incluyó subsidios a la producción que llevaron a producir más alimentos en los países industrializados que los que las condiciones del mercado mundial hacían recomendable, promovieron un uso excesivo de fertilizantes y pesticidas en esos países y redujeron la rentabilidad de la agricultura en los países en desarrollo. Muchos países que están fuera de la OCDE también tienen subsidios a la producción y a tipos de insumos inapropiados, y los subsidios inapropiados son comunes en otros sectores, como los del agua, las pesquerías y el forestal. Si bien la remoción de los incentivos perversos generará beneficios netos, ello no se hará sin costos. Pueden ser necesarios mecanismos de compensación para los pobres que se vean afectados por la remoción de subsidios, y la remoción de los subsidios agrícolas dentro de la OCDE necesitará acompañarse de acciones destinadas a minimizar las repercusiones negativas sobre los servicios de los ecosistemas en los países en desarrollo.
- *Un mayor uso de instrumentos económicos y de enfoques basados en los mercados en la gestión de los servicios de los ecosistemas.* En ello se incluyen:
  - *Los impuestos o pago de derechos de uso para actividades con costos “externos”* (costos de las elecciones hechas que no son tenidos en cuenta por el mercado). Los ejemplos incluyen los impuestos pagados por la aplicación excesiva de nutrientes o los derechos de uso en el ecoturismo.
  - *La creación de mercados, incluyendo los sistemas de límite e intercambio (cap-and-trade).* Uno de los mercados relacionado con los servicios de los ecosistemas que crece más rápidamente es el del carbono. Entre enero y mayo de 2004 se intercambió a través de proyectos el equivalente de aproximadamente 64 millones de toneladas de dióxido de carbono, casi tanto como en todo el año 2003. El valor del comercio del carbono en 2003 fue de aproximadamente 300 millones. Cerca de un cuarto de las comercializaciones incluyeron inversiones en servicios de los ecosistemas (hidroelectricidad o biomasa). Se *especula* que este mercado puede crecer hasta unos 44.000 millones de dólares para 2010. La creación de un mercado bajo la forma de un sistema de comercialización de un nutriente también puede representar una manera de reducir con un bajo costo el exceso de la carga de nutrientes en los Estados Unidos.
  - *Los pagos por los servicios de los ecosistemas.* Por ejemplo, en 1996 Costa Rica estableció un sistema aplicable en todo el país de pagos a la conservación para inducir a los propietarios de tierras a que provean servicios de los ecosistemas. Como parte del programa, Costa Rica facilita contratos entre “compradores” internacionales y nacionales y “vendedores” locales de carbono secuestrado, biodiversidad, servicios de las cuencas y belleza paisajística. Otro mecanismo innovador para el financiamiento de la conservación es el de “compensadores de biodiversidad”, por el que los responsables de proyectos de desarrollo pagan el costo de actividades de conservación como compensación por el daño inevitable que un proyecto causa a la biodiversidad.
  - *Los mecanismos que permiten que los consumidores expresen sus preferencias a través de los mercados.* Por ejemplo, los actuales sistemas de certificación de las

pesquerías y prácticas forestales sostenibles ofrecen a la gente la oportunidad de promover la sostenibilidad a través de sus elecciones de consumo.

### ***Respuestas sociales y de comportamiento***

**Las respuestas sociales y de comportamiento – incluyendo las políticas demográficas, la educación pública, las acciones de la sociedad civil y la potenciación de las comunidades, las mujeres y los jóvenes – pueden ser instrumentales para responder al problema de la degradación de los ecosistemas.** Por lo general estas son intervenciones iniciadas y ejecutadas por los interesados directos a través del ejercicio de sus derechos de procedimiento y democráticos con el fin de mejorar la situación de los ecosistemas y el bienestar humano.

Las intervenciones prometedoras incluyen:

- *Las medidas para reducir el consumo total de servicios de los ecosistemas gestionados de manera no sostenible.* Las elecciones en cuanto a qué y cuánto consumen los individuos están influenciadas no sólo por consideraciones en cuanto al precio sino también por factores de comportamiento relacionados con la cultura, la ética y los valores. Los cambios en el comportamiento que podrían reducir la demanda de los servicios de ecosistemas degradados pueden ser estimulados mediante acciones de los gobiernos (como la educación y los programas de sensibilización o la promoción de la gestión de la demanda), de la industria (compromisos de utilizar materias primas provenientes de fuentes certificadas como sostenibles, por ejemplo, o un mejor etiquetado de los productos), y de la sociedad civil (a través de un aumento de la sensibilización del público). Sin embargo, los esfuerzos para reducir el consumo total tienen que incorporar a veces medidas para incrementar el acceso a y el consumo de esos mismos servicios de ecosistemas por parte de determinados grupos, como las personas pobres.
- *La comunicación y educación.* Una mejor comunicación y una mejor educación son esenciales para alcanzar los objetivos de los convenios ambientales y del Plan de Implementación de las Decisiones de Johannesburgo, como así también para la gestión sostenible de los recursos naturales en general. Tanto el público como los encargados de tomar decisiones se pueden beneficiar de la educación relativa a los ecosistemas y el bienestar humano, y además, de manera más general, la educación brinda enormes beneficios sociales que pueden ayudar a abordar muchos de los generadores de la degradación de los ecosistemas. Si bien la importancia de la comunicación y la educación está ampliamente reconocida, la asignación de suficientes recursos humanos y financieros para hacer un trabajo eficiente en este campo continúa siendo un problema.
- *La potenciación de los grupos que dependen marcadamente de los servicios de los ecosistemas o que están afectados por su degradación, incluyendo las mujeres, los pueblos indígenas y los jóvenes.* A pesar de los conocimientos que poseen las mujeres sobre el medio ambiente y el potencial que ellas tienen, frecuentemente su participación en la toma de decisiones se ha visto restringida por las estructuras económicas, sociales y culturales. Los jóvenes son también interesados directos clave, dado que a largo plazo son ellos los que sufrirán las consecuencias de las decisiones que se tomen ahora con respecto a los servicios de los ecosistemas. El control indígena de las tierras tradicionales es presentado con frecuencia por los pueblos indígenas y sus defensores como algo que aporta beneficios

ambientales, aunque la justificación fundamental sigue estando basada en los derechos humanos y culturales.

### ***Respuestas tecnológicas***

**Dada la creciente demanda de servicios de los ecosistemas y las demás presiones cada vez más intensas sobre los ecosistemas, es esencial el desarrollo y difusión de tecnologías diseñadas para aumentar la eficiencia en el uso de los recursos o reducir las repercusiones de los generadores de cambio, tales como el cambio climático y la carga de nutrientes.** El cambio tecnológico ha sido esencial para satisfacer las demandas crecientes de algunos de los servicios de los ecosistemas, y la tecnología encierra una considerable promesa para satisfacer el futuro crecimiento de la demanda. Ya existen tecnologías para la reducción de la contaminación originada por los nutrientes a un costo razonable, incluyendo, por ejemplo, las tecnologías para la reducción de emisiones en las fuentes, los cambios en las prácticas de gestión y las técnicas de agricultura de precisión que ayudan a controlar la aplicación de fertilizantes en un área de cultivo, pero se necesitan nuevas políticas para que estos instrumentos se apliquen a una escala suficiente como para reducir y finalmente detener el crecimiento de la carga de los nutrientes (aún cuando se aumente el uso de los mismos en regiones relativamente pobres, tales como el África subsahariana). Sin embargo, a veces ha habido repercusiones negativas de las nuevas tecnologías sobre los ecosistemas y el bienestar humano, y por lo tanto se hace necesaria una evaluación cuidadosa antes de introducirlas.

Las intervenciones prometedoras incluyen:

- *La promoción de tecnologías que permitan mayores rendimientos de las cosechas sin repercusiones negativas relativas al agua, los nutrientes y el uso de pesticidas.* La expansión de la agricultura va a continuar siendo uno de los principales generadores de pérdida de la biodiversidad muy entrado el siglo XXI. El desarrollo, evaluación y difusión de tecnologías que puedan aumentar la producción sostenible de alimentos por unidad de medida, sin tener que hacer elecciones dañinas relacionadas con el consumo excesivo de agua o el uso de nutrientes o de pesticidas, van a aminorar considerablemente las presiones sobre los servicios de los ecosistemas.
- *La restauración de los servicios de los ecosistemas.* Las actividades destinadas a restaurar los ecosistemas son ahora un hecho corriente en muchos países. Se pueden establecer ecosistemas con algunas características similares a los que existían antes de la conversión y ellos pueden brindar algunos de los servicios de los ecosistemas originales. Sin embargo, el costo de la restauración es por lo general extremadamente alto comparado con el costo de prevenir la degradación de los ecosistemas. No todos los servicios pueden restaurarse y los que están severamente degradados pueden requerir un tiempo considerable para su restauración.
- *La promoción de tecnologías para aumentar la eficiencia energética y reducir las emisiones de gases con efecto invernadero.* Es técnicamente posible reducir considerablemente la emisión neta de gases con efecto invernadero gracias a una extensa gama de tecnologías en los sectores del suministro de energía, la demanda de energía y el tratamiento de desechos. La reducción de las emisiones que se prevén de gases con efecto de invernadero requerirá una serie de tecnologías para la producción de energía, que van desde el cambio de combustibles (carbón/petróleo por gas) y un incremento en la eficiencia de las plantas generadoras, hasta el aumento del uso de las tecnologías de la energía renovable, complementado con un uso más eficiente de la energía en el transporte, los edificios y los

distintos sectores industriales. También incluirá el desarrollo y uso de instituciones y políticas de apoyo para eliminar las barreras a la difusión de estas tecnologías en los mercados, un mayor financiamiento por parte de los sectores público y privado de la investigación y desarrollo, y una efectiva transferencia de tecnología.

### ***Respuestas basadas en el conocimiento***

**La efectiva gestión de los ecosistemas se ve limitada tanto por la falta de conocimiento e información acerca de los diferentes aspectos de los ecosistemas como por el uso inadecuado de la información de que se dispone para tomar decisiones en cuanto a la gestión.** [8, 9] En la mayoría de las regiones, por ejemplo, existe una información relativamente escasa acerca de la situación y el valor económico de la mayor parte de los servicios de los ecosistemas, y raramente se hace un seguimiento de su desaparición en las cuentas económicas nacionales. Los datos globales básicos sobre la extensión de y las tendencias en los diferentes tipos de ecosistemas y uso de la tierra son sorprendentemente escasos. Los modelos utilizados para hacer proyecciones sobre las condiciones ambientales y económicas tienen una capacidad limitada de incorporar la “retroacción” ecológica, incluidos los cambios no lineales en los ecosistemas, como así también la retroalimentación relativa a comportamientos tales como el aprendizaje que puede tener lugar a través de la gestión adaptativa de los ecosistemas.

Al mismo tiempo, los encargados de tomar decisiones no utilizan toda la información pertinente que está disponible. Ello se debe, en parte, a la incapacidad institucional de poner a su disposición la información científica que es relevante para las políticas y, en parte, a la incapacidad de incorporar otras formas de conocimiento e información que frecuentemente tienen un valor considerable para la gestión de los ecosistemas (tales como el conocimiento tradicional y el de los que actúan en el terreno).

Las intervenciones prometedoras incluyen:

- *La inclusión de los valores de los ecosistemas que no entran en el mercado en las decisiones relativas a la gestión y a las inversiones.* La mayoría de las decisiones relativas a la gestión de los recursos y a las inversiones están fuertemente influenciadas por consideraciones sobre el costo monetario y los beneficios de elecciones alternativas en cuanto a políticas. Se pueden tomar mejores decisiones si se tiene en cuenta el valor económico total de opciones alternativas de gestión y se utilizan deliberadamente mecanismos que incorporen también consideraciones de tipo no económico.
- *La utilización de todas las formas pertinentes de conocimiento e información en las evaluaciones y en la toma de decisiones, incluido el conocimiento tradicional y el de los que actúan en el terreno.* La gestión efectiva de los ecosistemas normalmente requiere un conocimiento que sea pertinente para el lugar – o sea información acerca de las características específicas y la historia de un ecosistema. El conocimiento tradicional y el de los que actúan en el terreno, es decir el que poseen los gestores locales de los recursos, frecuentemente pueden tener un valor considerable para la gestión de los recursos, pero muy raramente se los incorpora a los procesos de toma de decisiones, y de hecho en muchas ocasiones es erróneamente descartado.
- *El refuerzo y mantenimiento de la capacidad humana e institucional para evaluar las consecuencias para el bienestar humano del cambio en los ecosistemas, y de actuar sobre la base de esas evaluaciones.* Se necesita una mayor capacidad técnica para la gestión en los sectores agrícola, forestal y pesquero. Pero la capacidad que ya existe en estos sectores,

aunque en muchos países sea limitada, sigue siendo muchísimo mayor que la capacidad para la gestión de otros servicios de los ecosistemas.

**Se pueden utilizar una variedad de marcos y métodos para tomar mejores decisiones frente a la incertidumbre en cuanto a los datos, las predicciones, el contexto y la escala. La gestión activa adaptativa puede ser un instrumento particularmente valioso para reducir la incertidumbre acerca de las decisiones relativas a la gestión de los ecosistemas. [8]** Los

métodos utilizados comúnmente en apoyo de las decisiones incluyen los análisis de costo-beneficio, la evaluación del riesgo, los análisis de criterios múltiples, el enfoque de precaución y los análisis de vulnerabilidad. La elaboración de escenarios también es una forma de hacer frente a los muchos aspectos de la incertidumbre, pero nuestra limitada comprensión del proceso de respuesta ecológica y humana hace que cualquier escenario se vea envuelto en su propia incertidumbre. Dados los altos niveles de incertidumbre que rodean a los sistemas socioecológicos, la gestión activa adaptativa es una herramienta que puede ser particularmente valiosa. Ello implica el diseño de programas de gestión para probar las hipótesis acerca de cómo funcionan e interactúan los componentes de un ecosistema, reduciendo así más rápidamente de lo que podría hacerse de otra manera la incertidumbre acerca del sistema.

**Existe suficiente información sobre los generadores del cambio en los ecosistemas, sobre las consecuencias de los cambios en los servicios de los ecosistemas para el bienestar humano, y sobre los méritos de varias opciones de respuestas, como para mejorar la toma de decisiones en apoyo del desarrollo sostenible en todas las escalas. Sin embargo, en esta evaluación se identificaron muchas necesidades de investigación y lagunas en la información; las acciones destinadas a satisfacer esas necesidades pueden generar importantes beneficios bajo la forma de una mejor información para el desarrollo de políticas y para la acción. [9]** Esta evaluación no estuvo en condiciones de dar una respuesta completa a las preguntas formuladas por sus usuarios, debido a las lagunas en los datos y en el conocimiento. Algunas de esas lagunas están relacionadas con la debilidad de los sistemas de monitoreo relativos a los servicios de los ecosistemas y sus conexiones con el bienestar humano. En otros casos, la evaluación puso de manifiesto importantes necesidades de una mayor investigación, como la necesidad de mejorar la comprensión de los cambios no lineales en los ecosistemas, y de una mejor comprensión del valor económico de opciones alternativas de gestión. Las inversiones en un mejor monitoreo y en la investigación, combinadas con más evaluaciones de los servicios de los ecosistemas en diferentes países y regiones, mejorarán significativamente la utilidad de toda futura evaluación mundial de las consecuencias del cambio en los ecosistemas para el bienestar humano.

**Cuadro 1. Situación global de los servicios de provisión, de regulación y culturales de los ecosistemas analizados en esta Evaluación.** La situación indica si globalmente el servicio ha mejorado (por ejemplo, si se ha mejorado la capacidad productiva del servicio) o se ha degradado recientemente. Las definiciones de “mejora” y “degradación” aparecen en la nota al pie. No se incluye una cuarta categoría relativa a los servicios de apoyo porque ellos no son utilizados directamente por los seres humanos.

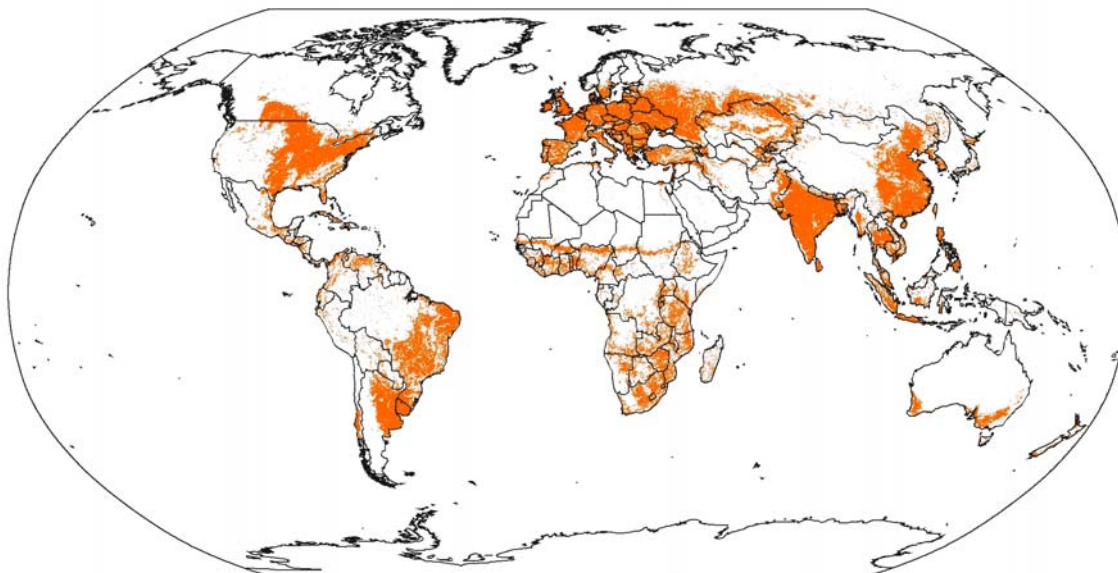
Servicios	Sub-categoría	Situación	Notas
<b>Servicios de provisión</b>			
Alimento	cultivos	↑	aumento substancial de la producción
	ganado	↑	aumento substancial de la producción
	pesquerías de captura	↓	merma de la producción debido a la sobreexplotación
	acuicultura	↑	aumento substancial de la producción
	alimentos silvestres	↓	merma de la producción
Fibra	madera	+/-	pérdida de bosques en algunas regiones, más bosques en otras
	algodón, cáñamo, seda	+/-	merma de la producción de algunas fibras, aumento de otras
	leña	↓	merma de la producción
Recursos genéticos		↓	pérdidas debido a extinciones y pérdida de recursos genéticos de los cultivos
Productos bioquímicos, medicinas naturales, productos farmacéuticos		↓	pérdidas debido a extinciones, sobreutilización
Agua	agua dulce	↓	uso insostenible para consumo doméstico, industria y riego; cantidad de hidroelectricidad sin cambios, pero las presas aumentan nuestra capacidad de usar esta energía
<b>Servicios de regulación</b>			
Regulación de la calidad del aire		↓	la capacidad de la atmósfera de autolimpiarse se ha reducido
Regulación del clima	global	↑	fuerza neta de secuestro de carbono desde mediados del siglo
	regional y local	↓	preponderancia de impactos negativos
Regulación del agua		+/-	varía según el cambio en los ecosistemas y el lugar
Regulación de la erosión		↓	mayor degradación de los suelos
Purificación del agua y tratamiento de aguas de desecho		↓	merma de la calidad del agua
Regulación de enfermedades		+/-	varía según el cambio en los ecosistemas
Regulación de plagas		↓	degradación del control natural debido al uso de pesticidas
Polinización		↓ <sup>a</sup>	merma comprobada de la abundancia global de polinizadores
Regulación de los riesgos naturales		↓	pérdida de amortiguadores naturales (humedales, manglares)
<b>Servicios culturales</b>			
Valores espirituales y religiosos		↓	rápida merma de bosques y especies sagradas
Valores estéticos		↓	merma de la cantidad y calidad de áreas naturales
Recreación y ecoturismo		+/-	más áreas accesibles, pero muchas degradadas

**Nota:** Para los servicios de provisión definimos “mejora” como el aumento de la producción del servicio debido a cambios en el área en la que se brinda el servicio (por ejemplo más tierras agrícolas) o en la cantidad producida por unidad de medida. Consideramos que hay “degradación” si el uso actual excede los niveles sostenibles. Para los servicios de regulación la “mejora” se refiere al cambio en el servicio que lleva a que la gente obtenga mayores beneficios (por ejemplo el servicio de regulación de enfermedades podría mejorarse mediante la erradicación de un vector que transmite enfermedades a las personas). La “degradación” de los servicios de regulación significa una reducción de los beneficios que se obtienen del servicio, ya sea debido a cambios en el servicio (por ejemplo la pérdida de manglares que reduce los beneficios de protección de las tormentas) o debido a las presiones humanas que hacen que el servicio sobrepase sus límites (por ejemplo la contaminación que hace que se sobrepase la capacidad de los ecosistemas de mantener la calidad del agua). Para los servicios culturales, “degradación” significa un cambio en las características del ecosistema que disminuye los beneficios culturales (recreativos, estéticos, espirituales, etc.) provistos por aquél.

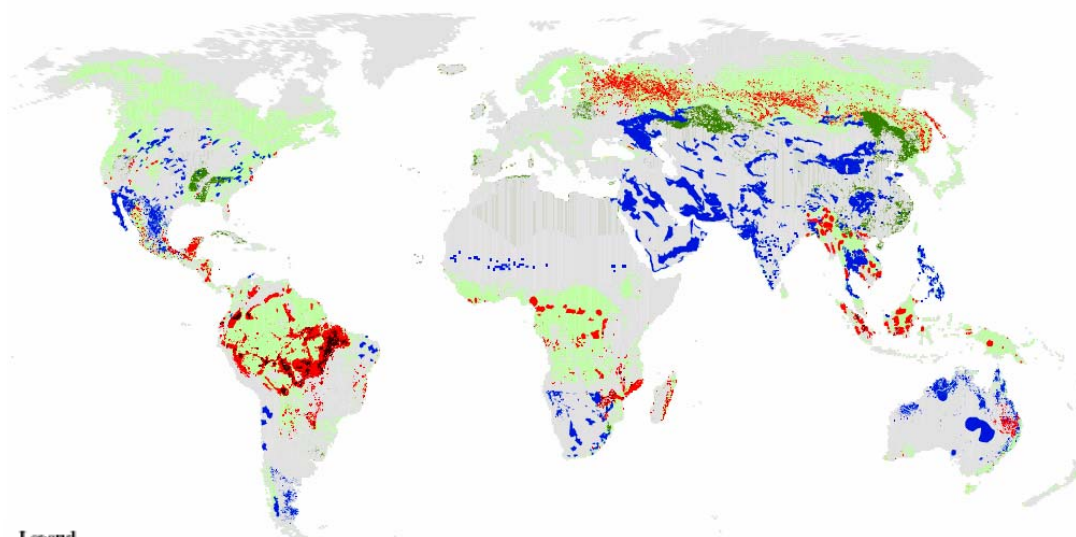
<sup>a</sup> Indica *certeza baja o media*. Todas las demás tendencias tienen una *certeza media o alta*.



**Figura 1. Extensión de los sistemas cultivados en 2000.** Los sistemas cultivados (definidos en esta Evaluación como las áreas en las que por lo menos el 30% del paisaje está bajo cultivo) abarcan el 24% de la superficie terrestre.



**Figura 2.** Áreas que varios estudios indican que están teniendo una alta tasa de cambio de la cubierta vegetal en las últimas décadas. En el caso del cambio de la cubierta forestal, los estudios se refieren al periodo 1980-2000 y están basados en estadísticas nacionales, en datos de sensores remotos y, en cierta medida, en la opinión de los expertos. En el caso del cambio de la cubierta vegetal ocasionada por la degradación de las tierras secas (desertificación), el periodo no está especificado pero se infiere que se trata del último medio siglo, y el estudio principal se basa enteramente en la opinión de los expertos, con una *certeza baja*. No se muestra el cambio en las áreas bajo cultivo. Se hace notar que las áreas en la que se muestra poco cambio actual son con frecuencia zonas que ya han sufrido cambios históricos importantes (véase la Fig. 1).

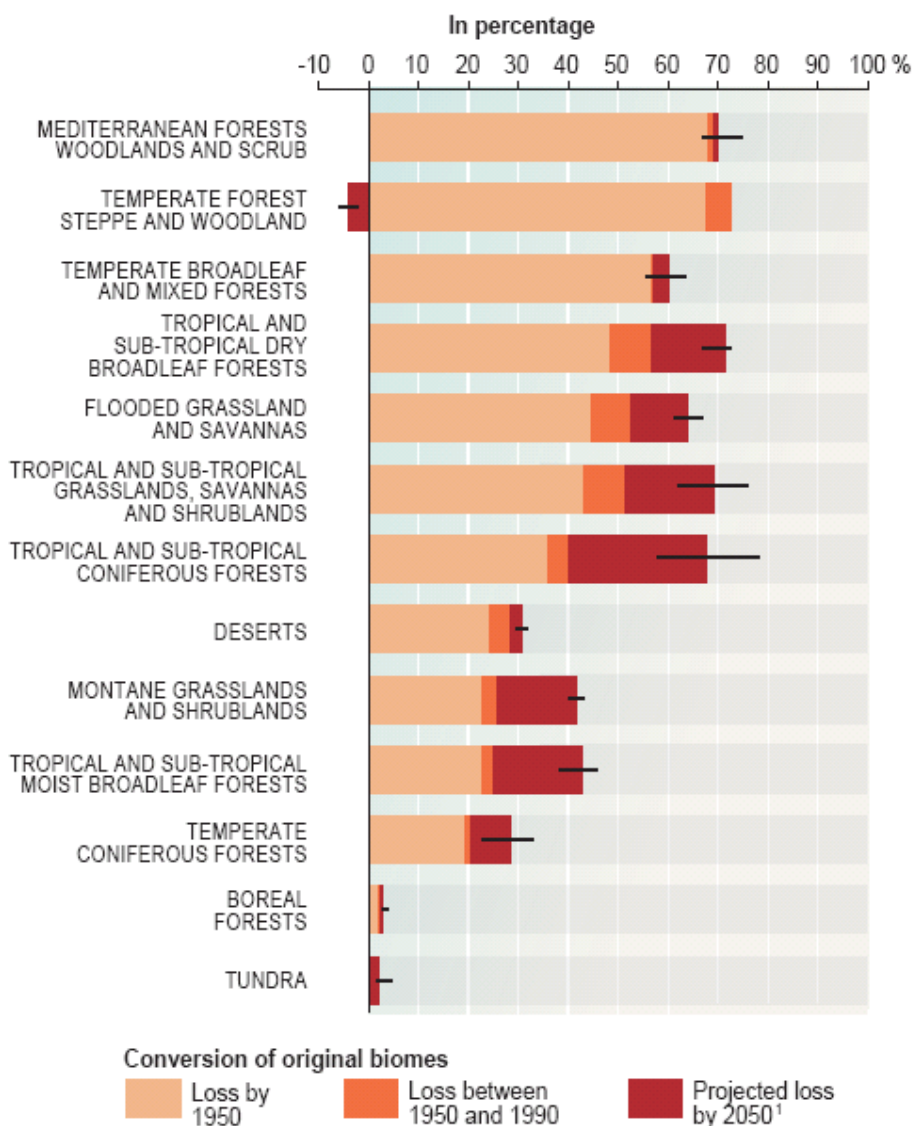


**Legend**

- Land degradation
- Hotspot of deforestation
- high certainty
- low certainty
- > 1% annual forest increase
- Current forest cover



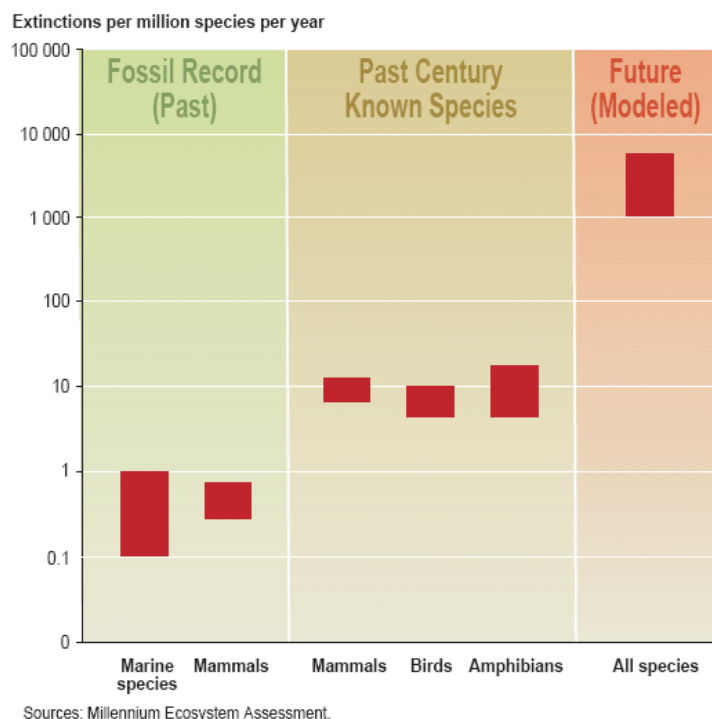
**Figura 3. Conversión de los biomas terrestres.** No es posible calcular la extensión de los diferentes biomas antes del impacto significativo del ser humano, pero es posible establecer el área “potencial” de los biomas a partir de las condiciones del suelo y del clima. Esta figura muestra cuánto de esa área potencial se puede haber convertido desde 1950 (*certeza media*), cuánto se convirtió entre 1950 y 1999 (*certeza media*), y cuánto se convertiría en los cuatro escenarios de esta Evaluación (*certeza baja*) entre 1990 y 2050. No se incluyen los manglares porque el área era demasiado pequeña como para ser evaluada. La mayor parte de la conversión de estos biomas es para destinar la tierra a sistemas bajo cultivo.



1. According to the four MA scenarios. For 2050 projections, the average value of the projections under the four scenarios is plotted and the error bars (black lines) represent the range of values from the different scenarios."

Source: Millennium Ecosystem Assessment.

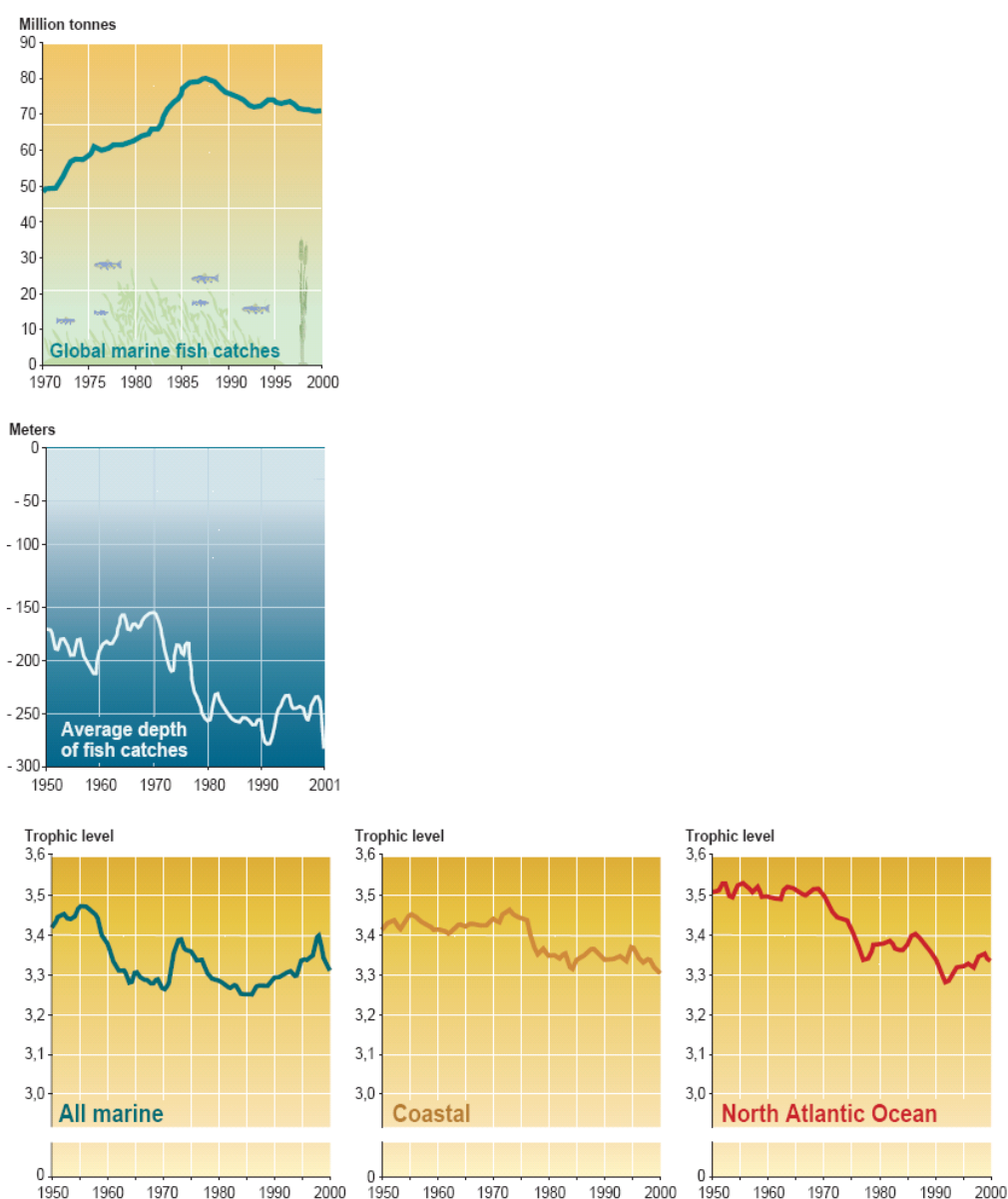
**Figura 4. Ritmos de la extinción de especies.** (Adaptado de C4 Fig. 4.22) La columna “Registro fósil” se refiere a los ritmos promedio de extinción calculados a partir del registro fósil. La columna “Siglo pasado – Especies conocidas” se refiere a los ritmos de extinción calculados a partir de las extinciones que se conocen de especies (calculados a la baja) o extinciones que se conocen más las especies “posiblemente extinguidas” (límite superior). Se considera que una especie está “posiblemente extinguida” si los expertos creen que se ha extinguido pero todavía no se han hecho búsquedas extensivas para confirmar su desaparición. Las extinciones “previstas” son cálculos derivados de modelos que utilizan una serie de técnicas, incluyendo modelos de especie-área, ritmos con que las especies pasan a categorías con más altos grados de amenaza, probabilidades de extinción asociadas con las categorías de amenaza de la UICN, impactos de las pérdidas previstas de hábitat sobre las especies actualmente amenazadas por dicha pérdida, y correlación entre pérdida de especies y consumo de energía. El periodo de tiempo y los grupos de especies considerados difieren en los cálculos de extinciones “previstas”, pero en general se refieren ya sea a una futura pérdida de especies basada en el nivel de amenaza que existe actualmente o a pérdidas actuales y futuras de especies como resultado de los cambios en el hábitat durante el período que va aproximadamente de 1970 a 2050. Los cálculos hechos a partir del registro fósil son de una *certeza baja*; los cálculos del límite inferior de las extinciones conocidas son de una *certeza alta* y los cálculos del límite superior tienen una *certeza media*; los cálculos del límite inferior de las extinciones previstas tienen una *certeza baja* y los cálculos del límite superior son *especulativos*. El ritmo de las extinciones de especies conocidas que ocurrieron en el último siglo es, aproximadamente, entre 50 y 500 veces superior al ritmo de extinción calculado a partir del registro fósil de 0,1 a 1 extinción por millón de especies por año. Si se incluyen las especies posiblemente extinguidas, el ritmo es hasta 1000 veces mayor que las tasas de extinción de referencia.



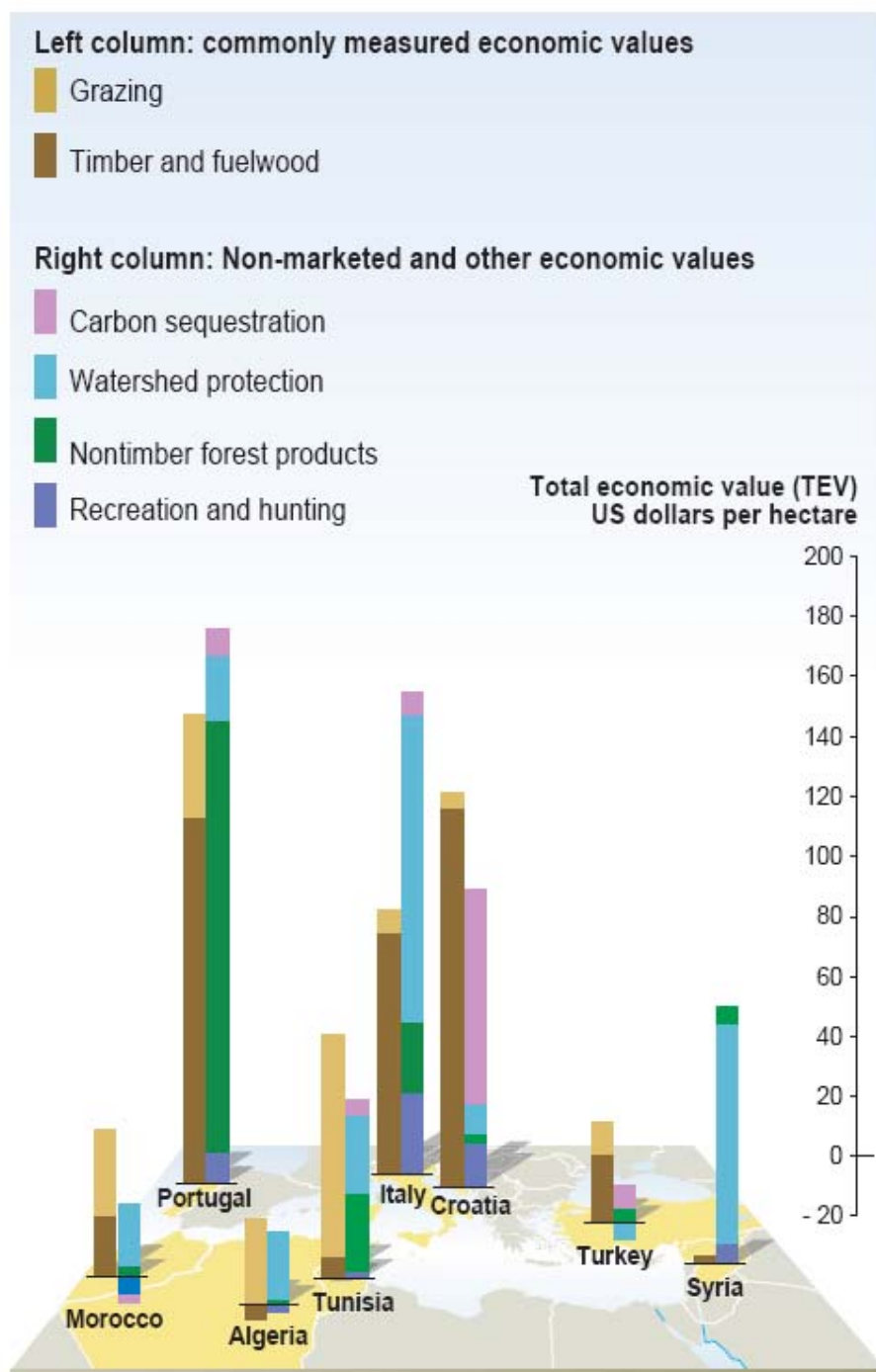
**Figura 5. Capturas mundiales estimadas de peces de mar, 1950–2001.** (Fig. C18.3) En esta figura, las capturas declaradas por los gobiernos han sido ajustadas en algunos casos para corregir posibles errores en los datos.

**Figura 6. Mermas en el nivel trófico de las capturas de peces desde 1950.** (C18) El nivel trófico de un organismo es su posición en la cadena alimentaria. Los niveles se enumeran de acuerdo a cuán lejos están en la cadena los organismos en cuestión, yendo desde los productores primarios en el nivel 1, pasando por los herbívoros (nivel 2), y llegando a los carnívoros o carnívoros superiores (nivel 4 ó 5). Los peces que se ubican en los niveles tróficos más altos son normalmente de un mayor valor económico. La merma en el nivel trófico de las capturas se debe en gran medida al exceso de pesca en los niveles tróficos superiores.

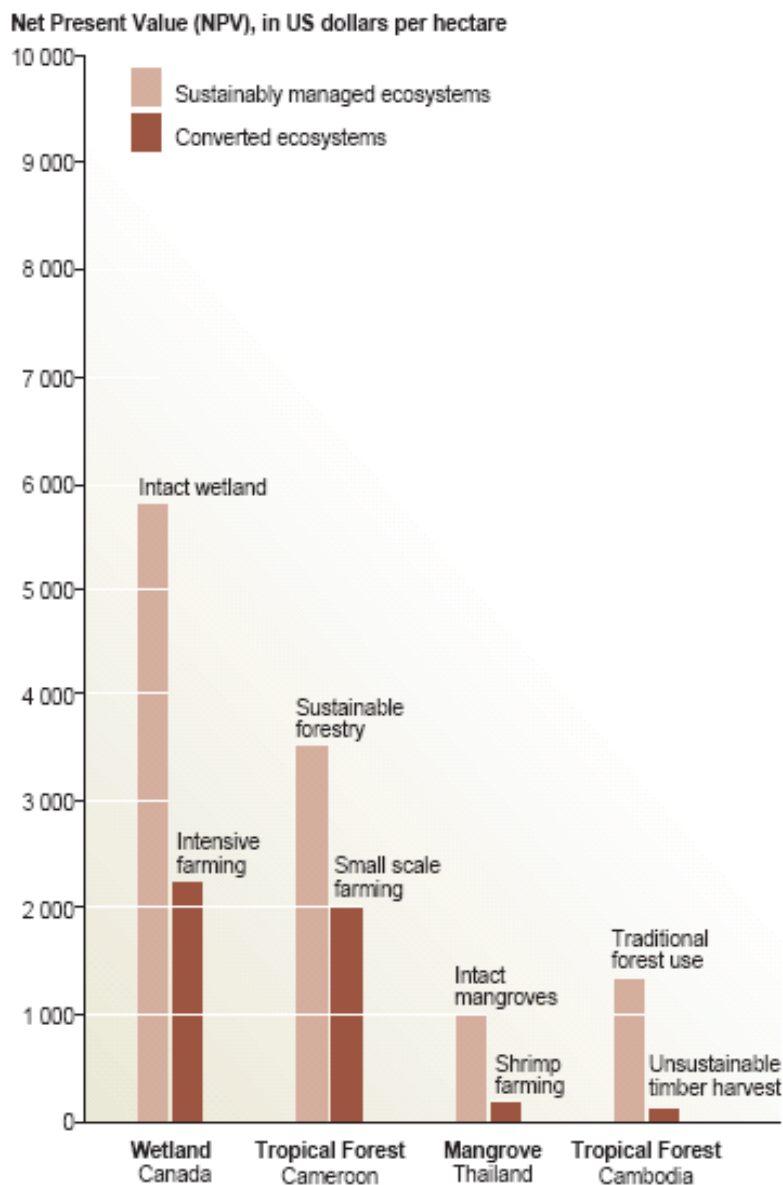
**Figura 7. Tendencias en la profundidad media de las capturas desde 1950.** Los peces capturados provienen cada vez más de áreas profundas. (Datos de C18, Fig. C18.5)



**Figura 8. Flujo anual de los beneficios de los bosques en algunos países. (Adaptada de C5, Recuadro 5.1)** En la mayoría de los países, los valores de los ecosistemas asociados con la madera y la leña que entran en el mercado representan menos de un tercio del valor económico total, en el que se incluyen valores no comercializados tales como el secuestro de carbono, la protección de cuencas y la recreación.

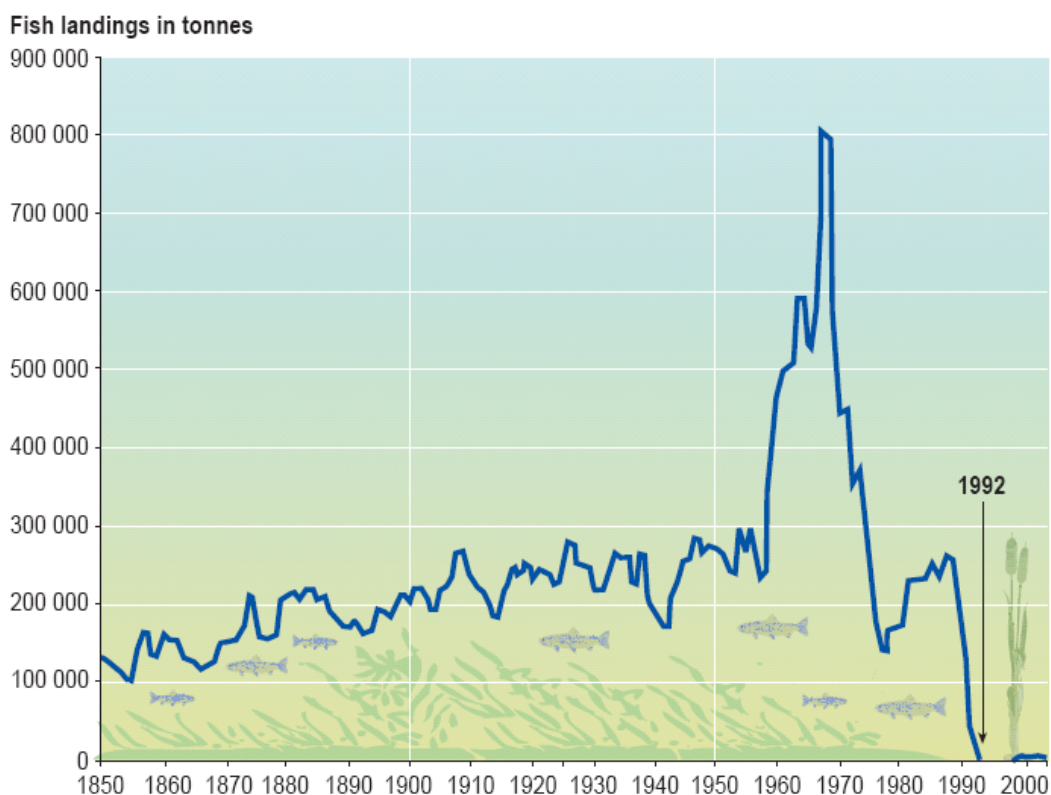


**Figura 9. Beneficios económicos bajo prácticas de manejo alternativas** (expresados como valor neto actual en dólares por hectárea). (C5, Recuadro 5.1) En cada caso, los beneficios netos obtenidos de los ecosistemas gestionados de manera más sostenible son mayores que los obtenidos de sistemas convertidos a otros usos, aun cuando los beneficios privados (mercado) serían mayores en el caso de los ecosistemas convertidos. (Cuando en la fuente original aparece una gama de valores, aquí se han tomado los valores más bajos.)



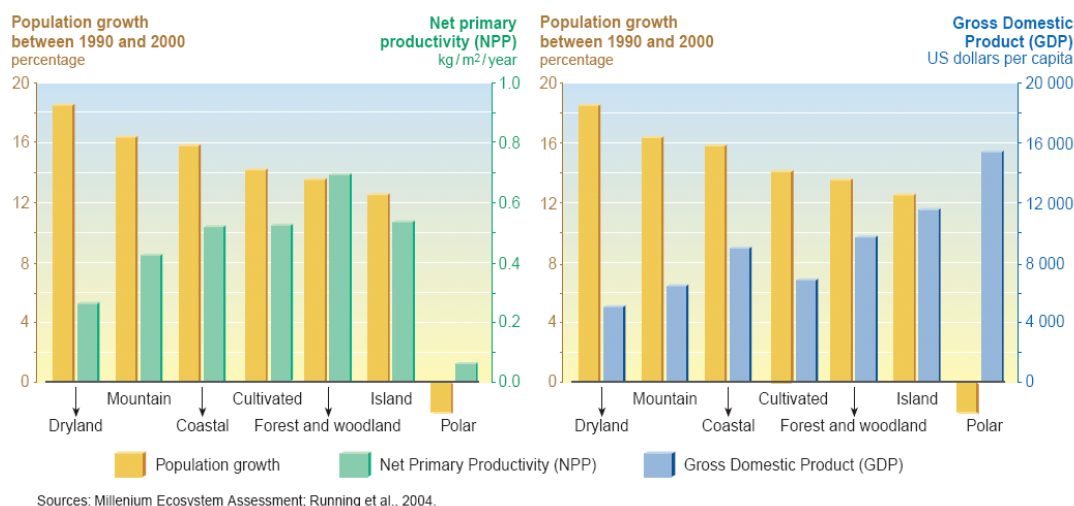
**Figura 10. Colapso de las poblaciones de bacalao atlántico en la costa oriental de**

**Newfoundland en 1992.** (CF, Recuadro 2.4) El colapso obligó al cierre de la pesquería después de cientos de años de explotación. Hacia fines de la década de 1950, la pesquería fue explotada por flotas itinerantes que operaban estacionalmente y por pescadores a pequeña escala residentes en el área. A partir de finales de esa década, se comenzó a explotar la parte más profunda de la reserva mediante la pesca de arrastre de profundidad, lo que llevó a un gran aumento de las capturas y a una fuerte merma de la biomasa de base. Las cuotas acordadas a nivel internacional a comienzo de la década de 1970 y, después de que Canadá declarara una Zona Exclusiva de Pesca en 1977, los sistemas nacionales de cuotas, no fueron capaces de detener y revertir el agotamiento. Las poblaciones llegaron a un nivel extremadamente bajo hacia fines de la década de 1980 y principios de los años 90, y en junio de 1992 se declaró una moratoria de la pesca comercial. En 1998 se reintrodujo una pequeña pesca costera, pero el ritmo de las capturas declinó y la pesquería se cerró indefinidamente en 2003.

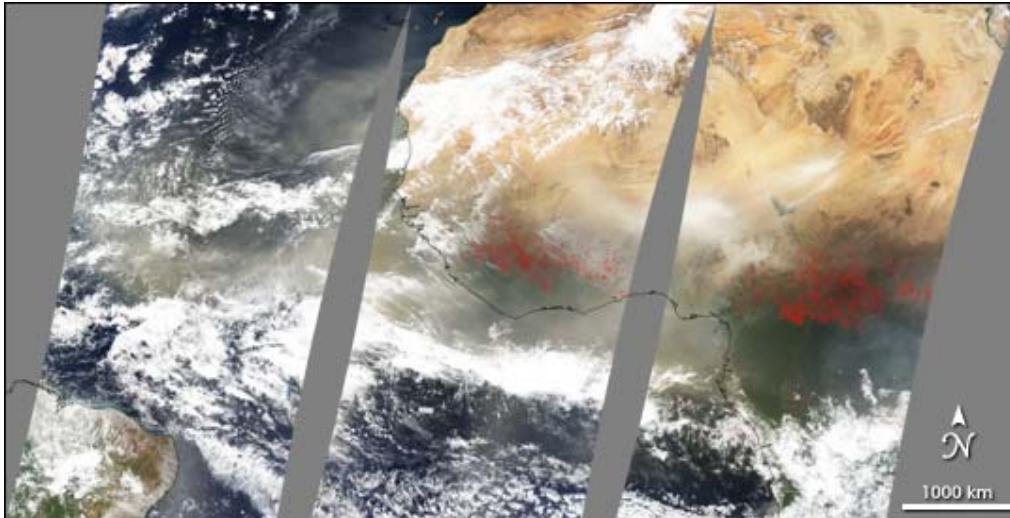




**Figura 11. Tasas de crecimiento de la población humana, 1990–2000, y PIB per capita y productividad biológica en 2000 en los sistemas ecológicos de la Evaluación.** Los sistemas de la Evaluación con la más baja productividad primaria neta y el más bajo PIB tendieron a tener las tasas más altas de crecimiento de la población entre 1990 y 2000. En la figura no se incluyen los sistemas urbanos, de agua dulce y marinos debido a la naturaleza en cierta medida arbitraria de determinar en ellos la productividad primaria (sistemas urbanos) o el crecimiento de la población y el PIB (sistemas agua dulce y marinos).



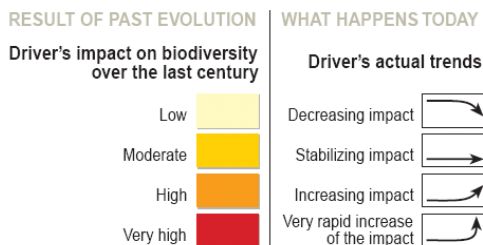
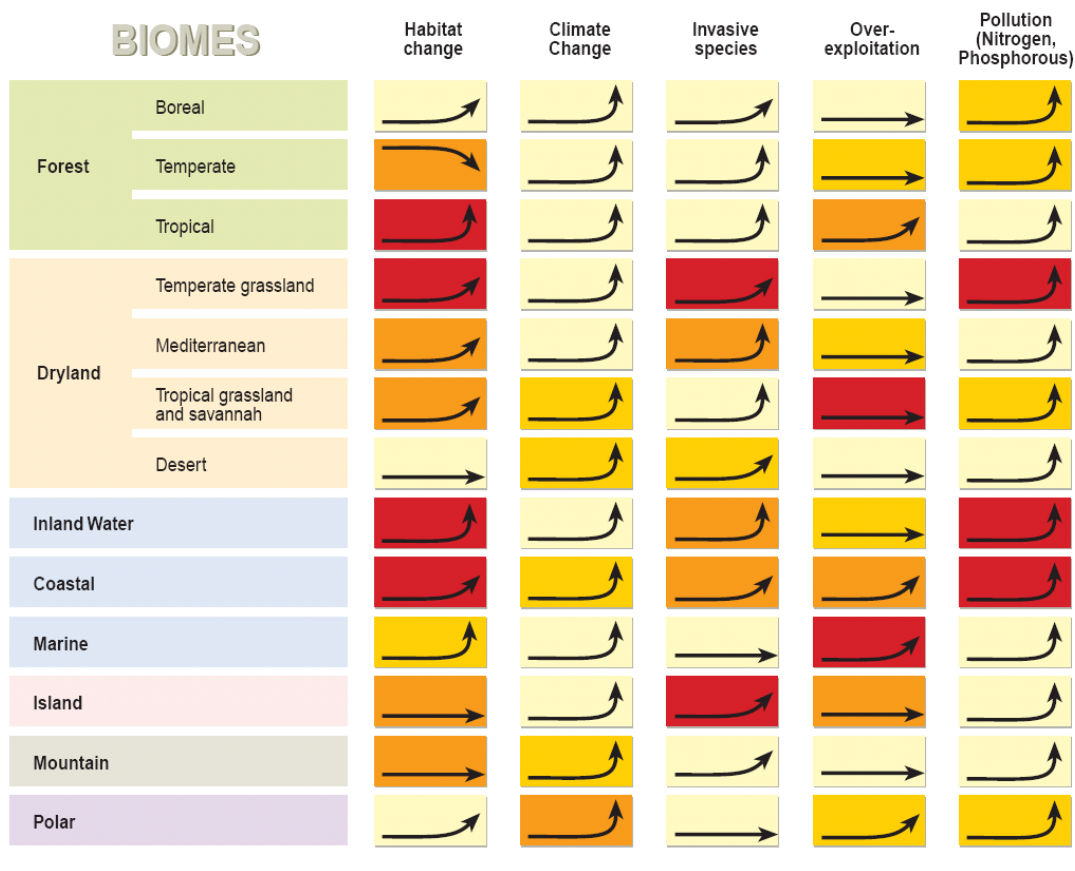
**Figura 12. Nube de polvo en la costa noroeste de África, el 10 de enero de 2005.** En el extremo inferior izquierdo se ve el noreste de América del Sur. Las nubes de polvo se desplazan a miles de kilómetros y fertilizan con hierro el agua de la costa oeste de Florida. Esto ha sido asociado con la aparición súbita en la región de grandes cantidades de algas tóxicas y con problemas respiratorios en América del Norte, y ha afectado a los arrecifes de coral en el Caribe. La degradación de las tierras secas agudiza los problemas asociados con las tormentas de polvo. (Los puntos rojos en la imagen son incendios.)



Source: NASA



**Figura 13. Los principales generadores directos de cambio en la biodiversidad y los ecosistemas.** Los cuadros de color indican el impacto de cada generador sobre la biodiversidad de cada tipo de ecosistema en los últimos 50 a 100 años. Un impacto alto quiere decir que durante el último siglo ese generador ha alterado significativamente la biodiversidad de ese bioma; un impacto bajo indica que ha tenido poca influencia sobre la biodiversidad del bioma. Las flechas indican la tendencia del generador. Las flechas horizontales indican una continuación del nivel actual del impacto; las flechas en diagonal o verticales indican un efecto progresivamente fuerte del impacto. Así, por ejemplo, si un ecosistema ha experimentado un impacto muy alto de un determinado generador en el último siglo (tal como el impacto de las especies invasoras en las islas), la flecha horizontal indica que es probable que ese fuerte impacto continúe. Esta figura está basada en la opinión de los expertos en línea con y basada en los análisis de los generadores de cambio en los distintos capítulos del informe del Grupo de Trabajo de la Evaluación sobre Estado y Tendencias. La figura presenta los impactos y tendencias globales, los que pueden ser diferentes de los registrados en regiones específicas.



**Figura 14. Cálculo de las tendencias globales en la creación de nitrógeno reactivo sobre la Tierra a partir de las actividades humanas, con proyección hasta 2050 (teragramos de nitrógeno por año).** La mayor parte del nitrógeno reactivo producido por el ser humano proviene de la fabricación de nitrógeno para los fertilizantes sintéticos y para uso industrial. También se crea nitrógeno reactivo como un subproducto de la quema de combustibles fósiles y por parte de algunos cultivos y árboles que fijan el nitrógeno en los agroecosistemas. La actividad humana produce ahora aproximadamente tanto nitrógeno reactivo como lo hacen los procesos naturales en los continentes. (R9, Fig. 9.1) (Nota: la proyección hasta 2050 está incluida en el estudio original y no se basa en los escenarios de esta Evaluación.)

**Figura 15. Cantidad de servicios de los ecosistemas mejorados o degradados hacia 2050 en los cuatro escenarios de esta Evaluación. (Expresada como porcentaje del número total evaluado en cada categoría.)** La figura muestra el cambio neto en el número de servicios de ecosistemas mejorados o degradados en cada categoría de servicios analizados en los escenarios de la Evaluación, en los países industriales y en desarrollo, expresado como un porcentaje del número total de servicios evaluados en esa categoría. Así, una degradación del 100% quiere decir que todos los servicios en la categoría están degradados en 2050 en comparación con 2000, en tanto que un 50% de mejora puede indicar que cinco de cada 10 servicios se han mejorado y el resto permanece sin cambio, o que seis de cada diez se han mejorado y uno se ha degradado. El número total de servicios que se evaluaron en cada categoría fue de seis servicios de provisión, nueve servicios de regulación y cinco servicios culturales.

