

ANUARIO PNUMA

TEMAS EMERGENTES
EN NUESTRO MEDIO AMBIENTE GLOBAL

2011



UNEP

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente



© 2011 Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

ISBN: 978-92-807-3103-3

UNEP/GCSS.XI/INF/2

DEW/1302/NA

Descargo de responsabilidad

El contenido y las opiniones expresadas en esta publicación corresponden a los autores y no reflejan necesariamente las opiniones y las políticas de las organizaciones colaboradoras ni del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), como tampoco implican ningún tipo de respaldo.

Las denominaciones empleadas y la presentación del material de esta publicación no implican en absoluto la expresión de opinión alguna por parte del PNUMA con respecto a la situación legal de cualquier país, territorio, ciudad o sus autoridades, ni en lo concerniente a sus fronteras y límites.

La mención de cualquier empresa comercial o producto en esta publicación no implica respaldo alguno del PNUMA.

© Mapas, fotos e ilustraciones según lo indicado en cada caso.

Fotos de portada y contraportada: Bill Macdonald (portada, superior), Lasse Arvidson/Stora Enso (portada, inferior), Design Pics/Still Pictures (portada centro), Ningxia Forest Bureau (contraportada superior), Pat Danna/www.patdanna.com (contraportada inferior derecha), Tara Thompson (contraportada inferior izquierda)

Reproducción

Esta publicación puede ser reproducida en su totalidad o en parte y en cualquier formato para propósitos educativos o sin fines de lucro sin que deba mediar permiso del propietario de los derechos de autor, siempre que se haga referencia a la fuente. El PNUMA agradece el recibo de una copia de toda publicación que utilice este Anuario como fuente.

No puede utilizarse esta publicación para reventa ni para ningún otro propósito comercial sin la autorización previa por escrito del PNUMA. Las solicitudes para tal autorización, con una descripción del propósito y la intención de la reproducción, deben enviarse a la División de Comunicaciones e Información Pública (DCPI), PNUD, P.O. Box 30552, Nairobi 00100, Kenya.

No se permite el uso para publicidad o propaganda de información incluida en esta publicación, si se refiere a productos patentados.

Esta publicación ha sido impresa en instalaciones libres de cloro y con certificación (ambiental) ISO 9706 e ISO 14001, con tintas vegetales y cobertura a base de agua. Está elaborada con desechos de post consumo, no contiene papel molido y lleva la certificación del Consejo de Administración de los Bosques.

Producido por

División de Evaluación y Alerta Temprana (DEAT)

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

P.O. Box 30552

Nairobi, 00100, Kenya

Tel: (+254) 20 7621234

Fax: (+254) 20 7623927

Correo electrónico: unepub@unep.org

Web: www.unep.org

Anuario PNUMA 2011: Temas emergentes en nuestro medio ambiente global,

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Nairobi.

Versión en español publicada en mayo de 2011

(versión original en inglés publicada en febrero de 2011)

Página web: <http://www.unep.org/yearbook/2011>

Coordinación y edición del proyecto: Tessa Goverse y Susanne Bech

Diseño gráfico, maquetación e impresión: Green Ink Ltd, Reino Unido

Distribución: SMI (Distribution Services) Ltd., Reino Unido

Esta publicación está disponible en <http://www.earthprint.com>



El PNUMA promueve prácticas favorables al medio ambiente en todo el mundo y en sus propias actividades. Esta publicación está impresa en papel libre de cloro elaborado a partir de desechos de post consumo. Nuestra política de distribución busca reducir la huella de carbono del PNUMA.

ANUARIO PNUMA TEMAS EMERGENTES EN NUESTRO MEDIO AMBIENTE GLOBAL 2011



Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente



Contenido

	Prólogo	v
	Resumen ejecutivo	vi
	Hechos y acontecimientos	1
	Desarrollo sostenible y economía verde	1
	Calendario de acontecimientos en 2010	2
	Energías renovables	4
	Mantener el impulso sobre el clima	5
	Reducir el carbón negro y el ozono troposférico	7
	Relaciones emergentes entre contaminación del aire y salud humana	9
	Los lagos se calientan	12
	Amenaza para la biodiversidad: es hora de actuar	12
	Participación: ciencia ciudadana	14
	Desarrollo agrícola sostenible	16
	Revertir la desertificación en Ningxia, China	17
	Referencias	18
	Próximos acontecimientos en 2011	19
	Residuos plásticos en los océanos	21
	Evaluación del alcance del problema	21
	Efectos físicos y químicos	25
	Efectos socioeconómicos: “más amplios que el océano mismo”	28
	Abordar las cuestiones, resolver los problemas	28
	De cara al futuro	32
	Referencias	32
	El fósforo y la producción de alimentos	35
	Suministro de un nutriente vital	35
	Un uso más sostenible de un recurso finito	37
	De cara al futuro	44
	Referencias	45



Nuevas perspectivas sobre la biodiversidad forestal **47**

Factores que impulsan la pérdida de biodiversidad forestal, y consecuencias de la misma	48
Enfoques orientados a la conservación de la biodiversidad	51
Conceder a los bosques vivos todo su valor	54
Tendencias en la gobernanza de los bosques	56
De cara al futuro	56
Referencias	58



Principales indicadores ambientales **61**

Agotamiento de la capa de ozono	62
Cambio climático	62
Utilización de los recursos naturales	65
Pérdida de biodiversidad	67
Desechos	68
Agua	68
Gobernanza ambiental	70
Referencias	73

Agradecimientos	74
-----------------	----

Siglas	76
--------	----

Índice	77
--------	----

Prólogo



El mundo está otra vez en el "Camino de Río", casi veinte años después de la primera Cumbre de la Tierra de 1992, en la que se dispusieron los tratados, políticas y principios que señalaron el camino hacia el desarrollo sostenible.

Los años transcurridos han visto una extraordinaria eclosión de conocimientos científicos sobre los efectos que las actividades humanas producen en el planeta y en la atmósfera.

Estos conocimientos científicos han contribuido a aclarar cuáles son las opciones de cambio abiertas a los encargados de la elaboración de políticas, y también han contribuido a la definición de respuestas, como por ejemplo el tratado de reducción de gases de efecto invernadero –el Protocolo de Kyoto– o más recientemente la decisión de establecer un régimen internacional sobre Acceso a los recursos genéticos y participación en los beneficios, tomada en la reunión del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) que se celebró en Nagoya, Japón, el año pasado.

En el Anuario 2011 del PNUMA se destacan algunos de los éxitos alcanzados cuando se pone la ciencia al servicio del desarrollo sostenible. Por otra parte, también subraya que muchas de las respuestas internacionales a los retos siguen siendo, en el mejor de los casos, poco uniformes; por lo general, van muy a la zaga de la escala y el ritmo de los cambios ambientales que se suceden en la actualidad.

El Anuario 2011 presenta y explica tres temas emergentes. El primero es el efecto generalizado del uso del fósforo en la producción de alimentos: se señalan las inquietudes en cuanto a la futura disponibilidad de las reservas de fósforo, en contraste con los millones de toneladas de fertilizantes que llegan desde la tierra al mar

provocando floraciones de algas y causando daños en las poblaciones de peces y la industria turística.

También subraya la creciente preocupación de los científicos por el impacto químico y material de los desechos marinos en la fauna y en la cadena alimentaria humana, además del papel crucial de la biodiversidad para el mantenimiento de bosques sanos.

Con políticas correctas y un entorno favorable, estos retos pueden ser abordados de manera que se reduzca la huella ambiental causada por la humanidad a la vez que se generan nuevos tipos de actividades empresariales y puestos de trabajo, como por ejemplo en la gestión sostenible de desechos, uno de diez sectores considerados de primera importancia para conseguir la transición hacia una "economía verde" baja en carbono y eficiente en el uso de recursos.

Las oportunidades para actuar se están agotando. Como indica el Anuario, los temas persistentes en muchos casos se están haciendo más acuciantes, mientras que a la vez están surgiendo otros nuevos.

El año próximo, en Río+20, será necesario que los gobiernos se ocupen urgentemente de la brecha existente entre la ciencia y el modo de formular una respuesta decisiva como parte de una solución general que finalmente haga coincidir la base económica del desarrollo sostenible con sus aspectos sociales y ambientales.

El Anuario 2011 del PNUMA proporciona una instantánea del mundo a quince meses de Río+20. Cabe esperar que los futuros Anuarios puedan presentar un cuadro diferente como resultado de las decisiones de actuación tomadas en Brasil en 2012.

Achim Steiner

Secretario General Adjunto de las Naciones Unidas y Director Ejecutivo, Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente

Resumen ejecutivo

Los Anuarios del PNUMA aportan una actualización anual sobre los avances y progresos científicos, y llaman la atención de gobiernos y demás partes interesadas sobre nuevos aspectos relacionados con el medio ambiente. El Anuario forma parte de una serie de materiales del PNUMA cuya finalidad es potenciar el vínculo entre ciencia y política.

Los hechos y acontecimientos que se presentan en el Anuario PNUMA 2011 nos recuerdan que es urgente lograr resultados sobre los procesos internacionales en torno al cambio climático. Pese a que los compromisos de los países con respecto a la reducción de gases de efecto invernadero están contribuyendo de forma notable a reducir las emisiones en la medida precisa para mantener el aumento de las temperaturas en el siglo XXI por debajo de los 2° C, los científicos advierten que sigue habiendo una abultada “disparidad en las emisiones” (de 5 gigatoneladas) con la que es preciso acabar. Hasta la fecha la necesidad de reducir las emisiones de carbón negro y de los precursores del ozono troposférico ha recibido una atención relativamente escasa. Los nuevos avances científicos demuestran que reduciendo estos contaminantes del aire se podría conseguir una mitigación considerable del cambio climático a corto plazo a la vez que se mejora la salud humana y la seguridad alimentaria.

Ha comenzado ya un diálogo global sobre cómo hacer más “verde” la economía, alentado por preocupaciones ambientales y oportunidades económicas. Los países han renovado sus compromisos de trabajar para conseguir la sostenibilidad ambiental y han acordado estrategias globales para ello; el sector privado, a su vez, está respondiendo ante las nuevas oportunidades empresariales y las señales de que las amenazas contra los ecosistemas podrían menoscabar sus operaciones. La rápida expansión de la tecnología móvil está creando nuevas posibilidades para una mayor participación de los ciudadanos en la toma de decisiones sobre el medio ambiente. La ciencia ciudadana puede contribuir a cubrir importantes lagunas en los datos, especialmente en lo que se refiere al monitoreo de la biodiversidad.

La huella de la humanidad se extiende hoy hasta los rincones más recónditos del océano, pues hasta allí llegan los plásticos. El océano se ha convertido en depósito global de gran parte de los desechos que generamos. Cada año llegan al mar grandes cantidades de residuos plásticos que se van fragmentando y acumulando en zonas de convergencia. Los científicos prestan ahora especial atención al posible impacto de los pequeños fragmentos de plástico, o microplásticos. Pese a que no se conoce bien el papel de los plásticos como vector de transporte de sustancias químicas y especies en el océano, sin duda suponen una posible amenaza para los ecosistemas y la salud humana. A muchos científicos, por ejemplo, les preocupa la liberación de compuestos persistentes, biocumulativos y tóxicos cuando los residuos plásticos se

introducen en la cadena alimentaria al ser ingeridos por peces y otros organismos marinos.

Los residuos plásticos dañan redes, atascan hélices y contaminan playas y otras áreas, con consecuencias económicas graves para los sectores del turismo y la pesca. Las autoridades locales y otros organismos gastan millones de dólares cada año en la limpieza de plásticos y otras basuras marinas. Para reducir la cantidad de plásticos que llegan al océano es preciso mejorar todos los aspectos de la gestión de desechos y fortalecer los instrumentos normativos de que se dispone.

El fósforo es un nutriente fundamental para la producción de alimentos. Se precisan mayores conocimientos sobre la disponibilidad a largo plazo de este nutriente vegetal esencial y las consecuencias de su utilización para el medio ambiente. Las prácticas agrícolas más habituales incluyen la adición de fertilizantes de fósforo producidos a partir de roca fosfórica, que es un recurso no renovable cuyo uso ha ido en aumento desde finales del siglo XIX. Aunque algunos países cuentan con reservas de roca fosfórica cuya explotación comercial es viable, los países sin reservas propias podrían ser especialmente vulnerables ante una eventual situación de escasez a nivel mundial.

La cantidad de fósforo que circula en el ambiente es hoy cuatro veces mayor que antes de que comenzara a utilizarse el fertilizante fosforado en la agricultura, pero este fósforo solo se recupera y recicla a partir de los desechos en cantidades muy pequeñas. La optimización de las prácticas agrícolas, el control de la erosión y la exploración de enfoques innovadores, como puede ser la recuperación de fósforo de plantas de tratamiento de aguas, serviría para reducir las presiones ambientales y mejorar la disponibilidad del fósforo a largo plazo.

Nunca antes se ha contado con la abundancia de conocimientos que existe ahora sobre biodiversidad. Pero tampoco ha habido antes tantas presiones como hoy sobre esa biodiversidad. La pérdida de biodiversidad forestal puede reducir la resiliencia de los bosques, dejándolos cada vez más vulnerables a presiones también cada vez mayores, como demuestra el ejemplo de la plaga del escarabajo descortezador del pino a la que se hace alusión en este Anuario. La consecuencia de poner el máximo énfasis en los bosques como factor clave para la gestión de los depósitos de carbono del mundo —y de dejar a la vez de lado el importante papel de la biodiversidad en la potenciación de la resiliencia de los bosques— podría ser que se realicen importantes inversiones en sistemas vulnerables a incendios o plagas. De este modo se anularían los avances conseguidos en la captación del carbono.

La conservación de la biodiversidad forestal es fundamental para el bienestar de los bosques y las personas en un mundo en proceso

de adaptación ante el cambio climático. Los enfoques basados en ecosistemas reconocen la importancia de la biodiversidad y la necesidad de una amplia participación de todas las partes interesadas en las decisiones relacionadas con los bosques para conseguir resultados de conservación más efectivos. Los nuevos enfoques orientados hacia la conservación de la biodiversidad resultan alentadores, pero deben ir a la par de una gobernanza más efectiva y mayores inversiones financieras.

Los indicadores del medio ambiente que se describen en este Anuario pueden contribuir a evaluar los impactos de las complejas interacciones entre las personas y el medio ambiente. Los últimos datos y tendencias de que se dispone demuestran avances en el control del agotamiento del ozono estratosférico, la necesidad de potenciar el uso de las energías renovables, y la necesidad también de contar con programas de certificación ambiental. Las emisiones globales de dióxido de carbono siguen aumentando y continúan las presiones sobre los ecosistemas debidas al uso de los recursos naturales, con impactos notables en cuanto a pérdida de biodiversidad. La escasa disponibilidad de datos sobre el medio ambiente, especialmente de los países en desarrollo, sigue siendo una limitación importante para identificar y vigilar las tendencias ambientales.

El Anuario aporta numerosos ejemplos de medidas prácticas a tomar para frenar la contaminación y el agotamiento de recursos. No obstante, la persistencia de problemas ambientales, monitoreados en el tiempo, demuestra también que queda mucho margen aún para mejorar la efectividad de la gobernanza ambiental.

Ahora que los países se preparan para la Cumbre Mundial a celebrar en Brasil en 2012 (Rio+20), es importante llamar la atención sobre los nuevos retos que podrían minar los esfuerzos por lograr un desarrollo sostenible, y también sobre las señales prometedoras de que los países, las empresas y las comunidades están empezando a tomar en serio la transición hacia una economía baja en carbono y eficiente en el uso de los recursos.

El PNUMA agradece sus comentarios. Se invita a los lectores a completar el formulario disponible en www.unep.org/yearbook/2011/



Foto: Vera Kratochvil



Foto: Project Kaisei



Foto: D.M.G. de Sousa



Foto: José Badelles



Foto: Edward Obi-Alpere



En la Base Aérea de Nellis, Nevada (Estados Unidos), 70 000 paneles solares instalados en unas 57 hectáreas de terreno en desuso forman parte de un despliegue fotovoltaico que generará 15 megavatios de energía solar para la base. *Foto: Nadine Y. Barclay/USAF*

Hechos y acontecimientos

Alentado por las preocupaciones ambientales y oportunidades económicas, ha comenzado ya un diálogo global sobre cómo lograr una economía más verde. Los países han renovado sus compromisos de trabajar por la sostenibilidad ambiental en diversos foros internacionales, y algunos ya han iniciado actuaciones a nivel nacional. El sector privado está respondiendo no solo ante las oportunidades que brindan las tecnologías limpias y las inversiones verdes, sino también ante las señales que indican que las amenazas a los ecosistemas podrían tener graves consecuencias para las operaciones empresariales. Al mismo tiempo, científicos y otros profesionales destacan múltiples enfoques y tecnologías que podrían reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Estos hechos y acontecimientos a nivel internacional, junto con una serie de fenómenos meteorológicos extremos, son un recordatorio constante de la necesidad de conseguir resultados en los procesos internacionales de negociación sobre cambio climático.

Los hechos y acontecimientos ambientales del pasado año dibujan un panorama diverso. Un análisis de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) llevado a cabo en septiembre constató que muchos países, entre ellos algunos de los más pobres, han conseguido avances notables. No obstante, se precisan mayores esfuerzos en torno al Objetivo 7 de garantizar la sostenibilidad ambiental. No se ha puesto freno a la rápida pérdida de biodiversidad, pero en octubre los gobiernos fijaron nuevos objetivos y acordaron la creación de un nuevo organismo para armonizar ciencia y política en torno a la biodiversidad. La última ronda de negociaciones climáticas, celebrada en diciembre en Cancún (México), logró enderezar de nuevo los esfuerzos que se llevan a cabo a nivel mundial sobre el cambio climático. Las decisiones aprobadas lograron plasmar los objetivos y las actuaciones nacionales propuestas por los distintos gobiernos en la conferencia climática de 2009, celebrada en Copenhague (Dinamarca) y posteriormente a la misma. No obstante, sigue existiendo una disparidad considerable en las emisiones respecto de lo que los países prometen y lo que realmente se precisa para que el incremento global de la temperatura se mantenga por debajo de los 2°C. Uno de los mayores retos para las negociaciones climáticas a celebrar en 2011 en Durban (Sudáfrica) es la aprobación de un proceso para abordar esa disparidad.

El 2010 fue un año de fenómenos meteorológicos extremos. Según la Organización Meteorológica Mundial (OMM), fue uno de los años más cálidos jamás registrados, junto con 1998 y 2005 (WMO 2011). Se produjeron 950 desastres naturales importantes en 2010, en comparación con 785 en 2009. La ola de calor en la Federación de Rusia, y especialmente las inundaciones en Pakistán como consecuencia de una corriente estancada poco habitual, provocaron elevadas pérdidas humanas (Red Cross 2011). Siguen siendo inciertos los efectos ambientales del petróleo crudo vertido durante meses en el Golfo de México, uno de los peores derrames de petróleo de la historia, cuyos impactos ambientales se irán vigilando durante los próximos años para realizar una valoración continua.

Desarrollo sostenible y economía verde

A medida que el mundo se recupera lentamente de las crisis económicas y financieras, en países, comunidades y empresas ha comenzado un diálogo global sobre capital natural y cómo conseguir una economía más verde. Este diálogo se ve impulsado por la necesidad de actuar urgentemente para abordar el cambio climático en la primera mitad del siglo XXI, así como por las numerosas oportunidades económicas que podrían abrirse a aquellos que se embarquen en la transición hacia una economía verde.

Una década después de la Cumbre del Milenio de 2000, los gobiernos celebraron una Reunión Plenaria de Alto Nivel en la 65ª Sesión de la Asamblea General de la ONU para pasar revista a los avances logrados en la consecución de los ODM, así como para reafirmar sus compromisos por alcanzar los objetivos fijados para 2015. Los países en desarrollo han conseguido grandes progresos respecto de los objetivos de salud y educación, pero los avances globales en cuanto a otros objetivos, entre ellos la sostenibilidad ambiental, han sido escasos (IISD 2010, UN 2010a, UN 2010b, UNGA 2010). Las áreas clave en las cuales se podrían agilizar los avances encaminados a alcanzar este objetivo son los siguientes:

- implementación de las tres convenciones de la ONU de lucha contra la desertificación, diversidad biológica y cambio climático, así como los objetivos globales sobre bosques y ordenación forestal sostenible;
- fuentes de energía nuevas y renovables, tecnologías de baja emisión, uso más eficiente de la energía, mayor utilización de tecnologías energéticas avanzadas, y uso sostenible de los recursos energéticos tradicionales;
- acceso sostenible a agua potable y al saneamiento básico;
- sistemas integrados de gestión de desechos;
- ordenación sostenible de la biodiversidad y los ecosistemas marinos, y conservación de los ecosistemas de montaña frágiles;
- modalidades de consumo y producción sostenibles.

En la reunión también se hizo hincapié en la necesidad de una mayor coordinación entre las instituciones nacionales y locales competentes en

Calendario de acontecimientos en 2010

ENERO

12 de enero

Un terremoto de intensidad 7,0 se cobra unas 230 000 víctimas mortales y 1,5 millones de damnificados en la capital de Haití, Puerto Príncipe, y sus alrededores. Un brote de cólera en octubre se cobra más de 1 200 vidas, pues decenas de miles de haitianos siguen viviendo hacinados en campamentos con un saneamiento deficiente y sin apenas acceso a agua potable.

FEBRERO

24 a 26 de febrero

La 11ª Sesión Especial del Consejo de Administración/Foro Ambiental Mundial a Nivel Ministerial del PNUMA adopta la primera Declaración especial emitida por ministros de medio ambiente en una década, en que se promete ampliar la respuesta a los principales retos ambientales y de sostenibilidad. Los gobiernos acuerdan también acción coordinada en relación a los convenios de Basilea, Rotterdam y Estocolmo.

27 de febrero

Un terremoto de intensidad 8,8 causa la muerte de más de 700 personas en el centro de Chile y provoca daños generalizados en muchas zonas del país, especialmente en torno a Concepción, la segunda zona metropolitana más grande de Chile. Medio millón de hogares sufren graves daños. Se calculan unas pérdidas para la economía chilena de entre 15 000 y 30 000 millones de dólares.



Foto: Pan-African News Wire File Photos

MARZO

13 a 25 de marzo

La 15ª Conferencia de las Partes de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) adopta decisiones sobre el fortalecimiento de la gestión de fauna silvestre de determinados reptiles, la lucha contra el tráfico ilegal de tigres y rinocerontes, y la actualización de normas comerciales relativas a una amplia variedad de plantas y animales.

18 y 19 de marzo

La 4ª Reunión de la Junta Normativa del Programa ONU-REDD aprueba una financiación de 14,7 millones de dólares para programas nacionales de mitigación del cambio climático en Bolivia, la República Democrática del Congo y Zambia. En noviembre aprueba 15,2 millones de dólares como financiación para programas en Camboya, Filipinas, Islas Salomón, Papúa Nueva Guinea y Paraguay.

ABRIL

14 a 20 de abril

Grandes extensiones del norte de Europa quedan cubiertas de cenizas por la erupción del volcán Eyjafjallajökull en Islandia. Unos 20 países cierran el espacio aéreo, hecho que afecta a centenares de miles de pasajeros en todo el mundo. La cancelación de vuelos europeos evitó la emisión de unas 344 109 toneladas de CO₂ diarias; las emisiones del volcán representaron unas 150 000 toneladas de CO₂ diarias.



Foto: Eyjoflur Magnússon

20 de abril

Explosión de la plataforma petrolífera "Deepwater Horizon" en el Golfo de México, provocando el mayor derrame accidental de petróleo crudo en el mar, en la historia de la industria petrolífera, y daños a fauna y hábitats marinos y a las industrias pesquera y de turismo. Se vierten al Golfo cinco millones de barriles de crudo antes de que el pozo quede taponado definitivamente el 19 de septiembre.

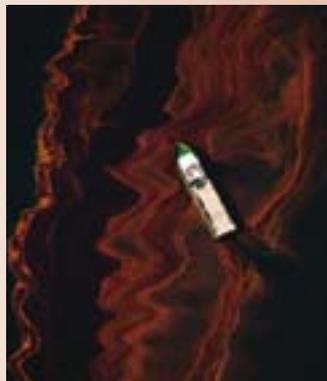


Foto: Daniel Beltrán

MAYO

3 a 14 de mayo

La 18ª Sesión de la Comisión sobre Desarrollo Sostenible (CSD) de la ONU se centra en el grupo temático de transporte, productos químicos, gestión de desechos, minería y modalidades de consumo y producción sostenibles. Se debate con respecto a modos de progresar en la implementación de las decisiones de la Comisión.

12 de mayo

Abu Dhabi (Emiratos Árabes Unidos) obtiene los premios a la "ciudad verde" y "ciudad más respetuosa con el medio ambiente" del mundo árabe. Este doble reconocimiento es anunciado en una ceremonia para ciudades árabes líderes en medio ambiente, planificación verde y paisajismo, tecnología y arquitectura.

17 a 19 de mayo

La 1ª Sesión del Comité de Preparación de la Conferencia de 2012 de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible evalúa los desfases existentes en la implementación de las decisiones de las principales cumbres sobre desarrollo sostenible y retos emergentes, y acuerda celebrar "reuniones abiertas informales entre periodos de sesiones" de seis días de duración como máximo.

20 de mayo

Los científicos desarrollan la primera célula viva controlada por un genoma sintético. Esperan que este método sirva para crear bacterias capaces de solucionar problemas ambientales o energéticos, como algas que capturen CO₂ y produzcan nuevos hidrocarburos susceptibles de ser utilizados en refinerías.

24 a 28 de mayo

La 4ª Asamblea del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM), celebrada en Punta del Este (Uruguay), acuerda un marco básico de financiación con una dotación de 4 200 millones de dólares. Las aportaciones al Fondo Fiduciario del FMAM son una forma en que los gobiernos puedan cumplir con los compromisos adoptados bajo acuerdos ambientales multilaterales.

JUNIO

5 de junio

Las celebraciones para el Día Mundial del Medio Ambiente en Rwanda culminan con una ceremonia tradicional para el nombramiento de gorilas en el Parque Nacional de los Volcanes, a la que acudieron 30 000 personas. Paul Kagame, presidente de Rwanda, Don Cheadle, actor y Embajador de Buena Voluntad del PNUMA, y Achim Steiner, Director Ejecutivo del PNUMA, figuraron entre los invitados a dar nombre a los gorilas bebé.



Foto: www.wildlifedirect.org

20 a 25 de junio

La 13ª Sesión de la Conferencia Ministerial Africana sobre el Medio Ambiente (AMCEN) adoptó en Mali la Declaración de Bamako, una nueva hoja de ruta para el desarrollo sostenible en África que constituye la base para fortalecer una postura común de negociación sobre cambio climático y diversidad biológica.

JULIO

Julio y agosto

Las lluvias monzónicas más cuantiosas en más de 80 años provocan las peores inundaciones de la historia de Pakistán, destruyendo hogares y terrenos agrícolas y afectando a cerca de 3,2 millones de personas. Se perdieron en torno a 80 000 cabezas de ganado, y quedaron bajo las aguas dos millones de hectáreas de terrenos agrícolas.



AGOSTO

4 de agosto

Se desprenden enormes bloques de hielo del glaciar Petermann en el noroeste de Groenlandia, que pasan a formar el iceberg más grande del hemisferio norte. Con un tamaño aproximado de 30 por 14 kilómetros, abarca una extensión de unos 245 kilómetros cuadrados. El glaciar Petermann, uno de los más grandes de Groenlandia, avanza hacia el mar a un ritmo de aproximadamente un kilómetro al año.



1 a 26 de agosto

En Rusia, los incendios devoran más de 300 000 hectáreas de bosque, vegetación y turberas. Mueren al menos 53 personas y miles han de ser evacuadas. En Bolivia, los incendios devastan 1,5 millones de hectáreas de bosques y praderas.

SEPTIEMBRE

20 a 22 de septiembre

La Cumbre de Naciones Unidas sobre los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) concluye con la adopción de un plan de acción global encaminado a lograr los ocho ODM para el año 2015. Se anuncian importantes iniciativas y compromisos nuevos, entre otros para garantizar la sostenibilidad del medio ambiente.

OCTUBRE

5 de octubre

En Hungría, un lodo tóxico rojo procedente de una fábrica de aluminio inunda poblaciones cercanas. Mueren diez personas y 120 resultan heridas. El vertido fue de entre 600 000 y 700 000 metros cúbicos de lodo; se estima que las operaciones de limpieza durarán más de un año y costarán decenas de millones de dólares.



12 a 15 de octubre

Se celebra el 7º Foro de Desarrollo Africano, sobre el tema "Actuar frente al cambio climático por un desarrollo sostenible en África". Entre los resultados del mismo, la creación de una asociación sobre "Las opciones de África para una economía verde".

18 a 29 de octubre

Los participantes en la Cumbre sobre Diversidad celebrada en Nagoya (Japón), en representación de las 193 Partes en el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), adoptaron un nuevo plan estratégico a diez años para orientar los esfuerzos por salvaguardar la biodiversidad, y el Protocolo de Nagoya sobre Acceso a los Recursos Genéticos y Participación Justa y Equitativa en los Beneficios que se Deriven de su Utilización.



26 de octubre

Los informes de cazadores llevan a los científicos a descubrir una nueva especie de primates, el mono sin nariz de Myanmar (*Rhinopithecus strykeri*), en los bosques septentrionales del país. Los habitantes del lugar afirman que es fácil encontrar al mono, que estornuda cuando llueve.

NOVIEMBRE

8 a 12 de noviembre

La 22ª Reunión de las Partes en el Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono adoptó 16 decisiones, incluidos los términos de referencia para la evaluación de su mecanismo financiero. No logró avanzar respecto a alternativas para un bajo calentamiento global o la destrucción de sustancias que agotan la capa de ozono.

10 a 11 de noviembre

En Seúl (República de Corea), asistieron por primera vez a una cumbre del G20 más de 100 directores ejecutivos de empresas privadas para analizar estrategias para una economía mundial más verde. Dirigentes empresariales de 34 países instaron al G20 a facilitar el crecimiento verde, mediante, entre otras, mejoras de eficiencia energética y la creación de "empleos verdes".

21 a 23 de noviembre

El Grupo consultivo de ministros o representantes de alto nivel sobre gobernanza internacional, en su segunda reunión celebrada en Helsinki (Finlandia), identificó posibles respuestas a nivel de todo el sistema ante los retos existentes en la gobernanza ambiental a nivel internacional. Incluye fortalecer la interfaz científico-normativa y elaborar una estrategia a nivel de todo el sistema para el medio ambiente en el sistema de las Naciones Unidas.

21 a 24 de noviembre

En el Foro Internacional para la Conservación del Tigre celebrado en San Petersburgo (Rusia), los jefes de gobierno de 13 países en los que vive este felino acuerdan impedir la extinción de los tigres en estado salvaje y duplicar su número para el año 2022. A nivel mundial, la población de tigres en estado salvaje se redujo de 100 000 a tan solo 3 000 en el último siglo.



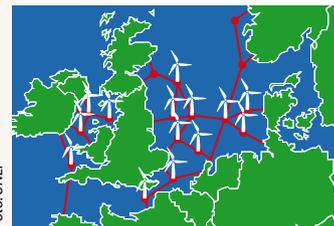
29 de noviembre a 10 de diciembre

La Conferencia sobre Cambio Climático celebrada en Cancún (México) fija para los gobiernos un rumbo hacia un futuro de bajas emisiones y mayor acción sobre cambio climático en el mundo en desarrollo. Las Partes en el Protocolo de Kyoto acuerdan proseguir con las negociaciones, comprometiéndose a garantizar que no exista brecha alguna entre sus periodos de compromiso.

DICIEMBRE

3 de diciembre

Diez países europeos acuerdan el desarrollo de una red eléctrica marina en el Mar del Norte, que podría costar hasta 40 000 millones de dólares. La visión, en última instancia, es crear una "súper red" europea que proporcione energías renovables a toda Europa mediante la captación del enorme potencial solar del Mediterráneo y eólico del norte.



21 de diciembre

La Asamblea General de Naciones Unidas aprueba la creación de la Plataforma Intergubernamental sobre Biodiversidad y Ecosistemas (IPBES), tras el acuerdo alcanzado al respecto por representantes de numerosos gobiernos reunidos en junio en Busán (República de Corea). Su trabajo se centrará en la realización de evaluaciones paritarias con respecto a nuevos conocimientos científicos sobre biodiversidad y ecosistemas y la definición de respuestas normativas adecuadas.

31 de diciembre a enero

Más de 200 000 personas se vieron afectadas por inundaciones en el estado de Queensland, al noreste de Australia. Las zonas inundadas presentaron una extensión superior a la superficie de Francia y Alemania. Miles de personas fueron evacuadas de sus hogares. Se calcula que las operaciones de limpieza costarán miles de millones de dólares.

Fuentes: Ir a www.unep.org/yearbook/2011/

materia de desarrollo económico y social y protección ambiental, y en la necesidad de promover las inversiones para el desarrollo sostenible (UNGA 2010).

El reto de promover el desarrollo sostenible a la vez que se consigue un crecimiento económico está llevando a los encargados de la toma de decisiones a estudiar en profundidad medidas de política orientadas al crecimiento verde y la innovación (G20 Seoul Summit 2010). La República de Corea, por ejemplo, dedica el equivalente de más del tres por ciento de su PIB anual a tecnologías verdes (Barbier 2009).

El desarrollo y la utilización de tecnologías de energías renovables gana terreno rápidamente, con la creación de millones de empleos. También surgen mayores oportunidades para la creación de “empleos verdes” en la gestión de los recursos naturales, la producción sostenible de alimentos, el procesado de desechos y en otras áreas.



La economía verde puede crear más “empleos verdes” en el futuro. Foto: Sam Hummel

Energías renovables

El cambio climático, la contaminación, el agotamiento de los recursos y el deseo de alcanzar la seguridad energética son factores que alientan a los países a efectuar una transición desde un suministro energético basado en combustibles fósiles a una mayor eficiencia energética y utilización de fuentes de energías renovables, contribuyendo así a la transición hacia una economía verde (Brown 2009). China, que en 2010 superó a los Estados Unidos para pasar a ser el mayor consumidor de energía en el mundo, también se ha convertido en líder en energías renovables, sobre todo por lo que a energía eólica y solar respecta (IEA 2010a). Las nuevas inversiones en energías sostenibles a nivel mundial alcanzaron los 162 000 millones de dólares en 2009, y suman aproximadamente 50 gigavatios de capacidad de generación de energía renovable, además de 29 gigavatios de nueva capacidad de generación hidroeléctrica a gran escala. De continuar esta tendencia, el 2011 podría ser el primer año en que las nuevas capacidades de energía baja en carbono excederán las nuevas capacidades basadas en combustibles fósiles (UNEP y Bloomberg New Energy Finance 2010).

Esta afirmación se ve respaldada también por otras señales de que se está produciendo un giro más permanente hacia las energías sostenibles, lo que se puede comprobar en la tasa creciente de mejoras en eficiencia energética, el crecimiento de las inversiones públicas en investigación, desarrollo y demostración de tecnologías bajas en carbono, y el desarrollo de coches híbridos y eléctricos por las principales empresas (IEA 2010a).

Los últimos datos disponibles indican que en 2009 por segundo año consecutivo, tanto Europa como los Estados Unidos sumaron una mayor capacidad de producción de energía de fuentes renovables, tales como la energía eólica y la solar, que la capacidad derivada de fuentes tradicionales como el carbón, el gas o la energía nuclear. En 2009 las energías renovables representaron el 60 por ciento de las nuevas capacidades de producción instaladas en Europa, y más del 50 por ciento en Estados Unidos. Los expertos calculan que para el 2010 o 2011, a nivel global se añadirá más capacidad de producción de electricidad de fuentes renovables que de fuentes no renovables (REN21 2010, UNEP y Bloomberg New Energy Finance 2010). Se espera que la demanda de energías renovables se triplique en las próximas décadas, y que su aportación al suministro de electricidad aumente desde el 20 por ciento actual a un tercio (Figura 1).

Para lograr un futuro de bajas emisiones de carbono, se hace imprescindible la eficiencia energética. Las opciones de bajo coste para reducir el consumo energético de los edificios pueden contribuir de manera notable a los recortes en las emisiones de CO₂ (Recuadro 1). Aproximadamente el 10 por ciento de las emisiones globales de CO₂ proceden de los edificios; si se incluyen las emisiones indirectas derivadas del consumo de electricidad en los mismos, esta proporción se acerca al 30 por ciento (IEA 2010a).

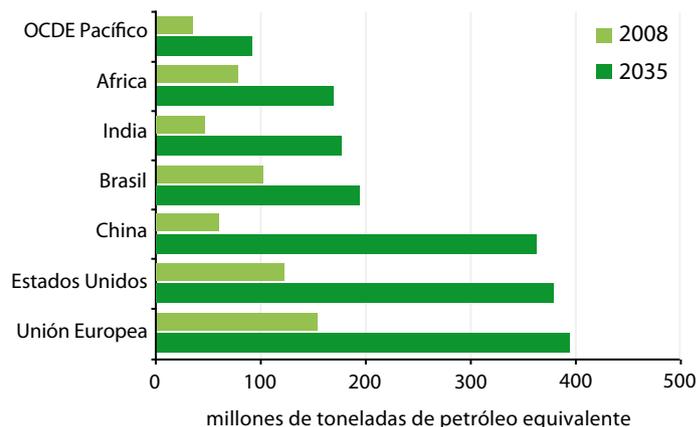


Figura 1: Proyección en la demanda de energías renovables, 2008-2035. Se espera que la proporción de energías renovables en la producción global de electricidad aumente de un 19 a un 32 por ciento entre 2008 y 2035, debido principalmente al incremento de la producción eólica e hidráulica. Fuente: IEA (2010b)



Liderando con el ejemplo en el sistema de Naciones Unidas: en Nairobi (Kenya) PNUMA y UNHabitat se han trasladado a oficinas eficientes en cuanto al consumo energético. Foto: Márton Bálint

Recuadro 1: Ahorro energético en edificios

En el futuro muchos consumidores podrían tener en sus hogares monitores inteligentes para vigilar y gestionar el uso de la energía, aunque las aplicaciones prácticas de esta tecnología aún están en fase de evaluación. Se podría ahorrar cerca de un 20 por ciento del consumo energético en edificios mediante la corrección de deficiencias mecánicas y la reducción de operaciones innecesarias. Las pruebas iniciales realizadas con los sistemas de control avanzados en desarrollo parecen indicar que tales sistemas permitirían un ahorro adicional de entre un 10 y un 20 por ciento. Es posible reducir el uso de la energía en tiempo real, y ahorrar energía permitiendo a las empresas eléctricas gestionar la capacidad, por ejemplo mediante la utilización de infraestructuras inteligentes basadas en Internet a través de una "red inteligente" que apagara los equipos de aire acondicionado durante periodos de máxima demanda. En los Estados Unidos los edificios utilizan un 40 por ciento del suministro total de energía primaria (y más de un 70 por ciento del total de electricidad generada) principalmente para calefacción, refrigeración e iluminación (Gershenfeld et al. 2010).

Mantener el impulso sobre el clima

En la Conferencia de la ONU sobre Cambio Climático de Cancún (México), celebrada a finales de 2010, los gobiernos reafirmaron su compromiso de combatir el cambio climático. Acordaron un proceso para la creación de un Fondo Verde para el Clima; un nuevo Marco de Adaptación para permitir mejoras en la planificación e implementación de proyectos de adaptación; y un mecanismo tecnológico con un Comité Ejecutivo de Tecnología y un Centro y Red de Tecnología Climática para mejorar la colaboración tecnológica en apoyo a las acciones de adaptación y mitigación. Acordaron asimismo fomentar la acción para frenar las emisiones derivadas de la deforestación y la degradación forestal en los países en desarrollo con ayuda tecnológica y financiera, y reafirmaron el objetivo fijado en 2009 en Copenhague de aportar 100 000 millones de dólares anuales de ayuda a los países pobres para 2020 (UNEP 2010a).

Además de las negociaciones formales mantenidas en Cancún, se reunieron en distintos actos jefes de Estado y representantes de gobiernos regionales y locales, empresas y la sociedad civil, destacando con ello el hecho de que determinados sectores, comunidades e individuos están avanzando rápidamente en la transición hacia un futuro de bajo carbono. Muchos países están desarrollando estrategias nacionales, entre ellos México y Uruguay. Este impulso es fundamental en la campaña para combatir el cambio climático.

Con anterioridad a la reunión de Cancún, el PNUMA y científicos climáticos publicaron un informe que demostraba la existencia de una disparidad considerable en las emisiones entre lo que prometen los países y lo que se necesita para mantener el calentamiento global por debajo de los 2°C en el siglo XXI. Y esa disparidad se mantiene después de Cancún. En el informe se estima que en 2020 las emisiones globales no deberían superar las 44 gigatoneladas de CO₂ equivalente si se ha de mantener una elevada probabilidad de limitar el calentamiento a 2°C. El cumplimiento estricto de los compromisos e intenciones definidos en el Acuerdo de Copenhague y posteriormente reflejados en los Acuerdos de Cancún (Figura 2) podría, en el mejor de los casos, según indica el informe, recortar las emisiones hasta unas 49 gigatoneladas de CO₂ equivalente en 2020. Es decir, quedaría una disparidad de aproximadamente 5 gigatoneladas de CO₂ equivalente, que deberá eliminarse en la próxima década: una cantidad equivalente a las emisiones registradas en 2005 de todos los coches, autobuses y camiones del mundo (UNEP 2010b).

Se precisan inversiones por importe superior a los dos billones de dólares anuales tan solo en infraestructuras entre 2010 y 2030 si se ha de conseguir el objetivo de los 2°C. La Secretaría de la CMNUCC ha estimado que el 86 por ciento de la financiación necesaria para inversiones en los países en desarrollo saldrá del sector privado (UNFCCC 2007). Las empresas están dispuestas a realizar este tipo de inversiones si ofrecen ventajas estratégicas a largo plazo y beneficios económicos adecuados, una vez tenido en cuenta el riesgo (WBCSD 2010). Un análisis realizado recientemente por las principales empresas multinacionales apoya

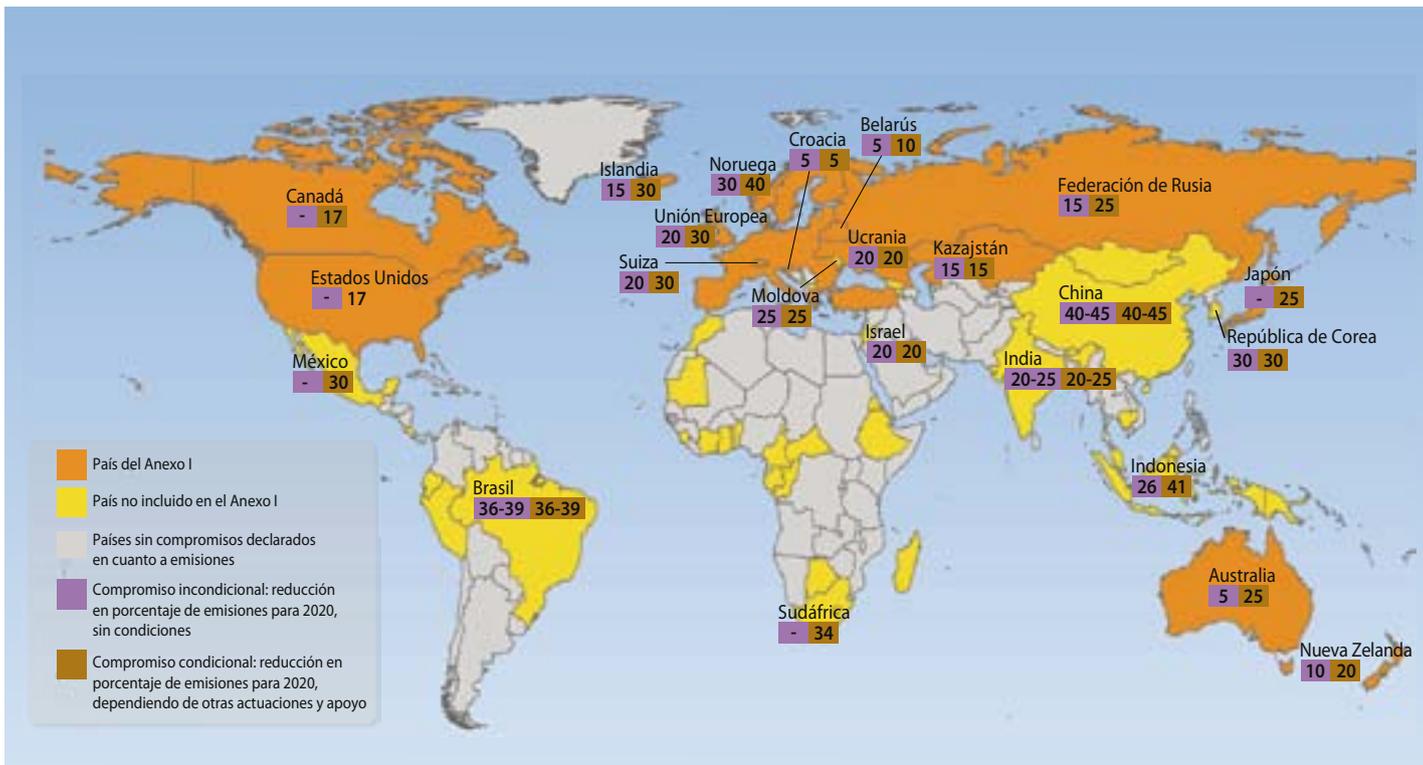


Figura 2: Más de 22 países –tanto incluidos como no incluidos en el Anexo 1 (países industrializados y en desarrollo, respectivamente)–, junto con la Unión Europea, se han comprometido a reducir sus emisiones de GEI, en CO₂ equivalente, para 2020. El mapa indica la situación al 31 de diciembre de 2010. No se muestran Costa Rica (que espera ser carbono neutral en 2021) ni Papúa Nueva Guinea (que tiene proyectado reducir sus emisiones de GEI al menos en el 50 por ciento antes de 2030 y convertirse en país carbono neutral antes de 2050). Fuente: UNEP (2010b)

esta evaluación, y demuestra que las empresas líderes en la innovación relativa al clima tienen mejor rendimiento económico. La innovación y el desarrollo de nuevas tecnologías, estrategias de mercadeo y asociaciones permiten a estas empresas aprovechar las oportunidades que surgen y conseguir un crecimiento sostenido en un futuro entorno empresarial bajo en carbono (Maplecroft 2010a).

El enfoque científico ha empezado recientemente a orientarse hacia medidas para evitar un calentamiento peligroso, con la reducción de emisiones distintas del dióxido de carbono. Un recorte en las emisiones de gases contaminantes como el carbón negro, el ozono troposférico y los precursores del ozono, incluido el metano, no solo ayuda en la mitigación del cambio climático, sino que además beneficia a la salud humana al mejorar la calidad del aire (**Recuadro 2**). Dado que la mayoría de las sustancias que agotan la capa de ozono estratosférico también son gases de efecto invernadero (GEI), la normativa acordada

en el Protocolo de Montreal ya ha evitado 135 gigatoneladas de CO₂ equivalente en emisiones de GEI en las dos últimas décadas (Velders et al. 2007). Sin embargo, tanto los hidroclorofluorocarbonos (HCFC) como los hidrofluorocarbonos (HFC) que los sustituyen son GEI y por ello, en última instancia, la importancia de los beneficios para el clima dependerá de las tecnologías alternativas adoptadas por los países. Una mayor reducción en el uso de los HFC, junto con la eliminación más rápida del uso de los HCFC, así como la recuperación y destrucción de sustancias que agotan el ozono en los productos de desecho, son estrategias normativas adicionales susceptibles de aplicarse a corto plazo (Molina et al. 2009). En los trabajos más recientes realizados por científicos y otros expertos se llama la atención sobre las oportunidades para la mitigación del cambio climático que surgen de la reducción de GEI distintos del dióxido de carbono, como son el carbón negro y el ozono troposférico.

Recuadro 2: Reducir el carbón negro y el ozono troposférico

Aerosoles: mezcla de partículas sólidas o líquidas (distintas del agua pura) que permanecen en la atmósfera al menos durante varias horas. Pueden generarse de forma natural o antropogénica.

Carbón negro: se refiere a los aerosoles que contienen carbón negro generado por la combustión incompleta de combustibles fósiles, biocombustibles o biomasa. Entre las fuentes primarias se encuentran las emisiones de motores diesel, cocinas e incendios forestales. Pese a que el carbón negro permanece en la atmósfera solo unos días o semanas, recientemente ha pasado a ser considerado un factor importante en el cambio climático.

Metano (CH₄): gas de efecto invernadero cuya capacidad para atrapar el calor en la atmósfera es 25 veces más potente que el dióxido de carbono (CO₂) en un periodo medio de 100 años. Puede emanar de fuentes tanto naturales como antropogénicas. Entre estas últimas se incluyen los vertederos, los sistemas de gas natural y de petróleo, las actividades agrícolas, la minería del carbón, el tratamiento de aguas residuales y determinados procesos industriales. El metano es también precursor del ozono troposférico.

Ozono (O₃): componente gaseoso de la atmósfera. El ozono se crea en la troposfera, la zona más baja de la atmósfera (entre 8 y 15 km de la superficie terrestre) en la que se encuentran las nubes y otros fenómenos meteorológicos, mediante reacciones fotoquímicas con gases generados tanto de forma natural como por la actividad humana. A concentraciones elevadas, el ozono troposférico puede resultar dañino para toda una serie de organismos vivos. Actúa también como gas de efecto invernadero. El ozono estratosférico filtra la radiación ultravioleta (rayos UV).

Precusores del ozono: compuestos químicos que, en presencia de radiación solar, reaccionan con otros compuestos químicos para crear ozono en la troposfera.

Materia particulada: consta de partículas muy pequeñas de materia sólida o líquida, como pueden ser partículas de hollín (carbón negro), polvo, humo, neblinas o aerosoles.

Forzamiento radiativo: una medida de la manera en que el equilibrio de energía del sistema Tierra-atmósfera con el espacio se ve afectado por la alteración de factores que influyen en el clima. La influencia de un factor capaz de provocar el cambio climático, como pueden ser los GEI, suele medirse en términos de forzamiento radiativo. La palabra “radiativo” surge porque estos factores cambian el equilibrio entre la radiación solar entrante y la radiación infrarroja que escapa de la atmósfera terrestre. El equilibrio radiativo controla la temperatura de la superficie terrestre.

Fuente: Adaptado de IPCC (2007) y US EPA (2011)

Mitigar el cambio climático y mejorar la calidad del aire son dos de los retos ambientales más urgentes, que además guardan una estrecha relación entre sí. Existe un amplio consenso en que se precisa acción para abordar el cambio climático a más corto plazo en la primera mitad de este siglo, así como para proteger el clima a más largo plazo. Los esfuerzos por reducir las emisiones de CO₂ para proteger el clima a largo plazo deben comenzar ya, aunque tales esfuerzos no vayan a influir de manera significativa en el cambio climático a más corto plazo. No obstante, tales esfuerzos serán más efectivos si se recortan las emisiones de los factores de corta duración que afectan al clima (los denominados “forzadores del clima de corta duración”, SLCF) sobre todo las de carbón negro, ozono troposférico y los precursores troposféricos del ozono como son el metano (CH₄) y el monóxido de carbono (CO). Como estas sustancias también son contaminantes nocivos del aire, las medidas encaminadas a abordar la calidad del aire podrían tener beneficios para el clima.

La evidencia científica y los nuevos análisis realizados, incluida una nueva evaluación del PNUMA y la OMM (UNEP/WMO 2011), demuestran que el control de las emisiones de carbón negro y ozono troposférico mediante la aplicación rápida de medidas que han demostrado ser eficaces en la reducción de emisiones tendría beneficios inmediatos y múltiples para el bienestar humano. Además de limitar el cambio climático, la reducción de las emisiones de SLCF puede influir directamente en la mejora de la salud humana, la producción de alimentos y la aportación de servicios de los ecosistemas.

El carbón negro y el ozono troposférico son dos sustancias que han contribuido de manera notable al calentamiento y a la alteración del clima a nivel regional, y además provocan perjuicios directos para la salud y los cultivos. Sin embargo, estas sustancias no han recibido atención prioritaria en las negociaciones climáticas. Una de las propiedades principales del carbón negro y el ozono troposférico, así como del metano (un importante GEI que es también un precursor del ozono), es que tienen un reducido ciclo de vida en la atmósfera. Las ventajas derivadas de la reducción de la concentración de estas sustancias podrían por tanto conseguirse a corto plazo para así tener un impacto tanto en el clima como en la calidad del aire.

El informe del PNUMA/OMM antes mencionado aporta una visión general de los conocimientos científicos actuales en relación con estas dos sustancias. Incluye, además, nuevos análisis para evaluar los beneficios de una serie de medidas identificadas en el mismo utilizando tecnología existente. Estas medidas se centran en la reducción de las emisiones de carbón negro y precursores del ozono (**Tabla 1**). Al evaluar las ventajas derivadas de la aplicación de tales medidas, es importante tener en cuenta sus efectos sobre todas las emisiones. Las medidas analizadas en la evaluación fueron identificadas como aquellas que proporcionaban una situación beneficiosa en todos los aspectos tanto para el clima como para la salud y el rendimiento de los cultivos. El informe constata que, si se implementasen todas las medidas relacionadas en la Tabla 1 a nivel global, se podría mitigar de manera significativa el calentamiento global a corto plazo, incrementar la producción alimentaria mundial, y reducir la mortalidad prematura por contaminación del aire.

Junto con medidas de control del CO₂ encaminadas a estabilizar las concentraciones de GEI en 450 partes por millón (ppm) de CO₂ equivalente, estas medidas reducen notablemente el riesgo de que el calentamiento supere el límite de 2°C fijado en la COP16 en Cancún (**Figura 3**). Es muy poco probable que se pueda limitar el calentamiento a los 2°C sin medidas de corto plazo para controlar las emisiones tanto de contaminantes de corta duración como de GEI de larga duración, principalmente CO₂. Incluso con la aplicación de todas estas medidas de control de emisiones, es muy posible que las

Tabla 1: Medidas identificadas que podrían reducir de manera significativa el cambio climático de corto plazo y mejorar la calidad del aire

Medida	Sector
Medidas relativas al CN (que afectan al carbón negro y otros compuestos emitidos junto al mismo)	
Filtros de partículas para vehículos diesel de carretera y todoterreno	Transporte
Eliminación de vehículos de elevadas emisiones para el transporte por carretera y en vehículos todoterreno	
Sustitución del carbón por briquetas de carbón en cocinas y calderas	Residencial
Cocinas y calderas de pellets, empleando combustible fabricado a partir de restos leñosos reciclados o aserrín, en sustitución de las tecnologías actuales de combustible de leña en el sector residencial de países industrializados	
Introducción de cocinas de biomasa de quema limpia para cocinar y para calefacción en los países en desarrollo	
Sustitución de cocinas tradicionales de biomasa por cocinas de quema limpia que utilicen combustibles modernos en los países en desarrollo	
Sustitución de hornos de ladrillo tradicionales por hornos de bóveda vertical y hornos Hoffman	Industria
Sustitución de hornos tradicionales de coque por hornos modernos de recuperación, junto con la mejora de medidas de mitigación a final de tubería en países en desarrollo	
Prohibición de quemas de desechos agrícolas al aire libre	Agricultura
Medidas relativas al CH₄	
Desgasificación previa y exhaustiva de la mina y recuperación y oxidación del CH ₄ del aire de ventilación de las minas de carbón	Extracción y transporte de combustibles fósiles
Recuperación y utilización a gran escala, en lugar de quema, de los gases resultantes y mayor control de emisiones provocadas por fugas accidentales durante la producción de petróleo y gas natural	
Reducción de fugas en gaseoductos y oleoductos de larga distancia	
Separación y tratamiento de desechos urbanos biodegradables, mediante reciclaje, compostaje y digestión anaerobia, junto con recolección de los gases producidos en vertederos mediante su combustión o utilización	Gestión de desechos
Cambio del tratamiento primario de aguas residuales al tratamiento secundario/terciario con recuperación de gases y control de desbordamientos	
Control de las emisiones de CH ₄ en ganado, principalmente mediante digestión anaerobia de estiércol vacuno y porcino a nivel de granja	Agricultura
Aireación intermitente de campos de arroz permanentemente inundados	

Fuente: UNEP/WMO (2011)

temperaturas medias a nivel global superen una subida de 2°C para finales de siglo. Por tanto, se precisarían recortes adicionales de las emisiones si se ha de limitar el calentamiento a ese tope de 2°C, ó, más aún, con un tope de 1,5°C.

El calentamiento registrado en las distintas regiones del mundo oscila notablemente. El carbón negro y el ozono troposférico han contribuido más al calentamiento de las zonas árticas desde 1890 que al calentamiento medio global. Las medidas identificadas podrían reducir el calentamiento del Ártico en unos 0,7°C (rango entre 0,2 y 1,3°C) para el año 2040. Esto representa casi dos tercios del calentamiento de 1,1°C (rango entre 0,7 y 1,7°C) que se espera para el Ártico según el escenario de referencia del informe, y serviría para reducir sustancialmente el riesgo de impactos globales de los cambios en esta importante y sensible región, como pueden ser la pérdida de hielo marino (que afecta al albedo global) y de permafrost. El carbón negro y el ozono en la baja atmósfera también tienen

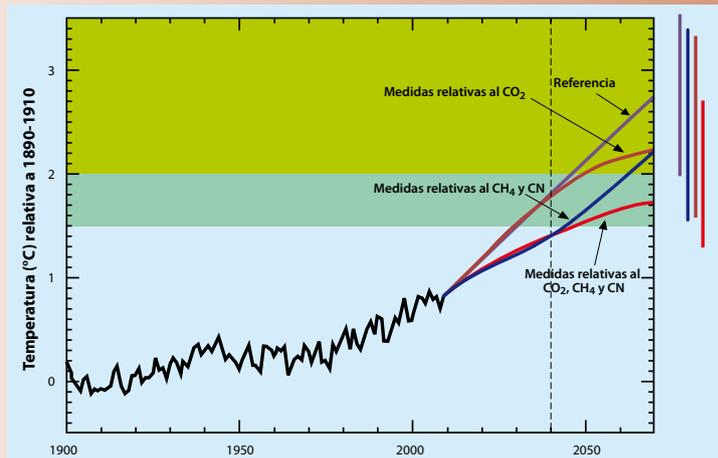


Figura 3: Temperaturas registradas hasta 2009, con proyecciones a partir de esa fecha bajo distintos escenarios, todas ellas en relación con la media de 1890-1910. Los fondos de color verde claro y verde oscuro indican zonas en que la proyección de temperaturas supera los 1,5°C y 2°C, respectivamente.

Notas: Se muestran las temperaturas medias registradas hasta 2009, y proyecciones según distintos escenarios a partir de esa fecha, en relación con la temperatura media de 1890-1910. Los rangos estimados para 2070 se indican mediante las barras de la derecha. Hay cierto grado de incertidumbre para todos los escenarios, por lo que la superposición de rangos no implica que no existan diferencias. Por ejemplo, si la sensibilidad climática es elevada, lo será independientemente del escenario de que se trate; por tanto las temperaturas para todos los escenarios se encontrarían en el extremo elevado de sus rangos respectivos. Fuente: UNEP/WMO (2011)

otros importantes impactos climáticos a nivel regional. Por ejemplo, alteran los patrones de lluvia y de circulación regional en las zonas tropicales, como el monzón asiático, con consecuencias para los medios de vida de millones de personas.

La plena aplicación de las medidas identificadas podría evitar la muerte prematura de 2,4 millones de personas (en un rango de 0,7 a 4,6 millones) y la pérdida anual de 52 millones de toneladas (entre un uno y un cuatro por ciento) de la producción mundial de maíz, arroz, soja y trigo (en un rango de entre 30 millones y 140 millones de toneladas) (Figura 4). Las mayores ventajas se sentirían de inmediato en aquellas regiones –o cerca de ellas– en las que se tomen medidas para reducir las emisiones; se espera que las mayores ventajas para la salud y los cultivos se produzcan en Asia. Más del 80 por ciento de la reducción de la mortalidad por la implementación de todas las medidas beneficiaría a la población de ese continente.

Las ventajas de las pérdidas en rendimientos de los cultivos evitadas pueden atribuirse por igual a medidas de reducción de las emisiones de metano y medidas de reducción de las emisiones de carbón negro. Esto se debe a que la aplicación de medidas para reducir el carbón negro tiene como consecuencia la reducción de emisiones de precursores del ozono que se emiten junto con el carbón negro. Las medidas identificadas en la Tabla 1 se están empleando ya en diversas regiones del mundo con distintos objetivos ambientales y de desarrollo. Pero se precisa una aplicación más rápida y generalizada para conseguir la totalidad de beneficios identificados en la evaluación del PNUMA/OMM.

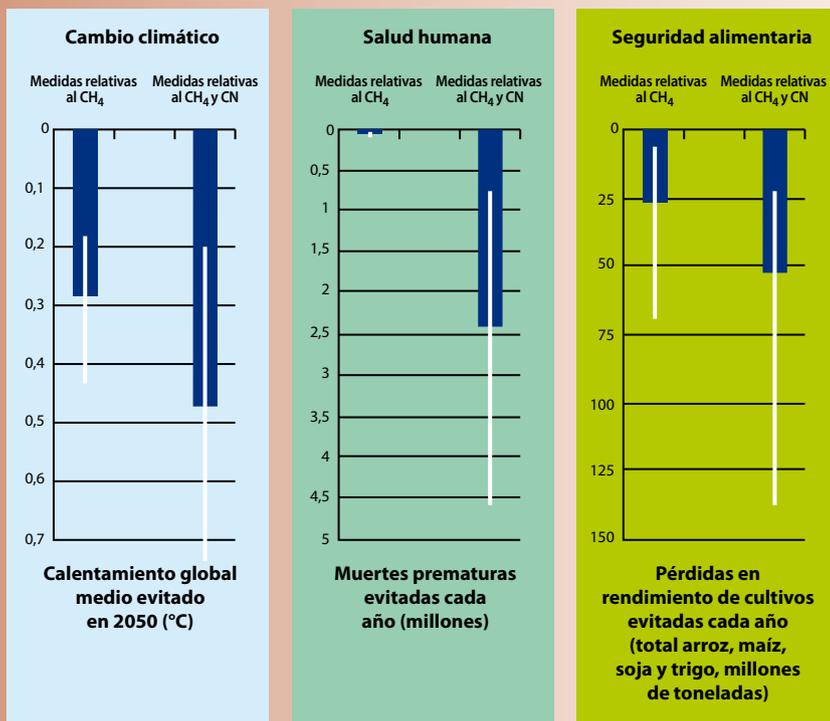


Figura 4: Impactos globales de las medidas de control de emisiones identificadas y orientadas al metano (CH₄) y el carbón negro (CN), calculados tomando el resultado promedio de la aplicación de dos modelos de proyección climática global, GISS y ECHAM. Los beneficios se indican con valores crecientes hacia abajo, subrayando el hecho de que se trata de reducciones en los daños.

Notas: Las líneas en cada barra indican el rango de estimaciones. Incluyen: para cambio climático, el grado de incertidumbre sobre forzamiento radiativo y sensibilidad climática; para salud humana, incertidumbre en las relaciones concentración/respuesta (para PM_{2,5} y ozono) y en el uso de resultados de distintos modelos; y, para seguridad alimentaria, el rango de impactos calculados utilizando los cambios en el ozono de distintos modelos y la incertidumbre respecto de la relación exposición/respuesta. Las pérdidas evitadas en rendimiento de cultivos son la suma de valores del impacto de menores concentraciones de ozono en trigo, arroz, soja y maíz. Fuente: UNEP/WMO (2011)

Relaciones emergentes entre contaminación del aire y salud humana

Hace tiempo que se sabe que la contaminación del aire tiene consecuencias generalizadas para la salud humana. La mala calidad del aire produce tasas más elevadas de morbilidad y mortalidad. Aunque se ha probado que la exposición a contaminantes atmosféricos puede provocar

daños en los pulmones, están surgiendo pruebas de que también puede afectar a otros sistemas vitales y posiblemente contribuya a un aumento en la incidencia de enfermedades autoinmunes como la diabetes tipo 1, la esclerosis múltiple y la artritis reumatoide (Ritz 2010) (Figura 5).

Enfermedades autoinmunes: se definen habitualmente como grupo de trastornos que afectan a tejidos y órganos y que provocan una activación anormal del sistema inmunológico, de forma que se produce una respuesta destructiva frente a los propios antígenos del cuerpo (es decir, los componentes de los tejidos capaces de estimular la autoinmunidad).

Material particulado: está compuesto por partículas en suspensión, las más pequeñas de las cuales son capaces de penetrar en el sistema respiratorio y causar graves daños a la salud. El material particulado y el SO₂ son consecuencia de emisiones de centrales térmicas de carbón que carecen de controles eficaces de las emisiones, fábricas siderúrgicas, calderas industriales, calefacciones domésticas y la quema de combustibles fósiles.

Guía de calidad del aire de la OMS (GCA): concentraciones medias anuales no superiores a 20 µg/m³ para PM₁₀ y 10 µg/m³ para PM_{2,5}.

Dióxido de nitrógeno (NO₂): es emitido por vehículos de motor, actividades industriales, abonos a base de nitrógeno, quema de petróleo y biomasa, y la descomposición aerobia de materia orgánica en suelos y océanos.

GCA de la OMS: concentraciones medias anuales por debajo de los 40 µg/m³.

Dióxido de azufre (SO₂): contaminante del aire que se produce por la quema de combustibles fósiles que contienen azufre. Las emisiones de SO₂ y NO₂ provocan lluvia ácida y otras deposiciones de compuestos ácidos en lugares muy alejados, lo que a su vez puede provocar el lixiviado de macrominerales y nutrientes de vital importancia para árboles y plantas.

GCA de la OMS: concentraciones medias diarias de 20 µg/m³.



Contaminación del aire en zonas urbanas

- Material particulado PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
- Dióxido de nitrógeno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
- Dióxido de azufre ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

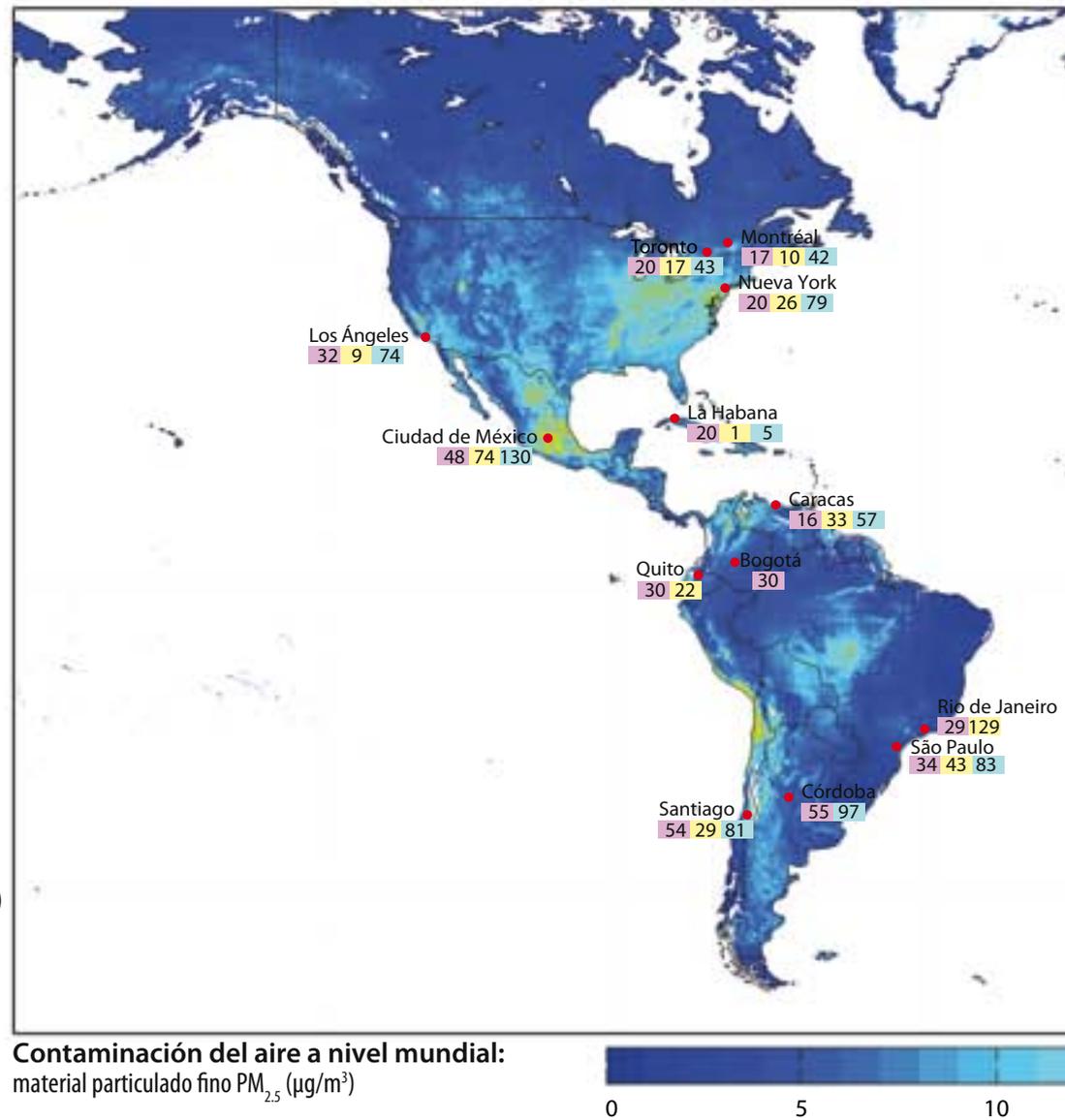
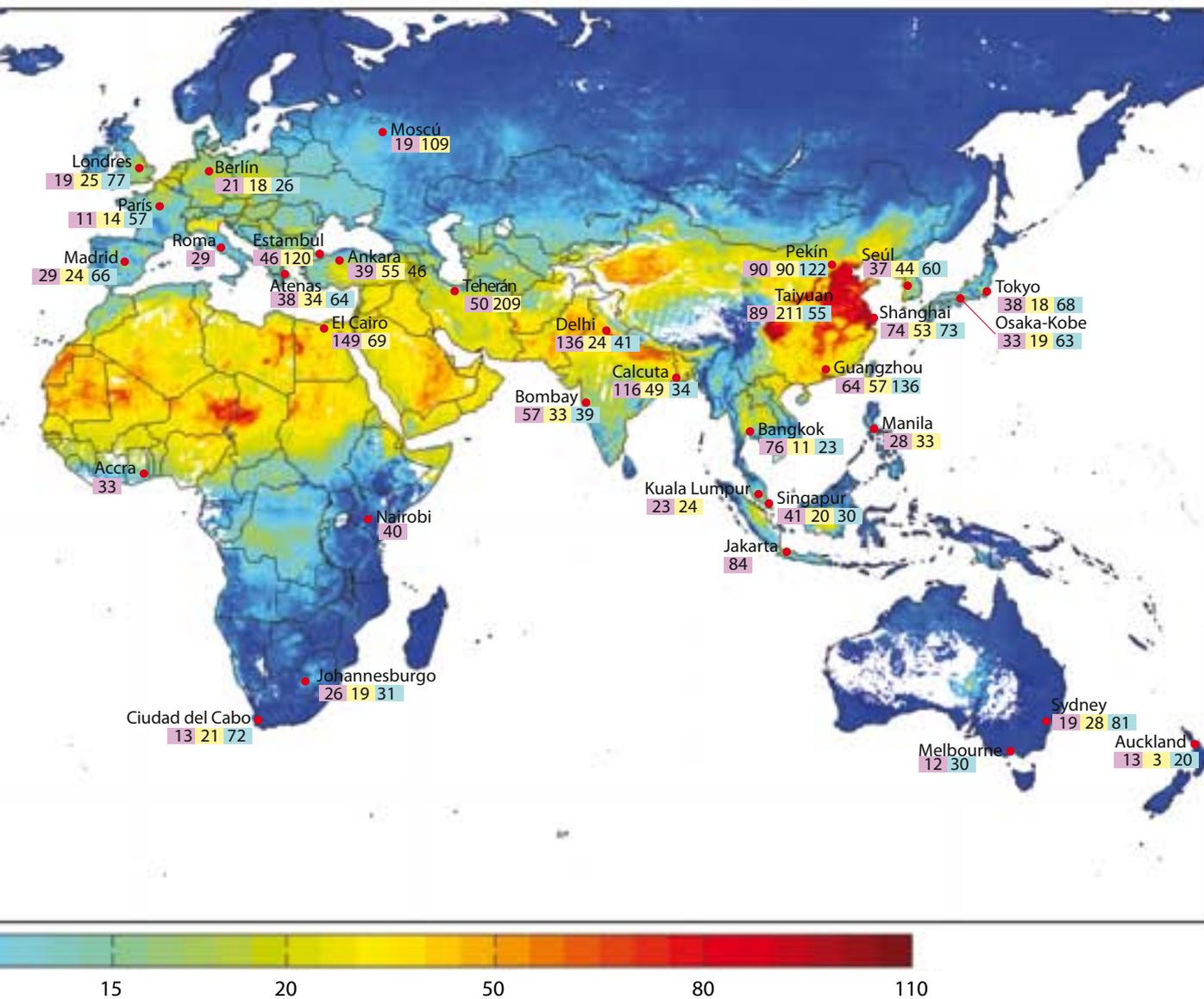


Figura 5: Contaminación del aire urbano y a nivel mundial. Fuente: Adaptado de van Donkelaar et al. (2010) y World Bank (2010)

El mapa muestra las concentraciones de materia particulada fina de 2,5 micrómetros de diámetro o menos ($PM_{2.5}$). Fue creado combinando los registros de aerosoles de observaciones satelitales entre 2001 y 2006 con información relativa a la distribución vertical de aerosoles a partir de un modelo informático. Asia central y oriental muestran concentraciones de $PM_{2.5}$ especialmente elevadas, que exceden los 35

microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) con respecto a entre un 40 y un 50 por ciento de la población de esa región. Las concentraciones a ese nivel o superiores están relacionadas con un aumento del riesgo de mortalidad en un 15 por ciento aproximadamente, según las guías de calidad del aire de la OMS (WHO 2006, van Donkelaar et al. 2010).



Las estimaciones relativas a la contaminación del aire pueden representar también el nivel medio anual de exposición de las personas a otros contaminantes como material particulado al aire libre de menos de 10 micrómetros de diámetro (PM₁₀), dióxido de azufre (SO₂) y dióxido de nitrógeno (NO₂). Las concentraciones de contaminantes urbanos mostradas en el mapa son sensibles a las condiciones locales y pueden

variar dentro de una misma zona urbana. Los datos sobre material particulado suelen estimarse como concentraciones medias anuales en zonas residenciales, alejadas de los “puntos calientes” de contaminación del aire como pueden ser zonas industriales y ejes de transporte. Los datos sobre concentraciones de SO₂ y NO₂ están basados en concentraciones medias registradas en zonas de medición urbanas (World Bank 2010).

Los lagos se calientan

El agua de muchos de los mayores lagos del mundo se está calentando como consecuencia del cambio climático (**Figura 6**). Así se desprende de las constataciones de un seguimiento a 25 años de la temperatura del agua en la superficie de 167 de los lagos de mayor extensión utilizando datos satelitales (Schneider y Hook 2010). Cada década las temperaturas han aumentado una media de 0,45°C; en algunos lagos el aumento ha sido de 1°C. Aunque esto puede parecer una modesta tendencia al alza, incluso pequeños incrementos en la temperatura pueden tener efectos dramáticos para la calidad del agua y los ecosistemas lacustres. Pueden, por ejemplo, inducir explosiones algales, aumentar el riesgo de establecimiento de especies invasoras o provocar cambios en las poblaciones de plantas y peces. Como la mayor parte de los organismos acuáticos vivos se encuentran encerrados dentro de los límites de los lagos, las opciones para la migración a hábitats menos cálidos son escasas. El calentamiento podría, por tanto, llevar rápidamente a la pérdida de biodiversidad en los ecosistemas de agua dulce.

La mayoría de los científicos han utilizado la temperatura del aire principalmente para valorar el cambio climático. El seguimiento de las tendencias de calentamiento en los lagos podría ser una nueva manera de valorar los impactos del cambio climático global para el planeta.

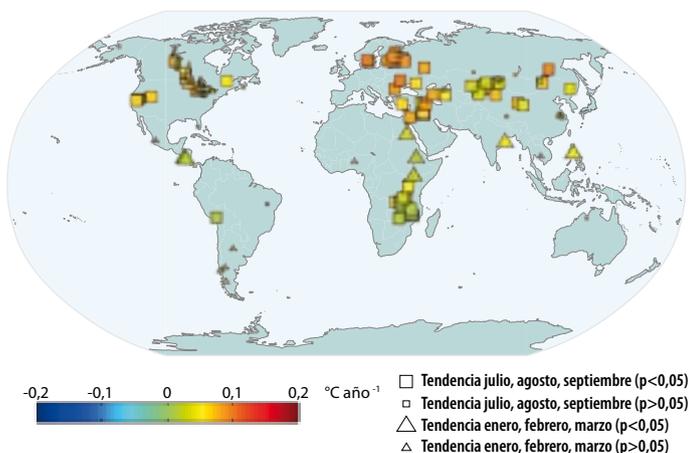


Figura 6: Tendencias globales en temperaturas nocturnas en la superficie de los lagos, derivadas de datos satelitales. Fuente: Schneider y Hook (2010)

Amenaza para la biodiversidad: es hora de actuar

2010 fue el Año Internacional de la Biodiversidad. En la Conferencia de las Partes en el Convenio sobre la Diversidad Biológica (COP10) celebrada en Nagoya (Japón) en octubre se alcanzó un importante acuerdo intergubernamental mediante el cual los gobiernos reafirmaron su compromiso de reducir la tasa de pérdida de biodiversidad a nivel mundial. El nuevo Plan Estratégico a diez años, que sustituye el objetivo anterior no cumplido de reducir a la mitad la pérdida de biodiversidad para 2010, orientará los esfuerzos nacionales e internacionales. Entre los objetivos del mismo se encuentra reducir al menos a la mitad y, en contextos en que resulte factible, reducir a cero la tasa de pérdida de hábitats naturales, incluidos los bosques, y proteger el 17 por ciento de superficie terrestre y aguas continentales y un 10 por ciento de las zonas marinas y costeras para

2020. En la actualidad, tan solo el 13 por ciento de la superficie terrestre y menos del uno por ciento de los océanos están protegidos con fines de conservación. Las Partes adoptaron también el Protocolo de Nagoya sobre el acceso a los beneficios derivados de la utilización de los recursos genéticos del planeta y la participación en ellos. Este protocolo internacional crea un marco de acceso a los recursos genéticos sobre la base del consentimiento fundamentado previo y de condiciones mutuamente acordadas, con una participación justa y equitativa en los beneficios y teniendo en cuenta los conocimientos tradicionales. Se espera que el protocolo entre en vigor para 2012 (CBD 2010).

Los datos de monitoreo confirman que la biodiversidad se encuentra hoy gravemente amenazada. Según un informe reciente, más del 22 por ciento de las plantas del mundo se encuentran en riesgo de extinción, en gran parte por la pérdida de hábitats como consecuencia de la conversión de zonas naturales a uso agrícola, incluyendo la producción de alimentos y biocombustibles. Entre las regiones en las cuales las plantas se encuentran en mayor riesgo destacan Asia sudoriental, Brasil (la Mata Atlántica), Australasia, Madagascar y Europa (IUCN 2010).

Un estudio realizado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) indica que la conservación de la biodiversidad es una de las principales preocupaciones ambientales de los países. El estudio identifica, asimismo, la falta de políticas ambientales exhaustivas y adecuadas, junto con mecanismos legislativos y normativos deficientes, como motivos de la escasa mejora alcanzada en la gestión del medio ambiente (GEF 2010) (**Figura 7**).

Las nuevas respuestas de políticas sobre la necesidad de conservar la biodiversidad aspiran a incrementar la visibilidad de los valores de la biodiversidad, alentando así una utilización más eficiente de la misma, además de su conservación. La medida en que la sociedad está dispuesta a pagar por conservar determinadas especies o determinados paisajes, por ejemplo para la producción alimentaria o de madera, han influido habitualmente en las valoraciones económicas de la naturaleza. Los valores intangibles, que a menudo no quedan reflejados, varían según las circunstancias biofísicas y ecológicas locales y el contexto social, económico y cultural.

Se precisa un cambio en la forma de pensar, de manera que los encargados de la toma de decisiones y otras partes interesadas consideren que la conservación y la restauración de los ecosistemas suponen una inversión rentable capaz de sustentar toda una serie de objetivos políticos, entre otros la seguridad alimentaria, el desarrollo urbano, la purificación del agua y el tratamiento de aguas residuales, el desarrollo regional y la mitigación y adaptación al cambio climático (TEEB 2010). Brasil, India y Japón son tres países que están adoptando medidas para incorporar un nuevo enfoque de servicios ecosistémicos capaz de determinar tanto los beneficios como el coste de conservar o restaurar la naturaleza. La India ya ha anunciado planes para desarrollar y aplicar un marco orientado a conseguir cuentas públicas verdes para 2015.

La participación de la ciudadanía en los programas de biodiversidad puede fomentar la concienciación y agilizar el proceso político. En un momento en que 2 000 millones de personas tienen acceso a Internet y el 90 por ciento de la población mundial utiliza teléfonos móviles (ITU 2010), están surgiendo nuevas oportunidades de participación en los esfuerzos de conservación de la biodiversidad.

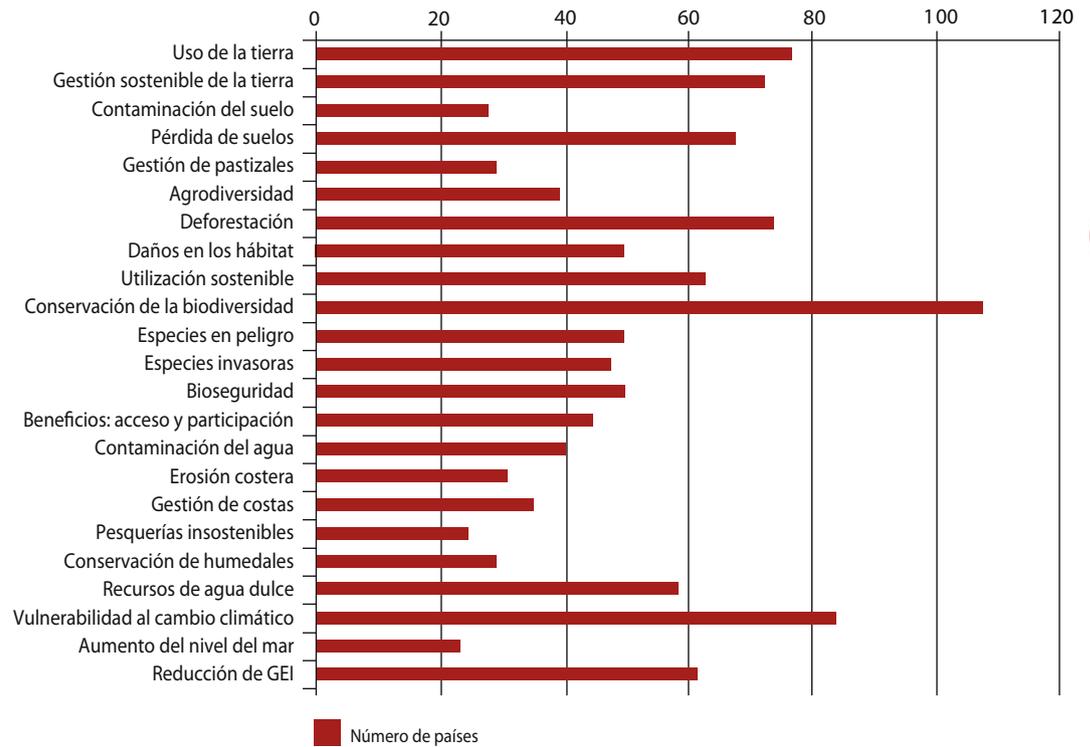


Figura 7: Principales preocupaciones ambientales de los países. De los 119 países que participaron en el estudio de Autoevaluación de la Capacidad Nacional (NCSA) del FMAM, más de 100 identificaron la conservación de la biodiversidad como una preocupación ambiental prioritaria. Fuente: GEF (2010)



La Asamblea General de la ONU aprobó en diciembre un nuevo organismo internacional, la Plataforma Intergubernamental sobre Biodiversidad y Ecosistemas (IPBES), que trabajará para aunar los conocimientos científicos sobre el declive de la biodiversidad y la degradación de los ecosistemas con los conocimientos relativos a soluciones y respuestas de política efectivas y necesarias para revertir las tendencias negativas (UNEP 2010c y d). Foto: Conrad Savy

Participación: ciencia ciudadana

La participación del público en general en las investigaciones científicas, denominada en ocasiones “ciencia ciudadana”, puede ayudar a crear conciencia y fomentar la participación local en la toma de decisiones. También es útil para la recopilación de datos imprescindibles. Más concretamente, la ciencia ciudadana puede ayudar de forma notable a hacer que las partes interesadas aborden temas complejos y de actualidad como la conservación de la biodiversidad (**Recuadro 3**).

El problema global de la pérdida de biodiversidad va ligado a hechos localizados como la urbanización, el desarrollo de infraestructuras, la expansión de la agricultura y la sobrepesca. La participación de las personas a nivel local puede, portanto, ayudar a integrar las preocupaciones respecto de la biodiversidad en las decisiones de planificación y a poner freno a la tendencia de pérdida de especies vegetales y animales. Además, hacen falta urgentemente datos sobre biodiversidad, pues la cobertura insuficiente de indicadores espaciales y taxonómicos hace que resulte difícil dibujar un panorama exacto del estado de la biodiversidad (Butchart et al. 2010). Los satélites y otras técnicas habituales de teledetección permiten realizar estimaciones de la extensión y productividad de los distintos ecosistemas y de la diversidad de especies, como por ejemplo en el caso de la cobertura arbórea. Sin embargo, estas técnicas no resultan adecuadas para realizar una valoración de las variaciones en muchos de los componentes de la diversidad biológica. Para la mayoría de los grupos ecológicos, como aves, mariposas o anfibios, se necesitan observadores humanos para el muestreo y reconocimiento de especies, mientras que para estimar los patrones de diversidad de los microorganismos es posible utilizar y combinar instrumentos automáticos (Couvet et al. 2008).

Los programas voluntarios de seguimiento pueden integrar la recopilación de datos básicos con actividades cotidianas, como la pesca (Levrel et al. 2010). Utilizando diseños de muestreo o métodos de análisis de datos de vanguardia, estos programas aportan datos relativamente fiables y por tanto resultados imparciales. La calidad de los datos recopilados por voluntarios es más probable que sea determinada más por el diseño del muestreo, la metodología analítica y las dotes de comunicación en los programas que por la utilización de voluntarios en sí misma (Schmeller et al. 2009).

Según un estudio europeo, existen 623 programas para el seguimiento de especies y hábitats, con participación de voluntarios en más de 35 países europeos y un total de más de 100 000 voluntarios. Concretamente, los programas de seguimiento de especies como el recuento de aves precisan un elevado número de voluntarios, en comparación con profesionales (EuMon 2010). Cerca de la mitad (el 47 por ciento) de estos programas reciben fondos del gobierno central, un tercio del regional o subregional, y el 11 por ciento de entidades privadas. Las subvenciones científicas representan solo un 4 por ciento de la financiación, pese a ser el interés científico la razón principal de realización de tales programas (**Figura 8**).

En Francia existen programas de seguimiento, diseñados y gestionados por científicos, en los cuales las personas voluntarias representan el 75 por ciento de la plantilla a tiempo completo. Un estudio

reciente parece indicar que el seguimiento de especies que actualmente realizan voluntarios franceses costaría entre 0,8 y 5,3 millones de dólares anuales si en su lugar se contratara personal remunerado (Levrel et al. 2010).

Los programas de seguimiento ciudadano pueden incidir también en la mejora del proceso normativo. Los programas en que participan personas locales que evalúan directamente los cambios en recursos ambientales que les afectan suelen ser muy eficaces a la hora de influir en decisiones en cuanto a gestión de recursos, y pueden reducir el tiempo que transcurre hasta la aplicación de tales decisiones (Danielsen et al. 2010). No obstante, en los países en desarrollo apenas se han estudiado las posibilidades de programas de seguimiento a nivel local. La falta de financiación y de conocimientos especializados son limitaciones de consideración en esos países, pese a que muchas veces la biodiversidad es más rica, y las personas dependen más –y de forma más directa– de los recursos naturales que en países desarrollados (Danielsen et al. 2008).

Es posible poner en marcha programas integrados de vigilancia de especies para determinados animales terrestres, mariposas y plantas, con ayudas económicas moderadas. Se calcula que costaría unos 50 000 dólares por país y año desarrollar proyectos piloto con el objetivo de proporcionar tendencias fiables de población de determinadas especies para 2020 en aquellas regiones donde la vigilancia actual es deficiente, como son el África subsahariana, Sudamérica y Asia oriental (Pereira et al. 2010).

También están surgiendo nuevas oportunidades para observar el medio ambiente gracias a la rápida evolución de tecnologías de teledetección móvil (Sutherland et al. 2010) (**Recuadro 4**). Los usuarios

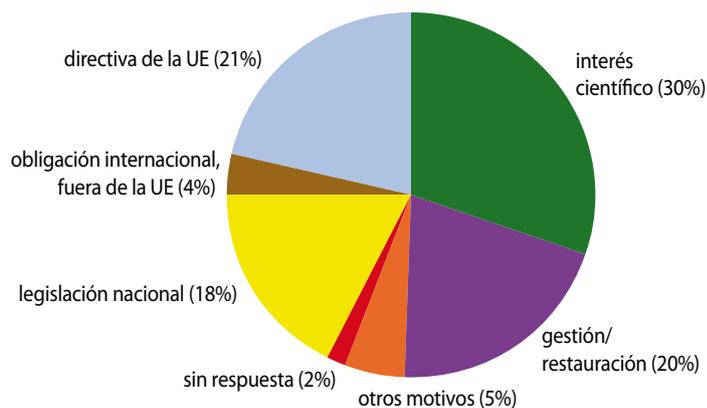


Figura 8: Razones por las cuales se llevan a cabo programas voluntarios de vigilancia en Europa, en porcentajes. El mayor número de los programas europeos de vigilancia de especies y hábitats se establecen por motivos científicos (el 30 por ciento); en menor medida se llevan a cabo para cumplir con directivas de la UE, legislación nacional u obligaciones internacionales. Una quinta parte de los programas van encaminados directamente a la gestión y restauración de hábitats. Fuente: EuMon (2010)



Un voluntario del Proyecto PteroCount utiliza un detector de murciélagos en un punto de vigilancia. El seguimiento periódico de animales como el murciélago myotis de Nepal (*Myotis nipalensis*) ayuda a trazar las tendencias en cuanto a su población. Foto: Sanjan Thapa

Recuadro 3: Participar en programas de ciencia ciudadana sobre biodiversidad

Earthdive: El *Global Dive Log* es un registro global de buceo que contiene datos de observaciones de especies indicadoras claves sujetas a presión humana que son importantes para la conservación marina. Centro de Seguimiento de la Conservación Mundial del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA-WCMC): www.earthdive.com

Proyecto PteroCount: Programa de vigilancia de murciélagos en el sur de Asia. Zoo Outreach Organisation/Wildlife Information Liaison Development/Chiroptera Conservation and Information Network of South Asia: www.pterocount.org/index.html

REEFCHECK: Vigilancia y conservación de arrecifes tropicales coralinos y los arrecifes rocosos de California. Reef Check Foundation: <http://reefcheck.org/>

South American Wildlands Mapping: Mapeo y análisis de áreas sin carreteras y mínimo desarrollo humano de América del Sur. Pacific Biodiversity Institute: www.pacificbio.org/helpout/volunteer-south-america.html

Treewatch: Observación y registro de los cambios en la salud de un árbol adoptado. Sylva Foundation: <http://sylva.org.uk/treewatch/>

pueden registrar sonidos, fotografías, videos, coordenadas de Sistema de Posicionamiento Global y otros datos y subirlos directamente a Internet mediante redes móviles, proporcionando así datos en tiempo real que pueden utilizarse para la vigilancia, por ejemplo, de las condiciones ambientales durante y después de desastres naturales, o la vigilancia de polinizadores y teledetección de fauna silvestre. Un programa educativo puesto en marcha recientemente permite a jóvenes de numerosos países realizar un seguimiento de nueve hectáreas de bosque tropical por teledetección. Los participantes introducen directamente en un portal de Internet los cambios observados en la zona de bosque correspondiente.

Recuadro 4: Innovación en la vigilancia mediante teléfonos móviles

Las nuevas tecnologías y aplicaciones de teléfonos móviles salvan vidas en zonas de desastre. Los portales de Internet contribuyen a vincular personas y recursos para ayudar en la recuperación ante desastres e involucrar a las personas interesadas en la solución de problemas. El software utilizado para este fin (*Ushahidi*, que en Swahili significa "testimonio") fue desarrollado en un principio para registrar incidentes de violencia en Kenia tras las elecciones de 2008. La información se enviaba mediante mensajes de texto y los administradores verificaban los informes. De manera parecida, la información aportada por la ciudadanía ayudó en la identificación de necesidades en las zonas inundadas de Pakistán en 2010 y la ubicación exacta de las personas desplazadas. Un ejemplo es Pakreport, creado por un grupo de personas poco después de comenzar las inundaciones en julio. Otro servicio creado por USAID permitió a las personas intercambiar información actualizada sobre esfuerzos de recuperación mediante SMS. En Pakistán, con más de 99 millones de usuarios registrados de teléfonos móviles, de una población total de 170 millones, el nivel de cobertura y acceso es muy elevado (IRIN 2010).

Desarrollo agrícola sostenible

La seguridad alimentaria continuó siendo una preocupación en 2010, como consecuencia de las presiones a la producción por el consumo mundial de alimentos, los cambios en las dietas y la vulnerabilidad climática. Se calcula que la producción mundial de trigo aumentará en 1,5 millones de toneladas en 2010/11, en comparación con un aumento de 2,5 millones de toneladas en su consumo (USDA 2010). Treinta y seis de los 50 países con mayor inseguridad respecto de su reserva de alimentos por sequías extremas, elevadas tasas de pobreza y deficiente infraestructura para el transporte de productos agrícolas se encuentran en África, y sobre todo en el África subsahariana (Maplecroft 2010b). Si se echa la vista atrás hasta 2007/2008, los análisis demuestran que el incremento en el precio del petróleo, la mayor demanda de biocombustibles y las restricciones a la exportación, entre otros factores, afectaron los precios mundiales de cereales y contribuyeron a la crisis alimentaria mundial (Heady y Fan 2010).

La producción mundial de alimentos debe aumentar en un 70 por ciento para alimentar a una población estimada de más de 9 000 millones para 2050 (ID2E 2010). Se espera, además, que la demanda mundial de biomasa primaria aumente hasta llegar a los 1 604 ó 1 952 millones de toneladas de petróleo equivalente para 2030, dependiendo de la disponibilidad de terrenos agrícolas excedentes (OECD/IEA 2010). La agricultura constituye el medio de vida del 75 por ciento de las personas pobres en los países en desarrollo, y más de un tercio de las emisiones

globales de carbono corresponden a la agricultura y a otros cambios en el uso de la tierra, proporción que se prevé que aumentará en las próximas décadas. Se calcula que la agricultura podría capturar hasta el 90 por ciento de las emisiones totales de carbono que produce (ARDD 2010). El reto está en encontrar formas de utilizar los recursos naturales en agricultura, silvicultura y pesca de manera sostenible, sin agotarlos.

La primera Conferencia mundial sobre agricultura, seguridad alimentaria y cambio climático, celebrada en La Haya (Países Bajos) en noviembre de 2010 proporcionó un foro en el cual los encargados de la elaboración de políticas pudieron debatir soluciones prácticas para conseguir un beneficio triple: la adaptación al cambio climático, su mitigación, y la seguridad alimentaria. Hará falta una diversidad de herramientas para mejorar las prácticas agrícolas y de cuidado de la tierra y capturar el carbono que hay en la biomasa de suelos y plantas. Entre otras se encuentran la restauración de paisajes agrícolas degradados, la conservación y recolección de agua, el control de plagas y enfermedades, la gestión de suelos y nutrientes, la conservación y el mantenimiento de la diversidad de los cultivos mediante aportaciones a mecanismos de participación en beneficios, las cosechas eficientes y la transformación temprana de productos agrícolas para reducir las pérdidas tras la cosecha, la conservación de energía y la reducción de residuos (ID2E 2010). El éxito alcanzado en la recuperación de tierras desertificadas en China es un ejemplo de que es posible revertir la desertificación y volver a la producción agrícola en tierras recuperadas (**Recuadro 5**).

Cosecha de mijo en Níger. Los programas mejorados de agrosilvicultura en África han beneficiado al medio ambiente, a los agricultores y a la seguridad alimentaria. En Níger se están cultivando más de 4,8 millones de hectáreas de mijo y sorgo en terrenos en los que se aplican prácticas de agrosilvicultura. Fuente: ARDD (2010). Foto: USDA/FAS/OGA



Recuadro 5: Revertir la desertificación en Ningxia, China

La región autónoma de Ningxia Hui, en el noroeste de China, es una de las zonas más secas y menos desarrolladas del país. Ningxia consta principalmente de terrenos arenosos, estepas desérticas y dunas. Cerca de 8 770 000 hectáreas, o un 57 por ciento de la superficie total de la región, han sufrido desertificación, degradación de la tierra y desplazamiento de dunas, lo que ha afectado a más de 3 millones de personas (el 60 por ciento aproximadamente de la población). Cerca de 1 320 000 hectáreas de terrenos agrícolas y 1 210 000 hectáreas de estepa desértica y praderas, en torno a las cuales hay más de 600 aldeas, están en riesgo de sufrir más desertificación.

Pero Ningxia es también una de las zonas en que las tierras desertificadas han podido ser recuperadas para la agricultura. Con un enfoque de gestión de la desertificación que combina normativas, cambios en procesos administrativos, incentivos para el desarrollo sostenible y asociaciones público-privadas, se ha ampliado la extensión de terrenos agrícolas. Es un enfoque que contribuye, adicionalmente, al desarrollo de una economía verde y a la creación de empleo. Además de las actividades de agricultores, hogares y otros, las “empresas verdes” han participado en la reforestación, la plantación de viñedos, viveros de plantas medicinales y manzanas, y en la construcción de bodegas y una fábrica de zumos de manzana.

Se incentiva a los agricultores en Ningxia para que practiquen una agricultura de conservación y gestión de nutrientes. Ha aumentado la extensión de cultivos comerciales como uvas, melones, cerezas chinas goji y albaricoques, y se fomenta el cultivo de la efedra china utilizada en la medicina tradicional. Los métodos utilizados para proteger a las plantas en el duro clima árido de Ningxia incluyen la prohibición del pastoreo silvestre de ovejas y cabras y de la recolección de hierbas silvestres y musgo negro comestible (*Flagelliform nostoc*).

Entre los proyectos de Ningxia a gran escala para revertir la desertificación se encuentran la presa de Shapotou en el río Amarillo, programas de regadío y la construcción de más de 200 000 hectáreas de oasis artificial, en las cuales se están reasentando más de 200 000 migrantes de áreas propensas a la desertificación. Tan solo en la provincia de Yanchi, ya se han plantado árboles, arbustos y gramíneas en 293 000 hectáreas, se han estabilizado 33 000 hectáreas de dunas de arena y se han recuperado y vuelto a cubrir de vegetación 80 000 hectáreas de estepa desértica y praderas degradadas.

Para recuperar áreas desertificadas y frenar la erosión es imprescindible que la agricultura y la gestión de la tierra sean sostenibles. En el contexto de mitigación de la degradación de la tierra y la gestión del riesgo de desastres por sequías, Ningxia está actuando también en la gestión de los recursos hídricos y la conservación de la biodiversidad en terrenos secos y zonas áridas.

Fuente: Gobierno de la región autónoma de Ningxia Hui (2010)



En los terrenos recuperados se cultivan uvas y otras frutas, verduras, cereales y hierbas medicinales. Los nuevos viñedos y bodegas de Ningxia crean empleo, además de contribuir a combatir la desertificación. Foto: Ningxia Forest Bureau



En China la utilización de barreras de arena a base de paja y cañas enrolladas está generalizada. Semienterradas y dispuestas en forma de tablero de ajedrez, estabilizan la arena de la superficie. Otras técnicas utilizadas son la plantación de gramíneas, arbustos y árboles, la excavación de suelos enterrados, y el regadío. Foto: Ningxia Forest Bureau

Referencias

- ARDD (2010). There is no climate security without food security and no food security without climate security. Agriculture and Rural Development Day. Statement. Saturday December 4, Cancun, Mexico. <http://ccafs.cgiar.org/blog/there-no-climate-security-without-food-security-and-no-food-security-without-climate-security>
- Barbier, E. (2009). A Global Green New Deal: Rethinking the Economic Recovery. Report prepared for the Economics and Trade Branch, Division of Technology, Industry and Economics, United Nations Environment Programme. <http://www.unep.org/greeneconomy/portals/30/docs/GGND-Report-April2009.pdf>
- Brown, L.R. (2009). Plan B 4.0: Mobilizing to Save Civilization. Earth Policy Institute. http://www.earth-policy.org/images/uploads/book_files/pb4book.pdf
- Butchart, S. H. M., Stuart, H. M., Walpole, M., Collen, B., van Strien, A. et al. (2010). Global Biodiversity: Indicators of Recent Declines. *Science*, 328 (5982), 1164-1168
- CBD (Convention on Biological Diversity) (2010). A new era of living in harmony with Nature is born at the Nagoya Biodiversity Summit. Press release <http://www.cbd.int/doc/press/2010/pr-2010-10-29-cop-10-en.pdf>
- Couvet, D., Jiguet, F., Julliard, R., Leveil, H. and Teysseire, A. (2008). Enhancing citizen contributions to biodiversity science and public policy. *Interdisciplinary Science Reviews*, 33(1), 95-103. <http://www.unesco.org/mab/doc/euomab/2009/ist.pdf>
- Danielsen, F., Burgess, N.D., Balmford, A., Donald, P.F., Funder, M., Jones, J.P.G., Alviola, P., Balete, D.S., Blomberg, T., Brashares, J., Child, B., Enghoff, M., Fjeldsø, J., Holt, S., Hübertz, H., Jensen, A.E., Jensen, P.M., Massao, J., Mendoza, M.M., Ngaga, Y., Poulsen, M.K., Rueda, R., Sam, M., Skielboe, T., Stuart-Hill, G., Topp-Jørgensen, E. and Yonten, D. (2008). Local Participation in Natural Resource Monitoring: A Characterization of Approaches. *Conservation Biology*, 23(1), 31-42.
- Danielsen, F., Burgess, N. D., Jensen, P. M., Pirhofer-Walzl, K. (2010). Environmental monitoring: the scale and speed of implementation varies according to the degree of peoples involvement. *Journal of Applied Ecology*, 47(6), 1166-1168
- EuMon (2010). EU-wide monitoring methods and systems of surveillance for species and habitats of Community interest. <http://euomon.cfkfsi/index1.php>
- G20 Seoul Summit (2010). The Seoul Summit Document. <http://www.g20.utoronto.ca/2010/g20seoul-doc.pdf>
- GEF (Global Environment Facility) (2010). National Capacity Self-Assessments: Results and Lessons Learned for Global Environmental Sustainability. <http://www.thegef.org/gef/sites/thegef.org/files/publication/NCSA-SR-web-100913.pdf>
- Gershenfeld, N., Samouhos, S. and Nordman, B. (2010). Intelligent Infrastructure for Energy Efficiency. *Science*, 327 (5969), 1086-1088
- Government of Ningxia Hui Autonomous Region (2010). Governmental Guiding, Projects Motivating and Public Participation to Push forward the Progress Combating Desertification. Summary Report Combating Desertification in Ningxia
- Headley, D. and Fan, S. (2010). Reflections on the global food crisis : how did it happen? how has it hurt? and how can we prevent the next one? IFPRI research monograph
- ID2E (2010). Global Conference on Agriculture, Food Security and Climate Change, the Hague, the Netherlands, 31 October-5 November 2010. Chair's Summary. www.afconference.com/final-roadmap-for-action
- IEA (International Energy Agency) (2010a). Energy Technology Perspectives 2010. Scenarios and Strategies to 2050. Executive Summary. <http://www.iea.org/techno/etp/etp10/English.pdf>
- IEA (2010b). World Energy Outlook 2010. Presentation to the press. London, 9 November 2010. http://www.worldenergyoutlook.org/docs/weo2010/weo2010_london_nov9.pdf
- IISD (International Institute for Sustainable Development) (2010). A report of the High-level Plenary Meeting of the 65th Session of the UN General Assembly on the Millennium Development Goals (MDGs). *MDG Summit Bulletin*, 153, 9. <http://www.iisd.ca/download/pdf/sd/ymbvbl153num9e.pdf>
- IRIN (2010). Using SMS to pinpoint humanitarian needs. IRIN News 28 September www.irinnews.org/report.aspx?ReportId=90602
- IPCC (2007). The physical science basis: contribution of working group 1 to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, New York
- ITU (International Telecommunication Union) (2010). The World in 2010. The Rise of 3G, Geneva
- IUCN (International Union for Conservation of Nature) (2010). Plants under pressure: A global assessment. The first report of the IUCN Sampled Red List Index for Plants. Royal Botanic Gardens, Kew, UK. http://www.kew.org/ucm/groups/public/documents/document/kpccnt_027694.pdf
- Leveil, H., Fontaine, B., Henry, P., Jiguet, F., Julliard, R., Kerbiriou, C. and Couvet, D. (2010). Balancing state and volunteer investment in biodiversity monitoring for the implementation of CBD indicators: A French example. *Ecological Economics*, 69(7), 1580-1586
- Maplecroft (2010a). Index of 350 biggest US companies reveals relationship between climate innovation and financial performance. <http://www.maplecroft.com/about/news/cii.html>
- Maplecroft (2010b). African nations dominate Maclecroft's new Food Security Risk index - China and Russia will face challenges. <http://www.maplecroft.com/about/news/food-security.html>
- Molina, M., Zaelke, D., Sarma, K.M., Andersen, S.O., Ramanathan, V. And Kaniaru, D. (2009). Reducing abrupt climate change risk using the Montreal Protocol and other regulatory actions to complement cuts in CO2 emissions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(49), 20616-20621
- OECD/IEA (2010). Sustainable Production of Second-Generation Biofuels. Potential and perspectives in major economies and developing countries. Information Paper. Organisation for Economic Co-operation and Development/International Energy Agency, Paris
- Pereira, M.H., Belpas, J., Brummitt, N., Collen, B., Ding, H., Gonzalez-Espinosa, M., Gregory, R.D., Honrado, J., Jongman, R.H.G., Julliard, R., McRae, L., Proença, V., Rodrigues, P., Opige, M., Rodriguez, J.P., Schmeller, D.S., van Swaay, C. and Vieira, C. (2010). Global biodiversity monitoring. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 8, 459-460
- Red Cross (2010). In the news 2010. <http://www.redcross.org/portal/site/en/>
- REN 21 (2010). Renewables 2010 Global Status Report. REN 21 Secretariat. Paris, France
- Ritz, S. A. (2010). Air pollution as a potential contributor to the 'epidemic' of autoimmune disease. *Medical Hypotheses*, 74, 110-117
- Schmeller, D.S., Henry, P., Julliard, R., Gruber, B., Clobert, J., Dziock, F., Lengyel, S., Nowicki, P., Déri, E., Budrys, E., Kull, T., Tali, K., Bauch, B., Settele, J., van Swaay, C., Kobler, A., Babij, V., Papastergiadou, E. and Henle, K. (2009). Advantages of Volunteer-Based Biodiversity Monitoring in Europe. *Conservation Biology*, 23(2), 307-316
- Schneider, P. and Hook, S.J. (2010). Space observations of inland water bodies show rapid surface warming since 1985. *Geophysical Research Letters*, 37(22), L22405
- Sutherlands, J.W., Clout, M., Cote, I.M., Daszak, P., Depledge, M.H. et al. (2010) *Conservation Issues for 2010 Trends in Ecology and Evolution*, 25, 1-7
- TEEB (The Economics of Ecosystems and Biodiversity) (2010). The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Mainstreaming the Economics of Nature: A synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB. http://www.teebweb.org/LinkClick.aspx?fileticket=bYhDohL_TuM%3D&tabid=924&mid=1813
- UN (United Nations) (2010a). High-level Plenary Meeting on the Millennium Development Goals. Keeping the promise: a forward-looking review to promote an agreed action agenda to achieve the Millennium Development Goals by 2015. Compilation of Partnership Events and Action Commitments. http://www.un.org/en/mdg/summit2010/pdf/HLP_M_Side%20Events_CRP.pdf
- UN (United Nations) (2010b). The Millennium Development Goals Report 2010. <http://www.un.org/millenniumgoals/pdf/MDG%20Report%202010%20En%20r15%20-low%20res%2020100615%20-pdf>
- UNEP (2010a). UN Climate Change Conference in Cancun delivers balanced package of decisions, restores faith in multilateral process. Press Release. www.unep.org/Documents.Multilingual/Default.asp?DocumentID=653&ArticleID=686&I=en
- UNEP (2010b). *The Emissions Gap Report: Are the Copenhagen Accord Pledges Sufficient to limit Global Warming to 2°C or 1.5°C?* United Nations Environment Programme, Nairobi
- UNEP (2010c). Report of the third ad hoc intergovernmental and multi-stakeholder meeting on an intergovernmental science-policy platform on biodiversity and ecosystem services. Busan, Republic of Korea, 7-11 June 2010
- UNEP (2010d). Biodiversity Year Ends on a High Note as UN General Assembly Backs Resolution Signing into Life an IPCC for Nature. Press release, 21 Dec. <http://www.unep.org/Documents.Multilingual/Default.asp?DocumentID=653&ArticleID=6872&I=en>
- UNEP/WMO (in press). *Integrated assessment of black carbon and tropospheric ozone*. United Nations Environment Programme, Nairobi
- UNEP and Bloomberg New Energy Finance (2010). Global Trends in Sustainable Energy Investment 2010. Analysis of Trends and Issues in the Financing of Renewable Energy and Energy Efficiency. United Nations Environment Programme, Paris
- UNFCCC (2007). Dialogue on long-term cooperative action to address climate change by enhancing implementation of the Convention. UNFCCC, Bonn
- UNGA (United Nations General Assembly) (2010). Keeping the Promise: United to Achieve the Millennium Development Goals. Draft Resolution Referred to the High-level Plenary Meeting of the General Assembly by the General Assembly at its sixty-fourth session. <http://www.un.org/en/mdg/summit2010/pdf/mdg%20outcome%20document.pdf>
- USDA (United States Department of Agriculture) (2010). World Agricultural Supply and Demand Estimates, 9 Nov. <http://www.usda.gov/oce/commodity/wasde/latest.pdf>
- US EPA (2011). Climate Change - Health and Environmental Effects. United States Environmental Protection Agency <http://www.epa.gov/climatechange/effects/health.html#air>
- Velders, G.J.M., Andersen, O.S., Daniel, J.S., Fahey, D.W. and McFarland, M. (2007). The importance of the Montreal Protocol in protecting climate. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104(12), 4814-4819
- van Donkelaar, A., Martin, R.V., Brauer, M., Kahn, R., Levy, R., Verduzco, C. and Villeneuve, P.J. (2010). Global Estimates of Ambient Fine Particulate Matter Concentrations from Satellite-Based Aerosol Optical Depth: Development and Application. *Environmental Health Perspectives*. 118(6), 847-855
- WBCSD (2010). WBCSD emphasizes need for public private cooperation to find solutions for climate change challenges. world Business Council for Sustainable Development. Press Release. 6 September. www.wbcsd.org/plugins/DocSearch/details.asp?type=DocDet&ObjectID=Mzg2Mzk
- WHO (2006). *WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. Global update 2005. Summary of risk assessment*. World Health Organization, Geneva
- WMO (2011). Press Release No. 906. http://www.wmo.int/pages/mediacentre/press_releases/pr_906_en.html
- World Bank (2010). *World Development Indicators 2010*. World Bank. Washington, D.C.

Próximos acontecimientos en 2011

10 a 11 de enero

1ª Reunión interperiodos de la Conferencia sobre Desarrollo Sostenible de la ONU (UNCSD), también denominada Rio+20, Nueva York, Estados Unidos
www.uncsd2012.org/

11 a 12 de enero

1ª Cumbre sobre financiación de infraestructuras sostenibles, Basilea, Suiza
<http://globalenergybasel.com/programmeand-slides-geb-2011/>

24 a 28 de enero

2ª Sesión del Comité Intergubernamental de Negociación para la preparación de un instrumento jurídicamente vinculante a nivel mundial sobre el mercurio (INC2), Chiba, Japón
www.unep.org/hazardoussubstances/Mercury/Negotiations/INC2/tabid/3468/language/en-US/Default.aspx

24 de enero a 4 de febrero

9ª Sesión del Foro de las Naciones Unidas sobre los Bosques (FNUB 9)/ Presentación del Año Internacional de los Bosques 2011, Secretaría del FNUB, Sede de la ONU, Nueva York, Estados Unidos
www.un.org/esa/forests/session.html

26 a 30 de enero

Foro Económico Mundial de Davos, "Shared Norms for the New Reality", Davos, Suiza
www.weforum.org/events/world-economicforum-annual-meeting-2011

2 de febrero

Apertura para la firma del Protocolo de Nagoya sobre Acceso a los Recursos Genéticos y Participación Justa y Equitativa en los Beneficios que se Deriven de su Utilización, del Convenio sobre la Diversidad Biológica, Sede de Naciones Unidas, Nueva York, Estados Unidos
www.cbd.int/meetings/

3 a 5 de febrero

Fósforo, alimentos y nuestro futuro: Cumbre sobre el fósforo sostenible, Universidad del Estado de Arizona, Tempe Campus, Tempe, Estados Unidos
<http://sols.asu.edu/frontiers/2011/index.php>

10 a 11 de febrero

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), Taller de estrategia para un crecimiento verde, Sede de la OCDE, París, Francia
www.oecd.org/document/56/0,3343,en_2649_37465_46328312_1_1_1_1,00.html

14 a 18 de febrero

Proceso ordinario de presentación de informes y evaluación del estado del medio marino a escala mundial, incluidos los aspectos socioeconómicos (Proceso Ordinario), Reunión del Grupo de Trabajo Plenario Especial de la Asamblea General, Sede de la ONU, Nueva York, Estados Unidos
www.un.org/Depts/los/global_reporting/global_reporting.htm

21 a 24 de febrero

26ª Sesión del Consejo de Administración/Foro Ambiental Mundial a Nivel Ministerial del PNUMA, Nairobi, Kenya
www.unep.org/gc/gc26/

28 de febrero a 4 de marzo

Reunión preparatoria intergubernamental para la 19ª Sesión de la Comisión sobre Desarrollo Sostenible (CSD 19), Sede de la ONU, Nueva York, Estados Unidos
www.un.org/esa/dsd/csd/csd_csd19_jpm.shtml

7 y 8 de marzo

2º Comité Preparatorio de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible (Rio+20), División de Desarrollo Sostenible, Sede de la ONU, Nueva York, Estados Unidos
www.un.org/esa/dsd/index.shtml

14 a 18 de marzo

Foro de Asociación de los Fondos de Inversión en el Clima (CIF), Túnez
www.climateinvestmentfunds.org/cif/partnership_forum_2011_home

14 a 18 de marzo

Mesa redonda del Pacífico sobre Cambio Climático, Alofi, Niue
www.sprep.org/event/

20 a 25 de marzo

5ª Conferencia internacional sobre desechos marinos, Honolulu, Hawaii, Estados Unidos
www.SIMDC.org

3 a 5 de abril

1ª Sesión de la Asamblea de la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA) y Quinta Comisión Preparatoria de IRENA, Abu Dhabi, Emiratos Árabes Unidos
www.irena.org/

25 a 29 de abril

5ª Reunión de la Conferencia de las Partes en el Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes (POP), Ginebra, Suiza
<http://chm.pops.int/default.aspx>

2 a 13 de mayo

19ª Sesión de la Comisión sobre el Desarrollo Sostenible (CSD 19), Sede de la ONU, Nueva York, Estados Unidos
www.un.org/esa/dsd/csd/csd_csd19.shtml

10 a 13 de mayo

33ª Sesión del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC 33), Abu Dhabi, Emiratos Árabes Unidos
www.ipcc.ch/calendar_of_meetings/calendar_of_meetings.shtml

14 a 18 de mayo

2º Congreso Internacional de Conservación Marina, IMCC 2, Conseguir que la ciencia marina importe, Victoria, Canadá
www.conbio.org/IMCC2011/



5 de junio

Día Mundial del Medio Ambiente, "Bosques, la naturaleza a su servicio", Delhi, India
www.unep.org/wed/

20 a 22 de junio

Reunión conjunta de expertos del IPCC de los grupos de trabajo I, II y III sobre Geoingeniería, Lima, Perú
www.ipcc-wg2.gov/meetings/EMs/index.html#5

20 a 22 de junio

Conferencia de Viena sobre Energía 2011: Energía para todos – Tiempo para la acción, Viena, Austria
www.unido.org/index.php?id=1001185

20 a 24 de junio

5ª Reunión de la Conferencia de las Partes en el Convenio de Rotterdam sobre el procedimiento de consentimiento fundamentado previo (PIC COP 5), Ginebra, Suiza
www.pic.int/

11 a 15 de julio

62ª Sesión del Comité de Protección del Medio Marino, Organización Marítima Internacional, Sede de la IMO, Londres, Reino Unido
www.imo.org/MediaCentre/MeetingSummaries/Pages/Default.aspx

16 a 22 de julio

13ª Reunión ordinaria de la Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura (CGRFA 13), Sede de la FAO, Roma, Italia
www.fao.org/nr/cgrfa/cgrfa-home/en/

29 de agosto a 2 de septiembre de 2011

Reunión interperiodos del grupo de trabajo especial de composición abierta de la Conferencia Internacional sobre Gestión de los Productos Químicos (ICCM OEWG), Belgrado, Serbia
www.saicm.org/index.php?content=meeting&mid=124&menuid=&def=1

8 a 12 de septiembre

2º Congreso Mundial sobre Biodiversidad, Kuching, Malasia
www.worldbiodiversity2011.com/

13 de septiembre

Apertura de la 66ª Sesión de la Asamblea General de la ONU, Sede de la ONU, Nueva York, Estados Unidos
www.un.org/en/ga/

20 de septiembre

Reunión de alto nivel de la Asamblea General de la ONU sobre "Abordar la desertificación, la degradación de las tierras y la sequía en el contexto del desarrollo sostenible y la erradicación de la pobreza", Sede de la ONU, Nueva York, Estados Unidos
www.unccd.int/

21 a 23 de septiembre

7ª Conferencia Ministerial "Medio ambiente para Europa", Astana, Kazajistán
www.unece.org/env/efe/Astana/welcome.html

10 a 21 de octubre

Convencción de la ONU de Lucha contra la Desertificación en aquellos países con graves problemas de sequía y/o desertificación, especialmente en África (UNCCD) y Décima Sesión de la Conferencia de las Partes, UNCCD COP 10, Ciudad de Changwon, República de Corea
www.unccd.int/cop/cop10/menu.php

17 a 21 de octubre

10ª Reunión de la Conferencia de las Partes en el Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación, Cartagena, Colombia
www.basel.int/meetings/meetings.html

30 de octubre a 4 de noviembre 2011

3ª Sesión del Comité Intergubernamental de Negociación para la preparación de un instrumento jurídicamente vinculante a nivel mundial sobre el mercurio (INC 3), Ouagadougou, Burkina Faso
www.unep.org/hazardoussubstances/MercuryNot/MercuryNegotiations/tabid/3320/language/en-US/Default.aspx

14 a 15 de noviembre

2ª Reunión interperiodos de la Conferencia sobre Desarrollo Sostenible de la ONU (UNCSD), también denominada Rio+20, Sede de la ONU, Nueva York, Estados Unidos
www.uncsd2012.org/

14 a 18 de noviembre

9ª Conferencia de las Partes en el Convenio de Viena y 23ª Reunión de las Partes en el Protocolo de Montreal, Bali, Indonesia
<http://ozone.unep.org/Events/meetings2011.shtml>

28 de noviembre a 9 de diciembre

17ª Sesión de la Conferencia de las Partes en la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) (COP 17) y Séptima Sesión de la Reunión de las Partes en el Protocolo de Kyoto (COP/MOP 7), Durban, Sudáfrica
http://unfccc.int/meetings/unfccc_calendar/items/2655.php



Foca antártica enmarañada en plástico. Fuente: *British Antarctic Survey*

Residuos plásticos en los océanos

Todos los años llegan a los océanos grandes cantidades de residuos plásticos, donde poco a poco se fragmentan y se acumulan en zonas de convergencia. Los científicos están preocupados por el posible efecto de los pequeños trozos de plástico —llamados microplásticos— que hay en el medio ambiente. Todavía no se entiende bien cuál es el papel que desempeñan los plásticos como vectores que transportan sustancias químicas y especies en los océanos, pero constituyen un peligro potencial para los ecosistemas y la salud humana. Una mejor gestión de los residuos es fundamental para impedir que los plásticos y otros residuos lleguen a los océanos.

Los océanos se han convertido en depósito global de una buena parte de los desechos que generamos. Los residuos marinos incluyen maderas, vidrio, metales y plásticos de muy diversas fuentes. Recientemente se ha reconocido que la acumulación y posibles efectos de los microplásticos que hay en el océano constituyen un problema ambiental creciente. Algunos científicos muestran cada vez mayor preocupación por el efecto potencial de la liberación de compuestos tóxicos bioacumulativos persistentes (CTBP) de los residuos plásticos. A la vez, en muchas partes del mundo los sectores del turismo y de la pesca se ven afectados económicamente por el hecho de que los plásticos se introducen en las redes, se enredan en hélices y otros equipos, y son arrastrados por el agua hasta las playas. A pesar de los esfuerzos internacionales por frenar el flujo de residuos plásticos, estos siguen acumulándose y afectando al medio marino. Para reducir la cantidad de plástico que llega a los océanos hacen falta instrumentos de control más efectivos y una mejora de todos los aspectos del proceso de tratamiento y eliminación de desechos.

Hay varios tipos de plásticos de uso generalizado que flotan y que han sido llevados por las corrientes oceánicas a las regiones más remotas del planeta, incluso al Ártico y la Antártida (Barnes et al. 2010). La atención de los medios de comunicación se ha concentrado en informes sobre la incidencia relativamente alta de residuos plásticos en áreas de los océanos denominadas “zonas de convergencia” o “giros oceánicos”. El resultado ha sido el uso generalizado de términos como “sopas de plástico”, “manchas de basura” y “vertederos oceánicos”. Estos términos son engañosos, en el sentido de que los residuos plásticos que se acumulan en los océanos son fragmentos diminutos, mientras que las áreas en que se encuentran no se distinguen, por ejemplo, en imágenes satelitales. No obstante, la publicidad que reciben gracias a los informes que aparecen en los medios

y a las actividades de diversas ONG ha contribuido a aumentar el grado de concienciación pública y política sobre la escala mundial del problema de los residuos plásticos, junto con el problema de envergadura aún mayor de la basura marina.

Evaluación del alcance del problema

Es difícil medir las cantidades y determinar la procedencia de los residuos plásticos y de otro tipo que llegan a los océanos. Entre las fuentes de origen terrestre están los vertederos mal gestionados, el transporte desde las riberas, los vertidos sin tratar de aguas residuales y descargas de aguas pluviales, las plantas e instalaciones industriales sin controles adecuados, los residuos transportados por el viento, el uso de zonas costeras para fines recreativos y las actividades turísticas (Barnes et al. 2009). Se estima que estas fuentes aportan el grueso de los residuos marinos, aunque con importantes variaciones regionales. Por ejemplo, el transporte por mar y la pesca son importantes factores en las regiones marítimas de Asia oriental y el sur del Mar del Norte (UNEP/COBSEA 2009, Galgani et al. 2010). En general, se encuentran más desechos cerca de los centros de población, que incluyen una mayor proporción de objetos de plástico procedentes de artículos de consumo como botellas, bolsas de compras y productos de higiene personal (Ocean Conservancy 2010).

El mayor avance tecnológico de los plásticos modernos se produjo durante la primera mitad del siglo XX. Su producción y uso han continuado creciendo rápidamente hasta el día de hoy (**Figura 1**). En muchos sectores han alcanzado gran popularidad como material para envasado (**Recuadro 1**). Uno de los mayores beneficios de su uso en la industria alimenticia es que pueden posponer la caducidad, con lo cual disminuye el riesgo de infección y se reduce el desperdicio de alimentos.

Entre las fuentes de desechos de plástico en los océanos relacionadas con barcos y plataformas están las embarcaciones pesqueras y de recreo, los transatlánticos, los buques mercantes, las plataformas de extracción

Microplásticos: partículas de plástico de tamaño menor a cinco milímetros de diámetro (Arthur et al. 2009).

Compuestos tóxicos bioacumulativos persistentes (CTBP): provocan numerosos efectos crónicos en la salud los cuales incluyen trastornos endocrinos, mutagenicidad y carcinogenicidad. Un subconjunto de estas sustancias está regulado por el Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes (COP).

Autores: Peter Kershaw (líder), Saido Katsuhiko, Sangjin Lee, Jon Samseth y Doug Woodring
Redactor científico: John Smith

Recuadro 1: Plásticos de consumo: usos y destinos

La mayoría de los envases y productos que integran la cadena de desechos están fabricados a partir de un pequeño grupo de plásticos de consumo mundial, entre ellos polietileno (PE), polipropileno (PP), polietileno tereftalato (PET), policloruro de vinilo (PVC), poliestireno (PS) y poliamida (PA), mejor conocido como nylon (Andrady y Neal 2009, PlasticsEurope 2010). Estos plásticos tienen distintas propiedades, que reflejan los usos a que se destinan y pueden afectar a su durabilidad y lo que sucede con ellos en los océanos. Por ejemplo, el PE y el PP son menos densos que el agua del mar y tienden a flotar, mientras que el PS, PA y PET son más densos y suelen hundirse. Todos estos plásticos se pueden recuperar y reciclar si hay una infraestructura apropiada y una disposición favorable por parte de los ciudadanos. La recolección y reciclaje de mezclas de distintos tipos de plásticos sigue siendo un reto, aunque la separación basada en la diferente densidad puede ser eficaz. Los artículos plásticos de consumo a menudo llegan hasta los océanos a causa de una combinación de prácticas de gestión de desechos inadecuadas, políticas y normativas mal orientadas, vigilancia ineficaz de su cumplimiento, y las actitudes y conductas de las personas.

Los principales factores que impulsan el uso del plástico son sus mejores propiedades físicas o químicas, en comparación con productos alternativos; el bajo costo; la capacidad de producción masiva; y un menor uso de recursos. Además, el análisis de los ciclos de vida ha demostrado que el uso de los plásticos en vez de otras alternativas en muchos casos reduce notablemente el consumo de energía y las emisiones de GEI en aplicaciones que van desde los envases para alimentos hasta vehículos rodados y aviones (PWC/Ecobilan 2004).

Las posibles aplicaciones de los plásticos en los productos de consumo son numerosas y variadas. Además, hay importantes diferencias regionales en su uso y su eliminación. Las bolsas de polietileno se suelen usar en África occidental para el suministro de agua potable, pero suelen ir a parar a los cursos de agua por la falta de sistemas de gestión de residuos. En Europa, aproximadamente el 38 por ciento de los plásticos se usan para producir envases desechables (Barnes et al. 2009). En muchos países es difícil obtener datos cuantitativos, especialmente sobre el uso y destino de objetos de un solo uso como botellas, bolsas de compra y envases de alimentos.

El consumo de materiales de plástico en América del Norte y Europa occidental alcanzó en 2005 aproximadamente 100 kilos per cápita al año; y se espera que llegue a los 140 kilos en 2015. El rápido desarrollo de los países asiáticos constituye el área de crecimiento potencial más grande del mundo: su uso actual

es de unos 20 kilos de plástico por persona y año, y se estima que alcanzará los 36 kilos para 2015 (EuPC et al. 2009). La tasa de reciclaje y reutilización de los plásticos varía enormemente, incluso en las regiones desarrolladas. Por ejemplo, en 2009 más del 84 por ciento del plástico fue recuperado (es decir, reciclado o reutilizado en la producción de energía) en siete países de la UE, y también en Noruega y Suiza. Varios países europeos recuperaron solamente el 25 por ciento o menos (EuPC et al. 2009, PlasticsEurope 2010). La introducción de mejoras en las operaciones de gestión de desechos constituye una oportunidad –muchas veces desaprovechada– para la innovación y la creación de empleo, especialmente en muchos de los países en desarrollo, donde únicamente se recupera un pequeño porcentaje de los plásticos producidos.

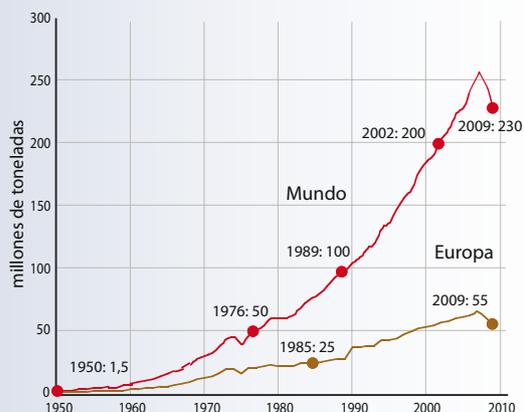


Figura 1: Crecimiento en la producción de plásticos, 1950-2009. Tras cinco décadas de crecimiento continuo en la producción mundial de plásticos, en 2008 descendió por la crisis económica. Cerca del 25 por ciento de la producción mundial tiene lugar en Europa. Los plásticos representados en la figura son termoplásticos, poliuretanos, termoendurecibles, elastómeros, adhesivos, recubrimientos y sellantes, y fibras de polipropileno. No se incluyen PET, PA y fibras poliacrílicas. Fuente: PlasticsEurope 2010

de gas y petróleo y las instalaciones de acuicultura (Figura 2). Hay grandes diferencias regionales en la importancia relativa de estas posibles fuentes (GESAMP 2010). El vaciado de plásticos y otras basuras de barcos y otras estructuras frente a las costas está contemplado en la legislación internacional, pero la implementación y vigilancia del cumplimiento son a menudo inadecuadas (NAS 2009, UNEP 2009a, Galgani et al. 2010).

La circulación oceánica afecta considerablemente a la redistribución y acumulación de residuos marinos, y también influyen la masa, flotabilidad y persistencia del material (Moore et al. 2001). La simulación por modelos computarizados, basada en datos tomados de unas 12 000 boyas de deriva desplegadas desde comienzos de los noventa y monitoreadas por satélite como parte del Programa Global de Drifters (GODP 2011), confirma que los residuos son transportados por corrientes oceánicas y



Residuos plásticos encontrados por el buque R.V. Meteor a más de 4 200 metros de profundidad en la cuenca de Ierapetra al sur de Creta (Grecia). Foto: Michael Türkay, Senckenberg Research Institut, Frankfurt (Alemania)

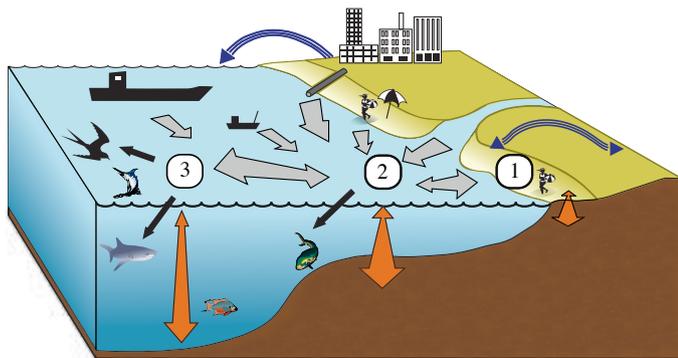


Figura 2: Principales fuentes y vías de circulación de los plásticos en el entorno marino. La mayoría de los plásticos se acumulan en las playas (1), en las aguas costeras y sus sedimentos (2), y en alta mar (3). Las flechas de color azul oscuro indican desechos transportados por el viento; las flechas grises, por el agua; las de color naranja, movimiento vertical por las columnas de agua, incluyendo plásticos enterrados en sedimentos; y las flechas negras, plásticos ingeridos por organismos marinos. Fuente: Adaptado de Ryan et al. (2009)

tienden a acumularse en un número limitado de zonas subtropicales de convergencia, o giros (IPRC 2008) (Figura 3). Por esta razón, los residuos pueden llegar a las playas de islas remotas situadas a gran distancia de su punto de origen. Las simulaciones sugieren que los residuos pueden permanecer en los giros muchos años, aunque en esta constatación no se tienen en cuenta otros procesos o cambios posibles en las propiedades de las partículas.

En un estudio reciente se presentan datos sobre la acumulación de plásticos en el norte del Atlántico y el Caribe desde 1986 a 2008 (Law et al. 2010). Las mayores concentraciones (> 200 000 unidades por kilómetro cuadrado) se dieron en las zonas de convergencia, tal como predecía el modelo empleado, pero no hubo un aumento significativo en la concentración durante este periodo de 22 años. Aunque los autores especulan sobre posibles causas, tales como pérdidas debidas a la sumersión o fragmentación hasta tamaños que la red de muestreo no retenía, concluyen que los resultados ilustran la actual insuficiencia en el conocimiento tanto de fuentes como de depósitos en los océanos (Law et al. 2010). Se piensa que una parte de los residuos son expulsados durante los tres años de promedio que precisa una vuelta completa en la zona de convergencia (Ebbesmeyer y Scigliano 2009). Un estudio de microplásticos en muestras de zooplancton de la Corriente Costera del sur de California tampoco mostró cambios significativos en la proporción de microplásticos durante un periodo de 25 años (Gilfillan et al. 2009). En otras regiones las tendencias en la acumulación de plásticos podrían también quedar afectadas por una gestión inadecuada de los desechos en combinación con el crecimiento de población y factores económicos. Sin embargo, todavía no se dispone de datos que lo confirmen.

Por razones prácticas, es más difícil efectuar el seguimiento de la acumulación de residuos depositados en el fondo del mar que en aguas



Intentando impedir que los residuos plásticos lleguen al mar, tras fuertes lluvias en el sur de California (Estados Unidos). Foto: Bill Macdonald

más superficiales. Un extenso estudio de la plataforma continental del noroeste de Europa reveló la existencia generalizada de residuos, principal –pero no exclusivamente– plásticos (> 70 por ciento) de procedencia diversa (Galgani et al. 2000). Los cañones marinos profundos parecen formar depósitos de materiales de fuentes terrestres. La cantidad de material relacionado con la pesca concordaba con actividades pesqueras conocidas. El programa de Censo de Vida Marina, que finalizó en 2010, registró la existencia de residuos plásticos a profundidades abisales. Estos resultados no son insólitos (Galil et al. 1995). A estas profundidades los plásticos tardan mucho más tiempo en fragmentarse, a causa de la falta de penetración de los rayos ultravioleta (UV) y las temperaturas mucho más bajas.

En los últimos años ha aumentado el monitoreo, la vigilancia y las investigaciones orientadas a plásticos y otros tipos de residuos marinos. Pese a ello, todavía no contamos con un conjunto completo de indicadores medioambientales que se puedan usar en las evaluaciones, y lo mismo se puede decir en cuanto a indicadores socioeconómicos. En estos tipos de indicadores se podrían incluir las tendencias en el aumento de la población costera y la urbanización, la producción de plásticos, las proporciones de desechos que son reciclados, los ingresos por turismo, los métodos de eliminación de desechos, el tonelaje de los barcos y las actividades pesqueras. Los indicadores suministran asimismo un modo de valorar la efectividad de medidas de mitigación como una mejor gestión de los desechos y la introducción de iniciativas de tipo económico.

Al nivel regional, la Comisión Europea está elaborando métodos para evaluar el alcance del problema de los desechos marinos. Esta iniciativa se desarrolla bajo los auspicios de la Directiva Marco sobre Estrategia Marina (EU 2008, Galgani et al. 2010), de amplio alcance, con la elaboración de indicadores para seguir el progreso realizado en el camino para alcanzar la

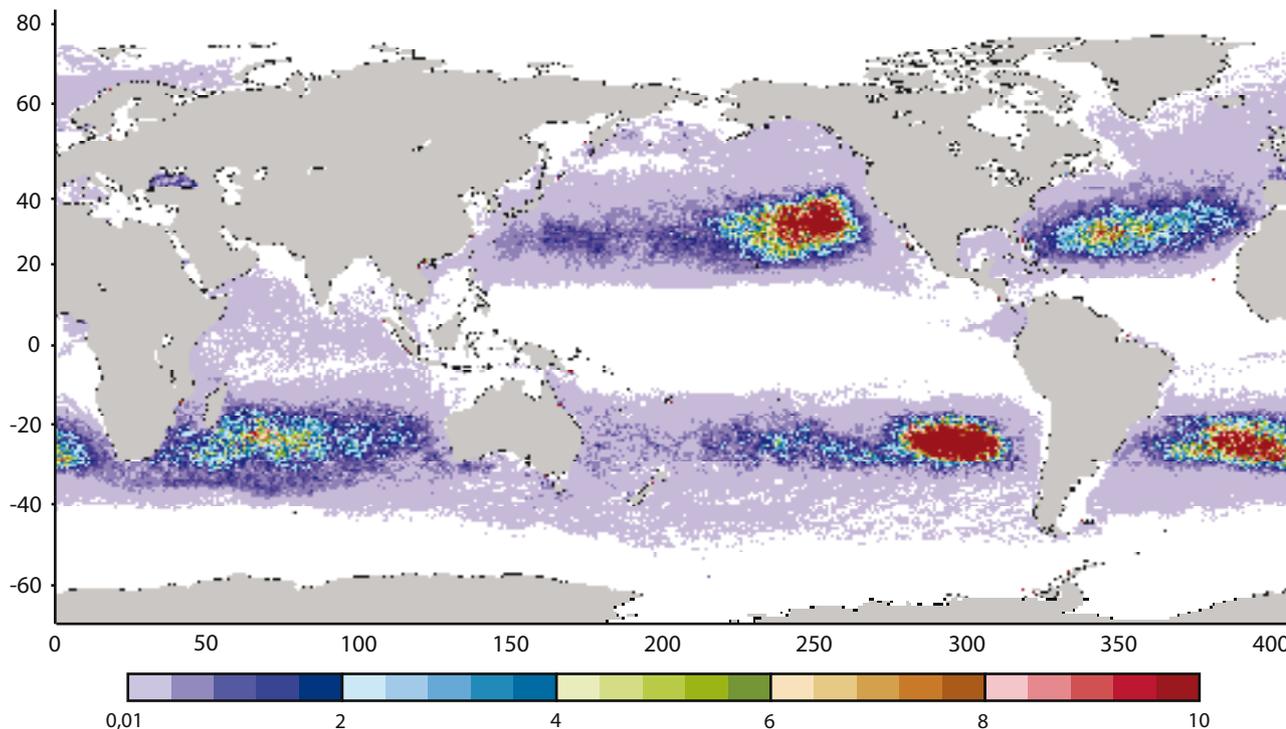


Figura 3: Esta simulación de la distribución de desechos marinos en el océano después de diez años muestra la acumulación de plásticos en los cinco giros: el giro del Océano Índico, los giros del Pacífico Norte y Sur, y los giros del Atlántico Norte y Sur. La simulación, elaborada a partir de una distribución inicial uniforme y basada en movimientos de deriva reales, muestra la influencia de los cinco giros principales a lo largo del tiempo. Fuente: IPRC 2008



Plástico ingerido por un albatros Laysan en el Pacífico. El conocimiento de cómo y dónde los organismos marinos entran en contacto con residuos marinos contribuiría a diseñar estrategias de gestión para mitigar su impacto medioambiental. Fuente: Young et al. (2009)

meta de un “estado ecológico satisfactorio” en el año 2020. Los indicadores abarcan la cantidad, distribución y composición de los desechos bajo cuatro categorías: los que llegan a las playas y/o se eliminan en las costas; los que hay en el mar y en el lecho marino; los que causan impactos en los animales del mar; y los microplásticos (Galgani et al. 2010). Este enfoque podría proporcionar un útil modelo para otros programas regionales en cuanto al desarrollo de indicadores de salud ecológica, como son los relacionados con los Objetivos de Calidad Ecológica (EcoQO).

El monitoreo rutinario de plásticos en alta mar por métodos tradicionales suele ser costoso, a la vez que limitado en su extensión geográfica y su frecuencia. Por esta razón, se siguen buscando técnicas cuantitativas con una mayor efectividad de costos. Desde 1977 se vienen utilizando mediciones del plástico en el estómago de aves marinas que quedan varadas en las costas del nordeste del Atlántico para hacer el seguimiento de las distribuciones subregionales y las tendencias a lo largo del tiempo. Los resultados se comparan con los objetivos de EcoQO (10 miligramos por ave). El fulmar, junto con otras especies de aves que se alimentan en alta mar como el petrel, el auklet y el albatros, son forrajeadores indiscriminados, y se ha comprobado que ingieren objetos de plástico que podrían pasar a sus crías (Ryan et al. 2009,

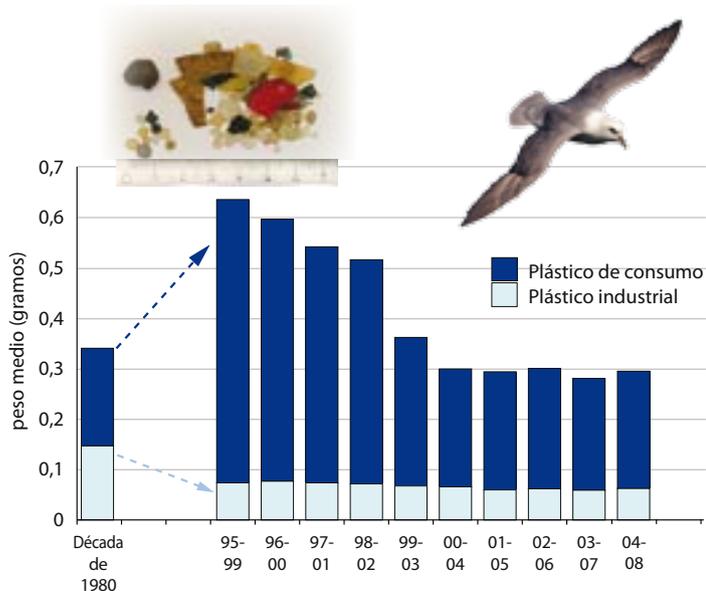


Figura 4: Plástico industrial y de consumo ingerido por fulmares varados en las playas del Mar del Norte, años 1980–2008. Desde los años 80 ha disminuido en un 50 por ciento el peso medio de residuos plásticos industriales. La ingestión de plásticos de consumo se triplicó hacia mediados de la década de 1990, pero desde entonces ha descendido. Fuente: van Franeker et al. (2010). Foto: Jan van Franeker, IMARES

Young et al. 2009). Los niveles más altos de plásticos encontrados en los fulmares datan de la década de 1990. Los actuales niveles son similares a los hallados en los años 80, pero no ha habido más reducciones en la cantidad. El único cambio se ha visto en la composición, que ha pasado de plásticos industriales al predominio de plásticos de productos de consumo (van Franeker et al. 2010) (Figura 4). En un estudio centrado en la pardela colicorta del este del Mar de Bering, realizado entre los años 70 y los 90, Vlietstra y Parga (2002) constataron un cambio similar en el origen de los plásticos.

Los indicadores relacionados con EcoQO facilitan un medio de someter a prueba la efectividad de las medidas de mitigación. En aguas holandesas el 90 por ciento de los desechos que llegan a las playas proceden de buques mercantes o de pesca (van Franeker et al. 2010). Aunque la aplicación de la legislación europea para mejorar las instalaciones portuarias de recogida de desechos comenzó ya a mediados de la década del 2000, no ha habido reducción en la cantidad de plástico encontrada en los fulmares, lo que sugiere que no se está cumpliendo dicha legislación (van Franeker et al. 2010). Se han desarrollado algunos indicadores adicionales para residuos marinos, pero aún no se han aplicado extensamente.

Efectos físicos y químicos

Los daños ambientales ocasionados por los plásticos y otros residuos marinos se pueden definir como efectos de nivel letal o subletal en la

biodiversidad debidos a daños físicos por ingestión; enredamiento en “redes fantasmas” (redes de pesca que se pierden o son abandonadas en el océano) y otros residuos; contaminación química por ingestión; y alteraciones en la estructura de la comunidad, incluida la importación de especies foráneas (Galgani et al. 2010). La exposición de los residuos plásticos a la variedad de procesos físicos, químicos y biológicos de los océanos produce fragmentación y reducción de tamaño (Recuadro 2). En general, es probable que los efectos químicos potenciales aumenten con la reducción del tamaño de las partículas de plástico, mientras que los efectos físicos como el enmarañamiento de focas y otros animales en los plásticos a la deriva aumentan con el tamaño y la complejidad de los residuos.

Más de 260 especies han quedado enredadas o han ingerido residuos marinos (Laist 1997, Derraik 2002, Macfadyen et al. 2009). Un reciente estudio de los peces del giro del Pacífico Norte que se alimentan de plancton encontró una media de 2,1 artículos de plástico por cada pez (Boerger et al. 2010). La ingestión de plásticos al confundirlos con alimentos es un hecho bien documentado en aves, tortugas y mamíferos marinos, y puede resultar fatal (Jacobsen et al. 2010). Los albatros pueden confundir el plástico de color rojo por un calamar, y las tortugas marinas las bolsas de plástico por medusas. Sin embargo, es difícil cuantificar en qué medida este tipo de ingesta tiene efecto en las especies al nivel numérico, especialmente si existen otras presiones como la pérdida de lugares de reproducción o la explotación excesiva. Las partículas ingeridas pueden causar obstrucción intestinal o dañar la membrana interna del estómago. Estas partículas pueden también ser causa de desnutrición, ya que son sustitutos inadecuados de alimentos (Young et al. 2009), aunque estos efectos parecen ser específicos de ciertas especies. Asimismo, los objetos o fragmentos de plástico a la deriva proporcionan un “locus” temporal o vector de especies invasivas, entre las que se incluyen invertebrados sésiles, algas marinas y patógenos (Astudillo et al. 2009).



Las piscifactorías de las costas sudamericanas del Pacífico son una importante fuente de residuos plásticos en la región. Las boyas que se pierden podrían ser causa de la dispersión de organismos asociados en el Pacífico Sudeste. Crédito: Cristián Gutiérrez, Oceana

Recuadro 2: La lenta degradabilidad de los plásticos en el océano



Los plásticos, como otros muchos materiales, se ensucian muy rápidamente en el agua del mar. Estos objetos encontrados en el océano están cubiertos de percebes. Foto: *Algalita Marine Research Foundation*

La preocupación por el posible impacto químico de los plásticos en los océanos es doble: además del efecto potencial de la liberación de aditivos que eran parte de la formulación original, hay otros posibles efectos por la liberación a lo largo del tiempo de CTBP acumulados en las partículas de plástico.

La primera preocupación se relaciona con algunos de los compuestos usados en la manufactura de plásticos, como nonilfenoles, ftalatos, bisfenol A (BPA) y monómeros de estireno, que a altas concentraciones pueden tener efectos nocivos en la salud: por ejemplo, en el sistema endocrino, que regula el equilibrio hormonal. Algunos estudios han sugerido que dichos efectos pueden darse en la tierra y en los ecosistemas de agua dulce (Teuten et al. 2009). Por otra parte, un análisis de los datos obtenidos por el seguimiento de BPA concluyó que los efectos negativos se limitarían a zonas muy industrializadas y serían además escasos (Klecka et al. 2009). La medida en que estos compuestos persisten en el entorno

Poco se sabe sobre el tiempo que tarda el plástico en degradarse en el entorno marino, pero se estima que podría tratarse de cientos de años. La mayoría de los plásticos no se pueden considerar biodegradables en este entorno, porque el término "biodegradable" solo sería aplicable a los que se descomponen por acción bacterial o por oxidación en moléculas más simples, como el metano, el dióxido de carbono y el agua (Narayan 2009). Los plásticos "biodegradables" u "oxidegradables" pueden descomponerse en compostadoras industriales o en vertederos, en un entorno controlado y manteniendo la temperatura por encima de los 58°C (Song et al. 2009). La temperatura es mucho más baja en la mayoría de los océanos, y en consecuencia el proceso de degradación es mucho más lento.

El plástico que está en los océanos tiende a fragmentarse en pequeñas partículas de una composición similar, proceso al que contribuyen las olas y el viento. La radiación ultravioleta (UV) del sol desempeña un importante papel en la descomposición de algunos plásticos (PP, PE). Durante el proceso de fabricación, en algunos casos se añade un estabilizador UV para extender la "vida" de ciertos artículos, dificultando así aún más su descomposición una vez desechados. El agua del mar absorbe y dispersa los rayos UV, de modo que los plásticos que flotan en la superficie o cerca de ella se descomponen más rápidamente que los que se encuentran a mayor profundidad. Cuando los objetos de plástico se hunden y llegan hasta el lecho marino, el proceso de descomposición se hace mucho más lento, ya que no hay prácticamente penetración de rayos UV y las temperaturas son mucho más bajas. Se han encontrado residuos plásticos en el fondo marino desde las profundidades del estrecho de Fram en el Atlántico Norte hasta los cañones profundos que hay frente a las costas del Mediterráneo, y se cree que una buena parte de los plásticos que hay en el Mar del Norte se encuentran en su lecho marino (Galgani et al. 1996, Galgani et al. 2000, Galgani y Lecornu 2004).

En el mar, la mayoría de los objetos de plástico quedan recubiertos por el crecimiento de bacterias, algas, percebes, moluscos y otros organismos. Este proceso sucede en todos los desechos, sin importar el tamaño, desde microplásticos hasta objetos más grandes como boyas. Esta capa superficial biológica puede afectar a los mecanismos de descomposición, además de aumentar la densidad de los objetos de plástico provocando su hundimiento, de manera que las partículas se dispersan por toda la columna de agua y algunas, con el paso del tiempo, llegan hasta el fondo del mar. Si esa capa biológica superficial es eliminada posteriormente por organismos que se alimentan de ella, los objetos pueden volver a flotar hasta la superficie.

marino y afectan a los organismos que viven en el mar no ha sido aún bien cuantificada por los científicos, y hace falta continuar estos trabajos para poder evaluar su impacto potencial.

La segunda inquietud está relacionada con la acumulación de CTBP en pequeñas partículas de plástico (**Recuadro 3**). Todos los residuos plásticos, desde redes y otros aparejos de pesca hasta los miles de diferentes objetos de consumo que van a parar al océano, se desintegran produciendo fragmentos que pueden absorber CTBP ya presentes en el agua y los sedimentos (Mato et al. 2001, Rios et al. 2007, Macfadyen et al. 2009). Entre los CTBP se incluyen los bifenilos policlorados (PCB), los hidrocarburos poliaromáticos (HPA), el hexaclorociclohexano (HCH) y el insecticida DDT, junto con otros contaminantes orgánicos persistentes (COP) tratados en la Convención de Estocolmo (Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants 2011). Muchos de estos contaminantes, incluidos los PCB, tienen efectos crónicos como por ejemplo trastornos

Recuadro 3: Pellets de plástico

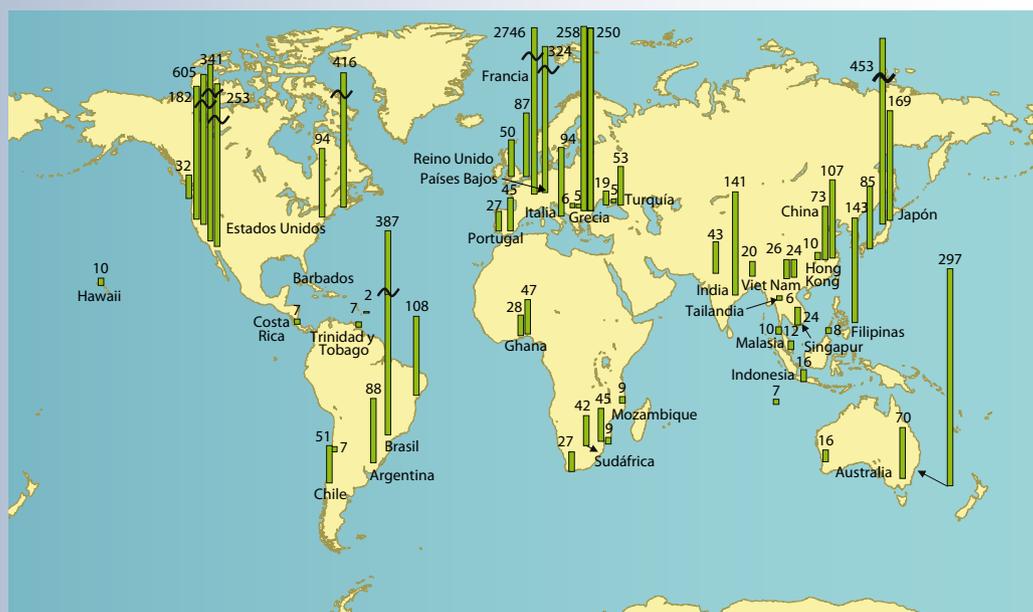
Los pellets de resina de plástico son pequeños gránulos que en general tienen forma de cilindro o de disco, con un diámetro de pocos milímetros. Estas partículas son una materia prima industrial que es sometida a un proceso de fundición y moldeado para formar productos acabados. Llegan a los océanos como resultado de vertidos o derrames accidentales. Al igual que sucede con otras partículas de plástico, se ha comprobado que pueden acumular CTBP. En el caso de láminas de plástico finas –de 50 micrómetros o menos– este proceso de acumulación o liberación puede producirse en pocos días (Adams et al. 2007). En el caso de pellets, el equilibrio entre la concentración de un determinado componente en el pellet y en el agua o sedimento que lo rodea puede tardar varias semanas o incluso meses. En consecuencia, los pellets más viejos suelen tener concentraciones más altas de sustancias contaminantes, y se han utilizado para elaborar mapas de distribución de la contaminación de las aguas costeras en todo el mundo (Ogata et al. 2009, International Pellet Watch 2011) (Figura 5). Su tamaño homogéneo los convierte en útiles herramientas de monitoreo.

El transporte mediante partículas de plástico no representa un flujo adicional significativo de CTBP a escala mundial en comparación con el transporte atmosférico o acuático (Zarfl y Matthies 2010). Sin embargo, la concentración de contaminantes en partículas de microplástico sí puede aumentar la exposición de organismos mediante ingestión y entrada en la cadena alimentaria, con lo que podría producirse una biomagnificación en los principales depredadores de la cadena, como el pez espada y la foca. La ingesta de pequeñas partículas por una amplia variedad de organismos está bien documentada. Sin embargo, aún no se dispone de la información básica necesaria sobre la respuesta bioquímica y fisiológica de los organismos a la ingestión de plásticos contaminados con CTBP para calcular la escala del problema (Arthur et al. 2009, GESAMP 2010). Es posible que los CTBP presentes en las partículas de plástico estén menos disponibles biológicamente que los de las aguas o las fuentes de alimentos circundantes (Gouin et al. 2011).



Se ha comprobado que los pellets de plástico como estos, recogidos en playas de todo el mundo, acumulan sustancias persistentes, bioacumulativas y tóxicas. Los pellets se usan en la fabricación de productos de plástico, y han llegado a los océanos como resultado de vertidos accidentales; o por un manejo o una gestión de desechos no adecuados. Aunque hay pruebas de que las cantidades que llegan al entorno marino han disminuido como consecuencia de mejoras en las prácticas industriales, los pellets que ya se encuentran en los océanos persistirán muchos años. Foto: International Pellet Watch

Figura 5: Concentración de PCB en pellets de resina de plástico que llegan a las playas, en nanogramos por gramo de pellet. Se han recogido pellets de polietileno en 56 playas de 29 países, y se han analizado para comprobar las concentraciones de compuestos organoclorados. Los pellets encontrados en los Estados Unidos, Europa occidental y Japón tenían las concentraciones más elevadas de PCB; y los de las regiones tropicales de Asia y África las más bajas. Esta pauta espacial refleja las diferencias regionales en el uso de PCB. Fuente: Ogata et al. (2009) con datos adicionales facilitados por International Pellet Watch en 2010



endocrinos que afectan a la reproducción, aumentos en la frecuencia de las mutaciones genéticas (mutagenicidad) y la tendencia a provocar cáncer (carcinogenicidad). Algunos científicos piensan que estos contaminantes persistentes podrían llegar a la cadena alimentaria, aunque actualmente existe gran incertidumbre sobre el riesgo que esta posibilidad presenta para la salud humana y de los ecosistemas (Arthur et al. 2009, Teuten et al. 2009, Thompson et al. 2009, GESAMP 2010).

Se sabe que hay microplásticos por doquier en los océanos, que contienen numerosos contaminantes químicos, y que pueden ser ingeridos por los organismos marinos. Sin embargo, la falta de certeza sobre el posible papel de los microplásticos como un vector más para la absorción de contaminantes por los organismos aconseja ser prudentes y fomentar el avance en las investigaciones.

Efectos socioeconómicos: “más amplios que el océano mismo”

Los costos relacionados con la presencia de plásticos y otros residuos marinos suelen correr por cuenta de los afectados más bien que los responsables del problema (ten Brink et al. 2009, Mouat et al. 2010). Los efectos más evidentes son los económicos, como la pérdida de oportunidades de pesca a causa del tiempo que hay que pasar eliminando basuras de redes, hélices y tomas de agua bloqueadas. Los residuos marinos cuestan al sector pesquero de Escocia un promedio de entre 15 y 17 millones de dólares al año, lo que equivale al cinco por ciento de los ingresos totales de las pesquerías afectadas. Los desechos marinos suponen también un importante y constante riesgo para la navegación, como se puede comprobar por el creciente número de rescates de barcos con hélices atascadas realizados por los guardacostas en Noruega y el Reino Unido: en 2008 hubo 286 rescates en aguas británicas, con un costo de hasta 2,8 millones de dólares (Mouat et al. 2010).

La limpieza de playas y vías de navegación puede ser muy costosa. En los Países Bajos y Bélgica se gastan aproximadamente 13,65 millones de dólares al año en el retiro de basura acumulada en las playas. Los costos de limpieza que afrontan los municipios del Reino Unido han aumentado un 38 por ciento en la última década, hasta alcanzar los casi 23,62 millones de dólares anuales (Mouat et al. 2010). Se estima que limpiar de basura los canales de aguas residuales de una manera efectiva en Sudáfrica costaría unos 279 millones de dólares cada año (ten Brink et al. 2009).

Hay otras consideraciones que incluyen los “costos estéticos intangibles”. La basura puede incidir en la percepción que tiene el público de la calidad del entorno ambiental, lo cual a su vez puede conllevar una pérdida de ingresos para las comunidades locales que se benefician del turismo, y también en algunos casos para las economías nacionales que dependen del turismo y de las actividades económicas relacionadas (ten Brink et al. 2009, Mouat et al. 2010). Además, los plásticos rotos, al igual que los trozos de vidrio, pueden causar heridas o trastornos graves a los usuarios de las playas.

El Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico (CEAP) informa de un costo estimado de más de mil millones de dólares al año, solo en la región Asia-Pacífico, por tareas que van desde operaciones de limpieza hasta reparaciones de barcos. Los sectores de pesca, transporte y turismo de muchos países, igual que gobiernos y comunidades locales, sufren los efectos negativos de los residuos marinos (McIlgorm et al. 2008, Ocean Conservancy 2010).

Abordar la situación, resolver los problemas

Pese a la existencia de diversas convenciones internacionales (**Recuadro 4**), el problema de los plásticos y otros residuos marinos de los océanos continúa sin solucionarse. Esta situación indica que no se han adoptado estrategias eficaces a escala mundial, regional y nacional con las que hacer frente a los desechos urbanos y de otras fuentes. También sugiere que hay deficiencias en la aplicación y ejecución de las actuales regulaciones y normativas. Es posible que algunas de ellas adolezcan de insuficiente apoyo económico.

Algunos países han tomado medidas a nivel nacional para abordar este problema por vías legislativas y mediante la aplicación de acuerdos regionales e internacionales a través de normativas nacionales. Sin embargo, en muchos países tales iniciativas no existen o carecen de eficacia.

Es posible hacer uso de una extensa serie de instrumentos económicos con los que contribuir a modificar actitudes y conductas (ten Brink et al. 2009). Para alcanzar este fin, es necesario que dichos instrumentos vayan acompañados por actuaciones concretas y por una puesta en práctica efectiva, y que estén respaldados por programas de información, educación, concienciación pública, adquisición de capacidades y cursos de transferencia tecnológica. Se pueden citar ejemplos que incluyen el fomento del desarrollo y el uso de buenas instalaciones receptoras de desechos generados por barcos, acciones cooperativas dentro del sector pesquero, tener en cuenta los ciclos de vida en el diseño de productos para reducir los desechos de plásticos, y la introducción de mejoras en las prácticas de gestión de desechos.

El Programa de Acción Mundial para la protección del medio marino frente a las actividades realizadas en tierra

El Programa de Acción Mundial (PAM) para la protección del medio marino frente a las actividades realizadas en tierra, cuyo Secretariado es facilitado por PNUMA, es la única iniciativa a escala mundial que encara directamente el vínculo entre las cuencas hidrográficas, las aguas costeras y el mar abierto (UNEP/GPA 2011). Suministra un mecanismo para el desarrollo e implementación de iniciativas para abordar problemas transfronterizos. Los plásticos y otros tipos de residuos marinos son uno de estos problemas. Para contribuir a su solución, PNUMA ha colaborado con la Comisión Oceanográfica Intergubernamental de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO-COI)

Recuadro 4: Convenciones internacionales

El tema de los desechos marinos ha sido abordado por la Asamblea General de las Naciones Unidas dentro del contexto de sus resoluciones anuales sobre los océanos y la legislación marina y sobre la pesca sostenible. En 2005 se consideró otra vez este asunto porque fue tratado en la sexta reunión del Proceso abierto de consultas oficiosas de las Naciones Unidas sobre los océanos y el derecho del mar. Dos importantes convenciones internacionales han encarado específicamente los desechos marinos en los océanos: el Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques de 1973, tal como fue modificado por el Protocolo de 1978 (MARPOL 73/78); y el Convenio sobre la prevención de la contaminación del mar por vertimiento de desechos y otras materias de 1972 (al que se suele hacer referencia como el Convenio de Londres) con su Protocolo de 1996 (el Protocolo de Londres). Sin embargo, pese a las restricciones en la eliminación de desechos basadas en la tipología y la distancia de tierra, y a la prohibición absoluta de arrojar plásticos al mar, las playas y los mares del mundo siguen estando contaminados por plásticos y otros tipos de desechos marinos. En general, se considera que, aunque la cobertura de estos convenios es adecuada, es necesario fortalecer su implementación y ejecución (NAS 2009).

La finalidad de MARPOL 73/78 es controlar la polución procedente de la navegación mediante la regulación de los tipos y cantidades de desechos que los buques pueden descargar en el entorno marino. El Anexo V de MARPOL, que se ocupa de la contaminación causada al arrojar al mar la basura de los barcos, está en vigor desde 1988. Según este Anexo V, se entiende por “basura” todas las clases de desechos de alimentos, residuos domésticos y sobrantes operativos, con exclusión de pescado fresco, generados durante las operaciones normales del navío, si pueden ser eliminados de forma continua o periódica. La eliminación de plásticos en el mar ha quedado terminantemente prohibida. El Anexo V obliga también a los gobiernos a proveer instalaciones receptoras de basura en los puertos y terminales. La Organización Marítima Internacional (OMI) ha instado activamente a los países a que introduzcan mejoras en estas instalaciones. El Anexo V está en proceso de revisión por la OMI: las enmiendas y propuestas de actualización van a ser consideradas para su adopción en julio de 2011 (OMI 2011).

El Convenio de Londres cubre el control del vertido en el mar de residuos generados en tierra. Prohíbe a los signatarios (86 Estados) arrojar al agua plásticos persistentes y otros materiales no biodegradables, así como también ciertos

compuestos. Además, la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar de 1982 (CNUDM) establece el marco legal al que deben adherirse todas las actividades llevadas a cabo en los océanos y los mares. La Parte XII (Artículos 192-237), en particular, versa sobre la protección y preservación del entorno marino y especifica las obligaciones encaminadas a prevenir, reducir y controlar la polución procedente de tierra, incluidos los ríos, estuarios, tuberías y estructuras de desagüe; procedente de actividades en el fondo marino sujetas a la jurisdicción nacional; de actividades en un Área designada que puede ser el lecho marino, el fondo del océano y su subsuelo, más allá de los límites de la jurisdicción nacional; de los buques; de los vertidos; y de la atmósfera o a través de ella.



Se exige a los buques de los Estados Unidos que tengan a bordo libros de registro de basuras y planes de gestión y que estén a la vista carteles como este para notificar a la tripulación y a los pasajeros las obligaciones impuestas por el Anexo V de MARPOL. Su incumplimiento puede conllevar una multa o una condena de encarcelamiento. *Crédito: United States Coast Guard, reproducido en NAS (2009)*

en la elaboración de unas Directrices para el estudio y seguimiento de los desechos marinos (Cheshire et al. 2009). En colaboración con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), se ha publicado un informe sobre aparejos de pesca abandonados, perdidos o descartados (Macfadyen et al. 2009).

Iniciativas regionales

La cooperación regional es un requisito esencial para solucionar el problema de los desechos de plástico que abundan en los océanos. La Iniciativa Mundial sobre Desechos Marinos, actividad cooperativa de PNUMA/PAM y el Programa de Mares Regionales del PNUMA (PNUMA/PMR), ha organizado y llevado a la práctica numerosas actividades regionales relacionadas con los desechos marinos. Los programas de Mares Regionales participantes abarcan el Mar Negro, la región del Gran Caribe,

los mares de Asia oriental, África oriental y Asia meridional, la zona marítima de la ROPME, el Mediterráneo, el Pacífico Nordeste, el Pacífico Noroeste, el Mar Rojo y el Golfo de Adén, el Pacífico Sudeste, el Pacífico y África occidental. Entre las actividades realizadas se encuentra la colaboración con la iniciativa Limpieza Internacional de Costas (ICC) de Ocean Conservancy para elevar el grado de concienciación sobre los desechos marinos en las regiones y fomentar una mayor educación y participación del público. Las 18 convenciones y planes de acción sobre Mares Regionales podrían servir de plataformas para el desarrollo de estrategias regionales comunes y potenciar sinergias, principalmente al nivel nacional, con el fin de impedir, reducir y eliminar los desechos marinos (UNEP 2009b).

La provisión de incentivos para la eliminación en puerto de los desechos generados por los barcos es una manera práctica de poner freno a los vertidos de basura en alta mar. Además, facilitar incentivos económicos para eliminar en tierra los desechos puede impedir los



Las medidas para reducir los desechos marinos arrojados al océano se pueden hacer más efectivas facilitando en los puertos instalaciones receptoras adecuadas y de bajo costo para la eliminación de la basura generada en los barcos, como este contenedor situado en el puerto de Bristol (Reino Unido).
Crédito: Bristol Port Company

vertidos ilegales. Un ejemplo de ello es la no imposición de una tasa especial por la eliminación de aceites y desechos en las instalaciones portuarias de recogida en la zona del Mar Báltico (HELCOM 2011).

Iniciativas nacionales y locales

Por medio de una serie de iniciativas a nivel nacional y local se está buscando la mejor forma de entender y, en última instancia, reducir el vertido de desechos de plástico en los océanos. Por ejemplo, en los Estados Unidos se han desarrollado mejores métodos de vigilancia y evaluación para identificar y cuantificar la cantidad y la composición de los desechos marinos. Esta iniciativa la coordina la Administración Nacional Atmosférica y Oceánica (NOAA) y sus entidades asociadas. En el Reino Unido, el Programa de Acción sobre Residuos y Recursos (WRAP) insta a las empresas a que reduzcan sus desechos, aumenten el reciclaje y hagan menos uso de los vertederos (WRAP 2011). Para contribuir a una mayor concienciación, el PNUMA y NOAA organizan conjuntamente la 5ª Conferencia internacional sobre desechos marinos, que se celebrará en marzo de 2011 (IMDC 2011).

Iniciativas de la industria

El problema de los residuos plásticos en los océanos ha sido reconocido por numerosos sectores industriales. Por ejemplo, las Asociaciones para la Protección del Medio Ambiente Marino (MEPA), de carácter regional, han sido fundadas por la industria marítima para preservar el entorno marino mediante campañas de educación dirigidas a los que trabajan en el sector, las comunidades portuarias y los niños. Esta iniciativa fue puesta en marcha en Grecia en 1982 por la comunidad marítima local en respuesta

a la preocupación pública por la contaminación del Mediterráneo (HELMEPA 2011), y fue seguida de otras iniciativas regionales. Todas ellas son actualmente coordinadas por la Asociación Internacional para la Protección del Medio Ambiente Marino (INTERMEPA). El compromiso de estas asociaciones de “Salvar los mares” incluye la cooperación voluntaria para proteger el entorno marino frente a la contaminación, actividades educativas y de concienciación, la promoción de normas de salud y seguridad, y la potenciación de criterios de calidad y competencia profesional en todos los afiliados a la organización (INTERMEPA 2011).

Las industrias americanas y británicas de fabricación de plásticos han introducido la llamada Clean Sweep Operation (Operación Barrido Total) para reducir las pérdidas de pellets de resina en el medio ambiente, especialmente durante su transporte. Motivada por la necesidad de cumplir la legislación, pero también por razones de ventajas económicas y cuidado del medio ambiente, la Operación Barrido Total está ayudando a reducir la cantidad de pellets de plástico en los residuos marinos (Operation Clean Sweep 2011).

La campaña Fishing for Litter (Pescando desechos) es un ejemplo de una actividad voluntaria de bajo costo. Desarrollada a través de la Organización Internacional de Autoridades Locales para el Medio Ambiente, insta a los pescadores que faenan en el Mar del Norte a recoger y llevar a puerto los desechos que saquen en sus redes (KIMO 2011). Este enfoque, promovido a través de la cooperación entre la industria y el gobierno local, fue adoptado por la Comisión OSPAR de acuerdo con la Convención para la Protección del Medio Ambiente Marino del Atlántico Nordeste en 2007. Un planteamiento alternativo para reducir los desechos marinos en la República de Corea ha sido el proyecto establecido para comprar aparejos de pesca desechados (Macfadyen et al. 2009). En el sureste de Asia, el proyecto Green Fins (Aletas Verdes) es una iniciativa

impulsada por el turismo de buceo que fomenta el uso sostenible de los arrecifes de coral, incluso mediante la retirada de los arrecifes de redes de pesca abandonadas y otros desechos (Green Fins 2011).

Iniciativas de las ONG

Hay varias ONG que orientan sus actividades hacia los residuos plásticos en los océanos. La Fundación de Investigación Marina Algalita destaca desde 1997 por la realización de estudios oceánicos y el fomento de proyectos de investigación, inicialmente en el Pacífico Norte y después también en el Atlántico Norte y el Índico (Algalita 2011). Esta ONG es una de las que apoyan la iniciativa de los “5 giros”, que actualmente investiga



Elevar la concienciación y acortar la distancia entre la ciencia y la formulación de políticas. El debate sobre los plásticos en el océano fue parte de la serie de conversaciones sobre Retos del Siglo XXI organizadas por la Royal Geographical Society (con IBG) y celebradas en Londres, Reino Unido. En el panel de expertos estaban presentes un oceanógrafo, un representante de la industria del plástico y el patrón del Plastiki. Crédito: Royal Geographical Society

la distribución de microplásticos y COP en los cinco principales giros oceánicos en colaboración con Pangea Expeditions y la campaña “Un Planeta Seguro” de las Naciones Unidas (5 Gyres 2011). Otra iniciativa novedosa es Travel Trawl (Viajes de arrastre). Usando equipamiento prestado, “científicos ciudadanos” recogen muestras de residuos plásticos durante sus propios viajes en barco y comunican sus resultados a la Fundación Algalita (Travel Trawl 2011).

En 2009 el Proyecto Kaisei colaboró con la institución oceanográfica Scripps para prestar apoyo a una expedición protagonizada por estudiantes de posgrado para explorar y analizar los residuos plásticos del Pacífico Norte (Scripps Institution 2009). El Proyecto Kaisei lleva a cabo pruebas sobre cómo retirar plásticos de los océanos utilizando métodos de captación de bajo uso energético. Otros estudios servirán para determinar tipos de procesos o reciclaje que se podrían aplicar a los plásticos recogidos, incluyendo redes de pesca inservibles, de tal modo que se puedan generar recursos económicos con los que subvencionar las tareas de limpieza (Project Kaisei 2011).

La Limpieza Internacional de Costas, organizada cada año por la Ocean Conservancy, es la iniciativa voluntaria más importante del mundo para recabar información sobre cantidades y tipos de residuos marinos. En 2009, hubo 498 818 voluntarios de 108 países y ubicaciones que recogieron 3 357 toneladas de residuos de más de 6 000 lugares diferentes (Ocean Conservancy 2010) (Figura 6). Las bolsas de plástico, que ocuparon el segundo lugar entre los objetos retirados, tienen potencialmente un impacto mucho mayor que los objetos que ocuparon

Residuo	Número
1 Cigarrillos / filtros de cigarrillos	2 189 252
2 Bolsas (plástico)	1 126 774
3 Envoltorios / envases de alimentos	943 233
4 Tapones y tapas	912 246
5 Botellas de bebidas (plástico)	883 737
6 Vasos, platos, tenedores, cuchillos, cucharas	512 517
7 Botellas de bebidas (vidrio)	459 531
8 Latas de bebidas	457 631
9 Pajitas, removedores	412 940
10 Bolsas (papel)	331 476
Total de los 10 residuos más comunes	8 229 337

Figura 6: Los diez objetos de desechos marinos situados a la cabeza de la lista de objetos recogidos en las costas y las vías de navegación del mundo durante la Limpieza Internacional de Costas 2009. En la lista se ve que el plástico es parte del problema total de los desechos marinos, aunque en ella no se incluyen otros objetos de plástico menos comunes y potencialmente más peligrosos como las redes de pesca abandonadas.

Fuente: Ocean Conservancy

el primer lugar (los cigarrillos y filtros de cigarrillos). Otra iniciativa es Clean Up the World (Limpiemos el mundo), puesta en marcha por una persona impulsada a la acción por la cantidad de desechos de plástico que vio cuando navegaba por alta mar. Desde 1993, esta campaña ha ido creciendo hasta convertirse en un programa internacional cuyo objetivo es fomentar los esfuerzos conjuntos de comunidades para marcar una diferencia positiva en el medio ambiente (CUW 2011).

En 2010 el *Plastiki*, catamarán de 60 pies de eslora hecho con 12 500 botellas de plástico recuperadas y otros plásticos PET y productos de desecho reciclados, viajó desde San Francisco a Sidney, Australia, con el objetivo de elevar el grado de concienciación sobre los plásticos en el océano (Plastiki 2011). El viaje del *Plastiki* tuvo lugar dos años después de un proyecto de 5 Gyres/Algalita protagonizado por el *Junkkraft*, barco construido con 15 000 botellas de plástico recicladas que cruzó el giro del Pacífico Norte (Junkkraft 2008).

De cara al futuro

Es evidente que se necesita más información sobre la procedencia, distribución, destino e impacto potencial de los plásticos en el entorno marino. Ello es cierto, especialmente, en el caso de los microplásticos, porque se carece de conocimientos suficientes sobre los efectos físicos y químicos que pueden tener en los organismos marinos. Hace falta más información a escala local, regional y mundial, porque las fuentes, circunstancias, capacidades y estrategias de mitigación de riesgos son diferentes en cada caso. Las soluciones tendrán que pasar por programas de amplio alcance para introducir mejoras generales en la gestión de desechos; es decir, infraestructuras de recogida y eliminación de desechos, prácticas de gestión de desechos, y la vigilancia del cumplimiento. En tales programas se podrían incluir mejoras de diseño y aplicación de plásticos de un solo uso, una mayor concienciación del consumidor y modificaciones de conductas, mejoras en el reciclaje y la reutilización, y la introducción de mecanismos económicos para reducir la cantidad de basura que se genera y fomentar los usos secundarios de los residuos plásticos (ten Brink et al. 2009). En el sector del reciclaje, las nuevas tecnologías presentan la posibilidad de reciclar una mayor proporción de desechos, y su uso debe ser fomentado. Parte de la respuesta podría estar

en la aplicación del concepto de responsabilidad ampliada del productor, según el cual la responsabilidad del productor se amplía a la etapa de post consumo en el ciclo de vida del producto (OECD 2006).

Si se trata el plástico como un recurso valioso y no como desecho, las oportunidades que pueda haber de crear un valor secundario para el material resultante de su primer uso producirán incentivos para su recogida y reprocesamiento. Por ejemplo, en varios países europeos se usa una gran parte de los desechos para la generación de energía en hornos modernos a altas temperaturas, con estricto control de las emisiones. Las nuevas tecnologías de conversión de plásticos en diesel y otros combustibles podrían ser una opción prometedora para reducir la gran cantidad de tipos de plástico que probablemente no serán reciclados; y también nuevas fuentes de ingresos de gestión de desechos para comunidades y municipios. Sin embargo, es preciso reconocer que para algunos de los países de menor tamaño, especialmente los pequeños estados insulares en desarrollo (PEID), resulta difícil atraer inversiones y desarrollar infraestructuras apropiadas para hacer frente a los desechos generados, por ejemplo, por el turismo.

Para lograr una buena gestión del problema mundial de los desechos marinos será necesario elaborar y llevar a la práctica políticas y medidas eficaces sustentadas por tratados y convenciones internacionales y regionales, y que los encargados de la toma de decisiones otorguen mayor importancia a los desechos marinos en la legislación nacional y los planes de desarrollo para la protección del medio ambiente. Será especialmente importante emplear programas educativos y de divulgación para fomentar que determinados grupos de usuarios, sectores industriales y el público en general modifiquen sus conductas y asuman un mayor grado de responsabilidad personal por sus propias acciones. Entre tales grupos se incluyen pescadores y sus asociaciones, marineros, turistas, grupos de consumidores, entidades deportivas, operadores de cruceros y hoteleros. La lucha contra el problema de los residuos plásticos exigirá compromiso político, inversiones y un enfoque integrado a todos los niveles de la sociedad para evitar que los desechos, tanto de fuentes marinas como terrestres, lleguen a los océanos y conseguir así mares más limpios, disminuyendo las múltiples presiones e impactos en la biodiversidad y, al mismo tiempo, reduciendo enormemente los costos sociales y económicos relacionados.

Referencias

5 Gyres (2011). Understanding Plastic Pollution through Exploration, Education and Action. <http://5gyres.org>

Adams, R.G., Lohmann, R., Fernandez, L.A., MacFarlane, J.K. y Gschwend, P.M. (2007). Polyethylene Devices: Passive Samplers for Measuring Dissolved Hydrophobic Organic Compounds in Aquatic Environments. *Environmental Science and Technology*, 41(4), 1317-1323

Algalita (2011). Algalita Marine Research Foundation. <http://www.algalita.org>

Andrady, A.L. y Neal, M.A. (2009). Applications and social benefits of plastics. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1526), 1977-1984

Arthur, C., Baker, J. y Bamford, H. (eds.) (2009). *Proceedings of the International Research Workshop on the Occurrence, Effects, and Fate of Microplastic Marine Debris, September 9-11, 2008*. National Oceanic and Atmospheric Administration Technical Memorandum NOS-OR&R-30

Astudillo, J.C., Bravo, M., Dumont, C.P. y Thiel, M. (2009). Detached aquaculture buoys in the SE Pacific: potential dispersal vehicles for associated organisms. *Aquatic Biology*, 5, 219-231

Barnes, D.K., Galgani, F., Thompson, R.C. y Barlaz, M. (2009). Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1526), 1995-1998

Barnes, D.K.A., Walters, A. y Gonçalves, L. (2010). Macroplastics at sea around Antarctica. *Marine Environmental Research*, 70(2), 250-252

Boerger, C.M., Lattin, G.L., Moore, S.L. y Moore, C.J. (2010). Plastic ingestion by planktivorous fishes in the North Pacific Central Gyre. *Marine Pollution Bulletin*, 60(12), 2275-2278

Brink, P. ten, Lutchnan, I., Bassi, S., Speck, S., Sheavly, S., Register, K. y Woolaway, C. (2009). *Directrices on the Use of Market-based Instruments to Address el problema de Los desechos marinos*. Institute for European Environmental Policy (IEEP), Bruselas, Bélgica, y Sheavly Consultants, Virginia Beach, USA

Cheshire, A.C., Adler, E., Barbière, J., Cohen, Y., Evans, S., Jarayabhand, S., Jeltic, L., Jung, R.T., Kinsey, S., Kusui, E.T., Lavine, I., Manyara, P., Oosterbaan, L., Pereira, M.A., Sheavly, S.,

- Tkalin, A., Varadarajan, S., Wencker, B. y Westphalen, G. (2009). *PNUMA/IOC Guidelines on Survey and Monitoring of Marine Litter*. PNUMA Regional Seas Reports and Studies, No. 186; IOC Technical Series No. 83 CUW (2011). Clean Up the World. <http://www.cleanuptheworld.org>
- Derraik, J.G.B. (2002) The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. *Marine Pollution Bulletin*, 44, 842-852
- Ebbsmeyer, C. y Scigliano, E. (2009). *Plotsometrics and the Floating World. How One Man's Obsession With Runaway Sneakers and Rubber Ducks Revolutionized Ocean Science*. Smithsonian Books/Collins/HarperCollins, Washington, D.C.
- EU (European Union) (2008). Directive 2008/56/EC of the European Parliament and of the Council of 17 June 2008 establishing a framework for community action in the field of marine environmental policy (Marine Strategy Framework Directive)
- EuPC (European Plastic Converters), EPRO (European Association of Plastics Recycling and Recovery Organisations), EuPR (European Plastic Recyclers) y PlasticsEurope (2009). *The Compelling Facts About Plastics 2009: An analysis of European plastics productivity, demand and recovery for 2008*
- Franeker, J.A. van, Meijboom, A., de Jong, M. y Verdaat, H. (2010). *Fulmar litter EcoQO monitoring in the Netherlands 1979-2007 in relation to EU Directive 200/59/ EC on Port Reception Facilities*. Report nr: CO32/09. IMARES Wageningen UR.
- Galgani, F., Fleet, D., van Franeker, J., Katsanevakis, S., Maes, T., Mouat, J., Oosterbaan, L., Poitou, I., Hanke, G., Thompson, R., Amato, E., Birkun, A. y Janssen, C. (2010). *Marine Strategy Framework Directive Task Team 10 Report Marine Litter*. JRC (EC Joint Research Centre), Informes científicos y técnicos.
- Galgani, F., Léauté, J.P., Mogueued, P., Souplet, A., Verin, Y., Carpentier, A., Goragner, H., Latrouite, D., Andreae, B., Cadiou, Y., Mahe, J.C., Poulard, J.C. y Nerisson, P. (2000). Litter on the Sea Floor Along European Coasts. *Marine Pollution Bulletin*, 40(6), 516-527
- Galgani, F. y Lecormu, F. (2004). Litter on the sea floor at 'Hausgarten': in the expedition ARKTIS XIX/3 of the research vessel POLARSTERN in 2003. *Berichte Polar Meeresforsch*, 488, 260-262
- Galgani, F., Souplet, A. y Cadiou, Y. (1996). Accumulation of debris the deep sea floor off the French Mediterranean coast. *Marine Ecology Progress Series*, 142(1-3), 225-234
- Galil, B.S., Golik, A. y Türkay, M. (1995). Litter at the Bottom of the Sea: A Sea Bed Survey in the Eastern Mediterranean. *Marine Pollution Bulletin*, 30(1), 22-24.
- GESAMP (2010). OMI/FAO/JUNESCO-IOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/PNUMA Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection; Bowmer, T. y Kershaw, P.J., 2010 (eds.), *Proceedings of the GESAMP International Workshop on plastic particles as a vector in transporting persistent, bio-accumulating and toxic substances in the oceans*. GESAMP Informes y estudios, número 82
- Gilfillan, L.R., Doyle, M.J., Ohman, M.D. y Watson, W. (2009). Occurrence of Plastic Micro-debris in the Southern California Current System. California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations, *CalCOFI Rep.* 50
- GODP (Global Ocean Drifter Program) (2011) The Global Ocean Drifter Program. Satellite-tracked surface drifting buoys. <http://www.aoml.noaa.gov/phod/dac/gdp>
- Gouin, T., Roche, N., Lohmann, R., Hodges, G. (2011). A thermodynamic approach for assessing the environmental exposure of chemicals absorbed to microplastic. *Environmental Science and Technology*
- Green Fins (2011). Green Fins Project is Underway in Indonesia, Malaysia, Philippines and Thailand. <http://www.greenfins.net>
- HELCOM (2011). Application of the "No-Special-Fee" System in the Baltic Sea Area. Convention on the Protection of the marine environment of the Baltic Sea Area (Helsinki Commission). http://www.helcom.fi/Recommendations/en_GB/rec19_8/
- HELMPEA (Hellenic Marine Environment Protection Association) (2011). 25 years of International/Voluntary Action for Clean Beaches. <http://www.helmpea.gr/en/index.php>
- IMDC (International Marine Debris Conference) (2011). Fifth International Marine Debris Conference. Waves of Change: Global lessons to inspire local action. <http://www.simdc.org>
- OMI (International Maritime Organization) (2011). Prevention of Pollution by Garbage from Ships. Regulations for the Prevention of pollution by garbage from ships are contained in El Anexo V of MARPOL. Overview of El Anexo V. <http://www.OMI.org/OurWork/Environment/PollutionPrevention/Garbage/Pages/Default.aspx>
- INTERMEPA (2011). International Marine Environment Protection Association. http://www.intermepa.org/about_us.html
- International Pellet Watch (2011). Global Monitoring of Persistent Organic Pollutants (POPs) using Beached Plastic Resin Pellets. <http://www.tuat.ac.jp/~gaia/ipw/>
- IPRC (Internacional Pacific Research Center) (2008). Tracking Ocean Debris. *IPRC Climate*, 8, 2.
- Jacobsen, J.K., Massey, L. y Gulland, F. (2010). Fatal ingestion of floating net debris by two sperm whales (*Physeter macrocephalus*). *Marine Pollution Bulletin*, 60(15), 765-767
- Junkraft (2008). JUNK. Sailing to Hawaii on 15,000 Plastic Bottles and a Cessna 310 to Raise Awareness About Plastic Fouling Our Ocean. <http://junkraft.blogspot.com>
- KOMI (Kommunen Internasjonale Miljøorganisasjon/Local Authorities International Environmental Organisation) (2011). <http://www.KOMIinternacional.org>
- Klecka, G.M., Staples, C.A., Clark, K.E., van der Hoeven, N., Thomas, D.E., Hentges, S.G. (2009). Exposure analysis of bisphenol A in surface water systems in North America and Europe. *Environmental Science and Technology*, 43(16), 6145-6150
- Laist, D.W. (1997). Impacts of marine debris : entanglement of marine life in marine debris including a comprehensive list of species with entanglement and ingestion records. In: *Marine debris: sources, impacts and solutions* (Coe, J.M. and Rogers, B.D., eds.), 99-141. Springer, Berlin.
- Law, K.L., Moré-Ferguson, S., Maximenko, N.A., Proskurovski, G., Peacock, E.E., Hafner, J. y Reddy, C.M. (2010) Accumulation of Plastics in the North Atlantic Subtropical Gyre. *Science*, 329 (5996), 1185-1188
- Macfadyen, G., Huntington, T. y Cappell, R. (2009). *Abandoned, lost or otherwise discarded fishing gear*. PNUMA Regional Seas Reports and Studies 185, FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper 523
- Mato, Y., Isobe, T., Takada, H., Kanehiro, H., Ohtake, C. y Kaminuma, T. (2001). Plastic Resin Pellets as a Transport Medium for Toxic Chemicals in the Marine Environment. *Environmental Science and Technology*, 35(3), 318-324
- McIlgorm, A., Campbell, H.F. y Rule, M.J. (2008). *Understanding the economic benefits and costs of controlling marine debris in the APEC region (MRC 02/2007)*. A report to the Asia-Pacific Economic Cooperation Marine Resource Conservation Working Group by the National Marine Science Centre (University of New England and Southern Cross University), Coffs Harbour, NSW, Australia, December
- Moore, C.J., Moore, S.L., Leecaster, M.K. y Weisberg, S.B. (2001). A comparison of plastic and plankton in the North Pacific Central Gyre. *Marine Pollution Bulletin*, 42(12), 1297-1300
- Mouat, T., Lopez Lozano, R. y Bateson, H. (2010). *Economic Impacts of Marine Litter*. KOMI (Kommunen Internasjonale Miljøorganisasjon/Local Authorities International Environmental Organisation)
- Narayan, R. (2009). Fundamental Principles and Concepts of Biodegradability – Sorting through the facts, hypes, and claims of biodegradable plastics in the marketplace. *bioplastics MAGAZINE*, 4, 01/09
- NAS (National Academy of Sciences) (2009). *Tackling Marine Debris in the 21st Century*. National Research Council, Committee on the Effectiveness of International and National Measures to Prevent and Reduce Marine Debris and Its Impacts, Washington, D.C.
- Ocean Conservancy (2010). Trash Travels. From Our Hands to the Sea, Around the Globe, and Through Time. http://www.oceanconservancy.org/images/2010ICCReportRelease_presentationPhotos/2010_ICC_Report.pdf
- OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) (2006). Fact Sheet: Extended Producer Responsibility. http://www.oecd.org/search/Result/0,3400,en_2649_201185_1_1_1_1_1,00.html
- Ogata, Y., Takada, H., Mizukawa, K., Hirai, H., Iwasa, S., Endo, S., Mato, Y., Saha, M., Okuda, K., Nakashima, A., Murakami, M., Zurcher, N., Booyatumanond, R., Zakaria, M.P., Dung, le Q., Gordon, M., Miguez, C., Suzuki, S., Moore, C., Karapanagioti, H.K., Weerts, S., McClurg, T., Bures, E., Smith, W., Van Velkenburg, M., Lang, J.S., Lang, R.C., Laursen, D., Danner, B., Stewardson, N., Thompson, R.C. (2009). International Pellet Watch: Global monitoring of persistent organic pollutants (POPs) in coastal waters 1. Initial phase data on PCBs, DDTs, and HCHs. *Marine Pollution Bulletin*, 58 (10), 1437-1446
- Operation Clean Sweep (2011). Pellet Handling Manual. APC (American Plastic Council) and SPI (The Society of the Plastic Industry). <http://www.opcleansweep.org/manual/OCSmanual>
- PlasticsEurope (2010). Plastics – the facts. <http://www.plasticseurope.org>
- Plastiki (2011). Plastiki Time. Discover More About the Plastiki, A Boat Made of 12,000 Plastic Bottles. <http://www.theplastiki.com>
- Proyecto Kaisei (2011). Capturing the Plastic Vortex. <http://www.proyectokaisei.org>
- PWC/Ecobilan (2004). *Évaluation des impacts environnementaux des sacs de caisse Carrefour*. Price-Waterhouse-Coopers/Ecobilan. http://www.ademe.fr/htdocs/actualite/rapport_carrefour_post_revue_critique_v4.pdf
- Rios, L.M., Moore, C. y Jones, P.R. (2007). Persistent organic pollutants carried by synthetic polymers in the ocean environment. *Marine Pollution Bulletin*, 54, 1230-1237
- Ryan, P.G., Moore, C.J., van Franeker, J.A. y Moloney, C.L. (2009). Monitoring the abundance of marine debris in the marine environment. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1526), 1999-2012
- Scripps Institution (2009). SEAPLEX: Scripps Research Cruise, 17 August 2009. <http://scrippsnews.ucsd.edu/Releases/7releaseID=1015>
- Song, J.H., Murphy, R.J., Narayan, R. y Davies, G.B.H. (2009). Biodegradable and compostable alternatives to conventional plastic. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1526), 2127-2139.
- Stockholm Convention on Organic Pollutants (2011). What are POPs? <http://www.pops.int>
- Teuten, E.L., Saqing, J.M., Knappe, D.R.U., Barlaz, M.A., Jonsson, S., Björn, A., Rowland, S.J., Thompson, R.C., Galloway, T.S., Yamashita, R., Ochi, D., Watanuki, Y., Moore, C., Viet, P.H., Tana, T.S., Prudente, M., Boonyatumanond, R., Zakaria, M.P., Akhavanog, K., Ogata, Y., Hirai, H., Iwasa, S., Mizukawa, K., Hagino, Y., Imamura, A., Saha, M. y Takada, H. (2009). Transport and release of chemicals from plastics to the environment and to wildlife. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1526), 2027-2045
- Thompson, R.C., Moore, C.J., vom Saal, F.S. y Swan, S.H. (2009). Plastics, the environment and human health: current consensus and future trends. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1526), 2153-2166
- Travel Trawl (2011). 5 Gyres: Our Travel Trawl Program. http://5gyres.org/get_involved/travel_trawl
- UNEP (2009a). *Marine Litter: A Global Challenge*. United Nations Environment Programme
- UNEP (2009b). UNEP's Global Initiative on Marine Litter. United Nations Environment Programme. http://www.PNUMA.org/regionalseas/marinelitter/publications/docs/Marinelitter_Flyer2009.pdf
- PNUMA/COBSEA (2009). *State of the Marine Environment Report for the East Asian Seas 2009* (Chou, L.M. ed). COBSEA Secretariat, Bangkok.
- PNUMA/PAM (2011). Global Programme of Action for the Protection of the Marine Environment from Land-based Activities. <http://www.PAM.PNUMA.org/>
- Vlietstra, L.S. y Parga, J.A. (2002). Long-term changes in the type, but not amount, of ingested plastic particles in short-tailed shearwaters in the southeastern Bering Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 44(9), 945-955
- Young, L.C., Vanderlip, C., Duffy, D.C., Afanasyev, V. y Shaffer, S.A. (2009). Bringing Home the Trash: Do Colony-Based Differences in Foraging Distribution Lead to Increased Plastic Ingestion in Laysan Albatrosses? *PLoS ONE*, 4, 10.
- WRAP (Waste & Resource Action Programme) (2011). WRAP: Material change for a better environment. <http://www.wrap.org.uk>
- Zarfi, C. y Matthies, M. (2010). Are marine plastic particles transport vectors for organic pollutants to the Arctic? *Marine Pollution Bulletin*, 60(10), 1810-1840



Hasta que fueron tratados con fertilizantes fosforados, los suelos de la región brasileña de Cerrado eran en su mayor parte improductivos. El maíz cultivado en terrenos tratados con fósforo crece mucho más que las plantas de control que se ven en primer plano, que no recibieron una adición adecuada de fósforo.
Foto: D.M.G. de Sousa

El fósforo y la producción de alimentos

El fósforo es esencial para la producción de alimentos, pero las existencias a nivel mundial son limitadas. Es preciso entender mejor la disponibilidad de este recurso no renovable y de las consecuencias ecológicas relacionadas con su uso. Optimizar las prácticas agrícolas mientras se exploran planteamientos innovadores para su uso sostenible puede reducir la presión ambiental y mejorar la disponibilidad a largo plazo de este importante nutriente vegetal.

Prácticamente todas las células vivas necesitan fósforo, mineral que ocupa el número 11 entre los elementos más abundantes en la corteza terrestre. Sin embargo, los suelos, fuente de fósforo para las plantas, suelen contener tan solo pequeñas cantidades en una forma fácilmente asimilable. En la agricultura no hay sustituto conocido del fósforo. Si la tierra es deficiente en fósforo, la producción de alimentos quedará limitada a menos que se aporte este nutriente en forma de abono. Por tanto, para aumentar el rendimiento de los cultivos es esencial contar con un suministro adecuado de fósforo.

Las prácticas agrícolas que contribuyen a alimentar a miles de millones de personas incluyen la aplicación de fertilizantes fosforados preparados a partir de roca fosfórica, recurso no renovable que se viene empleando cada vez más desde el siglo XIX. La dependencia de la producción de alimentos de la roca fosfórica indica la necesidad de adoptar prácticas sostenibles de gestión para asegurar su viabilidad económica y su disponibilidad para los agricultores. Aunque hay cantidades comercialmente explotables de roca fosfórica en varios países, aquellos que no cuentan con reservas propias podrían ser especialmente vulnerables en caso de escasez a nivel mundial.

El uso del fósforo en la agricultura tiene varios impactos ambientales posibles. La insuficiencia de fósforo restringe el crecimiento de las plantas, lo que causa la erosión del suelo. El uso excesivo de fósforo puede hacer

que este llegue a las aguas superficiales y provoque la eutrofización. Las prácticas más sostenibles, como por ejemplo una mejor gestión de su utilización sobre el terreno y un mayor grado de reciclado del fósforo, pueden contribuir a mejorar la productividad y a reducir los efectos ambientales, mientras que a la vez alargan la vida útil de este recurso finito. La **Figura 1** muestra el ciclo del fósforo en el medio ambiente. Aunque se sabe bastante sobre cómo mejorar la fertilidad del suelo a nivel local empleando el fósforo, se precisan conocimientos más completos y una mejor cuantificación de posibles vías a nivel mundial.

Los científicos están comenzando a cuantificar los flujos mundiales de fósforo a través de los sistemas de producción y consumo de alimentos. Se estima que solamente una quinta parte del fósforo que se extrae en el mundo es consumido por el hombre con los alimentos (Schroder et al. 2010). No obstante, sigue habiendo importantes lagunas de conocimiento respecto a cuánto fósforo se obtiene, qué cantidades se utilizan en la agricultura y quedan retenidas en el suelo, y cuánto se vierte en el medio acuático o se pierde en los residuos de alimentos.

Suministro de un nutriente vital

Hoy día las cosechas de alto rendimiento dependen fundamentalmente de la explotación de roca fosfórica, situación muy distinta de los métodos históricos de producción alimentaria. Cuando la población mundial era mucho menor los agricultores podían obtener cosechas suficientes abonando la tierra con fósforo procedente de excrementos humanos y animales. El crecimiento demográfico de los siglos XVIII y XIX impulsó la producción de alimentos, con el rápido agotamiento de los nutrientes del suelo. En consecuencia, los agricultores empezaron a emplear cantidades cada vez mayores de fósforo de otras fuentes, incluyendo harina de hueso, guano y roca fosfórica (Jacob 1964). La roca fosfórica, barata y abundante, se convirtió en el recurso preferido por muchos (Smil 2000) (**Figura 2**). Además, los agricultores adoptaron métodos nuevos, como la siembra de variedades de cultivo de alto rendimiento y la posterior adición de nutrientes –notablemente nitrógeno, fósforo y potasio (NPK)– y otros

Recursos y reservas de fósforo

Recursos: concentraciones de fosfatos en estado natural en forma o cantidad que hace factible económicamente la extracción de un producto, actual o potencialmente.

Reservas: proporción de un recurso concreto que satisface los criterios mínimos relativos a las actuales prácticas de explotación y producción, incluidos el grado, la calidad, el espesor y la profundidad, y que se pueden extraer o producir económicamente en el momento de la determinación. El uso de este término no implica que se cuente ya con las instalaciones necesarias para la extracción, o que tales instalaciones estén en funcionamiento.

Fuente: Adaptado de Van Kauwenbergh (2010) y Jasinski (2011)

Autores: Keith Syers (líder), Mateete Bekunda, Dana Cordell, Jessica Corman, Johnny Johnston, Arno Rosemarin e Ignacio Salcedo
Redactor científico: Tim Loughheed

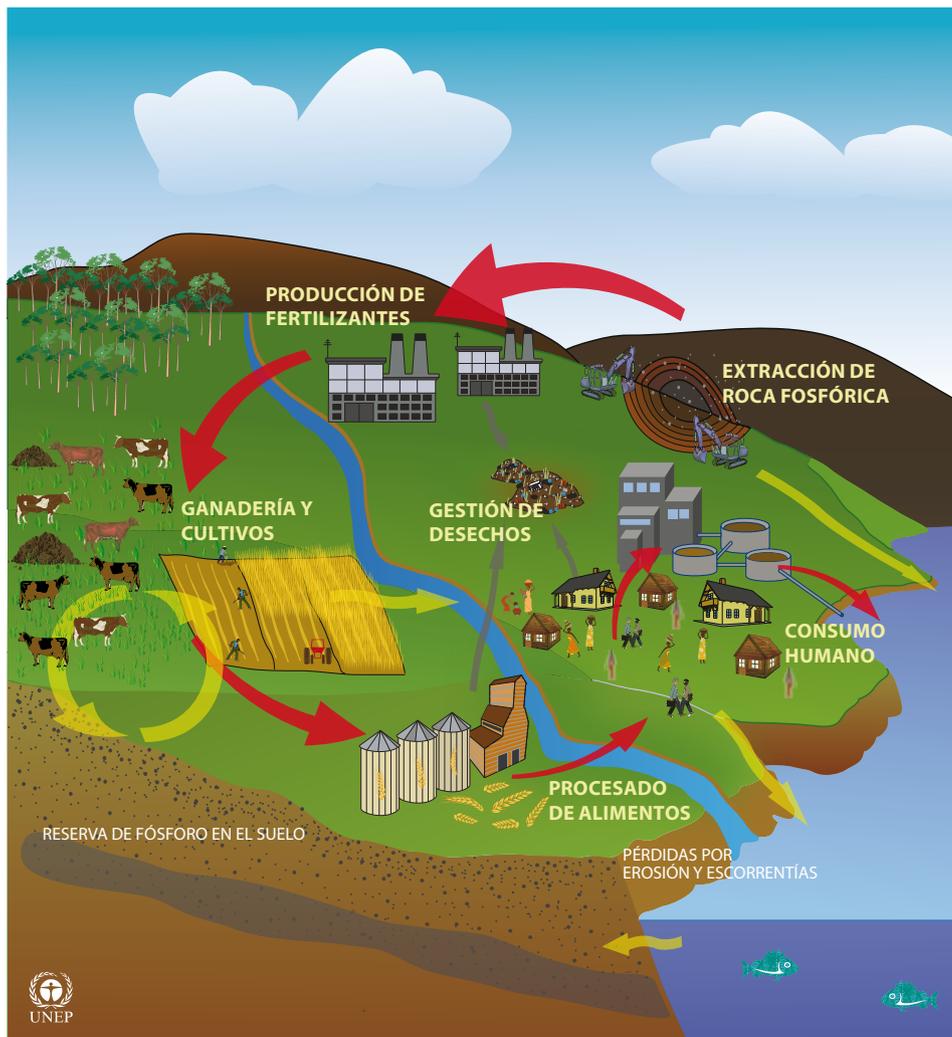


Figura 1: Circulación de fósforo en el medio ambiente. Para aumentar la producción de alimentos se aporta fósforo al suelo en forma de abono mineral o estiércol. La mayor parte del fósforo que no es absorbido por las plantas permanece en el suelo, y se puede usar en el futuro. El fósforo puede llegar a las aguas superficiales durante su extracción o procesado, cuando se aporta excesiva cantidad de fósforo al terreno, por erosión del suelo, o cuando se vierten efluentes desde plantas depuradoras de aguas residuales. Las flechas rojas indican la circulación primaria del fósforo; las amarillas indican el reciclaje del fósforo que contiene el sistema de cultivos y del suelo y su desplazamiento hacia las masas de agua; y las flechas grises representan el fósforo que se pierde con los restos de alimentos que acaban en los vertederos.

insumos como los pesticidas (Fresco 2009). Los avances científicos continuaron en la segunda mitad del siglo XX con la Revolución Verde. Aunque consiguió aliviar el hambre en el mundo en un momento de explosión demográfica, la Revolución Verde ha sido criticada por causar daños ambientales al fomentar el uso excesivo o inapropiado de los fertilizantes y otros insumos (IFPRI 2002).

Para sostener la productividad agrícola en los niveles actuales y los que se proyectan para el futuro es de importancia crucial determinar el

verdadero alcance de las existencias de este recurso finito. Son 35 los países que actualmente producen roca fosfórica, y se estima que otros 15 cuentan con recursos potencialmente explotables (IFA 2009). El valor de la roca fosfórica depende de diversos factores, entre los que se incluye la accesibilidad física, el nivel de impurezas y el contenido de fosfatos. Las existencias conocidas de reservas baratas y de buena calidad disminuyen rápidamente, mientras que la demanda continúa creciendo. La cantidad que queda de roca fosfórica comercialmente viable, y en particular la

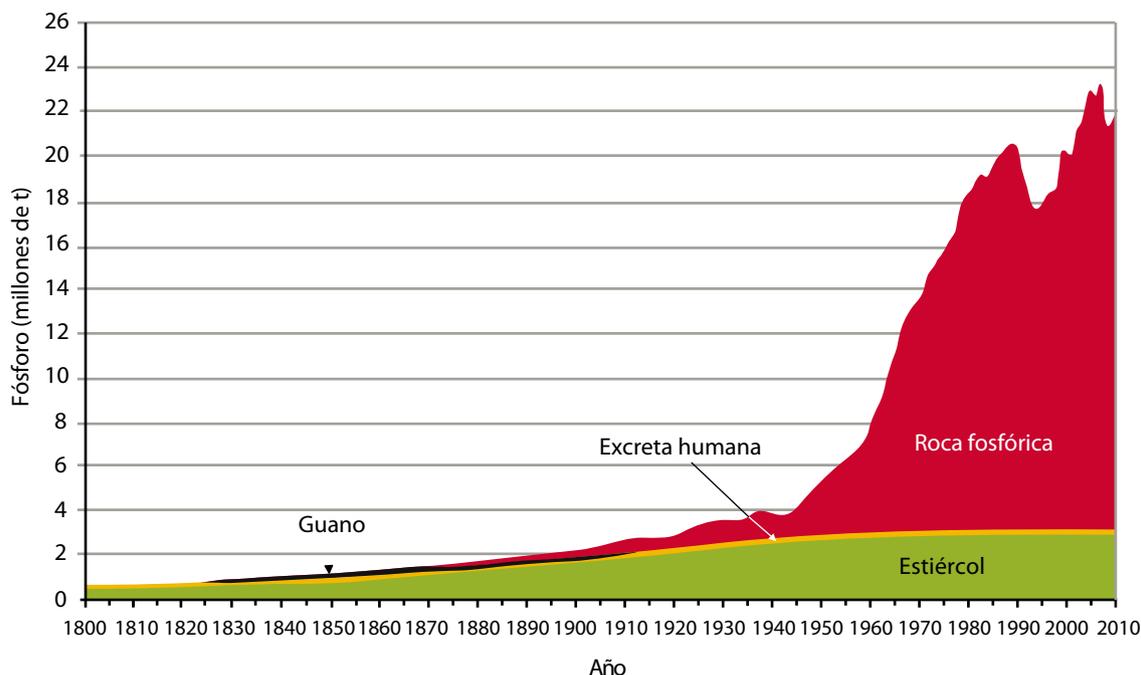


Figura 2: Fuentes de fertilizantes fosforados a nivel global. Desde mediados de la década de 1940 el crecimiento demográfico y el consiguiente incremento en la demanda de alimentos y la urbanización han provocado un aumento dramático en el uso de roca fosfórica, en comparación con otras fuentes de fósforo. Fuente: Cordell et al. (2009)

posible duración de las reservas, ha sido tema de enérgicos debates entre los expertos en los últimos años (Vaccari 2009) (**Recuadro 1**).

Se están abriendo nuevas minas de roca fosfórica en varios países, entre ellos Arabia Saudita, Australia y Perú, a la vez que se buscan nuevos yacimientos en numerosos lugares, incluidos los sedimentos del lecho marino frente a la costa de Namibia (Drummond 2010, Jung 2010, Jasinski 2010 y 2011). Pese a que aumentan las estimaciones de la extensión de las reservas conocidas, es necesario evaluar más a fondo su calidad. Si la concentración de fosfato en la roca disminuye y hacen falta mayores cantidades de mineral para obtener una cantidad dada de fósforo, lo más probable es que suban los costos de producción; se necesitaría además un mayor gasto energético y se generaría mayor cantidad de desechos en la explotación de la roca fosfórica. En el mercado abierto tales factores podrían hacer subir los precios de los fertilizantes fosforados, y así limitar su accesibilidad para muchos agricultores y producir efectos adversos en los rendimientos. Si esto ocurriese, podría quedar en peligro la seguridad alimentaria en países muy dependientes de las importaciones de fósforo.

La erradicación del hambre y la pobreza es el objetivo número uno de la Declaración del Milenio, adoptada en 2000 por la Asamblea General de las Naciones Unidas. La revisión realizada en 2010 de los avances conseguidos hacia la consecución de los Objetivos de Desarrollo del Milenio constató que el hambre y la desnutrición aumentaron entre 2007 y 2009, deshaciendo así en parte los avances anteriores (UNGA 2010). Muchas de las personas

desnutridas que se estima hay en el mundo (cerca de 925 millones) son pequeños agricultores (IAASTD 2009, FAO 2010). A menudo estos agricultores no pueden adquirir fertilizantes fosforados, pero su productividad podría aumentar si tuviesen más fácil acceso a este producto (Buresh et al. 1997).

Una mejor apreciación del papel y el valor del fósforo podría ser la base de una colaboración más estrecha en investigación y desarrollo para alcanzar un entendimiento más completo de este nutriente esencial y de cuál es la mejor forma de obtenerlo, usarlo y reciclarlo, con vistas a satisfacer la futura demanda de alimentos. Las investigaciones realizadas ya han demostrado la importancia de obtener y mantener un nivel crítico de fósforo en los suelos para optimizar la asimilación de este nutriente por las plantas: un nivel inferior supondría pérdidas en el rendimiento de los cultivos, mientras que un nivel superior representaría un gasto innecesario para los agricultores y podría provocar la escorrentía del fósforo hasta aguas circundantes (Syers et al. 2008). Muchas organizaciones e iniciativas, como el Instituto Internacional de Nutrición de Plantas y la Asociación Mundial de Gestión de Nutrientes (GPNM 2010), abogan por las buenas prácticas de gestión de los abonos y los residuos agrícolas.

Un uso más sostenible de un recurso finito

Casi el 90 por ciento de la producción mundial de roca fosfórica se usa para producir alimentos y pienso animal (Prud'homme 2010). La necesidad

Recuadro 1: El debate sobre el “cénit del fósforo”: ¿hasta cuándo van a durar las reservas de roca fosfórica?

Es difícil saber con seguridad cuál es la magnitud de las reservas mundiales de roca fosfórica. Los conocimientos sobre los depósitos de fosfato están evolucionando, junto con la tecnología y los aspectos económicos de su producción (IFDC/UNIDO 1998). Hasta cuándo puedan durar las reservas dependerá de su extensión, su calidad y la tasa de uso.

Los investigadores han expresado preocupación acerca del “cénit del fósforo”, la teoría de que hay límites económicos y energéticos que establecerán un punto máximo en la producción de roca fosfórica, la cual después descenderá mientras que la demanda de fósforo seguirá aumentando. Muchos científicos y expertos de este sector ponen en tela de juicio las afirmaciones que se han hecho sobre cuándo es probable que se llegue a ese punto máximo. Por ejemplo, Cordell et al. (2009) estiman que la producción máxima con las actuales reservas (es decir, la roca fosfórica cuya explotación y procesamiento es económicamente viable) puede llegar entre 2030 y 2040. Dicha estimación está basada en datos del Servicio de Estudios Geológicos de los Estados Unidos (USGS) sobre las reservas mundiales de fosfato (Jasinski 2006, 2007 y 2008). Con creciente frecuencia, los expertos consideran que la magnitud de estas

reservas se ha subestimado (Van Kauwenbergh 2010). Las estimaciones más recientes del USGS han sido revisadas al alza (Jasinski 2011). Los partidarios de la teoría del cénit del fósforo argumentan que, aunque el calendario puede ser incierto, la cuestión fundamental –que el suministro de fósforo barato y fácilmente accesible es, en última instancia, limitado– no va a cambiar.

Un reciente informe del Centro Internacional para el Desarrollo de Fertilizantes (IFDC) sobre reservas y recursos hizo una revisión provisional de la estimación de las reservas de roca fosfórica, que el USGS cifró en 16 000 millones de toneladas, para situarlas en unos 60 000 millones de toneladas (Van Kauwenbergh 2010), coincidiendo básicamente con el último informe del USGS (Jasinski 2011) (**Figura 3**). Estas reservas podrían durar de 300 a 400 años al ritmo actual de producción de entre 160 y 170 millones de toneladas anuales. Pero como se prevé un aumento en la producción de abonos fosfatados de entre un 2 y un 3 por ciento anual durante el próximo quinquenio, la vida útil de las reservas podría ser menor (Heffer y Prud’homme 2010). En el informe del IFDC se estima también que los recursos mundiales de fosfato ascienden aproximadamente a 290 000 millones de toneladas, y que incluso podrían llegar hasta 490 000 millones de toneladas (Van Kauwenbergh 2010).

La roca fosfórica es la única fuente nueva de fósforo que entra en la cadena de producción alimentaria. La estabilidad y el volumen de la producción de alimentos dependen, por tanto, de la accesibilidad que los agricultores tengan al fósforo. Dadas las dificultades de estimar la posible duración de las reservas de roca fosfórica y la vital importancia que tiene basar las decisiones en información fiable y transparente en cuanto a los recursos y las reservas de este mineral a nivel mundial, el IFDC recomienda que se establezca una red internacional multidisciplinaria para actualizar periódicamente una base de datos definitiva sobre los depósitos de roca fosfórica (Van Kauwenbergh 2010).

Reservas de roca fosfórica, millones de toneladas	
País	
Marruecos	5 700
China	3 700
Sudáfrica	1 500
Jordania	1 500
Estados Unidos	1 100
Brasil	260
Rusia	200
Israel	180
Siria	100
Túnez	100
Otros países	1 660
Total mundial (redondeado)	16 000

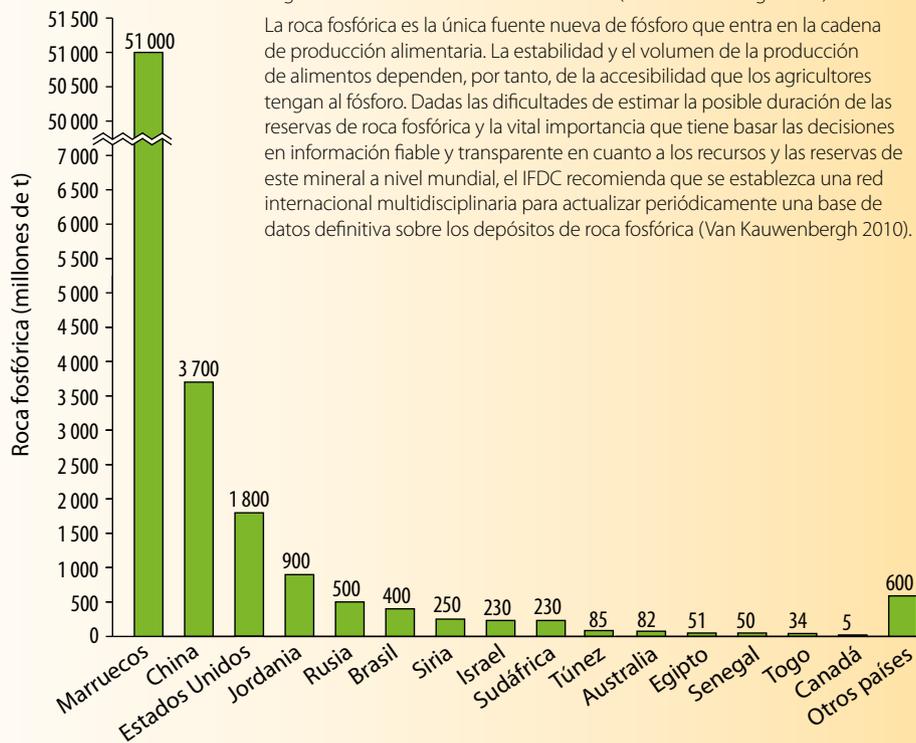


Figura 3: Estimaciones recientes de la distribución de las reservas mundiales de roca fosfórica, según el Servicio de Estudios Geológicos de los Estados Unidos (izquierda) y el Centro Internacional para el Desarrollo de Fertilizantes (derecha). La mayor parte de las reservas de roca fosfórica potencialmente viables están concentradas en un número reducido de países. Fuentes: Jasinski (2010) y Van Kauwenbergh (2010)

Nota: Los Mineral Commodity Summaries 2011 (Resúmenes de productos minerales de consumo), publicados por el Servicio de Estudios Geológicos de los Estados Unidos (USGS) el 21 de enero de 2011, revisaron las estimaciones de reservas mundiales de roca fosfórica, situándolas en 65 000 millones de toneladas. Su estimación revisada de las reservas de Marruecos es de 50 000 millones de toneladas, sobre la base de información recibida del productor marroquí y el IFDC (Centro Internacional para el Desarrollo de los Fertilizantes). Los diez países a la cabeza de la lista en el informe de 2011 son Marruecos, China (3 700 millones de toneladas), Argelia (2 200), Siria (1 800), Jordania (1 500), Sudáfrica (1 500), Estados Unidos (1 400), Rusia (1 300), Brasil (340) e Israel (180). Fuente: Jasinski (2011)

de aumentar la productividad agrícola creará una mayor demanda de fertilizantes para conseguir las cosechas que se precisan mediante mejoras en el suministro de fósforo, nitrógeno y potasio. Las cantidades necesarias dependerán del tipo de suelo. El consumo de fertilizantes de fósforo se ha estabilizado en una buena parte del mundo desarrollado, pero se espera que continúe aumentando en los países en desarrollo (**Figura 4**) (**Recuadro 2**). El crecimiento demográfico impulsará la mayor parte de esta demanda, pero también la incrementará el mayor consumo de carne y productos lácteos, así como los cultivos destinados a fines distintos de la alimentación, como por ejemplo materias primas para biocarburantes (FAO 2008, IFA 2008, Van Vuuren et al. 2010).

El uso en todo el mundo de abonos que contienen fósforo, nitrógeno y potasio aumentó en un 600 por ciento entre 1950 y 2000 (IFA 2006), lo que contribuyó a alimentar a una población mundial cada vez mayor. Pero el empleo excesivo o inapropiado de fertilizantes ha causado considerables problemas de contaminación en algunas regiones de la tierra.

En los últimos 50 años las concentraciones de fósforo en los sistemas de agua dulce y terrestres han aumentado en un 75 por ciento por lo menos, mientras que el fósforo total que llega a los océanos desde la

tierra ha alcanzado los 22 millones de toneladas al año (Bennett et al. 2001). Esta cantidad excede el consumo anual de abonos fosforados en el mundo, que se calcula fue de 18 millones de toneladas en 2007 (FAOStat 2009). Aunque con el tiempo una buena parte del fósforo acumulado en los sistemas terrestres podría ser asimilado por las plantas, no hay ninguna forma práctica de recuperar el fósforo que se pierde en los sistemas acuáticos.

En los sistemas acuáticos el exceso de fósforo y otros nutrientes causa eutrofización, proceso que produce un crecimiento excesivo de las algas y plantas acuáticas junto con efectos indeseables en la biodiversidad, la calidad del agua, las poblaciones de peces y el valor recreativo del medio ambiente. Las floraciones algales pueden incluir especies que emiten toxinas nocivas para las personas o los animales, mientras que la descomposición de las algas puede hacer que bajen los niveles de oxígeno en el agua, provocando una mortalidad a gran escala entre los peces (Carpenter et al. 1998, MA 2005). Los científicos han advertido que el exceso de nutrientes causado por la acción humana puede traspasar los umbrales naturales de los ecosistemas acuáticos, con lo que se producirían transformaciones abruptas en su estructura y funcionamiento (Rockstrom et al. 2009).

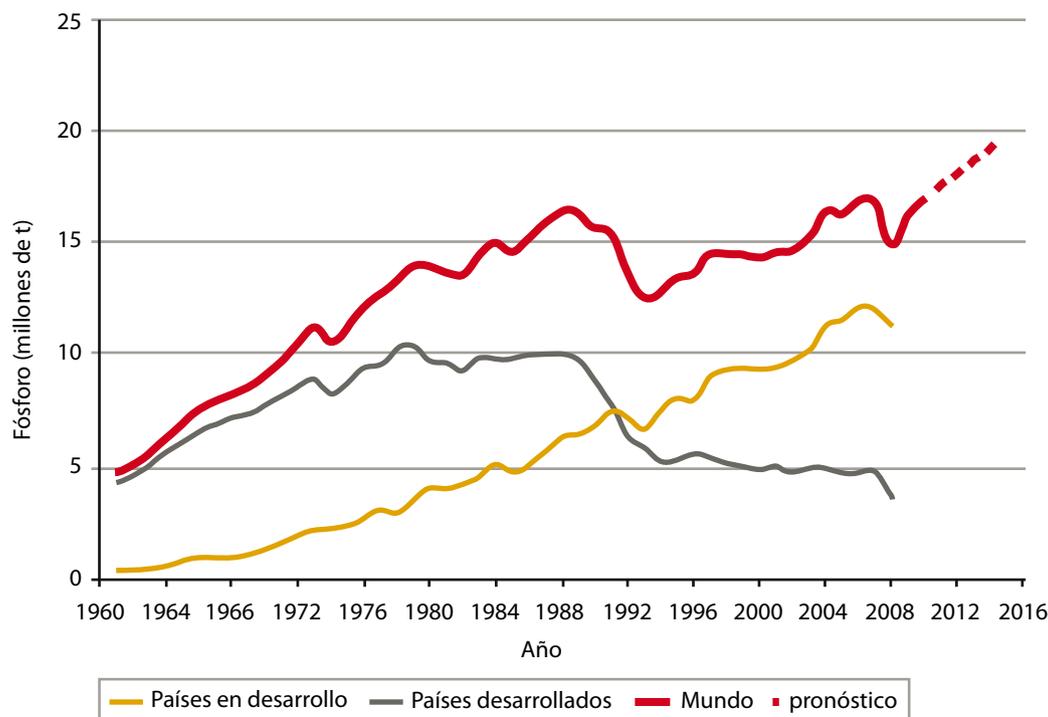


Figura 4: Consumo mundial de fertilizantes fosforados. En los países desarrollados, primero se estabilizó la demanda y después, hacia el año 1990, descendió. En los países en desarrollo ha seguido creciendo de manera constante. Fuente: Heffer y Prud'homme (2010)

Recuadro 2: Uso del fósforo en la agricultura en África

El 82 por ciento de los 6 800 millones de habitantes que tiene el mundo viven en regiones en desarrollo (UN 2009). El 16 por ciento de la población de estas regiones padece desnutrición crónica (UN 2010), hecho que en algunas regiones puede vincularse, en su mayor parte, con la baja capacidad productiva de la tierra. Por ejemplo, en África casi tres cuartas partes de las tierras de cultivo carecen de suficientes nutrientes, lo que hace que el rendimiento de sus cosechas sea solo una cuarta parte del promedio mundial (Henao y Baanante 2006). Al mismo tiempo, cada año se extraen más nutrientes de los que se aportan en forma de fertilizantes, residuos de cosechas y estiércol.

Los estudios del equilibrio de nutrientes realizados en la década de 1990 sugieren que en África las tasas medias anuales de agotamiento por hectárea se sitúan en 22 kilos de nitrógeno (N), 2,5 kilos de fósforo (P) y 15 kilos de potasio (K). Se estima que las tierras altas dedicadas al cultivo intensivo en África oriental pierden 36 kilos de N, 5 kilos de P y 25 kilos de K por hectárea cada año, mientras que las tierras de cultivo del Sahel pierden 10 kilos de N, 2 kilos de P y 8 kilos de K por hectárea (Smaling et al. 1997). El promedio de uso anual de fertilizantes en África es solo de unos 17 kilos por hectárea, en comparación, por ejemplo, con 96 kilos por hectárea en América Latina (Figura 5). Además, incluso este bajo nivel de consumo se produce en unos cuantos países africanos solamente. En el África subsahariana, excluyendo a Sudáfrica, se usan unos 5 kilos de fertilizantes por hectárea y año, de los cuales menos del 30 por ciento es fósforo: un nivel insuficiente para compensar el consumo de los propios cultivos.

La combinación de altos costos y baja accesibilidad impide que muchos agricultores africanos adquieran fertilizantes. Un transporte deficiente, escasos volúmenes comerciales y la falta de capacidad de producción o distribución a nivel local hacen que los precios de los abonos para las explotaciones sean entre dos y seis veces más altos que el promedio mundial. Pero el fertilizante es necesario para que los cultivos alcancen un rendimiento adecuado y sostenible. La Cumbre Africana sobre Fertilizantes (2006) concluyó que para llegar a una solución duradera será preciso adoptar políticas que sostengan redes sólidas de distribución, con fuentes crediticias, comercios minoristas y transportes

adecuados, además de transferencia de tecnología y conocimientos para el uso eficaz de los fertilizantes.

En una estrategia más sostenible se incluiría la gestión integrada de los nutrientes del suelo para aprovechar al máximo fuentes orgánicas de fósforo como los residuos de cosechas, el estiércol de animales y los desechos de alimentos, en combinación con un uso más puntual de los fertilizantes fosforados (Alley y Vanlauwe 2009). Con todo ello se obtendrían múltiples beneficios ecológicos, incluido el control de la erosión. La combinación de escorrentías y erosión provoca el 48 por ciento de las pérdidas de fósforo en las zonas altas de cultivo intensivo y el 40 por ciento en partes del Sahel (Smaling et al. 1997).

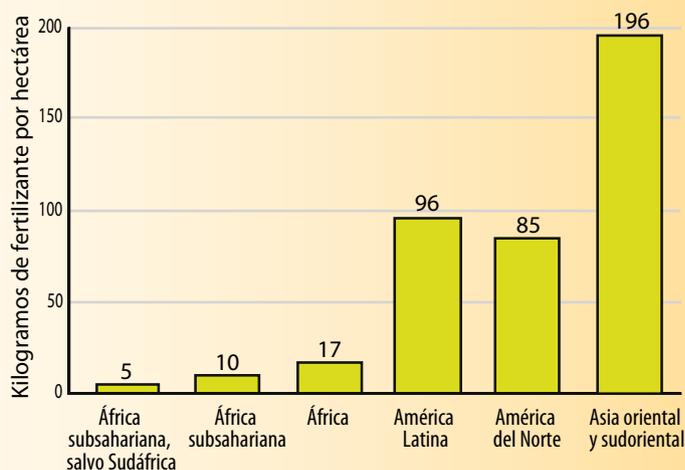


Figura 5: Disparidades regionales en la utilización de fertilizantes que contienen nitrógeno, fósforo y potasio. Fuente: IFA (2009)

Se estima que el costo anual de la eutrofización solo en los Estados Unidos asciende a 2 200 millones de dólares (Dodds et al. 2009). El problema es aún más grave en los grandes centros urbanos de los países donde el fósforo procedente de excrementos y detergentes se concentra en las aguas residuales y se desecha junto con el nitrógeno y otros nutrientes. Si las autoridades locales no invierten en instalaciones para eliminar estos nutrientes, llegarán junto con otros efluvios a los ríos y demás masas de agua (Van Drecht et al. 2009). Esto es lo que suele suceder en las megaciudades de los países en desarrollo, donde más del 70 por ciento de las aguas residuales llegan sin tratar a las aguas superficiales o subterráneas (Nyenje et al. 2010).

En muchas regiones del mundo los ciclos tradicionales de nutrientes que antes eran la base de la producción alimentaria local, el consumo y la gestión de desechos han cambiado en respuesta a la necesidad de producir más alimentos en un mundo que se globaliza. Hoy día circula en el medio ambiente una cantidad de fósforo más de cuatro veces

mayor que antes de que se comenzasen a usar abonos fosforados en la agricultura (Smil 2002). Los suelos que reciben fósforo retienen una alta proporción del mismo, pero la variabilidad de los suelos del mundo hace que la cantidad sea difícil de calcular, especialmente a gran escala. La eficiencia agrícola –en especial en la ganadería, que es un sector en crecimiento– será esencial para optimizar el uso del fósforo, evitar las pérdidas de nutrientes y cumplir con unas normativas ambientales cada vez más rigurosas. Por ejemplo, la Directiva Marco del Agua de la Unión Europea exige que los elementos potencialmente contaminantes sean extraídos de las aguas residuales antes de que estas lleguen a las aguas superficiales. La gestión sostenible de la tierra es importante para evitar que el fósforo penetre en las masas de agua como resultado de la erosión del suelo. Los avances en las tecnologías para la extracción de impurezas –como metales pesados– de los abonos contribuirían también a minimizar su paso a los terrenos agrícolas o las aguas superficiales.

Un uso más sostenible de la roca fosfórica serviría también para garantizar su viabilidad económica a largo plazo y la disponibilidad de fósforo para los agricultores. El fósforo circula por todo el sistema alimentario mundial, por lo que existen opciones para aumentar la eficiencia en cada fase de la cadena de valor. Estas opciones incluyen la prolongación de la vida de las reservas mediante mejoras en las extracciones (**Recuadro 3**), en la producción de abonos y en el uso eficiente de fertilizantes. El reciclado del fósforo de la excreta u otros desechos orgánicos, además, brinda una importante oportunidad para recuperar este nutriente. Dada la diversidad de aspectos a tener en cuenta en relación con el fósforo, se precisa un conjunto ecológicamente integrado de opciones en cuanto a criterios de actuación y medidas técnicas para garantizar un uso más sostenible de este recurso esencial.



Eutrofización del lago Winnipeg en Manitoba (Canadá). Los esfuerzos por mejorar la salud del lago abarcan la reducción de la afluencia de nutrientes de aguas residuales mediante la eliminación del uso de fertilizantes en las zonas de separación y la reducción en el contenido fosfórico de los detergentes domésticos. Foto: Lori Volkart

La erosión del suelo es un proceso natural notablemente acelerado por la actividad humana, en particular cambios en el uso de la tierra como la deforestación. El pastoreo excesivo o la eliminación de la vegetación hacen que los suelos queden desprotegidos y vulnerables a los efectos de las lluvias. Los suelos son especialmente propensos a la erosión en las regiones tropicales y subtropicales, donde las precipitaciones suelen ser más abundantes y más intensas. Las tasas de erosión varían con el tipo de suelo y el paisaje.

Hay una serie de medidas que se pueden adoptar para aumentar la eficacia en el uso del fósforo y reducir sus pérdidas, como por ejemplo una gestión efectiva de la tierra que contribuya a disminuir las pérdidas debidas a la erosión del suelo (**Recuadro 4**).

Se pueden conseguir avances importantes mejorando la gestión de los nutrientes vegetales y reciclando el fósforo de la cadena de residuos (Syers et al. 2008, Gilbert 2009, Van Vuuren et al. 2010). Las innovaciones tecnológicas en la gestión de residuos pueden reducir de

Recuadro 3: Mejoras en la sostenibilidad de las extracciones de fósforo

El desempeño ambiental de la industria de materias primas para fertilizantes ha mejorado en las últimas décadas, con una mayor orientación hacia la sostenibilidad del sector minero. Con nuevos sistemas de gestión se ha conseguido mejorar el impacto ecológico, además de producir beneficios económicos. Una mayor recuperación de fósforo durante las operaciones de extracción puede alargar la vida útil de las reservas (Prud'homme 2010).

El área afectada por las operaciones de extracción en superficie varía según la geometría y el espesor del mineral bruto. El contenido de fosfato se enriquece mediante concentración, o "beneficiación", proceso que elimina contaminantes como la arcilla y otras partículas finas, así como materias orgánicas y minerales que contienen siliceo y hierro (UNEP/IFA 2001). Estos materiales suelen eliminarse mediante trituración o molienda, depuración, lavado con agua y filtrado, y van a parar a masas de agua, zonas ya explotadas o estanques diseñados al efecto.

Como sucede con otras muchas actividades mineras, la extracción y beneficiación de la roca fosfórica tiene efectos ambientales potencialmente nocivos, que incluyen los daños causados en el paisaje, el excesivo consumo de agua, y la contaminación del agua y del aire. Estos efectos son locales, y en su mayoría se limitan al lugar en que se ubica la mina (UNEP/IFA 2001). Se hace uso de una serie de prácticas paisajísticas para minimizar las alteraciones y acelerar el restablecimiento de la vegetación, mientras que los desechos se confinan a un área específica, con un alto grado de control de la gestión.

Actualmente se están desarrollando trabajos para reciclar el agua usada en el proceso, recuperar los finos y tratar los residuos, con el fin de mejorar el índice de recuperación. Sin embargo, se carece de información sobre la recuperación del fósforo en la minería y la beneficiación del mineral. Las tasas comunicadas varían considerablemente, con valores que oscilan entre el 41 y el 95 por ciento (Prud'homme 2010, Van Kauwenbergh 2010).



Explotación a cielo abierto de roca fosfórica en Togo. La mayoría de la roca fosfórica del mundo se explota en canteras abiertas, como se ve en esta foto, o en minas de gran escala equipadas con líneas de arrastre o sistemas de escavadoras y palas cargadoras. Foto: *Alexandra Pugachevsky*

Recuadro 4: Gestión de la erosión del suelo para minimizar las pérdidas de fósforo

Dado que los nutrientes de las plantas se concentran en la capa superior del suelo, la eliminación de las capas superficiales por erosión puede reducir considerablemente la productividad del suelo. La sedimentación y la eutrofización causan daños también en el entorno acuático. Por lo tanto, si se protege la capa superior del suelo frente a la erosión se mantiene la productividad de la tierra y se conserva la calidad del agua.

Las tasas registradas de erosión y arrastre de sedimentos varían. En África se han registrado tasas de eliminación de la capa superior del suelo de 0,47 toneladas por hectárea y año; en Asia las tasas registradas fueron casi cuatro veces más altas (El Swaify et al. 1982). Dado el costo que supone realizar las mediciones, se han desarrollado modelos de simulación de la erosión, pero estos modelos a menudo producen resultados distintos cuando se aplican a diferentes escalas espaciales.

Entre un 75 y un 90 por ciento del fósforo que se pierde en escorrentías de superficie en terrenos agrícolas va ligado a las partículas del suelo (Sharpley

y Rekolainen 1997). En África la cantidad total de fósforo que se pierde cada año se estima en 2,5 kilos por hectárea, mientras que la pérdida de fósforo por erosión y escorrentías es de un kilo por hectárea y año aproximadamente (Smaling et al. 1997).

Hay prácticas reconocidas para minimizar la erosión del suelo: entre ellas, labranza en contorno siguiendo las curvas de nivel del terreno en vez de la pendiente, y la plantación en contorno de setos en tierras pendientes. Como es la cubierta de vegetación lo que principalmente determina el alcance de la pérdida de suelo por erosión, la solución a largo plazo es controlar la erosión mediante la protección de la capa vegetal, incluyendo el uso de mantillo protector, cultivos de cobertura y sistemas que aumentan la fertilidad en terrenos poco fértiles (Stocking 1984). Estas prácticas podrían adoptarse de forma generalizada en los países en desarrollo, aunque se verían limitadas por la falta de tenencia de la tierra, los costos que conllevan, las escasas ayudas disponibles y otros factores socioeconómicos. Un importante punto de partida serían las mejoras en la formación de los agricultores.

un modo dramático la cantidad de fósforo que llega al entorno acuático (**Recuadro 5**). Estas mejoras suelen producir beneficios adicionales, tales como la generación de energía del biogás (Van Vuuren et al. 2010). El reciclaje de lodos residuales es otra opción, aunque hay que tener presentes ciertas consideraciones relativas a la salud, dado que dichos lodos pueden contener altas concentraciones de metales pesados, patógenos y otros contaminantes.

Algunos países europeos ya están fijando objetivos para el reciclaje del fósforo. Suecia, por ejemplo, espera reciclar el 60 por ciento del fósforo que contienen las aguas residuales de sus ciudades para 2015 (Swedish Environmental Protection Agency 2010).

Se prevé que con el crecimiento demográfico y el desarrollo económico aumente aún más la producción agropecuaria, especialmente la ganadería. La demanda futura de fósforo dependerá en gran parte de

Recuadro 5: Desde el uso de desechos a la recuperación del fósforo y el reciclaje

Durante siglos la excreta humana y animal se ha utilizado en las tierras agrícolas como nutriente para los cultivos. En muchas partes del mundo los agricultores todavía consideran que el estiércol tiene gran valor para enriquecer el suelo. Se están desarrollando numerosas tecnologías, desde sistemas de bajo costo y pequeña escala hasta sistemas más caros y tecnológicamente complejos, para la recuperación de nutrientes, incluido el fósforo en los excrementos humanos.

Los sistemas de "saneamiento ecológico" para el aprovechamiento de la excreta humana están diseñados para cerrar el ciclo de nutrientes y agua. Por ejemplo, el reciclaje de nutrientes de los excrementos humanos se puede lograr con el uso de sanitarios secos que separan la orina (Morgan 2007). Este tipo de sistemas *in situ* son especialmente idóneos para zonas rurales y periurbanas, donde los hogares no disponen de sistema de alcantarillado y los agricultores no tienen acceso a –o no pueden costear– fertilizantes químicos (Rosemarin et al. 2008). En las pruebas realizadas en aldeas de Níger por Dagerskog y Bonzi (2010) se comprobó que un hogar rural con una media de nueve personas produce al año una cantidad equivalente a 80 dólares de fertilizantes químicos. El componente de orina produce rendimientos de sorgo y mijo comparables, o incluso entre un 10 y un 20 por ciento más altos, que la misma cantidad de nutrientes aplicados como abono químico.

El interés por el reciclaje de fósforo y otros nutrientes de los sistemas de saneamiento ha crecido en los últimos años (Esrey et al. 2001). En respuesta a este interés, la Organización Mundial de la Salud ha elaborado directrices para la reutilización segura de la excreta humana en la agricultura (OMS 2006).

Hay otras innovaciones en el saneamiento ecológico que han aumentado de forma considerable la viabilidad de extraer fósforo de las aguas residuales de los centros urbanos (Gantenbein y Khadka 2009; Tilley et al. 2009). El producto obtenido es un mineral llamado estruvita, elemento sólido de color blanco que se forma al utilizar bacterias para limpiar los lodos residuales. La estruvita ha demostrado su valor como fuente de fertilizante a base de fósforo (Johnston y Richards 2003). Esta tecnología se empezó a usar comercialmente en 2007, y hoy se emplea a pleno rendimiento en las plantas de tratamiento de las ciudades más importantes de América del Norte y el Reino Unido.

Durante la pasada década se ha comenzado a investigar la posibilidad de reducir las pérdidas de fósforo mediante mejoras en la absorción de fósforo por los animales. En particular, la cría intensiva de ganado porcino produce enormes volúmenes de estiércol rico en fósforo. Los animales monogástricos como el cerdo no pueden descomponer el fitato, la forma de fósforo más habitual en el pienso animal. Por tanto, se añade fósforo a la dieta animal como suplemento inorgánico, pero una buena parte es excretada a causa de su baja absorción en el intestino. Científicos de la Universidad de Guelph, en Canadá, han desarrollado un cerdo "ecológico" genéticamente modificado –el *Enviro-pig*– capaz de digerir

el fitato (Forsberg et al. 2003), de modo que se reduce la necesidad de aportar suplementos de fósforo inorgánico. Otros investigadores trabajan en el desarrollo de cultivos de bajo fitato y en la producción de fitasa, una enzima que ayuda a los animales a digerir el fitato.



La innovación tecnológica ha conseguido desarrollar un cerdo capaz de digerir el fitato. De esta forma se reduce la necesidad de aportar suplementos de fósforo, una gran parte del cual es excretado. El gobierno canadiense concedió la autorización a principios de 2010, con lo cual se permite a los ganaderos la cría del *Enviro-pig*, que representa un importante paso hacia su procesado y venta para la alimentación. Foto: Universidad de Guelph



Depuración y lavado con agua de mar de la roca fosfórica en las costas de Togo. Foto: Takehiro Nakamura

los tipos de prácticas agrícolas que acompañen a este aumento (Vitousek et al. 2009). Los cambios en las dietas y la reducción en la cantidad de alimentos que se echan a perder en el pequeño comercio y en los hogares contribuirían a reducir las pérdidas de fósforo, y precisarían una mayor concienciación y la modificación de actitudes para transformar las pautas de consumo. A medida que van surgiendo opciones prometedoras se hace más necesario que la toma de decisiones se base en datos científicos fiables derivados de nuevas investigaciones sobre la disponibilidad de fósforo, los flujos de productos y los usos finales (Hilton et al. 2010, Van Vuuren et al. 2010).

De cara al futuro

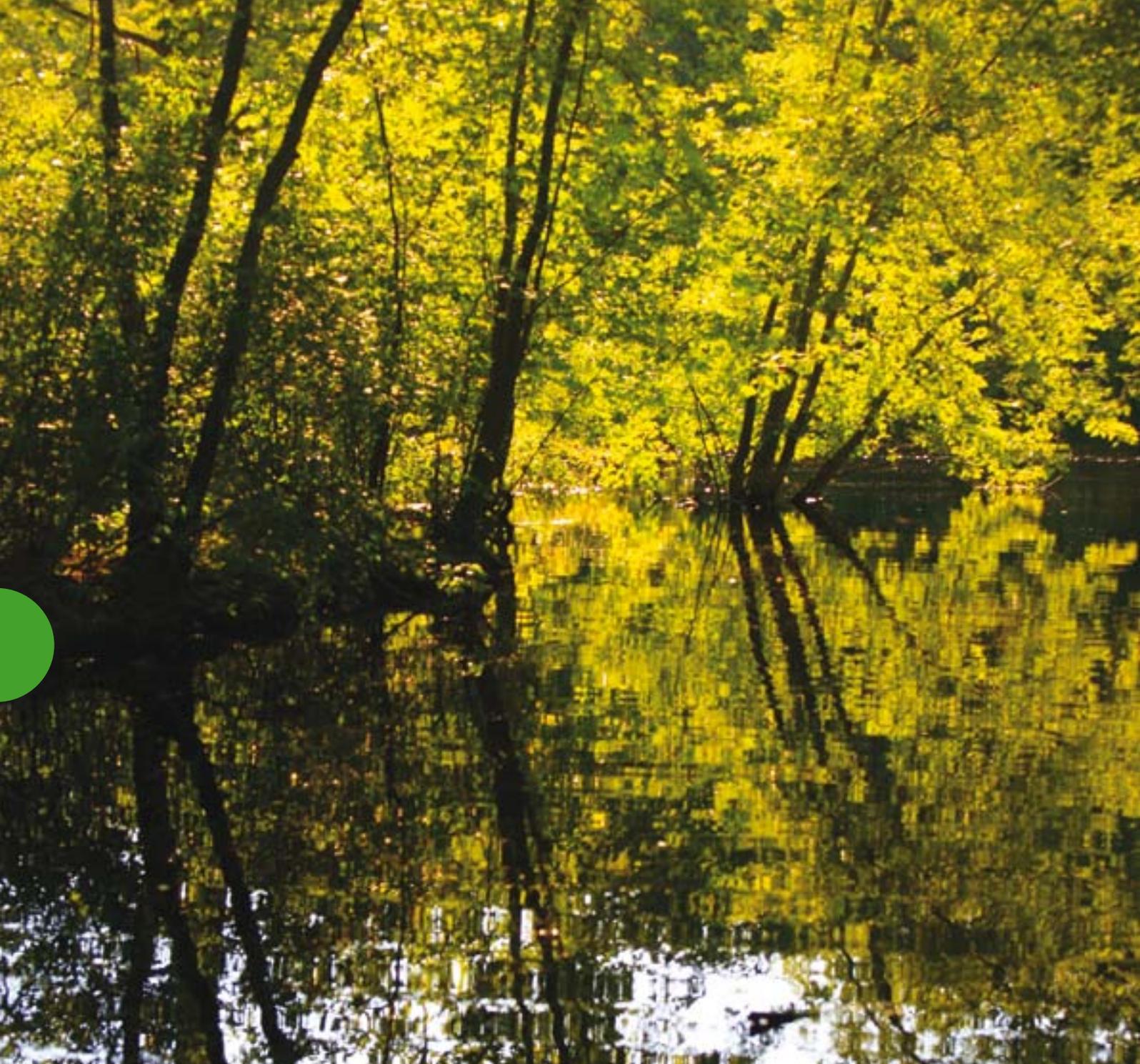
El fósforo ha recibido relativamente poca atención en comparación con otros importantes insumos agrícolas como el nitrógeno y el agua. Dado el papel vital del fósforo en la producción de alimentos, toda actuación orientada a la seguridad alimentaria debe abarcar discusiones exhaustivas acerca de un uso más sostenible de este recurso limitado. Entre los temas claves están el aumento en la demanda mundial de fertilizantes fosforados, el continuo debate sobre la disponibilidad a largo plazo de la roca fosfórica, la falta de acceso al fósforo de muchos de los agricultores del mundo, las perspectivas de aumento en el reciclaje y de un uso más eficaz del fósforo en la agricultura, y la reducción de pérdidas mediante el control de la erosión del suelo. Es preciso que se lleven a cabo investigaciones más detalladas para obtener una cuantificación fiable a

escala mundial de la cantidad de fósforo disponible para la producción de alimentos. Una evaluación mundial del fósforo, con aportaciones de científicos y otros expertos, así como de los encargados de la elaboración de políticas y otras partes interesadas, podría contribuir a mejorar el acceso a los abonos, la gestión de los residuos en los contextos urbanos y el reciclaje del fósforo en los desechos de alimentos y la excreta humana y de animales.

La disponibilidad a largo plazo del fósforo para la producción alimentaria a escala global tiene una importancia fundamental para el conjunto de la población. Dada la diversidad de aspectos a tener en cuenta en relación con el fósforo, solo se podrá garantizar su uso eficiente y sostenible con un conjunto integrado de opciones de políticas y medidas técnicas. Las soluciones ambientales encaminadas a mejorar la gestión de los nutrientes y el reciclaje, reducir las pérdidas de fósforo debidas a la erosión del suelo y fomentar patrones sostenibles de producción y consumo también potencian el uso correcto de un recurso que es finito. Esta podría ser la base para impulsar la innovación en materia ambiental y otras medidas a nivel local, nacional, regional e internacional con el fin de mejorar la gestión del fósforo. El futuro de este recurso dependerá asimismo de la gobernanza de su explotación y distribución en el mundo. Es necesario contar con datos exactos sobre existencias mundiales, nuevas tecnologías, infraestructuras, instituciones, actitudes y políticas para afrontar el reto de alimentar de manera sostenible a una población global en rápido crecimiento mientras a la vez se mantiene un entorno sano y productivo.

Referencias

- Africa Fertilizer Summit (2006). *Africa Fertilizer Summit Proceedings*. International Fertilizer Development Center (IFDC), Muscle Shoals, Alabama, USA
- Alley, M.M. and Vanlauwe, B. (2009). *The Role of Fertilizers in Integrated Plant Nutrient Management*. International Fertilizer Industry Association (IFA), Paris, and Tropical Soil Biology and Fertility Institute of the International Centre for Tropical Agriculture (TSBF-CIAT), Nairobi
- Bennett, E.M., Carpenter, S.R. and Garaco, N.F. (2001). Human impact on erodible phosphorus and eutrophication: A global perspective. *Bioscience*, 51(3), 227-234
- Buresh, R.J., Smithson, P.C. and Helium, D.T. (1997). Building Soil Phosphorus Capital in Africa. In: Buresh, R.J., Sanchez, P.A. and Calhoun, F. (eds.), *Replenishing Soil Fertility in Africa*. Special Publication No. 51. Soil Science Society of America (SSSA) and American Society of Agronomy (ASA), Madison, Wisconsin, USA
- Carpenter, S.R., Caraco, N.F., Correll, D.L., Howarth, R.W., Sharpley, A.N. and Smith, V.H. (1998). Nonpoint pollution of surface waters with phosphorus and nitrogen. *Ecological Applications*, 8(3), 559-568
- Cordell, D., Drangert, J.-O. and White, S. (2009). The Story of Phosphorus: *Global food security and food for thought*. *Global Environmental Change*, 19, 292-305
- Dagerskog, L. and Bonzi, M. (2010). Opening minds and closing loops – productive sanitation initiatives in Burkina Faso and Niger. *Sustainable Sanitation Practice*, 3
- Dodds, W.K., Bouska, W.W., Eitzmann, J.L., Pilger, T.J., Pitts, K.L., Riley, A.J. and Thornbrugh, D.J. (2009). Eutrophication of US Freshwaters: Analysis of Potential Economic Damages. *Environmental Science & Technology*, 43(1), 12-19
- Drecht, G. van, Bouwman, A.F., Harrison, J. and Knoop, J.M. (2009). Global nitrogen and phosphate in urban wastewater for the period 1970 to 2050. *Global Biogeochemical Cycles*, 23
- Drummond, A. (2010). Minemakers: Targeting Phosphate Production from Two Continents. Paper presented at the Phosphates 2010 International Conference, 22-24 March, Brussels
- El-Swaify, S.A., Dangler, E.W. and Armstrong, C.L. (1982). *Soil erosion by water in the tropics*. Research Extension Series 024, College of Tropical Agriculture and Human Resources, University of Hawaii
- Esrey, S., Andersson, I., Hillers, A. and Sawyer, R. (2001). *Closing the Loop: Ecological sanitation for food security*. Publication on Water Resources No. 18.
- United Nations Development Programme (UNDP) and Swedish International Development Cooperation Agency (SIDA)
- FAO (2008). Soaring food prices: facts, perspectives, impacts and actions required. Presented at the High-level Conference on World Food Security: The Challenges of Climate Change and Bioenergy, 3-5 June 2008, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome
- FAO (2010). *The State of Food Insecurity in the World 2010: Addressing food insecurity in protracted crises*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome
- FAOStat (2009). Online database providing time-series and cross sectional data relating to food and agriculture for some 200 countries. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. <http://faostat.fao.org>
- Forsberg, C.W., Phillips, J.P., Golovan, S.P., Fan, M.Z., Meidinger, R.G., Ajakaiye, A., Hilborn, D. and Hacker, R.R. (2003). The Envirotop physiology, performance, and contribution to nutrient management advances in a regulated environment: The leading edge of change in the pork industry. *Journal of Animal Science*, 81, 68-77
- Fresco, L. (2009). Challenges for food system adaptation today and tomorrow. *Environmental Science & Policy*, 12, 2009, 378-385
- Gantenbein, B. and Khadka, R. (2009). *Struvite Recovery from Urine at Community Scale in Nepal. Final Project Report Phase 1*. Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag), Duebendorf, Switzerland, and UN-Habitat Water for Asian Cities Programme Nepal, Kathmandu
- Gilbert, N. (2009). The disappearing nutrient. *Nature*, 461, 716-718
- GPNN (2010). *Building the foundations for sustainable nutrient management. A publication of the Global Partnership on Nutrient Management*. Published by the United Nations Environment Programme on behalf of the Global Partnership on Nutrient Management
- Heffer, P. and Prud'homme, M. (2010). *Fertilizer Outlook 2010-2014*, 78th IFA Annual Conference, 31 May-2 June 2010, International Fertilizer Industry Association (IFA), Paris
- Henao, J. and Baanante, C. (2006). *Agricultural Production and Soil Nutrient Mining in Africa: Implications for Resource Conservation and Policy Development*.
- International Fertilizer Development Center (IFDC), Muscle Shoals, Alabama, USA
- Hilton, J., Johnston, A.E. and Dawson, C.J. (2010). *The Phosphate Life-Cycle: Rethinking the Options for a Finite Resource*. Proceedings No. 668. International Fertiliser Society, Leek, UK
- IAASTD (2009). *Agriculture at a Crossroads. Synthesis Report*. International Assessment of Knowledge, Science and Technology for Development
- IFA (2006). *Production and International Trade Statistics*. International Fertilizer Industry Association, Paris
- IFA (2008). *Feeding the Earth: Fertilizers and Global Food Security, Market Drivers and Fertilizer Economics*. International Fertilizer Industry Association, Paris
- IFA (2009). *Annual Phosphate Rock Statistics*. International Fertilizer Industry Association, Paris
- IFDC/UNIDO (1998). *Fertilizer Manual*. Prepared by the International Fertilizer Development Center (IFDC) and the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands
- IFPRI (2002). *GREEN REVOLUTION: Curse or Blessing?* International Food Policy Research Institute, Washington, D.C.
- Jacob, K.D. (1964). Predecessors of superphosphate. In: United States Department of Agriculture and Tennessee Valley Authority (TVA), *Superphosphate: Its history, chemistry and manufacture*. United States Government Printing Office, Washington, D.C.
- Jasinski, S.M. (2006). Phosphate Rock. In: *Mineral Commodity Summaries 2006*. United States Geological Survey. United States Government Printing Office, Washington, D.C.
- Jasinski, S.M. (2007). Phosphate Rock. In: *Mineral Commodity Summaries 2007*. United States Geological Survey. United States Government Printing Office, Washington, D.C.
- Jasinski, S.M. (2008). Phosphate Rock. In: *Mineral Commodity Summaries 2008*. United States Geological Survey. United States Government Printing Office, Washington, D.C.
- Jasinski, S.M. (2010). Phosphate Rock. In: *Mineral Commodity Summaries 2010*. United States Geological Survey. United States Government Printing Office, Washington, D.C.
- Jasinski, S.M. (2011). Phosphate Rock. In: *Mineral Commodity Summaries 2011*. United States Geological Survey. United States Government Printing Office, Washington, D.C.
- Johnston, A.E. and Richards, I.R. (2003). Effectiveness of different precipitated phosphates as phosphorus sources for plants. *Soil Use and Management*, 19, 45-49
- Jung, A. (2010). Phosphates Fertilizer Outlook, British Sulphur Consultants. Paper presented at the Phosphates 2010 International Conference, 22-24 March, 2010, Brussels
- Kauwenbergh, S. Van. (2010). *World Phosphate Rock Reserves and Resources, IFDC Technical Bulletin 75*. International Fertilizer Development Center (IFDC), Muscle Shoals, Alabama, USA
- MA (2005). Nutrient Cycling. Chapter 12 in: Hassan, R., Scholes, R. and Ash, N. (eds.), *Ecosystems and Human Well-Being: Current State and Trends, Volume 1 Millennium Ecosystem Assessment*. Island Press, Washington, D.C.
- Morgan, P. (2007). Toilets That Make Compost: Low-cost, sanitary toilets that produce valuable compost for crops in an African context. Stockholm Environment Institute
- Nyenje, P.M., Foppen, J.W., Uhlenbrook, S., Kulabako, R. and Mwangi, A. (2010). Eutrophication and nutrient release in urban areas of sub-Saharan Africa – A review. *Science of the Total Environment*, 408(3), 447-455
- Prud'homme, M. (2010). *World Phosphate Rock Flows, Losses and Uses*. Paper presented at the Phosphates 2010 Conference and Exhibition, Brussels, March 2010
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, A., Chapin, F.S., Lambin, E.F. and Foley, J.A. (2009). A safe operating space for humanity. *Nature*, 461(7263), 472-475
- Rosemarin, A., Ekane, N., Galdwell, I., Kvarnström, E., McConville, J., Ruben, C. and Fogde, M. (2008). *Pathways for Sustainable Sanitation: Achieving the Millennium Development Goals*. Stockholm Environment Institute. IWA Publishing, London
- Schröder, J.J., Cordell, D., Smit, A.L. and Rosemarin, R. (2010). *Sustainable Use of Phosphorus*. Report No. 357. Plant Research International, Wageningen University and Research Centre, the Netherlands, and Stockholm Environment Institute
- Sharpley, A. and Rekolainen, S. (1997). Phosphorus in Agriculture and Its Environmental Implications. In: Tunney, H., Carton, O.T., Brookes, P.C. and Johnston, A.E. (eds.), *Phosphorus Loss from Soil to Water*. CAB International, Wallingford, UK
- Smaling, E.M.A., Nandwa, S.M. and Janssen, B.H. (1997). Soil fertility in Africa is at stake. In: Buresh, R.J., Sanchez, P.A. and Calhoun, F. (eds.), *Replenishing Soil Fertility in Africa*. Special Publication No. 51. Soil Science Society of America (SSSA) and American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA
- Smil, V. (2000). Phosphorus in the Environment: Natural Flows and Human Interferences. *Annual Review of Energy and the Environment*, 25, 53-88
- Smil, V. (2002). Phosphorus: Global Transfers. In: Douglas, I. (ed.), *Encyclopedia of Global Environmental Change, Volume 3, Causes and Consequences of Global Environmental Change*. John Wiley & Sons, Chichester, UK
- Stocking, M. (1984). Rates of erosion and sediment yield in the African environment. In: Walling, D.E., Foster, S.S.D. and Wurzel, P. (eds.), *Challenges in African Hydrology and Water Resources* (Proceedings of the Harare Workshop Symposium in July 1984). International Association of Hydrological Sciences (IAHS) Publication No. 14
- Swedish Environmental Protection Agency (2010). *Reporting of government assignment 21: Update of the "Action Plan for Reuse of Phosphorus from Wastewater"*. Ministry of Environment, Stockholm
- Syers, J.K., Johnston, A.E. and Curtin, D.C. (2008). *Efficiency of Soil and Fertilizer Phosphorus Use*. FAO Fertilizer and Plant Nutrition Bulletin 18
- Tilley, E., Gantenbein, B., Khadka, R., Zurbrugg, C. and Udert, K.M. (2009). Social and Economic Feasibility of Struvite Recovery from Urine at the Community Level in Nepal. In: Ashley, K., Mavinic, D. and Koch, F. (eds.), *International Conference on Nutrient Recovery from Wastewater Streams*. IWA Publishing, London
- UN (2009). *World Population Prospects: The 2008 Revision*. Highlights. Population Division of the Department of Economic and Social Affairs of the United Nations Secretariat, United Nations, New York
- UN (2010). *The Millennium Development Goals Report*. United Nations Department of Economic and Social Affairs, United Nations, New York 2008
- UNEP/IFA (2001). *Environmental Aspects of Phosphate and Potash Mining*. United Nations Environment Programme and International Fertilizer Industry Association (IFA), Paris
- UNGA (2010). *Keeping the promise: United to achieve the MDGs. A forwardlooking review to promote an agreed action agenda to achieve the Millennium Development Goals by 2015*. United Nations General Assembly 64/665
- Vaccari, D.A. (2009). Phosphorus Famine: The Threat to Our Food Supply. *Scientific American*, June, 54-59
- Vitousek, P.M., Naylor, R., Crews, T., David, M.B., Drinkwater, L.E., Holland, E., Johns, P.J., Katzenberger, J., Martinelli, L.A., Matson, P.A., Nziqubeba, G., Ojima, D., Palm, C.A., Robertson, G.P., Sanchez, P.A., Townsend, A.R. and Zhang, F.S. (2009). Nutrient imbalances in agricultural development. *Science* 324(5934), 1519-1520
- Vuuren, D.P. Van, Bouwman, A.F. and Beusen, A.H.W. (2010) Phosphorus demand for the 1970-2100 period: A scenario analysis of resource depletion. *Global Environmental Change*, 20, 428-439
- WHO (2006). *Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater. Volume 4: Excreta and greywater use in agriculture*. World Health Organization, Geneva



Hay un nuevo nivel de concienciación sobre la importancia mundial de los bosques y la ordenación forestal sostenible. *Foto: Rowland Williams*

Nuevas perspectivas sobre la biodiversidad forestal

Los bosques están recibiendo una atención renovada a nivel mundial por el papel que juegan en la mitigación del cambio climático. Sin embargo, la pérdida de biodiversidad continúa poniendo en peligro los bosques, al disminuir su capacidad para adaptarse a las presiones, siendo una de ellas el cambio climático. Las nuevas formas de enfocar la conservación de la biodiversidad son prometedoras, pero es necesario que vayan acompañadas de una gobernanza más eficaz y mayores inversiones económicas.

Los bosques del mundo juegan un papel importante en el mantenimiento de procesos ecológicos fundamentales, como la regulación del agua y el almacenamiento del carbono; también son soporte de diferentes medios de vida y apoyan el crecimiento económico (UNEP 2007, FAO 2009a). Aproximadamente 1 600 millones de personas dependen de alguna forma de los bosques para sus medios de vida: el valor de la madera y otros bienes extraídos de los bosques ascendió en 2005 a 122 000 millones de dólares (World Bank 2004, FAO 2010). Al albergar a dos terceras partes de la totalidad de flora y fauna de la tierra, los bosques son los ecosistemas terrestres con mayor diversidad biológica (Schmitt et al. 2009, FAO 2010, IUCN 2010). Muchos de los beneficios esenciales que se obtienen de los bosques, así como su capacidad de adaptación frente a las presiones –una de las cuales es el cambio climático–, se sustentan en la biodiversidad forestal (MA 2005a, Seppala et al. 2009).

Existe ya una mayor concienciación sobre la importancia mundial de los bosques y de la ordenación forestal sostenible, y se reconoce que reducir las emisiones de GEI causadas por la deforestación, y también la degradación de

Recuadro 1: Biodiversidad forestal y mitigación del cambio climático

Los árboles capturan y almacenan el carbono de la atmósfera. Aunque no se entiende bien del todo el vínculo entre la biodiversidad y el ciclo del carbono, se cree que la cuarta parte del carbono emitido por actividades humanas, como la quema de combustibles fósiles, es absorbida por los bosques y otros ecosistemas terrestres (Midgley et al. 2010). Por lo tanto, los bosques juegan un importante papel en la lucha contra el cambio climático. **REDD+** es un mecanismo internacional cuyo propósito es mitigar el cambio climático mediante la **Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación** de los bosques en los países en desarrollo, y la potenciación de los depósitos forestales de carbono mediante actividades como la conservación forestal y la ordenación forestal sostenible (Angelsen 2009). Pagando a los países en desarrollo por conservar los bosques se pone de relieve la importancia económica de los ecosistemas y la biodiversidad. El PNUMA, junto con el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), presta apoyo a los países para que participen en REDD+.

¿Qué es la biodiversidad forestal?

Bosque: la tierra con una cubierta de copa (o su grado equivalente de espesura) de más del 10 por ciento del área y una superficie superior a 0,5 hectáreas (FAO 2000).

Biodiversidad forestal: la variabilidad entre los organismos vivos de los ecosistemas forestales. Comprende la diversidad dentro de las especies y entre ellas, y la diversidad dentro de y entre los componentes terrestres y acuáticos de los ecosistemas forestales (CBD 1992).

los bosques, es imprescindible para alcanzar los objetivos de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) (**Recuadro 1**). Además, invertir en ordenación forestal sostenible puede crear millones de nuevos “empleos verdes” (FAO 2009b). A lo largo de más de veinte años la comunidad internacional ha demostrado su preocupación por la deforestación, la degradación de los bosques y la pérdida consiguiente de biodiversidad forestal (FAO 2009a, Rayner et al. 2010). El progreso logrado al nivel internacional ha incluido la adopción del Convenio sobre la Diversidad Biológica, y ha sido complementado por esfuerzos realizados al nivel nacional y subnacional. El 13 por ciento del total de la superficie de bosque del mundo se encuentra protegido legalmente, y casi el 75 por ciento de los bosques están incluidos en algún programa forestal nacional. Ha habido también un rápido aumento en iniciativas de ordenación forestal sostenible, y se han potenciado los derechos locales en cuanto a gestión forestal a nivel local (FAO 2007, Agrawal et al. 2008, CBD 2010, FAO 2010).

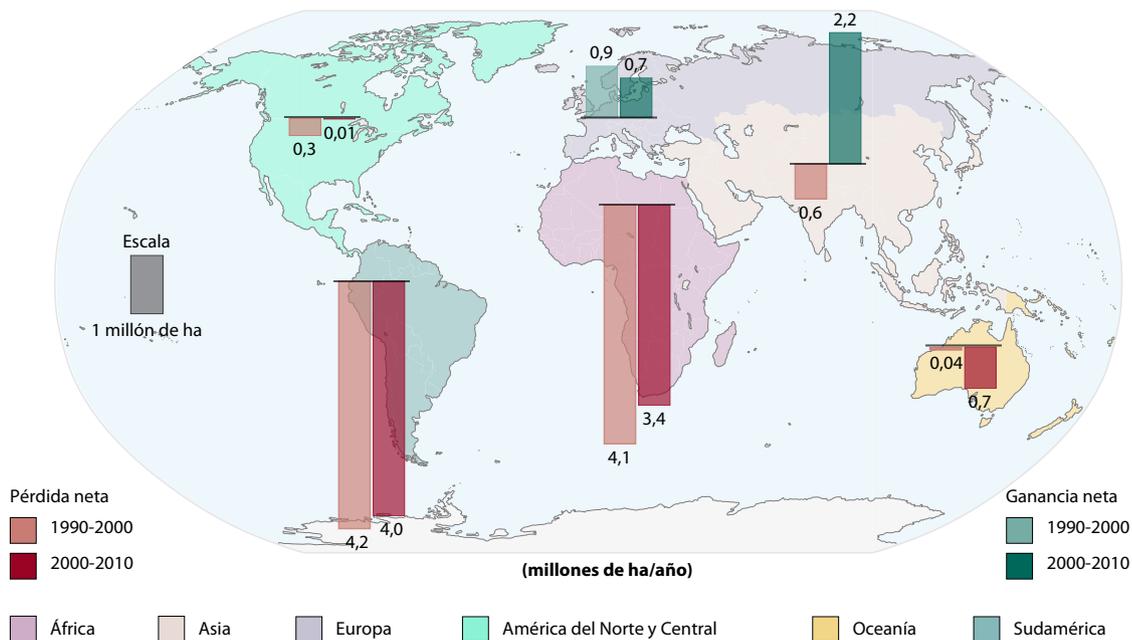
Pese al progreso conseguido y las ganancias netas en área de bosque en Europa y Asia, la pérdida total de masa forestal durante la última década fue de un promedio de 13 millones de hectáreas al año (FAO 2010) (**Figura 1**). La mayor parte de la deforestación tiene lugar en los bosques tropicales, que son

*Autores: Richard Fleming (coresponsable), Peter Kanowski (coresponsable), Nick Brown, Jan Jenik, Paula Kahumbu y Jan Plesnik
Redactor científico: Tahia Devisscher*

Figura 1: Cambio anual en el área de bosque, en millones de hectáreas al año, 1990-2010.

Europa muestra una tendencia continua al alza, mientras que en China la forestación a gran escala —entre dos y tres millones de hectáreas al año— contribuye a las ganancias netas en Asia. La tasa de deforestación descende en algunos países como Brasil e Indonesia. Sin embargo, sigue habiendo importantes pérdidas en Sudamérica y en África. Las fuertes sequías e incendios forestales han exacerbado las pérdidas de bosque en Australia desde el año 2000.

Fuente: FAO (2010)



especialmente ricos en biodiversidad (CBD 2010). Aunque la tasa mundial de pérdida neta de masa forestal se ha ralentizado, en parte gracias a la expansión de las plantaciones y la restauración natural de los bosques, la pérdida de biodiversidad forestal sigue ocurriendo de manera desproporcionada, pues los niveles más altos de deforestación y degradación de los bosques se registran en los bosques naturales de los países en desarrollo, muy ricos en biodiversidad (Schulze et al. 2004, CBD 2010).

La mayor atención científica, política y de gestión que se presta hoy día a la conservación de la biodiversidad de los bosques hace posible lograr un entendimiento más preciso y presenta oportunidades para responder con mayor efectividad a la pérdida de biodiversidad forestal (MA 2005a, Cashore et al. 2006, Gardner et al. 2010, Maris y Béchet 2010, Pfund 2010).

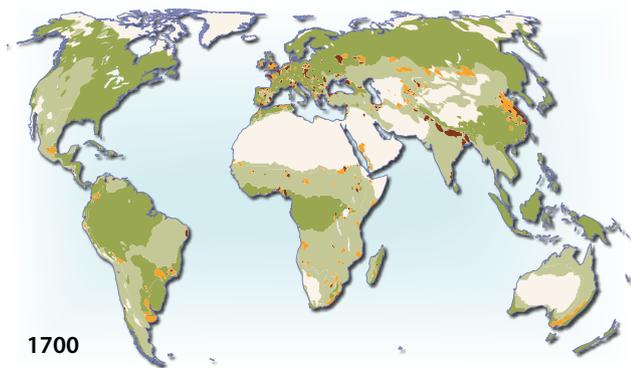
Factores que impulsan la pérdida de biodiversidad forestal, y consecuencias de la misma

A nivel mundial, los principales factores que impulsan la pérdida de biodiversidad forestal son el crecimiento demográfico y el aumento del consumo; el creciente comercio en productos alimenticios y agrícolas; la demanda cada vez mayor de productos forestales, incluida la biomasa para la generación de energía; la expansión de los asentamientos humanos y las infraestructuras; y el cambio climático (FAO 2009, Slingenberg et al. 2009, DeFries et al. 2010, IUCN 2010). A escala del paisaje, estas presiones se manifiestan en la pérdida de biodiversidad por presiones como la deforestación para la agricultura y el desarrollo, la fragmentación de los hábitats forestales, la pérdida de bosque asociada a la explotación insostenible de productos forestales para uso industrial y para cubrir algunas necesidades

de medios de vida, cambios en el régimen de quemas, un incremento en las especies invasivas y la proliferación de plagas y enfermedades (Asner et al. 2005, FAO 2007, UNEP 2007, Nellemann y Corcoran 2010).

De continuar las actuales tendencias de pérdida de hábitat, explotación de recursos y cambio climático, el ritmo de extinción de especies aumentará, se perderán o degradarán los hábitats ricos en biodiversidad, especialmente en los trópicos, y cambiará dramáticamente la distribución y abundancia de especies y ecosistemas (Lindenmayer et al. 2008, Leadley et al. 2010). La **Figura 2** muestra un posible escenario de los efectos de las actividades humanas en la biodiversidad a 2050 (Alkemade et al. 2009).

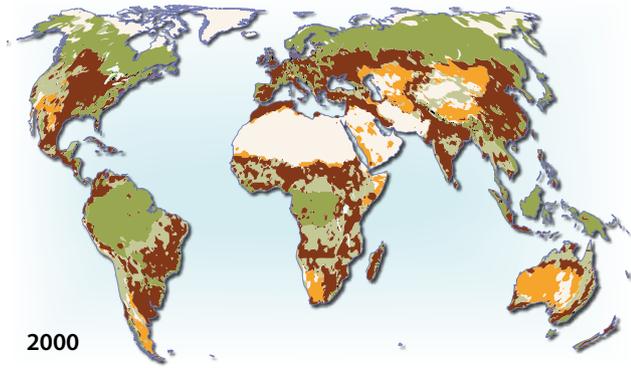
La pérdida de biodiversidad forestal debilita la resiliencia de los ecosistemas forestales, es decir, su capacidad para adaptarse y recuperarse de alteraciones, sean naturales o inducidas por el hombre. Esta pérdida puede afectar negativamente tanto a los medios de vida locales como a las economías nacionales (MA 2005b). Los cambios en la sociedad, como por ejemplo los que se relacionan con aumentos en la riqueza y el consumo, pueden intensificar aún más las presiones sobre los bosques (Haines-Young y Potschin 2009). Se prevé que el cambio climático puede intensificar muchas de estas presiones (Malhi et al. 2009). Por ejemplo, hay una creciente preocupación por la posibilidad de que los cambios en el clima se produzcan tan aceleradamente que muchas especies forestales no puedan adaptarse y emigrar (Menéndez et al. 2006). La capacidad de cada especie para emigrar y colonizar nuevos entornos depende de las características tanto de las especies como de los paisajes. La fragmentación del paisaje, cuyo efecto es un descenso en la conectividad del hábitat que permite la migración natural, limita la capacidad de adaptación de las especies y la viabilidad de los ecosistemas (Vos et al. 2008).



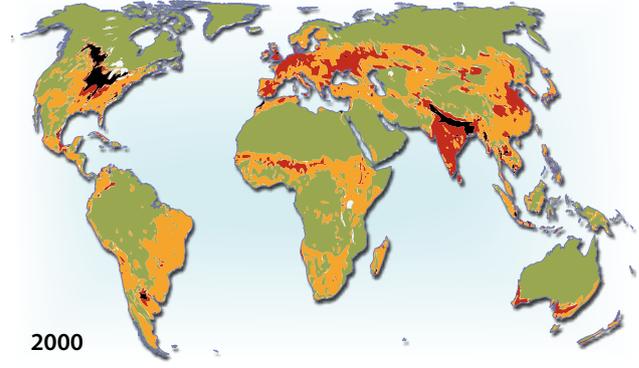
1700



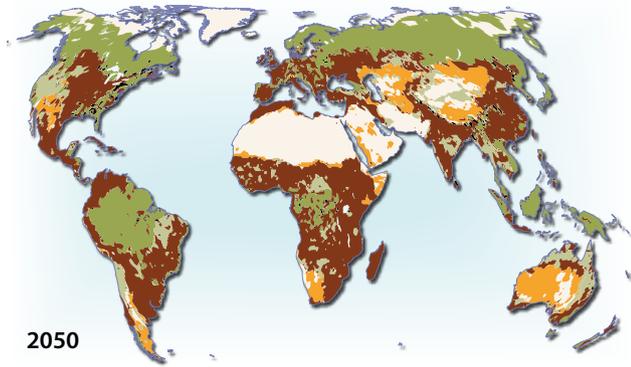
1700



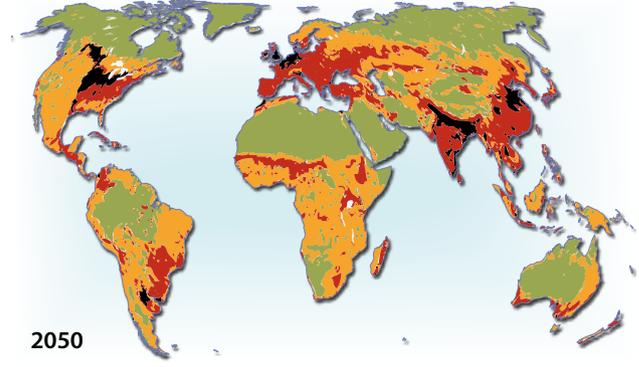
2000



2000



2050



2050

Uso del suelo y agricultura

- Terrenos agrícolas
- Praderas extensivas (incl. pasto)
- Nuevos brotes tras el uso
- Bosques
- Praderas
- Terrenos no productivos

Pérdida de biodiversidad, como proporción de abundancia de especies antes de los impactos

- Impactos altos 0 - 25
- Impactos medio altos 25 - 50
- Impactos medio bajos 50 - 75
- Impactos bajos 75 - 100 %

Abundancia media de especies (%)

Figura 2: Proyección de cambios en el uso del suelo (izquierda) y pérdida de biodiversidad (derecha) entre 1700 y 2050. Estos mapas, elaborados empleando modelos tipo IMAGE y GLOBIO3, muestran el efecto cada vez mayor en la biodiversidad forestal causado por uso intensivo del suelo, cambios en la cobertura de la tierra, fragmentación, desarrollo de infraestructuras, deposición atmosférica de nitrógeno y cambio climático. Fuentes: IMAGE, GLOBIO3 y Alkemade et al. (2009), reproducido en Nellemann et al. (2010) Foto: Hugo Ahlenius, Nordpil



Vista aérea que muestra la extensa mortalidad del pino torcido maduro en Columbia Británica (Canadá) tras un brote del escarabajo descortezador del pino. Foto: L. Maclauchlan, British Columbia Ministry of Forests and Range. Foto del escarabajo descortezador: Dion Manastyrski

Recuadro 2: Brotes de plagas en los bosques boreales

El escarabajo descortezador del pino (*Dendroctonus ponderosae*) es endémico en los pinares de América del Norte, en los que persiste en pequeñas poblaciones que pueden sobrevivir únicamente en pinos hospederos enfermos o debilitados. Cuando el número de escarabajos es suficiente para superar la resistencia de pinos maduros sanos durante un brote masivo, se puede producir una explosión en la población de este insecto. Si generaciones sucesivas consiguen atacar en masa otros pinos maduros, la explosión del brote puede extenderse a toda la masa forestal. La posibilidad de tales erupciones aumenta si los escarabajos sobreviven el invierno y con la proporción de árboles hospederos adecuados dentro del área. Puede darse un brote regional si la erupción se propaga desde el área de origen hasta el resto del paisaje, lo que se hace más probable cuanto mayor sea la conexión y prevalencia de rodales de árboles hospederos adecuados en el paisaje.

Desde el año 2000 en América del Norte el brote del escarabajo descortezador del pino ha destruido más de 14 millones de hectáreas de pinos maduros en Canadá y cuatro millones en los Estados Unidos (Alfaro et al. 2010). Entre los factores que han contribuido a esta plaga se pueden contar décadas de ordenación forestal con supresión de incendios y plantaciones que favorecieron al pino torcido maduro. El área ocupada por estos pinos se había multiplicado por más de tres al comienzo del brote (Taylor y Carroll 2004). La extensión sin precedentes del pino maduro –que es el huésped preferido de estos escarabajos– en combinación con unas tasas de supervivencia del insecto inusualmente elevadas por una sucesión de inviernos templados, convirtieron a este brote en el más dañino y extenso registrado hasta hoy (Carroll et al. 2004, Safranyik y Carroll 2006, Taylor et al. 2006) (**Figura 3**). El escarabajo descortezador del pino no pudo propagarse por el paisaje en la misma medida durante anteriores brotes porque la conexión y contigüidad entre rodales de árboles hospederos adecuados no existía, al estar separados por pinos más jóvenes y una mayor diversidad de especies arbóreas (Taylor et al. 2006, Raffa et al. 2008).

El brote del escarabajo descortezador del pino contribuyó al colapso de las industrias madereras; muchas ciudades de Columbia Británica que dependían de estas industrias sufrieron como consecuencia recesión económica, fracaso de pequeñas empresas, un alto nivel de desempleo y despoblación por la emigración en busca de empleo.

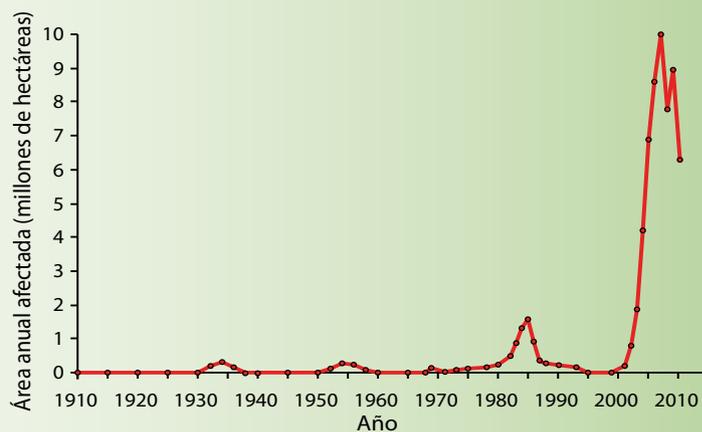


Figura 3: Millones de hectáreas de bosques de pino afectados por brotes del escarabajo descortezador del pino en Columbia Británica desde 1910. La reducción en el área afectada tras el pico de 2007 se debe a la falta de árboles hospederos y a un invierno más duro. Fuentes: Alfaro et al. (2010), Canadian Forest Service Forest Insect and Disease Survey, British Columbia Ministry of Forests and Range

La combinación de la pérdida de biodiversidad, cambio climático y degradación del hábitat puede causar la proliferación de incendios forestales, plagas y enfermedades. Los bosques son sistemas dinámicos naturales, pero su pérdida y degradación a una escala sin precedentes en la historia de la humanidad podría superar los umbrales ecológicos. El umbral ecológico es el punto a partir del cual puede producirse un cambio abrupto en un ecosistema (Groffman et al. 2006). Tales cambios podrían causar una degradación sustancial o incluso el colapso de un ecosistema, lo que conllevaría una considerable pérdida de biodiversidad y de los servicios que esta presta (Rockstrom et al. 2009, Thompson et al. 2009, Leadley et al. 2010, Vergara y Scholz 2010).

Es muy difícil predecir los umbrales ecológicos, pues en los procesos de cambio influyen múltiples variables. Sin embargo, están empezando a aflorar nuevos avances científicos que pueden contribuir a identificar los diferentes umbrales de los ecosistemas forestales (Biggs et al. 2009, Rockstrom et al. 2009). Por ejemplo, la reducción de la diversidad entre las especies arbóreas y la edad de los árboles ha hecho que los bosques occidentales de América del Norte sean especialmente vulnerables a brotes de plagas en pinos maduros. Durante la última década, como consecuencia de la supervivencia invernal del escarabajo descortezador del pino durante unos inviernos menos fríos, hubo una plaga extraordinaria de estos insectos que tuvo importantes consecuencias ecológicas y económicas (**Recuadro 2**).

Además, los cambios en la capacidad de recuperación de los ecosistemas forestales pueden suponer una amenaza para las estrategias de mitigación del clima basadas en los bosques (Thompson et al. 2009). Por ejemplo, los beneficios de los bosques en la mitigación del clima pueden peligrar si los proyectos diseñados para capturar el carbono atmosférico se ven afectados por incendios forestales o brotes de plagas. Los depósitos de carbono en una sola especie con poca biodiversidad podrían ser particularmente vulnerables al estrés, como demuestran los brotes del escarabajo descortezador del pino. El impacto ecológico de este brote transformó el equilibrio neto de carbono de los bosques canadienses, que se convirtieron en fuente de carbono en vez de sumidero y alteraron el presupuesto total de carbono del país (Kurz et al. 2008). En el año más afectado, el impacto directo del brote del escarabajo descortezador del pino en términos de emisiones de CO₂ fue de 20 megatoneladas de carbono por la descomposición de árboles muertos y los cambios netos en captura, emisiones equivalentes al 75 por ciento del promedio anual de emisiones directas por incendios forestales en todo Canadá entre 1959 y 1999 (Kurz et al. 2008). Para mitigar la amenaza que tales sucesos suponen para las estrategias de mitigación del clima basadas en los bosques, es necesario mejorar la ordenación forestal fomentando una mayor diversidad de especies arbóreas y edades y teniendo en cuenta los posibles efectos del cambio climático.

Enfoques orientados a la conservación de la biodiversidad

Gracias a las más recientes investigaciones y a las prácticas adoptadas, están surgiendo conocimientos y principios que contribuirán a mejorar

la conservación de la biodiversidad forestal en una amplia variedad de entornos y usos de la tierra (Brokerhoff et al. 2008, Gardner et al. 2009, Anand et al. 2010, Gilbert-Norton et al. 2010, Lindenmayer y Hunter 2010). Estos avances incluyen un mejor entendimiento de la importancia de los mosaicos de paisaje y los bosques remanentes; la conectividad entre gradientes del paisaje y entre remanentes; las respuestas variables de distintas especies ante las alteraciones; y las funciones de las diversas formas de bosques plantados, incluyendo las plantaciones, en la conservación de la biodiversidad. Además, se contemplan o se están implementando ya nuevos enfoques en la concepción, planificación y gestión de oportunidades en el cambio del uso del suelo (Kanowski y Murray 2008, Franklin y Lindenmayer 2009, Pfund 2010). Estos planteamientos apuntan más allá de una estrecha orientación hacia especies individuales y usos concretos del suelo, ya que reconocen la interdependencia entre los distintos elementos del paisaje y entre los ecosistemas y las poblaciones humanas (Bond y Parr 2010). Se están explorando enfoques más integrados –adaptados tanto a los procesos sociales como a los ecológicos– orientados hacia la conservación a largo plazo de la biodiversidad (Grantham et al. 2009, Gardner et al. 2010). Por ejemplo, muchas estrategias de ordenación forestal relativas a la conservación de la biodiversidad son coherentes con estrategias para lograr la mitigación y adaptación al cambio climático, así como con los objetivos y prácticas forestales sostenibles de una manera más general (Bauhus et al. 2009, Innes et al. 2009, Klenner et al. 2009, Thompson et al. 2009).

La ordenación basada en ecosistemas tiene en cuenta toda la gama de interacciones dentro de un ecosistema, incluida la actividad humana. En vez de gestionar un bosque de manera aislada, se tienen en cuenta todas las interacciones a través del mosaico de paisajes de múltiples usos de la tierra (Gardner et al. 2009). La ordenación basada en ecosistemas puede, por tanto, mejorar la conservación de la biodiversidad en un contexto amplio respecto a los cambios en los usos del suelo (Pfund 2010). Incluye el mantenimiento de los bosques naturales y de las funciones y procesos ecológicos para múltiples usos del suelo (Gardner et al. 2009). La extensión de los bosques naturales mantenidos en paisajes modificados por la influencia humana es lo que determina principalmente la riqueza de especies (Anand et al. 2010). La razón de ello es que estos residuos de bosques –si tienen el tamaño y la configuración adecuados– constituyen refugios de especies de gran susceptibilidad y desempeñan un importante papel en la formación de corredores ecológicos que facilitan el movimiento de especies entre paisajes fragmentados (Crooks y Sanjayan 2006, Gilbert-Norton et al. 2010). Por ejemplo, en el bosque pluvial altamente fragmentado de la Mata Atlántica de Brasil la conservación de la biodiversidad ha avanzado gracias a mejoras en la conectividad mediante usos del suelo favorables a la biodiversidad, como son la agrosilvicultura y los bosques secundarios (Ribeiro et al. 2009, Tabarelli et al. 2010). Los enfoques de la ordenación basada en ecosistemas han tenido éxito también cuando se han aplicado a las plantaciones (**Recuadro 3**).

Además, mantener y restaurar el hábitat y la conectividad en la matriz de paisajes entre áreas forestales protegidas tiene una importancia fundamental para la conservación de la biodiversidad (Lamb et al. 2005, Franklin y Lindenmayer 2009). Un metanálisis de 89 evaluaciones de restauración de



Mosaico de bosques pluviales y plantaciones en la plantación y fábrica de pasta de papel Veracel en el estado de Bahía (Brasil). Foto: Lasse Arvidson, Stora Enso

Recuadro 3: Plantaciones de nueva generación

Los bosques plantados de cultivo intensivo son plantaciones altamente productivas destinadas primordialmente a la producción de madera y fibra. En el mundo hay aproximadamente 25 millones de hectáreas de bosques plantados de gestión intensiva, que representan la cuarta parte de los bosques plantados y casi el 0,2 por ciento de la superficie total del planeta. Por lo general, comprenden plantaciones tropicales de acacias y eucaliptos, de crecimiento rápido, y plantaciones de coníferas en zonas templadas. Muchas de las cuestiones relativas a estos bosques tienen relevancia también para las áreas aún más extensas de árboles tropicales que se cultivan para obtener productos no madereros, como el coco, la palma aceitera y el caucho (Kanowski y Murray 2008).

El proyecto Plantaciones de Nueva Generación, liderado por el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), recaba información y experiencias de las plantaciones de árboles compatibles con la conservación de la biodiversidad y las necesidades humanas en una amplia variedad de paisajes (NGPP 2010). El proyecto estudia cómo la gestión de bosques y plantaciones puede mantener y mejorar la integridad del ecosistema y la biodiversidad forestal (Neves Silva 2009). Los nuevos enfoques de gestión de plantaciones pueden también contribuir a la mejora de la biodiversidad al nivel de rodales (Paquette y Messier 2010).

Durante los años 60 y 70 los bosques pluviales brasileños de la Mata Atlántica fueron deforestados a ritmo acelerado a causa de la tala de valiosas especies arbóreas para

la industria maderera y el posterior desbroce de terrenos para la ganadería. Los responsables de una fábrica local de pasta de papel y una plantación de árboles, que ostentan la titularidad de unas 210 000 hectáreas en la región, han plantado eucaliptos en cerca de 91 000 hectáreas que antes se usaban para el pastoreo de ganado, y han reservado más de 100 000 hectáreas para fines de conservación. El eucalipto se planta en mesetas, con lo que los valles, las tierras ribereñas, los terrenos empinados y otras zonas de características especiales se reservan para la conservación del medio ambiente. El área reservada para bosques pluviales se regenera principalmente de forma natural, pero las zonas más degradadas se están restaurando mediante programas activos de plantación de unas 400 hectáreas de especies nativas cada año. La creación de corredores forestales ha favorecido la conectividad entre residuos aislados de bosque pluvial. A finales de 2009 se habían restaurado más de 3 500 hectáreas de selva pluvial (NGPP 2010).

Al nivel del paisaje, las plantaciones han tenido efectos positivos porque han estabilizado el uso de las tierras y han revertido gradualmente la degradación de los bosques causada por el ganado. También han hecho una considerable aportación a la conservación de la biodiversidad, porque han creado condiciones favorables para la protección y regeneración de la Mata Atlántica.

numerosos tipos de ecosistemas indicó que la restauración hizo aumentar la biodiversidad y la provisión de servicios ecosistémicos tales como la regulación del flujo del agua, especialmente en zonas tropicales ricas en biodiversidad (Benayas et al. 2009). Sin embargo, también puso de relieve los retos que se afrontan para restaurar ecosistemas degradados y el tiempo requerido, a veces más de una década. Estos análisis han demostrado una y

otra vez que es preferible evitar la degradación y conservar la biodiversidad forestal antes de que se haga necesario tomar medidas de restauración (TEEB 2009).

Por otra parte, la ordenación adaptativa ha resultado también esencial para la conservación de la biodiversidad forestal, en parte porque puede elevar la capacidad de recuperación del ecosistema (Walker y Salt 2006,

Nitschke e Innes 2008, Thompson et al. 2009). En este tipo de ordenación se hace uso de un enfoque flexible y gradual e iterativo; que aprende de la experiencia. La experimentación y el monitoreo (UNEP-WCMC 2010). Un enfoque adaptativo puede contribuir a desarrollar estrategias que producen beneficios ecológicos, económicos y sociales (PA 2009). Los expertos han visto que, cuando se pone el énfasis en las dimensiones de la gestión conjunta, este enfoque puede ser un modo pragmático de llegar a un consenso entre múltiples partes interesadas para alcanzar los objetivos de la ordenación forestal y de la conservación de la biodiversidad (Innes et al. 2009, Maris y Bechet 2010). Sin embargo, las actividades piloto que sustentan la mayoría de las iniciativas de ordenación adaptativa en aras de la conservación de la biodiversidad a menudo no han contado con los recursos económicos y humanos para replicar o ampliar las prácticas desarrolladas al nivel de proyecto (Bille 2010). Para que la ordenación adaptativa sea eficaz en la conservación de la biodiversidad forestal a una escala más amplia será precisa una inversión mayor y más sostenida en el fortalecimiento de capacidades.

Para apoyar y mejorar las prácticas de gestión de los bosques se están elaborando nuevas herramientas, métodos y prácticas para realizar

Recuadro 4: Gestión de la información para el cambio

La ordenación forestal está experimentando una revolución gracias a las tecnologías que hacen posible analizar y sintetizar ingentes cantidades de datos espaciales y temporales a mucha mayor velocidad. Se están desarrollando herramientas que hacen posible el seguimiento de los bosques y los depósitos de carbono casi en tiempo real. Un ejemplo de ello es la plataforma Motor Google Earth lanzada por Google en 2010. Esta nueva plataforma tecnológica ha sido diseñada para mejorar el acceso a las imágenes de satélite, el muestreo del terreno y otros datos de observación de la Tierra, y a fin de facilitar recursos informatizados para procesar datos de alta resolución a escala global y así contribuir al seguimiento de la deforestación y la degradación de los bosques. También proporciona un marco de aplicaciones abiertas que permite a los científicos desarrollar y hacer uso de programas informáticos para detectar cambios en el área de bosque y realizar estimaciones de biomasa y carbono (Google 2010). Aunque la extensión forestal y los depósitos de carbono se pueden monitorear utilizando estas nuevas herramientas, será necesario complementarlas con seguimientos sobre el terreno para evaluar la biodiversidad.

Además, toda una serie de nuevas técnicas facilita la recolección participativa de datos por las comunidades locales, utilizando sistemas de información geográfica. Estas técnicas parecen ofrecer nuevos y poderosos modos de incluir a los grupos locales en la planificación y la toma de decisiones. Se están usando ya en África, Asia y América Latina para recabar la cooperación de las comunidades y prestar asistencia con el monitoreo y la gestión de los bosques.

Un reciente proyecto del Equipo de Conservación del Amazonas en los estados de Pará y Amazonas al norte de Brasil impartió capacitación a cinco grupos indígenas para la elaboración de mapas culturales y de uso del suelo de sus territorios.

Estos mapas incluyen más de 5 000 topónimos indígenas y otras designaciones tradicionales y más de diez millones de hectáreas de tierras de importancia cultural, natural e histórica (Amazon Conservation Team 2010). Los mapas se han utilizado en la toma de decisiones y para la elaboración de estrategias de conservación de los bosques, y el proceso ha facilitado la cooperación entre las partes interesadas.

un seguimiento de la biodiversidad y aumentar la participación de las partes interesadas. Por ejemplo, se han utilizado nuevas tecnologías y sistemas de mapeo para guiar las prácticas de conservación forestal y contribuir a la definición de políticas (**Recuadro 4**). De modo más general, ahora se reconoce que la conservación y la ordenación de los bosques requieren instituciones y procesos que incorporen múltiples niveles y tipos de información y conocimientos, y que fomenten la formación de asociaciones de aprendizaje (Berkes 2007, Andersson y Ostrom 2008). Además, la introducción de mecanismos de mercado para la mitigación del cambio climático mediante la conservación forestal, como por ejemplo la reducción de emisiones debidas a la deforestación y la degradación de los bosques en los países en desarrollo (REDD+), requiere sistemas de seguimiento, información y verificación mucho mejores que los que actualmente existen (Angelsen 2009). En respuesta a estas necesidades están surgiendo nuevas formas de generar, gestionar y compartir información y conocimientos que se pueden usar en la conservación y la ordenación de los bosques.



Miembros del grupo indígena Tiriyo e investigadores en la República de Suriname. El mapeo participativo puede contribuir a que los grupos indígenas tomen decisiones bien informadas sobre el uso de la tierra y la conservación de los bosques. Foto: Amazon Conservation Team

Conceder a los bosques vivos todo su valor

Una de las mayores limitaciones en la conservación de la biodiversidad forestal ha sido los fracasos del mercado, como la falta de señales de precios y una infravaloración de los múltiples servicios suministrados por los bosques, por lo que se podría considerar que los bosques “valen más muertos que vivos” (Mooney 2000). Una de las claves para lograr mejores resultados es un mayor reconocimiento del valor de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos de los bosques vivos. La ralentización de la tasa de deforestación no es solo de importancia central para la conservación de la biodiversidad y la protección de los servicios ecosistémicos, sino que es una de las opciones más rápidas y económicas para conseguir una reducción de carbono (Prince’s Rainforest Project 2009, Corbera et al. 2010). Stern (2007) ha calculado que solo costaría entre 10 000 y 15 000 millones de dólares al año reducir la tasa de deforestación a la mitad para el año 2030. En comparación, el valor total de las extracciones de productos forestales en 2005 fue de 122 000 millones de dólares, sin incluir otros valores como los de empleos y servicios (FAO 2010). La extensión de los bosques dentro de áreas protegidas se ha duplicado en los últimos 20 años, pero las inversiones financieras no han ido a la par (FAO 2010). Esto es especialmente cierto en los países en desarrollo de zonas tropicales, ricos en biodiversidad, en los que los fondos para áreas protegidas están un 70 por ciento por debajo de lo que se necesita para alcanzar una conservación más eficaz (TEEB 2010). Históricamente, la ayuda oficial al desarrollo (AOD) ha sido la mayor fuente de este tipo de financiación. Sin embargo, los mecanismos basados en el mercado, que incluyen el turismo ecológico, la venta de productos forestales certificados, los pagos por servicios ecosistémicos y las compensaciones por biodiversidad, constituyen una nueva fuente de importancia (Crowe y ten Kate 2010). Los pagos por servicios ecosistémicos han ganado en importancia como enfoque capaz de fomentar el crecimiento económico y a la vez financiar la conservación de la biodiversidad (TEEB 2009) (Figura 4).

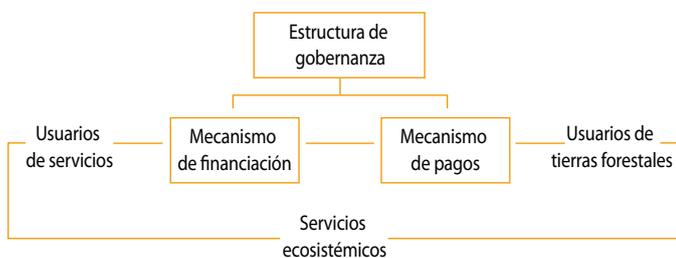


Figura 4: La mayoría de los pagos por servicios ecosistémicos se caracterizan por ser transacciones voluntarias relacionadas con servicios ambientales muy concretos o con formas de uso de la tierra que suelen acompañar a esos servicios (por ejemplo alimentos, fibras, depuración de agua o servicios recreativos). A través de mecanismos de financiación y pagos, los usuarios de los servicios retribuyen a los usuarios de las tierras forestales por la prestación de dichos servicios. Fuente: Pagiola y Platais (2005)

REDD+ es un nuevo mecanismo normativo que adopta el enfoque de pagos por servicios ecosistémicos a escala mundial. Su objetivo es reducir las emisiones derivadas de la deforestación y la degradación de los bosques y a la vez generar flujos financieros Norte-Sur. REDD+ ha sido facilitado por iniciativas como la Asociación Provisional REDD+ (REDD+ Partnership 2010), y fue respaldado en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático en Cancún (UNFCCC 2010). Muchos científicos y expertos estiman que REDD+ puede producir beneficios recíprocos adicionales a la mitigación del cambio climático, entre otros la conservación de la biodiversidad forestal (Angelsen 2009, Dickson y Osti 2010, Strassburg et al. 2010). Otras partes interesadas muestran preocupación por las implicaciones políticas y económicas de los mecanismos basados en el mercado y por la posibilidad de que las disposiciones para la implementación de REDD+ podrían hacer caso omiso de los derechos de los pueblos indígenas y dependientes de los bosques a conservar sus territorios y sus recursos (GFC 2008, IIPFCC 2009, Phelps et al. 2010). Estas inquietudes han sido reconocidas en las negociaciones de la CMNUCC mediante la admisión de que se necesitan garantías sociales con respecto a REDD+ (UNFCCC 2009, Sikor et al. 2010). Si tiene éxito, REDD+ podría generar ingresos sustanciales para la conservación y la ordenación forestal sostenible, además de promover la reducción de la pobreza rural y la mejora de los medios de vida en zonas rurales.

Los mapas incluidos en un estudio de Strassburg et al. (2010) ilustran el fuerte grado de convergencia entre los depósitos de carbono y la biodiversidad, especialmente en el caso de los ecosistemas forestales (Figura 5). Este estudio y un análisis del mismo publicado por Miles et al. (2010) sugieren que las sinergias para lograr beneficios adicionales son considerables en muchos casos, pero no en todos. Con las salvaguardias apropiadas, REDD+ ofrece perspectivas para alcanzar en los países en desarrollo los objetivos en cuanto a conservación de la biodiversidad que siguen pendientes desde la Cumbre de la Tierra de 1992. La experiencia adquirida con los pagos por servicios ecosistémicos proporciona una guía con respecto al desarrollo de mecanismos REDD+ capaces de generar beneficios adicionales en cuanto a biodiversidad para un amplio abanico de partes interesadas (Wunder y Wertz-Kanounnikoff 2009). Por ejemplo, el Banco Mundial ha anunciado una iniciativa sobre un mercado especial a favor de la vida silvestre (la Wildlife Premium Market Initiative) que facilitará pagos a las personas pobres de zonas rurales por proteger la fauna de gran valor de los bosques dentro del contexto de un mecanismo REDD+ (World Bank 2010).

El que se realicen los potenciales beneficios adicionales de REDD+ al nivel local dependerá de muchos factores: del diseño de REDD+ y de las medidas financieras adoptadas; de las estructuras de buena gobernanza y los sistemas regulatorios; del enfoque adaptativo del diseño e implementación de las políticas y estrategias nacionales y subnacionales; de los acuerdos sobre salvaguardias y su implementación; de que estén claros los principios rectores; de que haya un fortalecimiento de capacidades efectivo; y de que se cuente con una adecuada transferencia de tecnologías (Angelsen 2009, Karousakis 2009, AWGLCA 2010, Busch et al. 2010, Dickson y Osti 2010).

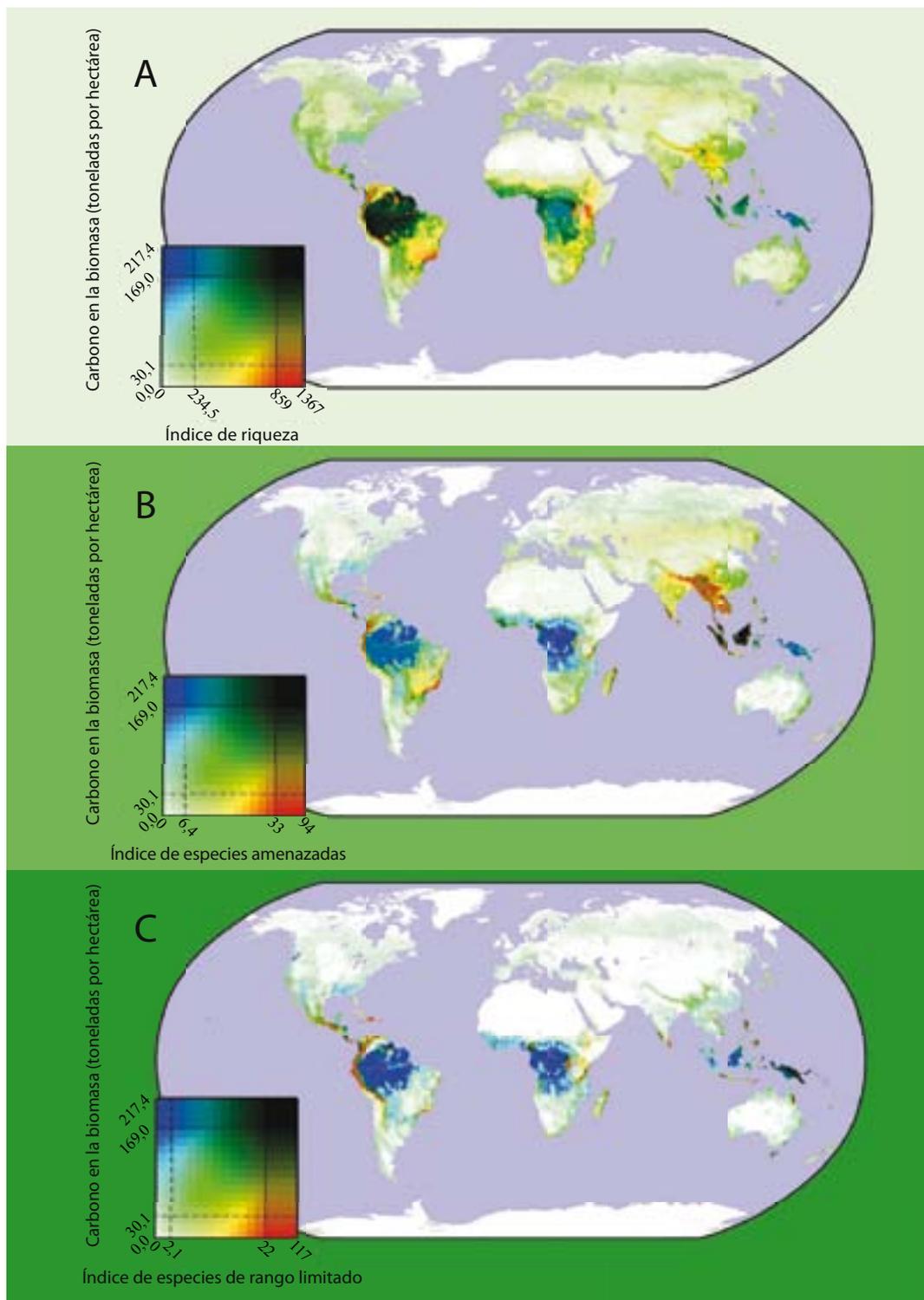


Figura 5: Concordancia mundial entre carbono en la biomasa y riqueza en biodiversidad. Se utilizan escalas bidimensionales a color para representar la concentración de carbono en la biomasa y también la biodiversidad, así como la coherencia entre ambas. La intensidad del eje azul vertical representa la densidad del carbono por encima y por debajo del suelo (toneladas de carbono por hectárea) y la intensidad del eje rojo horizontal muestra la riqueza del índice de biodiversidad correspondiente (número de especies por celda). Los mapas muestran la congruencia mundial entre el carbono en la biomasa y (A) la riqueza total de especies, (B) la riqueza de especies amenazadas, y (C) la riqueza de especies de rango limitado. Las partes más oscuras corresponden a concentraciones más altas de carbono y de biodiversidad.
Fuente: Strassburg et al. (2010)

Tendencias en la gobernanza de los bosques

La buena gobernanza de los bosques tiene una importancia fundamental para lograr mejores resultados en términos de conservación de la biodiversidad (Agrawal et al. 2008, Sasaki y Putz 2009). La gobernanza de los bosques abarca organismos oficiales y no oficiales, así como las estructuras de poder y los procesos que determinan a quién y cómo son asignados los bosques y cómo se usan y se gestionan (Burriss et al. 2005, Cashore 2009). Históricamente, la gobernanza de los bosques se ha caracterizado por estar centralizada en el Estado y por su enfoque “de arriba abajo” basado en mecanismos jerárquicos y de control que muestran escaso reconocimiento de los derechos e intereses de los propietarios tradicionales (Agrawal et al. 2008). Sin embargo, ha habido una fuerte tendencia a apartarse de esta forma de gobernanza, tendencia impulsada por la constatación de sus limitaciones y por el éxito alcanzado por modelos alternativos (Berkes 2007, Andersson y Ostrom 2008). A continuación se describen tres tendencias críticas en la gobernanza de los bosques, que son relevantes de varias maneras para la conservación de la biodiversidad.

En la primera tendencia se reconoce la persistencia del modelo de concesión de la ordenación forestal. Según este modelo, los gobiernos conceden a compañías privadas derechos exclusivos a largo plazo sobre los recursos forestales públicos, a cambio de rentas. Las concesiones siguen siendo la forma dominante de ordenación de los bosques tropicales de elevado valor comercial (Agrawal et al. 2008). Aunque las concesiones bien diseñadas y reguladas pueden favorecer la ordenación forestal sostenible y reducir la extracción ilegal de madera, lo contrario también es cierto (Christy et al. 2007). La introducción de mejoras en las concesiones forestales sigue teniendo, por lo tanto, una importancia crucial para la conservación de la biodiversidad forestal.

La segunda tendencia está relacionada con una mayor descentralización en la gestión del paisaje de modo más general. A este nivel, la gobernanza debe tener en cuenta el contexto sociopolítico más allá del proceso de toma de decisiones a nivel local y enfocado en los bosques (Lele et al. 2010). Décadas de experiencia demuestran que para conservar la biodiversidad en áreas protegidas la participación de personas locales es fundamental, especialmente en países con instituciones débiles en los que existen fuertes presiones sobre la tierra (Sunderland et al. 2008, Sayer 2009). La participación local, el empoderamiento y el liderazgo son factores ampliamente reconocidos por los expertos como aspectos centrales para el éxito de las iniciativas de conservación de los bosques (CBD 2009, Pfund 2010). Cuando las personas locales toman parte de este modo, la gobernanza innovadora puede capitalizar las oportunidades que ofrece la participación de múltiples protagonistas tanto en el diseño de las normativas como en su implementación (Seppala et al. 2009).

La tercera tendencia se relaciona con la creación de condiciones de gobernanza que favorezcan la implementación eficaz y la obtención de beneficios de mecanismos basados en el mercado que complementen pero no sustituyan el papel del Estado (Gunningham 2009, Bille 2010, TEEB 2010). Esta aspiración se refleja en el cuarto principio del marco del enfoque por ecosistemas del Convenio sobre la Diversidad Biológica, que propugna el alineamiento de señales económicas, sanciones y recompensas con una buena ordenación ecosistémica (CBD 2009). El análisis de Bond et al. (2009) sobre

lecciones aprendidas de los pagos por servicios ecosistémicos y REDD sostiene que el éxito de los instrumentos de mercado depende ineludiblemente de una condiciones previas favorables en el entorno económico, institucional, informativo y cultural, tales como claridad en los derechos sobre la tierra, sistemas funcionales para vigilar el cumplimiento y el reparto de pagos, y un grado de confianza y cooperación suficiente entre las partes interesadas.

Todas estas tendencias podrían actuar a favor o en contra de la conservación de la biodiversidad forestal. Los testimonios aportados por una serie de estudios de investigación indican que el éxito de una gestión de bosques descentralizada basada en acción colectiva es poco homogéneo (Shackleton et al. 2010). De igual modo, el papel cada vez más activo que juega el sector de la propiedad y gestión privada de los bosques puede tener resultados mixtos para la conservación, que pueden oscilar entre muy favorables y altamente limitativos (Lele et al. 2010, McDermott et al. 2010). También han surgido retos relacionados con la consecución de los objetivos de instrumentos basados en el mercado. Un ejemplo es la certificación de los bosques, que ha alcanzado algún éxito en el apoyo de la conservación de la biodiversidad (Zagt et al. 2010), aunque no en la mayoría de los bosques tropicales (Figura 6). Según Cashore et al. (2006), la escasa aceptación de la certificación de los bosques tropicales es reflejo de la pobre gobernanza de los bosques y de la reducida demanda comercial de productos certificados. La importancia de las nuevas formas de gobernanza de los bosques para la conservación de la biodiversidad forestal aumenta a medida que se va adquiriendo más experiencia en la puesta en práctica y los mercados y la sociedad responden ante la preocupación pública por la deforestación, la degradación de los bosques y la pérdida de biodiversidad.

De cara al futuro

La pérdida de biodiversidad forestal puede reducir la capacidad de recuperación de los bosques y hacerlos más vulnerables a las crecientes presiones, incluido el cambio climático. Hay cada vez más pruebas de que la pérdida de biodiversidad hace que los ecosistemas forestales sean más susceptibles a presiones ya existentes –como por ejemplo las plagas– y hace posible brotes que causan una sustancial degradación o incluso el colapso del ecosistema. Los bosques degradados son menos capaces de producir y sostener los bienes y servicios que la sociedad valora y necesita.

Bosques primarios y secundarios

Bosques primarios: bosques naturales donde no existen indicios (directos) de alteraciones por actividades humanas (FAO 2005).

Bosques secundarios: bosques regenerados principalmente mediante procesos naturales, tras importantes alteraciones humanas o naturales en la vegetación forestal indígena (FAO 2005).

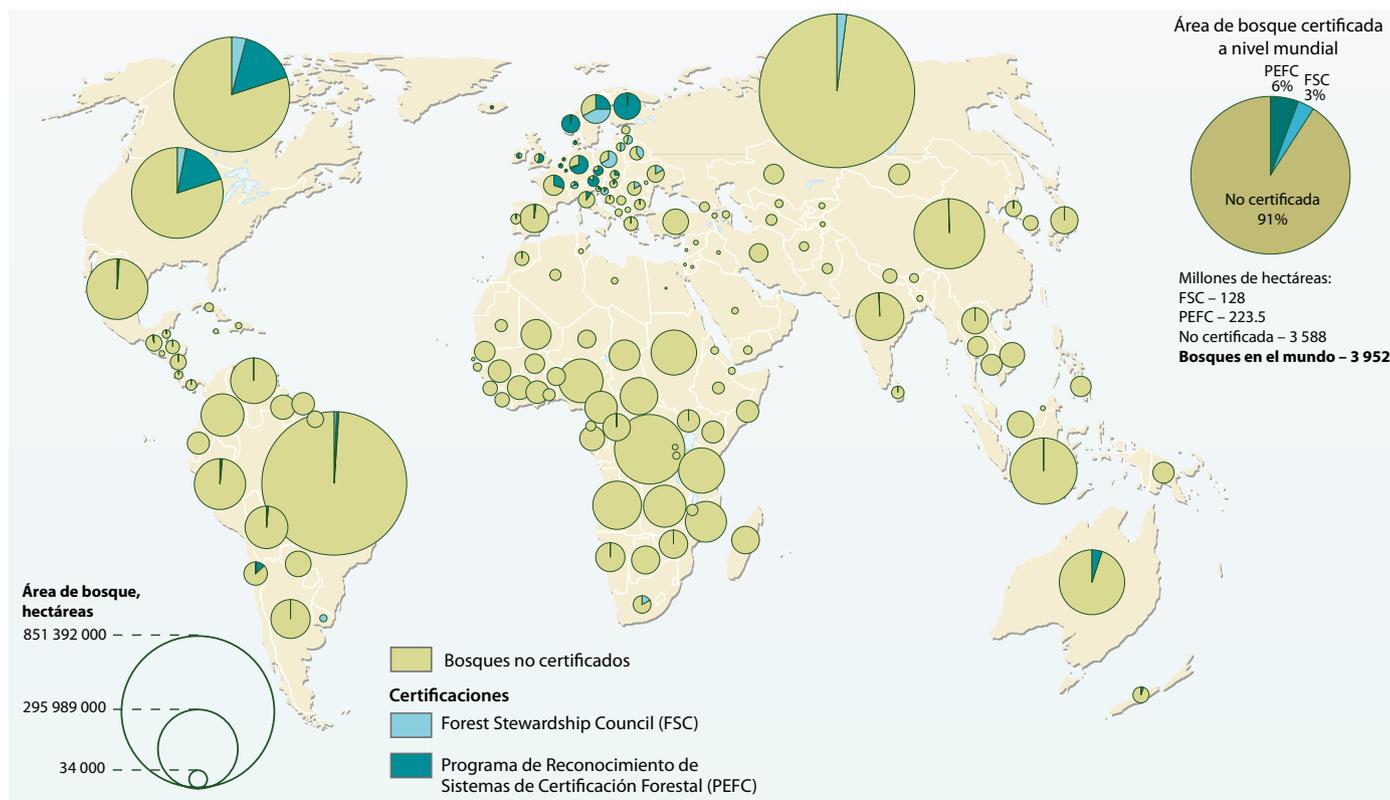


Figura 6: Distribución mundial de la certificación forestal en 2009. La mayoría de las áreas de bosques certificados se encuentran en América del Norte y en Europa. La certificación de bosques tropicales ricos en biodiversidad hasta ahora ha sido limitada. Fuente: Adaptado de FAO (2009), FSC (2009), PEFC (2009), y UNEP/GRID-Arendal (2009)

Los bosques primarios, que son los de mayor valor en términos de biodiversidad, son el foco de los principales esfuerzos por conservar la biodiversidad (FAO 2010). Sin embargo, otros bosques –incluidos los sometidos a ordenación y los secundarios, así como los bosques remanentes y los corredores forestales, los bosques que están siendo restaurados y rehabilitados y los que se encuentran en agroecosistemas o en paisajes periurbanos– son también de importancia crítica para la conservación de la biodiversidad. El valor de estos bosques y su interdependencia se reconocen cada vez más en los enfoques paisajísticos orientados a la conservación de la biodiversidad.

Se precisan respuestas innovadoras y eficaces para encarar los retos de la conservación de la biodiversidad forestal. Las bases de tales respuestas ya se han establecido. Los planteamientos basados en la ordenación ecosistémica para la gestión de los bosques son de importancia fundamental para la conservación de la biodiversidad forestal, porque reconocen la diversidad de valores e intereses que hay en los bosques; la participación comunitaria es imperativa para obtener resultados de conservación más efectivos y sostenibles, aplicables en un contexto de paisaje. De modo parecido, las estrategias adaptativas de gestión hacen un llamado a aprender de la

experiencia de todas las partes interesadas para mejorar la ordenación forestal y la conservación de la biodiversidad. Las mejoras en la gobernanza forestal son también de importancia crucial. La gobernanza puede valerse de una serie de instrumentos innovadores tanto de mercado como comunitarios. REDD+ pone de relieve las oportunidades, y también los retos, de usar instrumentos basados en el mercado capaces de proporcionar importantes beneficios en términos de conservación de la biodiversidad. Las nuevas tecnologías de la información con las que se mejora el seguimiento y se potencia el desarrollo de normativas basadas en los avances científicos están comenzando a desempeñar un papel clave en los esfuerzos en pro de la conservación.

Al igual que hizo el Año Internacional de la Diversidad Biológica en 2010, en 2011 el Año Internacional de los Bosques destaca la importancia de la biodiversidad forestal. Ambos ilustran una paradoja. Aunque el conocimiento y el entendimiento de la biodiversidad y de sus valores nunca han sido tan amplios, tampoco, en la historia de la humanidad, las presiones sobre la biodiversidad han sido jamás tan grandes como lo son actualmente. La conservación de la biodiversidad forestal es de fundamental importancia para sostener a las personas y los bosques en un mundo que trata de adaptarse al cambio climático.

Referencias

- Agrawal, A., Chhatre, A. and Hardin, R. (2008). Changing Governance of the World's Forests. *Science*, 320, 1460-1462
- Alfaro, R.I., Hantula, J., Carroll, A., Battisti, A., Fleming, R., Woods, A., Hennon, P.E., Lanfranco, D., Ramos, M., Müller, M., Lijja, A. and Francis, D. (2010). Forest Health in a Changing Environment. Chapter 7 in: Mery, G., Katila, P., Galloway, G., Alfaro, R., Kanninen, M., Lobovikov, M. and Varjo, J. (eds.), *Forests and Society – Responding to Global Drivers of Change*. International Union of Forest Research Organizations (IUFRO) World Series. METLA, Helsinki
- Alkemada, R., van Oorschot, M., Miles, L., Nellemann, C., Bakkenes, M. and ten Brink, B. (2009). GLOBIO3: A Framework to Investigate Options for Reducing Global Terrestrial Biodiversity Loss. *Ecosystems*, 12, 374-390
- Amazon Conservation Team (2010). Participatory Ethnographic Mapping: Mapping Indigenous Lands. Amazon Conservation Team, Arlington, Virginia. http://www.amazonteam.org/index.php/193/Participatory_Ethnographic_Mapping_Mapping_Indigenous_Lands
- Anand, M.O., Krishnaswamy, J., Kumar, A. and Bali, A. (2010). Biodiversity conservation in human-dominated landscapes in the Western Ghats: Remnant forests matter. *Biological Conservation*, 143, 2363-2374
- Andersson, K.P. and Ostrom, E. (2008). Analyzing decentralized resource regimes from a polycentric perspective. *Policy Sciences*, 41, 71-93
- Angelsen, A. (ed.) (2009). *Realising REDD+*. Centre for International Forestry Research, Bogor
- Asner, G.P., Knapp, D.E., Broadbent, E.N., Oliveira, P.J.C., Keller, M. and Silva, J.N. (2005). Selective Logging in the Brazilian Amazon. *Science*, 310, 480-482
- AWGLCA (2010). *Report of the Ad Hoc Working Group on Long-term Cooperative Action under the Convention on its eighth session from 7 to 15 December 2009*. FCCC/AWG/LCA/2009/17. Copenhagen
- Bauhus, J., Puettmann, K. and Messier, C. (2009). Silviculture for old-growth attributes. *Forest Ecology and Management*, 258, 525-537
- Benayas, J.M.R., Newton, A.C., Diaz, A. and Bullock, J.M. (2009). Enhancement of biodiversity and ecosystem services by ecological restoration: A meta-analysis. *Science*, 325, 1121-1124
- Berkes, F. (2007). Community-based conservation in a globalized world. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104, 15188-15193
- Biggs, R., Carpenter, S.R.R. and Brock, W.A. (2009). Turning back from the brink: Detecting an impending regime shift in time to avert it. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106, 826-831
- Bille, R. (2010). Action without change? On the use and usefulness of pilot experiments in environmental management. *Veolia Environment*, 3, 1-6
- Bond, I., Grieg-Gran, M., Wertz-Kanounnikoff, S., Hazlewood, P., Wunder, S. and Angelsen, A. (2009). *Incentives to sustain forest ecosystem services: A review and lessons for REDD*. International Institute for Environment and Development (IIED), London
- Bond, W.J. and Parr, C.L. (2010). Beyond the forest edge: Ecology, diversity and conservation of the grassy biome. *Biological Conservation*, 143, 2395-2404
- Brockerhoff, E., Jactel, H., Parrotta, J.A., Quine, C. and Sayer, J. (2008). Biodiversity and Planted Forests – Oxymoron or Opportunity? *Biodiversity and Conservation*, 17, 925-951
- Burris, S., Drahos, P. and Shearing, C. (2005). Nodal governance. *Australian Journal of Legal Philosophy*, 30, 30-58
- Busch, J., Godoy, F., Turner, W.R. and Harvey, C.A. (2010). Biodiversity co-benefits of reducing emissions from deforestation under alternative reference levels and levels of finance. *Conservation Letters*, No. doi: 10.1111/j.1755-263X.2010.00150.x
- Camoll, A.L., Taylor, S.W., Régnière, J. and Safarynik, L. (2004). Effects of climate and climate change on the mountain pine beetle. In: Shore, T.L., Brooks, J.E. and Stone, J.E. (eds.), *Challenges and Solutions: Proceedings of the Mountain Pine Beetle Symposium*. Canadian Forest Service, Pacific Forestry Centre, Kelowna, British Columbia
- Cashore, B. (2009). *Key Components of Good Forest Governance*. ASEAN Forests Clearing House Mechanism, ASEAN Secretariat, Jakarta
- Cashore, B., Gale, F., Meidinger, E. and Newsom, D. (2006). Conclusion. In: Cashore, B., Gale, F., Meidinger, E. and Newsom, D. (eds.), *Confronting Sustainability: Forest Certification in Developing and Transitioning Countries*. Yale School of Forestry and Environmental Studies, New Haven
- CBD (1992). Convention on Biological Diversity, Text and Annexes. The Interim Secretariat for the CBD, Geneva Executive Centre, Geneva
- CBD (2009). Connecting Biodiversity and Climate Change Mitigation and Adaptation. Report of the Second Ad Hoc Technical Expert Group on Biodiversity and Climate Change. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal
- CBD (2010). *Global Biodiversity Outlook 3*. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal
- Christy, L., Di Léva, C., Lindsay, J. and Talla Takoukam P. (2007). *Forest Law and Sustainable Development: Addressing Contemporary Challenges Through Legal Reform*. World Bank Law, Justice, and Development Series. World Bank, Washington, D.C.
- Corbera, E., Estrada, M. and Brown, K. (2010). Reducing greenhouse gas emissions from deforestation and forest degradation in developing countries: Revisiting the assumptions. *Climatic Change*, 100, 355-388
- Crooks, K.R. and Sanjayan, M. (eds.) (2006). *Connectivity Conservation*. *Conservation Biology* 14. Cambridge
- Crowe, M. and ten Kate, K. (2010). *Biodiversity offsets: Policy options for government*. Forest Trends, Washington, D.C.
- DeFries, R.S., Rudel, T., Uriarte, M. and Hansen, M. (2010). Deforestation driven by urban population growth and agricultural trade in the twenty-first century. *Nature Geoscience*, 3, 178-181
- Dickson, B. and Osti, M. (2010). *What are the ecosystem-derived benefits of REDD+ and why do they matter?* Multiple Benefits Series 1. UN-REDD Programme, Nairobi
- FAO (2000). *Global Forest Resources Assessment 2000*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome
- FAO (2005). *Global Forest Resources Assessment Update. 2005 Terms and Definitions*. Forest Resources Assessment Working Paper 83. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome
- FAO (2007). *The State of the World's Forests 2007*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome
- FAO (2009a). *The State of the World's Forests 2009*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome
- FAO (2009b). Forests and the global economy: 10 million new jobs. Press release. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome
- FAO (2010). *Global Forest Resources Assessment 2010*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome
- Franklin, J. and Lindenmayer, D. (2009). Importance of matrix habitats in maintaining biological diversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(2), 349-350
- FSC (2009). *Annual Report 2009*. Forest Stewardship Council, Bonn
- Gardner, T.A., Barlow, J., Chazdon, R.L., Ewers, R., Harvey, C.A., Peres, C.A. and Sodhi, N.S. (2009). Prospects for tropical forest biodiversity in a human-modified world. *Ecology Letters*, 12, 561-582
- Gardner, T.A., Barlow, J., Sodhi, N.S. and Peres, C.A. (2010). A multi-region assessment of tropical forest biodiversity in a human-modified world. *Biological Conservation*, 143(10), 2293-2300
- GFC (2008). *Life as commerce: The impact of market-based conservation on Indigenous Peoples, local communities and women*. Global Forest Coalition, Asunción, Paraguay. <http://www.globalforestcoalition.org/img/userpics/File/publications/LIFE-AS-COMMERCE2008.pdf>
- Gilbert-Norton, L., Wilson, R., Stevens, J.R. and Beard, K.H. (2010). A meta-analytic review of corridor effectiveness. *Conservation Biology*, 24, 660-668
- Google (2010). The Earth Engine. Google.org. <http://googleblog.blogspot.com/2009/12/seeing-forest-through-cloud.html>
- Grantham, H.S., Bode, M., McDonald-Madden, E., Game, E.T., Knight, A.T. and Possingham, H.P. (2009). Effective conservation planning requires learning and adaptation. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 8, 431-437
- Groffman, P.M., Baron, J.S., Blett, T., Gold, A.J., Goodman, I., Gunderson, L.H., Levinson, B.M., Palmer, M.A., Paerl, H.W., Peterson, G.D., LeRoy Poff, N., Rejeski, D.W., Reynolds, J.F., Turner, M.G., Weathers, K.C. and Wiens, J. (2006). Ecological Thresholds: The Key to Successful Environmental Management or an Important Concept with No Practical Application? *Ecosystems*, 9, 1-13
- Gunningham, N. (2009). Environment law, regulation and governance: Shifting architectures. *Journal of Environmental Law*, 21, 179-212
- Haines-Young, R. and Potschin, M. (2009). The links between biodiversity, ecosystem services and human well-being. In: Raffaelli, D. and Frid, C. (eds.), *Ecosystem ecology: A new synthesis*. *BES Ecological Reviews Series*. Cambridge University Press, Cambridge
- IIPFCC (2009). Statement on Shared Vision under AWG LCA, Copenhagen, 7 December 2009. International Indigenous Peoples' Forum on Climate Change. <http://indigenouspeopleissues.com>
- Innes, J., Joyce, L., Kellomaki, M., Louman, B., Ogden, A., Parrotta, J. and Thompson, I. (2009). Management for adaptation. Chapter 6 in: Seppala, R., Buck, A. and Katila, P. (eds.), *Adaptation of forests and people to climate change*. IUFRO World Series 22. International Union of Forest Research Organizations, Vienna
- IUCN (2010). *Plants under pressure – a global assessment. The first report of the IUCN Sampled Red List Index for Plants*. Royal Botanic Gardens, Kew, UK, Natural History Museum, London, and International Union for Conservation of Nature
- Kanowski, P. and Murray, H. (2008). *Intensively Managed Planted Forests: Toward best practice*. The Forests Dialogue, TFD Secretariat, New Haven
- Karousakis, K. (2009). *Promoting Biodiversity Co-Benefits in REDD*. Organisation for Economic Co-operation and Development, Environment Working Papers. OECD, Paris
- Klenner, W., Arsenault, A., Brockerhoff, E.G. and Vyse, A. (2009). Biodiversity in forest ecosystems and landscapes: A conference to discuss future directions in biodiversity management for sustainable forestry. *Forest Ecology and Management*, 258, 51-54
- Kurz, W.A., Dymond, C.C., Stinson, G., Ramlepy, G.J., Neilson, E.T., Carroll, A.L., Ebata, T. and Safarynik, L. (2008). Mountain pine beetle and forest carbon: Feedback to climate change. *Nature*, 452, 987-990
- Lamb, D., Erskine, P. and Parrotta, J.A. (2005). Restoration of degraded tropical forest landscapes. *Science*, 310, 1628-1632
- Leadley, P., Pereira, H.M., Alkemada, R., Fernandez-Manjarres, J.F., Proença, V., Scharlemann, J.P.W. and Walpole, M.J. (2010). *Biodiversity Scenarios: Projections of 21st century change in biodiversity and associated ecosystem services*. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal
- Lele, S., Wilshusen, P., Brockington, D., Seidler, R. and Bawa, K. (2010). Beyond exclusion: Alternative approaches to biodiversity conservation in the developing tropics. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 2, 94-100
- Lindenmayer, D., Fischer, J., Felton, A., Crane, M., Michael, D., Macgregor, C., Montague-Drake, R., Manning, A. and Hobbs, R. (2008). Novel ecosystems resulting from landscape transformation create dilemmas for modern conservation practice. *Conservation Letters*, 1(3), 129-135
- Lindenmayer, D. and Hunter, M. (2010). Some Guiding Concepts for Conservation Biology. *Conservation Biology*, 24, 1459-1468
- MA (2005a). *Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis*. Millennium Ecosystem Assessment. Island Press, Washington, D.C.
- MA (2005b). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Millennium Ecosystem Assessment. Island Press, Washington, D.C.

- Malhi, Y., Aragao, L.E.O.C., Galbraith, D., Huntingford, C., Fisher, R., Zelazowski, P., Sitch, S., McSweeney, C. and Meir, P. (2009). Exploring the likelihood and mechanism of a climate-change induced dieback of the Amazon rainforest. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106, 20610-20615
- Maris, V., and Béchet, A. (2010). From adaptive management to adjustive management: A pragmatic account of biodiversity values. *Conservation Biology*, 24, 966-973
- Menéndez, R., González, A., Hill, J.K., Braschler, B., Willis, S.G., Collingham, Y., Fox, R., Roy, D.B. and Thomas, C.D. (2006). Species richness changes lag behind climate change. *Proceedings of the Royal Society B*, 273(1593), 1465-1470
- Middley, G.F., Bond, J., Kapos, V., Ravilious, C., Scharlemann, J.P.W. and Woodward, F.I. (2010) Terrestrial carbon stocks and biodiversity: Key knowledge gaps and some policy implications. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 2, 264-270
- Miles, L., Dunning, E., Doswald, N. and Osti, M. (2010). *A safer bet for REDD+:- Review of the evidence on the relationship between biodiversity and the resilience of forest carbon stocks*. Working Paper v.2. Multiple Benefits Series 10. Prepared on behalf of the UN-REDD Programme. UNEP World Conservation Monitoring Centre, Cambridge
- Mooney, H. (2000). Worth more dead than alive. *Nature*, 403, 593-594
- Nellemann, C. and Corcoran, E. (eds). (2010). *Dead Planet, Living Planet – Biodiversity and Ecosystem Restoration for Sustainable Development*. A Rapid Response Assessment. United Nations Environment Programme, UNEP/GRID-Arendal, Arendal
- Nellemann, C., MacDevette, M., Eickhout, B., Svihus, B., Prins, A.G. and Kaltenborn, B.P. (eds). (2009). *The Environmental Food Crisis*. A UNEP Rapid Response Assessment. United Nations Environment Programme, UNEP/GRID-Arendal, Arendal
- Neves Silva, L. (2009). *Ecosystem integrity and forest plantations*. NGPP Ecosystem Integrity Technical Paper, WWF International
- NGPP (2010). Case study 8/ Conserving the Atlantic Rainforest in Brazil. New Generation Plantations Project. <http://newgenerationplantations.com/showcase.html>
- Nitschke, C.R. and Innes, J.L. (2008). Integrating climate change into forest management in South-Central British Columbia: An assessment of landscape vulnerability and development of a climate-smart framework. *Forest Ecology and Management*, 256, 313-327
- PA (2009). *The Economic Cost of Climate Change in Africa*. Practical Action Consulting, Pan-African Climate Justice Alliance, Nairobi
- Pagiola, S., Platais, G. (2005). Introduction to Payments for Environmental Services. Presentation. World Bank, Washington, D.C.
- Paquette, A. and Messier, C. (2010) The role of plantations in managing the world's forests in the Anthropocene. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 8, 27-34
- PEFC (2009). PEFC Annual Review 2009. Programme for the Endorsement of Forest Certification, Geneva
- Pfund, J.L. (2010). Landscape-scale research for conservation and development in the tropics: Fighting persisting challenges. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 2 (1-2), 117-126
- Pelphs, J., Webb, E.L. and Agrawal, A. (2010). Does REDD+ Threaten to Recentralize Forest Governance? *Science*, 328, 312-313
- Prince's Rainforest Project (2009). An emergency package for tropical forests. Prince's Rainforest Project, London. <http://www.rainforestsos.org/>
- Raffa, K.F., Aukema, B.H., Bentz, B.J., Carroll, A.L., Hicke, J.A., Turner, M.G. and Romme, W.H. (2008). Cross-scale drivers of natural disturbances prone to anthropogenic amplification: The dynamics of bark beetle eruptions. *Bioscience*, 58(6), 501-517
- Rayner, J., Buck, A. and Katila, P. (eds.) (2010). *Embracing complexity: Meeting the challenges of international forest governance*. IUFRO World Series, 28. International Union of Forest Research Organizations, Vienna
- REDD+ Partnership (2010). About the REDD+ Partnership. <http://reddpluspartnership.org>
- Ribeiro, M.C., Metzger, J.P., Martensen, A.C., Ponzoni, F.J. and Hirota, M.M. (2009). The Brazilian Atlantic forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biological Conservation*, 142, 1141-1153
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, F.S., Lambin, E., Lenton, T.M., Scheffer, M., Folke, C., Schellnhuber, H., Nykvist, B., De Wit, C.A., Hughes, T., van der Leeuw, S., Rodhe, H., Sörlin, S., Snyder, P.K., Costanza, R., Svedin, U., Falkenmark, M., Karlberg, L., Corell, R.W., Fabry, V.J., Hansen, J., Walker, B., Liverman, D., Richardson, K., Crutzen, P. and Foley, J. (2009). Planetary boundaries: Exploring the safe operating space for humanity. *Ecology and Society*, 14(2), 32
- Safarynik, L. and Carroll, A.L. (2006). The biology and epidemiology of the mountain pine beetle in lodgepole pine forests. In: Safarynik, L. and Wilson, B. (eds.), *The Mountain Pine Beetle: A Synthesis of its Biology, Management and Impacts on Lodgepole Pine*. Natural Resources Canada, Canadian Forest Service, Pacific Forestry Centre, Victoria
- Sasaki, N. and Putz, F.E. (2009). Critical need for new definitions of "forest" and "forest degradation" in global climate change agreements. *Conservation Letters*, 2, 226-232
- Sayer, J. (2009). Reconciling Conservation and Development: Are Landscapes the Answer? *Biological Conservation*, 141(6), 649-652
- Schmitt, C.B., Burgess, N.D., Coad, L., Belokurov, A., Besançon, C., Boisrobert, L., Campbell, A., Fish, L., Gliddon, D., Humphries, K., Kapos, V., Loucks, C., Lysenko, I., Miles, L., Mills, C., Minnemeyer, S., Pistorius, T., Ravilious, C., Steiner, M. and Winkel, G. (2009). Global analysis of the protection status of the world's forests. *Biological Conservation*, 142(10), 2122-2130
- Schulze, C.H., Walther, M., Kessler, P.J.A., Pitopang, R., Veddeler, D., Mühlberg, M., Gradstein, S.R., Leuschner, C., Steffan-Dewenter, I. and Tschamtké, T. (2004). Biodiversity indicator groups of tropical land-use systems: Comparing plants, birds, and insects. *Ecological Applications*, 14, 1321-1333
- Seppala, R., Buck, A. and Katila, P. (2009). Executive summary and key message: *Adaptation of forests and people to climate change: A global assessment report*. IUFRO World Series 22. International Union of Forest Research Organizations, Vienna
- Shackleton, C.M., Willis, T.J., Brown, K. and Polunin, N.V.C. (2010). Reflecting on the next generation of models for community-based natural resources management. *Environmental Conservation*, 37, 1-4
- Sikor, T., Stahl, J., Enters, T., Ribot, J.C., Singh, N., Sunderlin, W.D. and Wollenberg, L. (2010). REDD-plus, forest people's rights and nested climate governance. *Global Environmental Change*, 20, 423-425
- Slingenberg, A., Braat, L., van der Windt, H., Rademaekers, K., Eichler, L. and Turner, K. (2009). *Study on understanding the causes of biodiversity loss and the policy assessment framework*. European Commission Directorate-General for Environment. ECORYS Nederland BV, Rotterdam
- Stern, N. (2007). *The Economics of Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge
- Strassburg, B.B.N., Kelly, A., Balmford, A., Davies, R.G., Gibbs, H.K., Lovett, A., Miles, L., Orme, C.D.L., Price, J., Turner, R.K. and Rodrigues, A.S.L. (2010). Global congruence of carbon storage and biodiversity in terrestrial ecosystems. *Conservation Letters*, 3(2), 98-105
- Sunderland, T., Ehringhaus, C. and Campbell, B. (2008). Conservation and development in tropical forest landscapes: A time to face the trade-offs? *Environmental Conservation*, 34(4), 276-279
- Tabarelli, M., Aguiar, A.V., Ribeiro, M.C., Metzger, J.P. and Peres, C.A. (2010). Prospects for biodiversity conservation in the Atlantic Forest: Lessons from ageing human-modified landscapes. *Biological Conservation*, 143, 2328-2340
- Taylor, S.W. and Carroll, A.L. (2004). Disturbance, forest age dynamics and mountain pine beetle outbreaks in BC: A historical perspective. In: Shore, T.L., Brooks, J.E. and Stone, J.E. (eds.), *Challenges and Solutions: Proceedings of the Mountain Pine Beetle Symposium*. Canadian Forest Service, Pacific Forestry Centre, Kelowna
- Taylor, S.W., Carroll, A.L., Alfaro, R.I. and Safarynik, L. (2006). Forest, climate and mountain pine beetle dynamics. In: Safarynik, L. and Wilson, B. (eds.), *The Mountain Pine Beetle: A Synthesis of its Biology, Management and Impacts on Lodgepole Pine*. Natural Resources Canada, Canadian Forest Service, Pacific Forestry Centre, Victoria
- TEEB (2009). Report for National and International Policy Makers. The Economics of Ecosystems and Biodiversity. <http://www.teebweb.org/ForPolicyMakers/tabid/1019/Default.aspx>
- TEEB (2010). TEEB for Local and Regional Policy Makers. The Economics of Ecosystems and Biodiversity. <http://www.teebweb.org/ForLocalandRegionalPolicy/tabid/1020/Default.aspx>
- Thompson, I., Mackey, B., McNulty, S. and Mosseler, A. (2009). *Forest Resilience, Biodiversity, and Climate Change. A synthesis of the biodiversity/resilience/stability relationship in forest ecosystems*. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal
- UNEP (2007). *Global Environment Outlook 4*. United Nations Environment Programme, Nairobi
- UNEP/GRID-Arendal (2009). Vital Forest Graphics. <http://maps.grida.no/go/collection/vital-forest-graphics>
- UNEP-WCMC (2010). Framing the flow: Innovative approaches to understand, protect and value ecosystem services across linked habitats. Silvestri, S. and Kershaw, F. (eds.). United Nations Environment Programme and World Conservation Monitoring Centre, Cambridge
- UNFCCC (2009). Report of the Conference of the Parties to its fifteenth session, held in Copenhagen from 7 to 19 December 2009. Addendum. Part Two: Action taken by the Conference of the Parties at its fifteenth session. Decision 4/CP.15 Methodological guidance for activities relating to reducing emissions from deforestation and forest degradation and the role of conservation, sustainable management of forests and enhancement of forest carbon stocks in developing countries. United Nations Framework Convention on Climate Change, Bonn. <http://unfccc.int/resource/docs/2009/cop15/eng/11a01.pdf>
- UNFCCC (2010). Outcome of the Ad Hoc Working Group on long-term Cooperative Action under the Convention. United Nations Framework Convention on Climate Change. http://unfccc.int/meetings/cop_16/items/5571.php
- Vergara, W. and Scholz, S.M. (2010). *Assessment of the risk of Amazon dieback*. World Bank Studies. World Bank, Washington, D.C.
- Vos, C., Berry, P., Opdam, P., Baveco, H., Nijhor, B., O'Hanley, J., Bell, C. and Kuipers, H. (2008). Adapting landscapes to climate change: Examples of climate-proof ecosystem networks and priority adaptation zones. *Journal of Applied Ecology*, 45, 1722-1731
- Walker, B. and Salt, D. (2006). *Resilience thinking: Sustaining ecosystems and people in a changing world*. Island Press, Washington, D.C.
- World Bank (2010). Remarks for Opening Plenary of the High Level Segment – COP10, Nagoya, Japan. <http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/NEWS/0,,contentMDK:22745069~pagePK:34370~piPK:34424~theSitePK:4607,00.html>
- World Bank (2004). *Sustaining Forests: A Development Strategy*. World Bank, Washington, D.C.
- Wunder, S. and Wertz-Kanounnikoff, S. (2009). Payments for ecosystem services: A new way of conserving biodiversity in forests. *Journal of Sustainable Forestry*, 28, 576-596
- Zagt, R.J., Sheil, D. and Putz, F.E. (2010). Biodiversity conservation in certified forests: An overview. In: Sheil, D., Putz, F.E. and Zagt, R.J. (eds.), *Biodiversity conservation in certified forests*. ETRN News No. 51. Tropenbos, Wageningen



La capacidad de las instalaciones de energía eólica aumentó en 35,8 gigavatios en 2010, un crecimiento del 22,5 por ciento con respecto a 2009. La nueva capacidad añadida en 2010 representó inversiones por valor de 65 000 millones de dólares. La capacidad total de energía eólica instalada es de 194,4 gigavatios. *Fuente: GWEC (2011); Foto: Tom Corser*

Principales indicadores ambientales

Los indicadores ayudan a evaluar los resultados generales de las complejas interacciones entre las personas y el medio ambiente. Los últimos datos y tendencias ambientales muestran avances en las actuaciones para evitar al agotamiento del ozono estratosférico, en la utilización de tecnologías de energías renovables y en el mayor uso de sistemas de certificación ambiental. Las emisiones globales de dióxido de carbono siguen creciendo. Persisten también las presiones sobre los ecosistemas por el uso de los recursos naturales, con una considerable pérdida de biodiversidad.

Los indicadores pueden ayudar a señalar si los problemas mejoran o van a peor, y si las medidas políticas adoptadas surten o no efecto. Por ejemplo, el ritmo de deshielo de los glaciares de montaña guarda relación con el calentamiento atmosférico, mientras que el descenso en la producción de sustancias que agotan el ozono indica que los países están consiguiendo su eliminación. Pero los indicadores no son más que eso: una indicación de tendencias o de la situación de un determinado elemento ambiental, como puede ser el área de bosque. Los indicadores no explican las causas subyacentes, como tampoco la ausencia de un cambio significativo indica que no se hayan hecho esfuerzos por abordar un determinado problema.

Indicadores: medidas, generalmente cuantitativas, que sirven para ilustrar y comunicar fenómenos complejos de manera sencilla, incluyendo tendencias y avances en el tiempo (EEA 2005).

Índice: la combinación de varios indicadores.

Fuente de datos: se refiere a la organización que preparó y aportó los datos.



Indicador que se incluye en la serie de indicadores utilizados para medir los avances hacia la consecución de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM).

Pero los indicadores sí pueden señalar dónde hace falta realizar un análisis más a fondo.

Las evaluaciones periódicas basadas en indicadores siguen siendo de enorme importancia para dibujar un panorama general de los avances logrados hacia la consecución de la sostenibilidad del medio ambiente. El informe Perspectivas del Medio Ambiente Mundial (GEO) del PNUMA ofrece una visión exhaustiva cada cinco años de la situación del medio ambiente y las tendencias en el mismo.

En esta sección se presenta un resumen de las principales tendencias a nivel global y regional, con 20 gráficas preparadas al efecto. Según la visión general que surge, en algunas áreas –como el agotamiento del ozono estratosférico, la utilización de energías renovables, y la certificación de los bosques– hay señales de progreso. No obstante, persisten numerosas presiones sobre el medio ambiente. La rápida pérdida de biodiversidad, tanto en la tierra como en el mar, es de especial preocupación, como ponen de manifiesto diversos informes de reciente publicación (Butchard et al. 2010, SCBD 2010).

Al igual que sucede con los ODM, este tipo de “instantánea ambiental global” puede servir para llamar la atención sobre los problemas más acuciantes y realizar un seguimiento de las principales tendencias en áreas como el cambio climático, la calidad del agua dulce, la utilización de recursos naturales, la pérdida de biodiversidad y la gobernanza ambiental. La escasa disponibilidad de datos sobre el medio ambiente –especialmente en los países en desarrollo– es una de las principales limitaciones para la identificación de tendencias ambientales a nivel global.



Agotamiento de la capa de ozono

Desde la adopción del Protocolo de Montreal a finales de los años ochenta, se ha conseguido reducir en el mundo la utilización de sustancias antropogénicas que agotan la capa de ozono (**Figura 1**). Aunque se suele pensar que el problema del agotamiento del ozono estratosférico está más o menos controlado, se siguen produciendo y utilizando

determinadas sustancias que agotan el ozono por la sustitución de sustancias como los hidroclorofluorocarbonos (HCFC), así como mediante permisos o exenciones, como los concedidos para el uso de bromuro de metilo en agricultura. La utilización ilegal de determinadas sustancias y de las existencias acumuladas es un problema añadido.

Consumo de sustancias que agotan el ozono

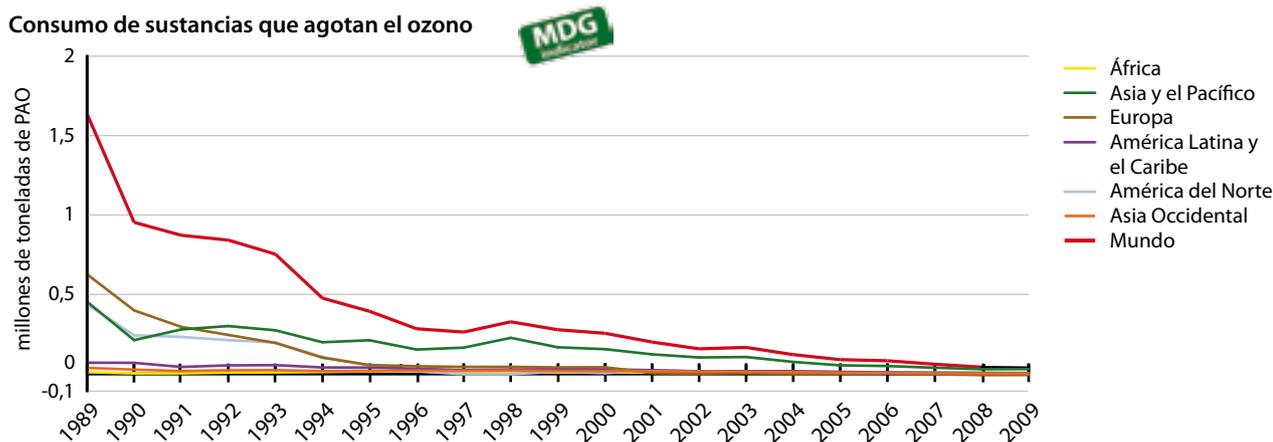
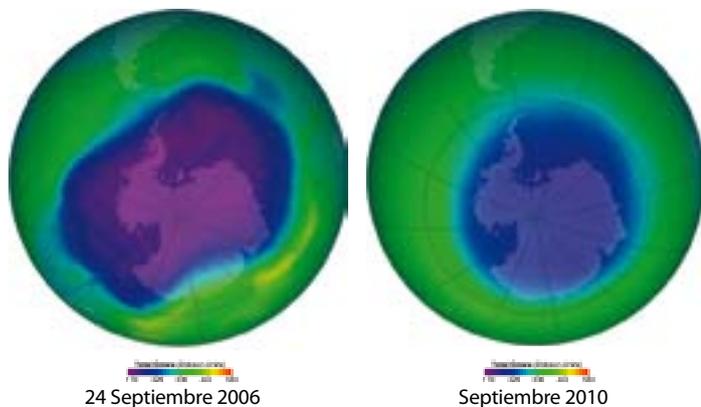


Figura 1: Consumo de sustancias que agotan el ozono expresadas en millones de toneladas de potencial de agotamiento de ozono (PAO), 1989-2009. El PAO es un número que se refiere a la cantidad de agotamiento de ozono provocada por una sustancia química. El consumo de sustancias que agotan el ozono se ha reducido, sobre todo en los 20 últimos años. Fuente de datos: Portal de datos GEO, compilado de la Secretaría del Convenio de Viena y el Protocolo de Montreal del PNUMA (UNEP 2010).



El mayor agujero de ozono sobre la Antártida desde que comenzaron los registros ocurrió en septiembre de 2006. Se calcula que para 2015 el tamaño del agujero se habrá reducido en un millón de kilómetros cuadrados, partiendo de una extensión de 25 millones de kilómetros cuadrados. No se espera una recuperación total hasta 2050 o más tarde. Fuente: NOAA (2010)

Cambio climático

El dióxido de carbono (CO_2) es uno de los principales gases de efecto invernadero antropogénicos causantes del cambio climático. A nivel global, las emisiones de CO_2 siguen creciendo, aunque con evidentes diferencias regionales (**Figura 2**). Las emisiones per cápita muestran enormes variaciones por región (**Figura 3**). Mientras que las negociaciones climáticas se han centrado sobre todo en las emisiones de CO_2 , cada vez se conoce mejor

el papel de algunos contaminantes habituales del aire como forzadores del clima. El carbón negro u hollín contribuye de forma importante al calentamiento global. Este contaminante, medido según niveles de material particulado (**Figura 4**), es también enormemente perjudicial para la salud, pues las partículas finas en suspensión, con un diámetro de 10 micrómetros o menos (PM_{10}), pueden penetrar profundamente en las vías respiratorias.

Emisiones de dióxido de carbono

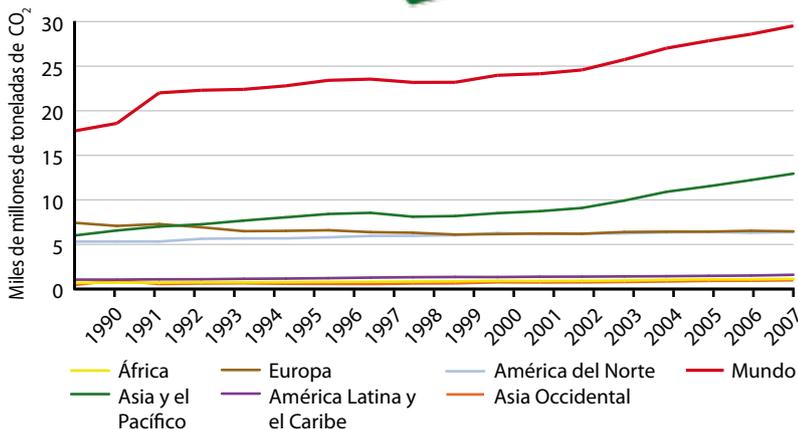


Figura 2: Emisiones de dióxido de carbono por el consumo de combustibles sólidos en miles de millones de toneladas de CO₂, 1989-2007. Aunque las emisiones por consumo de combustibles fósiles en Europa y América del Norte parecen estabilizarse, en Asia y el Pacífico van en aumento. Fuente de datos: Portal de datos GEO, compilados a partir de datos del Centro de Análisis de Información sobre Dióxido de Carbono (CDIAC), Boden et al. (2010)

Emisiones de dióxido de carbono per cápita

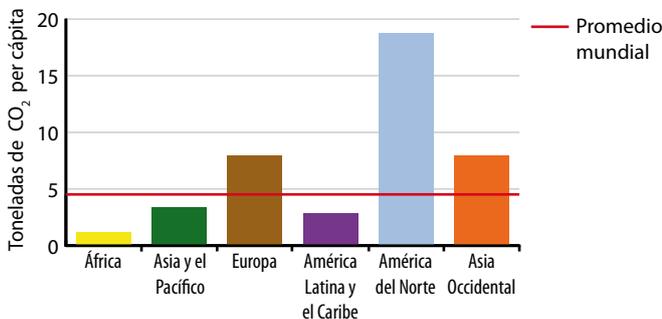


Figura 3: Los últimos datos disponibles sobre emisiones de CO₂ per cápita, de 2007, muestran grandes diferencias entre regiones. Las emisiones per cápita son menores en África. En América del Norte, Europa y Asia Occidental superan con creces la media global de 2007 de 4,4 toneladas. Fuente de datos: Portal de datos GEO, compilados a partir de datos del Centro de Análisis de Información sobre Dióxido de Carbono (CDIAC), Boden et al. (2010)

Concentración de material particulado (PM₁₀)

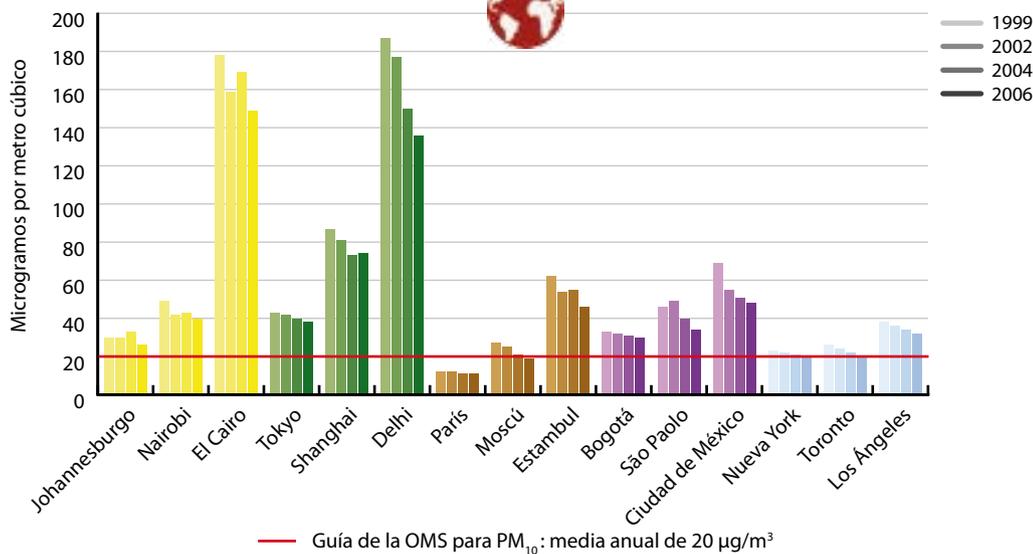
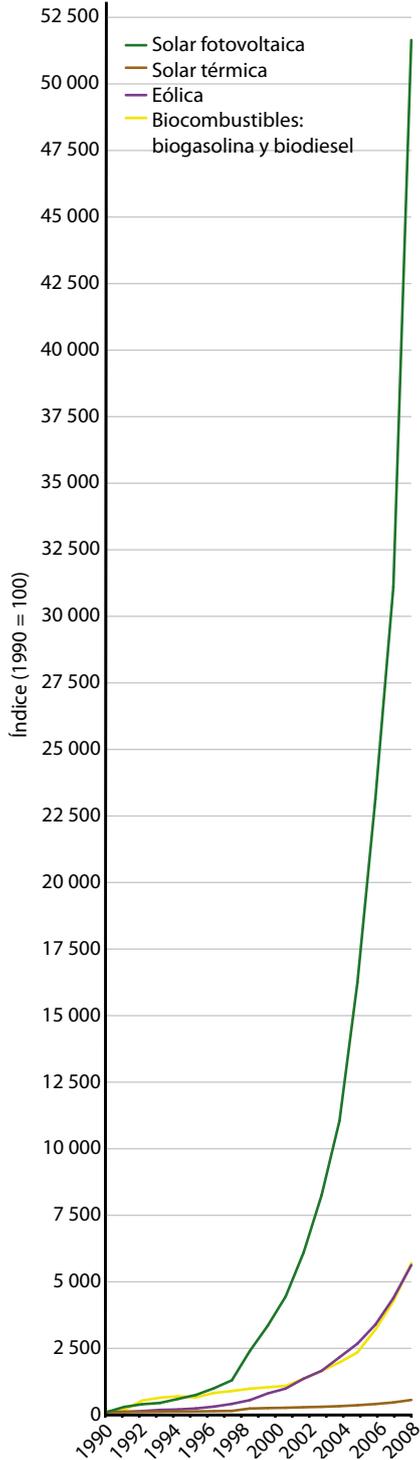


Figura 4: Concentraciones estimadas de material particulado de 10 micrómetros o menos de tamaño (PM₁₀) por metro cúbico en ciudades seleccionadas. Estas estimaciones representan la exposición anual media a material particulado en el exterior para residentes urbanos alejados de "puntos calientes" como zonas industriales o ejes de transporte. En muchos lugares del mundo la calidad del aire en las principales ciudades sobrepasa la guía de la OMS de 20 µg/m³. Fuente de datos: Portal de datos GEO, compilados a partir de datos del Banco Mundial (2006, 2008 y 2010), Pandey et al. (2006)

Índice de suministro de energías renovables



Tanto las emisiones de CO₂ como las de carbón negro son consecuencia principalmente de la quema de combustibles fósiles. La búsqueda de energías renovables es, por tanto, de importancia capital para la transición a una economía más verde (**Figura 5**). Para realizar un seguimiento de los efectos de las emisiones ya realizadas y los procesos atmosféricos en marcha como consecuencia de aportaciones pasadas y actuales, uno de los principales indicadores utilizados es el cambio en el grosor del hielo, o balance de masa, de los glaciares (**Figura 6**).



Paneles fotovoltaicos en el Centro Nacional de Energía Solar, Instituto Jacob Blaustein de Investigación del Desierto, desierto del Negev (Israel). Foto: David Shankbone

Figura 5: Índice de suministro de energías renovables (1990=100), 1990-2008. Aunque la utilización de energías renovables sigue siendo reducida (un 13 por ciento en 2008) en comparación con la de combustibles fósiles, últimamente ha aumentado de un modo considerable. La utilización de energía solar, en especial fotovoltaica, ha crecido exponencialmente en los últimos años. La utilización de otras formas de energías renovables a nivel mundial también sigue aumentando, a excepción de las energías generadas por mareas, olas y océanos. Fuente de datos: Portal de datos GEO, compilados a partir de datos de la Agencia Internacional de Energía (IEA 2010)

Balance de masa de glaciares de montaña

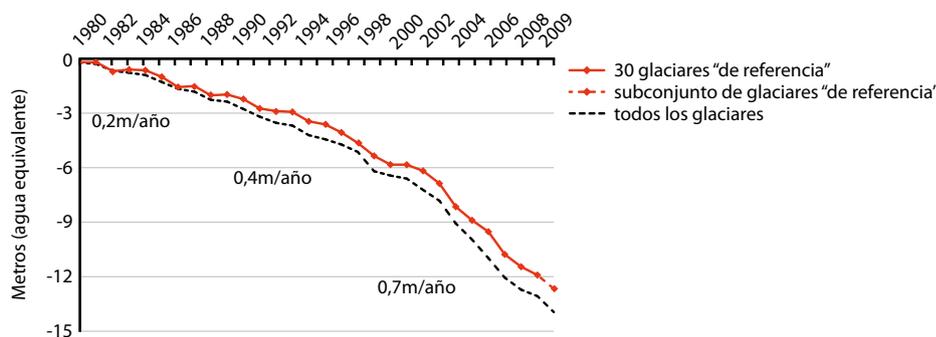


Figura 6: Pérdida acumulada de grosor de hielo en los glaciares de montaña, en metros de agua equivalente, 1980-2009. En las tres últimas décadas, la media global de medidas disponibles indica una fuerte pérdida de hielo, a una tasa que se ha acelerado hasta los 0,7 metros de agua equivalente en la última década. Fuente de datos: Servicio Mundial de Monitoreo de Glaciares (WGMS 2010)

Utilización de los recursos naturales

Los recursos naturales proporcionan medios de vida para miles de millones de personas y forman la base de gran parte de la economía de un país. Su uso sostenible es fundamental para garantizar la disponibilidad a largo plazo de recursos vivos como los bosques y los peces. Los científicos han

expresado su preocupación en reiteradas ocasiones por el agotamiento de las existencias de peces (**Figura 7**), sobre todo de especies comerciales sobreexplotadas como el atún (**Figura 8**).



Captura anual de peces marinos

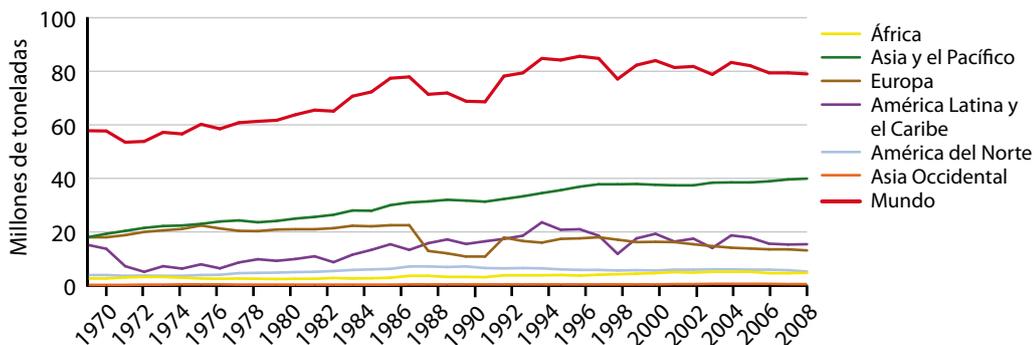


Figura 7: Captura anual de peces marinos, en millones de toneladas, 1969-2008. El agotamiento de las existencias de peces marinos es uno de los problemas ambientales más acuciantes. Con un volumen de captura anual cercano a los 80 millones de toneladas, sigue siendo elevada la presión sobre los ecosistemas marinos como consecuencia de la explotación de especies comerciales. Fuente de datos: Portal de datos GEO, compilados a partir de datos de la Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO 2010a)



Más de dos terceras partes de las capturas de atún se realizan en el océano Pacífico. El océano Índico aporta más que el Atlántico y el mar Mediterráneo juntos (un 20,4 y un 9,5 por ciento, respectivamente, en 2008). Foto: Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA)

Capturas mundiales de atún

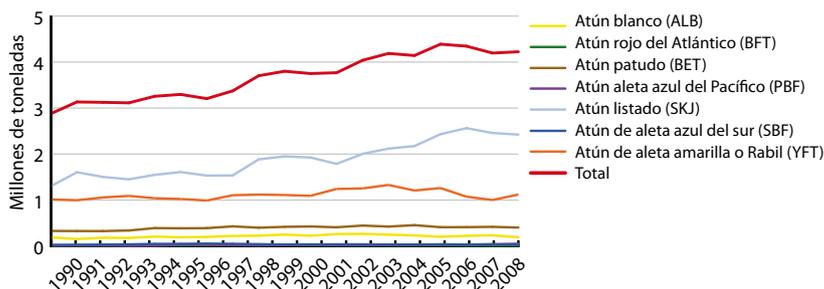


Figura 8: Capturas mundiales de atún y especies afines, 1989-2008. Las especies de importancia económica como el atún se venden en todo el mundo. La producción global ha aumentado desde menos de 0,6 millones de toneladas en 1950 hasta los más de 4 millones de toneladas de hoy. Algunas especies de atún sufren sobreexplotación. Pese a que este deterioro podría en última instancia redundar en capturas más reducidas, los países no han logrado un acuerdo sobre limitaciones en el comercio de determinadas especies. Fuente de datos: Portal de datos GEO, compilados a partir de datos de la Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO 2010a)

Los cambios en la superficie cubierta por bosques (**Figura 9**) y la tasa de extracción de madera en rollo (**Figura 10**) son indicadores importantes de la situación en que se encuentran los ecosistemas terrestres. Aunque el área de bosque por sí sola aporta escasa información sobre la biodiversidad

forestal, los programas de forestación en todo el mundo han comenzado a arrojar resultados y están potenciando las existencias de carbono. Los programas voluntarios de certificación de bosques, como el establecido por el Forest Stewardship Council, tienen en cuenta otros servicios de los ecosistemas (**Figura 11**). No obstante, a menudo resulta difícil delimitar el impacto de tales programas.

Proporción de la superficie cubierta por bosques

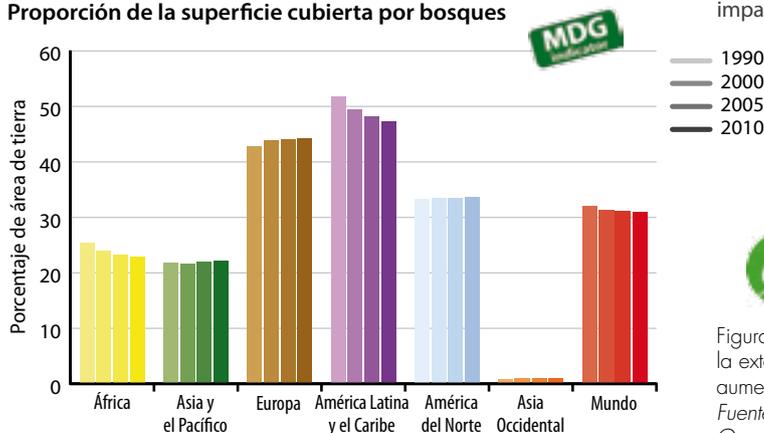


Figura 9: Proporción de la superficie cubierta por bosques. Pese a que la extensión de los bosques disminuye a nivel mundial, se han producido aumentos continuados en Asia y el Pacífico, Europa y América del Norte. Fuente de datos: Portal de datos GEO, compilados a partir de datos de la Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO 2010b y c)

Proporción de producción de madera en rollo y existencias en formación en los bosques

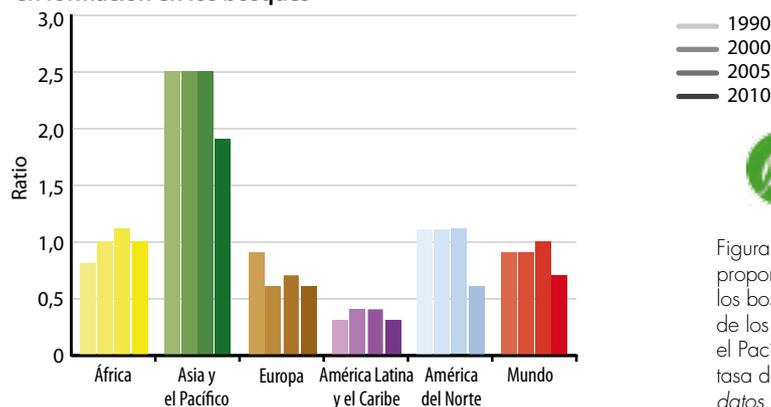
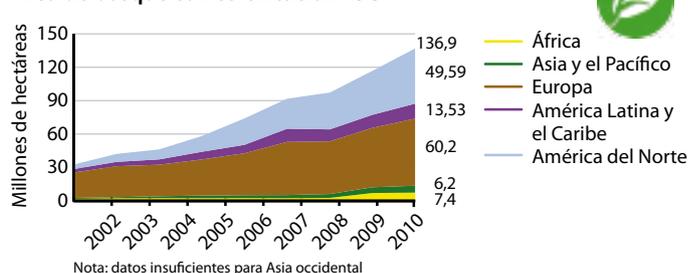


Figura 10: Índices de extracción de los bosques expresados como proporción de producción de madera en rollo y existencias en formación en los bosques. Tras décadas de crecimiento, la extracción de madera en rollo de los bosques parece haberse estabilizado en los últimos años. En Asia y el Pacífico la producción de madera en rollo es muy elevada y sobrepasa la tasa de crecimiento de las existencias forestales. Fuente de datos: Portal de datos GEO, compilados a partir de datos de la Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación: FAO (2005) para 1990, 2000 y 2005; FAO (2010b) para 2010

Figura 11: Total del área de bosque certificada por el Forest Stewardship Council (FSC), 2001-2010. La extensión de bosques certificados por el FSC sigue siendo escasa en los países en desarrollo, pero en el norte crece rápidamente. A nivel mundial, los bosques con certificación del FSC representan un 3,4 por ciento del total de área de bosque. La certificación FSC de un bosque significa que una evaluación independiente realizada por un organismo avalado por el FSC ha constatado que su ordenación cumple los principios y criterios FSC de ordenación de los bosques reconocidos a nivel internacional. Fuente de datos: Portal de datos GEO, compilados a partir de datos del Forest Stewardship Council (FSC 2010)

Área de bosque con certificación FSC



Nota: datos insuficientes para Asia occidental

Pérdida de biodiversidad

En 2002 la comunidad mundial fijó el objetivo de reducir significativamente la pérdida de biodiversidad para 2010. Aunque no se cumplió, sirvió para orientar la atención a la escasez de datos y la importancia de vigilar la biodiversidad para medir los resultados. Los ciudadanos y las ONG desempeñan un importante papel en la labor de vigilancia y están creando asociaciones para realizar actividades conjuntas

científicas y de otro tipo. La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) está liderando esfuerzos en este sentido en relación a especies amenazadas (**Figura 12**). El Centro Mundial de Monitoreo de la Conservación del PNUMA, WCMC, realiza un seguimiento, junto con la UICN, del establecimiento de áreas protegidas, lo que es una importante medida política que ayuda a conservar la biodiversidad (**Figura 13**).

Índice de especies amenazadas

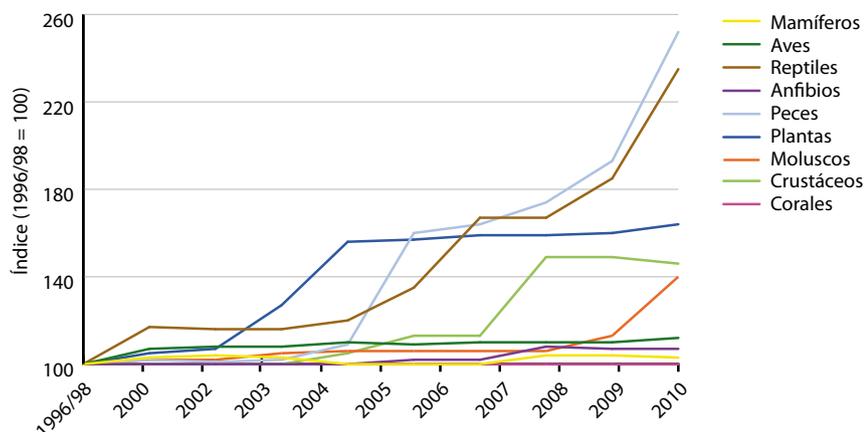


Figura 12: El índice de especies amenazadas (1996/98=100) indica un incremento constante en todos los grupos principales de organismos estudiados entre 1996 y 2010. La pérdida de biodiversidad sigue constituyendo una grave preocupación, con un número sin precedentes de especies amenazadas. Fuente de datos: Portal de datos GEO, compilados a partir de datos de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN 2010)

Proporción de áreas terrestres y marinas protegidas para conservar la diversidad biológica

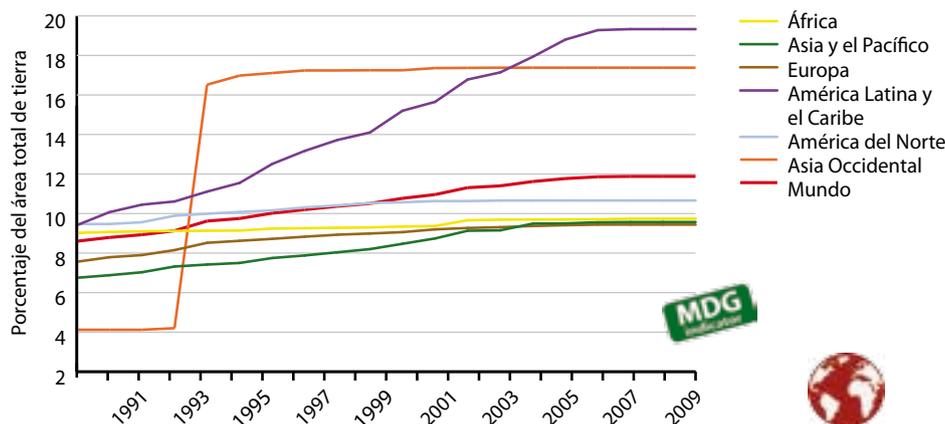
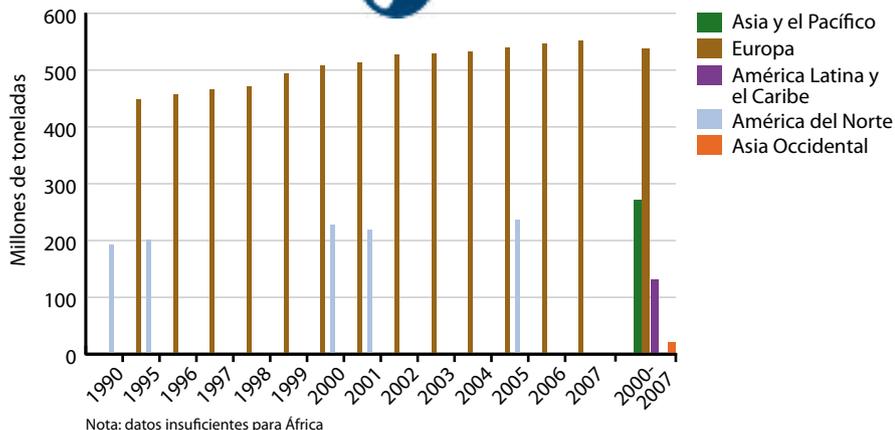


Figura 13: Proporción de áreas terrestres y marinas protegidas para conservar la diversidad biológica, expresada como porcentaje del total del territorio, 1989-2009. Se muestran conjuntamente áreas marinas y terrestres. La extensión de áreas protegidas ha aumentado en la última década, sobre todo en América Latina y el Caribe, donde se ha multiplicado casi por dos y ahora representa cerca del 20 por ciento del territorio. En conjunto, aproximadamente el 12 por ciento de la superficie territorial se encuentra protegida. La Conferencia de las Partes en el Convenio sobre la Diversidad Biológica acordó en 2010 el objetivo de proteger un 17 por ciento de superficie terrestre y aguas continentales y un 10 por ciento de zonas marinas y costeras para 2020. Fuente de datos: Portal de datos GEO, compilados a partir de datos del Centro Mundial de Monitoreo de la Conservación del PNUMA (UNEP-WCMC 2010)

Desechos

Pese a que se han desarrollado una serie de indicadores sobre desechos, la disponibilidad de datos es muy deficiente. Los datos sobre recogida de desechos urbanos son escasos, especialmente en países en desarrollo

Recogida de desechos urbanos



(Figura 14). Aunque se realiza un seguimiento de los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos, no hay datos suficientes para marcar tendencias globales o regionales.

Figura 14: Desechos urbanos recogidos en millones de toneladas, 1990-2007. La población con servicio de recogida de desechos privado o municipal varía según regiones. Los escasos datos disponibles a nivel regional parecen indicar que el índice de recolección de desechos es mayor en las ciudades europeas, y que está aumentando en esa región, pero los datos son esporádicos e intermitentes. No es posible sacar conclusiones fiables únicamente de datos regionales. Fuente de datos: Portal de datos GEO, compilados a partir de datos de UNSD/UNEP (2006), OECD/Eurostat (2008) y UNSD (2010)

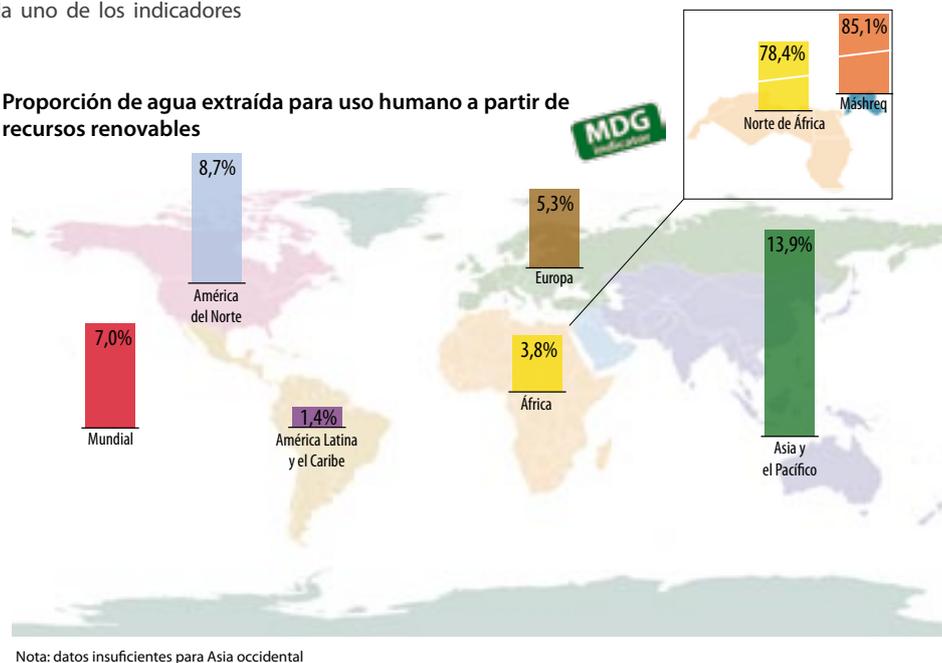
Agua

El seguimiento de la proporción de agua dulce utilizada en agricultura, industria y el sector doméstico es bastante detallada (Figura 15), pero las limitaciones en cuanto a vigilancia de la calidad del agua utilizada a nivel regional o global son notables (Figuras 16 y 17). El acceso a un suministro mejorado de agua y saneamiento es sin duda uno de los indicadores

para los cuales se reciben los mejores informes por parte de cada país (Figura 18). Se trata de un indicador de gran importancia tanto para la salud como para el medio ambiente.

Figura 15: Utilización por el hombre de aguas superficiales y del subsuelo en los sectores doméstico, agrícola e industrial, como porcentaje del volumen total anual de agua dulce disponible en el ciclo hidrológico. Registros de distintos países para el periodo 1990-2002. Indica que la proporción del agua disponible utilizada por el hombre es mayor en Asia y el Pacífico, aunque los porcentajes son también muy elevados (llegan hasta el 85 por ciento) en el norte de África y la subregión del Mésheq del Asia occidental. El regadío utiliza la mayor parte, y representa un promedio del 70 por ciento del total de agua consumida por el hombre. Fuente de datos: Portal de datos GEO, compilados a partir de datos de la Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO 2010d)

Proporción de agua extraída para uso humano a partir de recursos renovables



Cantidad de oxígeno en disolución en aguas superficiales

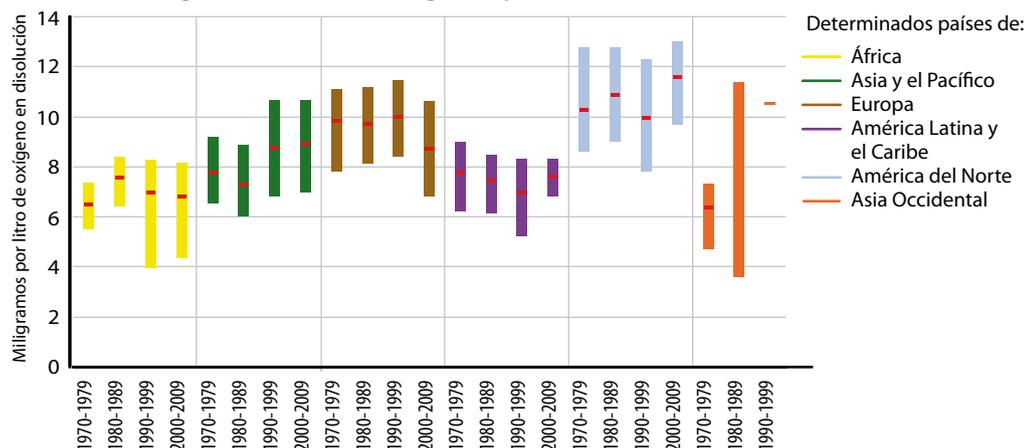


Figura 16: Cantidad de oxígeno en disolución en aguas superficiales, expresado en miligramos por litro (mg/l) en diversos países, agregados por regiones. Los datos indican que las concentraciones de oxígeno se encuentran dentro de los parámetros generalmente aceptados de 6 mg/l en aguas templadas y 9,5 mg/l en aguas frías, tal como se estipula, por ejemplo, en Australia (ANZECC 1992), Brasil (1986) y Canadá (CCME 1999 y 2003). Los datos son aportados de manera voluntaria por una amplia gama de colaboradores, y se caracterizan por exhibir grandes variaciones estadísticas. No son representativos de todas las aguas de estas regiones, ni de todas las décadas. Fuente de datos: UNEP-GEMS/Water (2010)



Figura 17: Países en que se ubicaron los puntos de registro del oxígeno en disolución para el indicador de calidad del agua en el período 2000-2009. El mapa indica el escaso número de puntos de registro de datos en cada región.

Proporción de la población con acceso sostenible a fuentes mejoradas de abastecimiento de agua potable y servicios de saneamiento mejorados

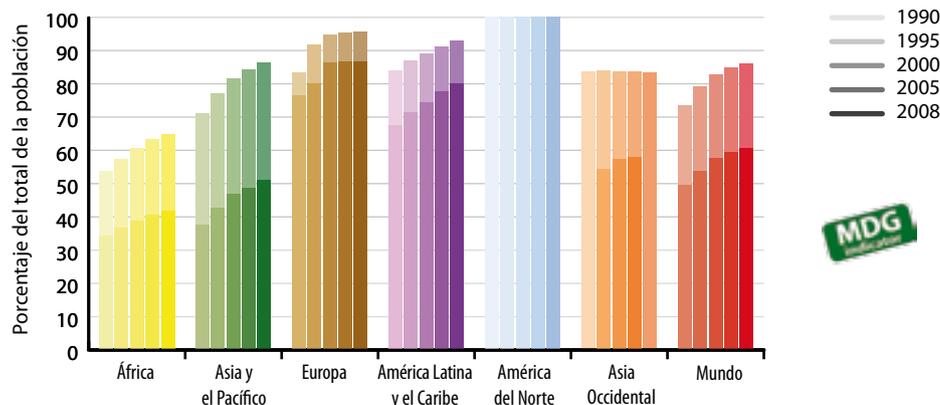


Figura 18: Cobertura de agua potable (al fondo) y saneamiento (primer plano) mejorados, como porcentaje de la población total. Mientras que el acceso al agua potable sigue mejorando, aún quedan obstáculos por salvar, sobre todo en zonas rurales. En líneas generales, el acceso a servicios básicos de saneamiento también sigue mejorando en todo el mundo, aunque en los países en desarrollo tan solo la mitad de la población aproximadamente dispone de saneamiento mejorado. Fuente de datos: Portal de datos GEO, compilados a partir de datos de WHO/UNICEF (2010)



Gobernanza ambiental

La gobernanza ambiental efectiva es fundamental para responder puntualmente a los nuevos retos del medio ambiente y abordar las prioridades ambientales acordadas. Para monitorear los avances con respecto a la gobernanza ambiental a nivel internacional se utiliza como indicador el número de signatarios de convenios sobre medio ambiente (Figura 19) (Tabla 1). Este indicador, sin embargo, también demuestra

la fragmentación de la gobernanza ambiental. Si lo que se analiza es, en concreto, la gestión ambiental de empresas y organizaciones, se puede constatar que el número de certificaciones voluntarias ISO 14001 va en aumento (Figura 20). El objetivo primordial de esta norma internacional es reducir a un mínimo los efectos dañinos para el medio ambiente y potenciar el rendimiento ambiental.

Número de partes en acuerdos multilaterales sobre el medio ambiente

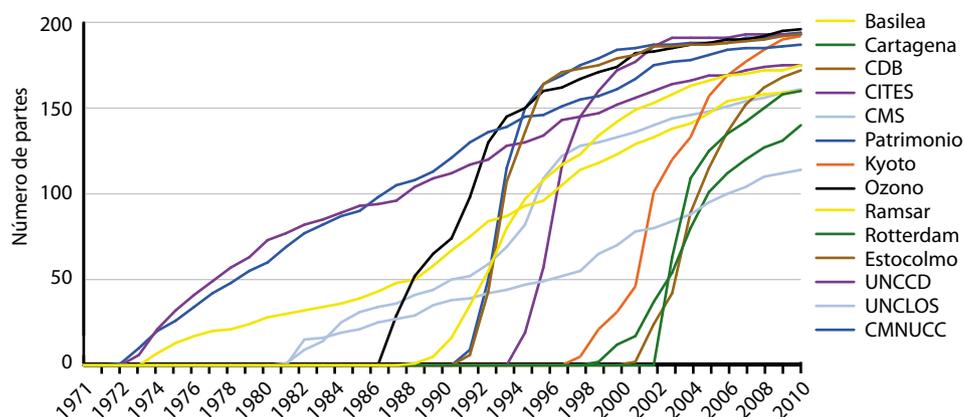


Figura 19: Partes en acuerdos multilaterales sobre el medio ambiente (AMA), 1971-2010. Estos acuerdos engloban una parte sustancial del sistema de gobernanza ambiental internacional. El número de partes en los AMA es el número de países y organizaciones de integración política o económica que han firmado instrumentos de ratificación, adhesión, aceptación o aprobación de los 14 AMA más importantes aquí detallados. El número de partes sigue creciendo, y muchos acuerdos se acercan al número máximo de países. En total, el número de partes en estos 14 AMA ha aumentado hasta alcanzar el 88 por ciento del máximo. Fuente de datos: Portal de datos GEO, compilados a partir de diversas secretarías de estos acuerdos (ver la tabla para mayor información)

Tabla 1: Número de partes en acuerdos multilaterales sobre el medio ambiente

Región (número total de países)	Basilea	Cartagena	CDB	CITES	CMS	Patrimonio	Kyoto	Ozono	Ramsar	Rotterdam	Estocolmo	UNCCD	UNCLOS	CMNUCC	Total	Potencial	Porcentaje
África (53)	49	48	53	52	41	52	53	53	47	40	51	53	45	53	690	742	93
Asia y el Pacífico (45)	36	35	46	33	15	41	45	46	30	25	38	46	34	46	516	630	81,9
Europa (50)	49	43	49	48	42	49	49	51	47	39	43	49	44	49	651	686	94,9
América Latina y el Caribe (34)	30	28	33	32	12	32	33	33	27	26	30	33	28	33	410	476	86,1
América del Norte (2)	1		1	2		2	1	2	2	1	1	2	1	2	18	24	75
Asia Occidental (12)	10	6	11	8	4	11	11	11	7	9	9	10	9	11	127	168	75,6
Mundial (196)	175	160	193	175	114	187	192	196	160	140	172	193	161	194	2 412	2 730	88,4

Fuente de datos: Portal de datos GEO, compilados a partir del Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación (Basilea), el Protocolo de Cartagena sobre Bioseguridad del CDB, CDB, CMS, CITES, la Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial Cultural y Natural (Patrimonio), el Protocolo de Kyoto de la CMNUCC (Kyoto), el Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono y su Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono (Ozono), la Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas (Ramsar), el Convenio de Rotterdam sobre el procedimiento de consentimiento fundamentado previo aplicable a ciertos plaguicidas y productos químicos peligrosos objeto de comercio internacional (Rotterdam), el Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (Estocolmo), la Convención de la ONU de Lucha contra la Desertificación (UNCCD), la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (UNCLOS) y la CMNUCC

Número de certificaciones norma ISO 14001

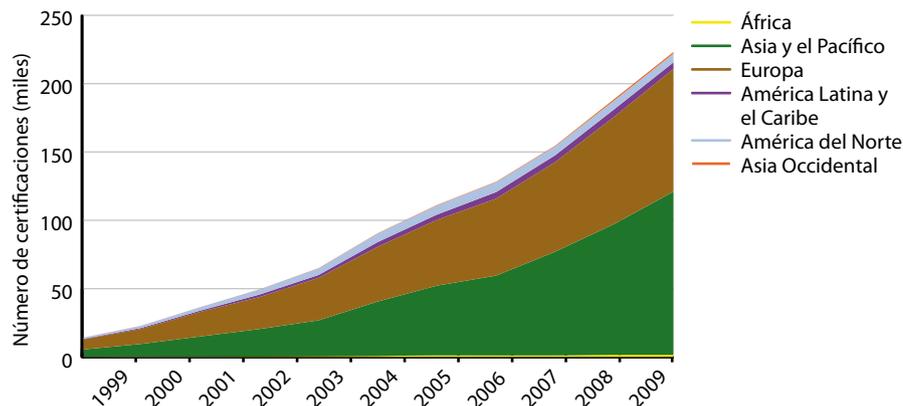


Figura 20: Número de certificaciones ISO 14001 de gestión ambiental, 1998-2009. Esta norma internacional abarca las actuaciones de empresas y otras organizaciones para reducir los efectos dañinos de sus actividades sobre el medio ambiente y conseguir una mejora constante de su rendimiento ambiental. El número de certificaciones ha aumentado de modo significativo, especialmente en Europa y Asia y el Pacífico: en 2010 el número total superaba las 200 000. Pese a que este incremento supone un logro positivo, la certificación únicamente indica el grado en que una empresa u organización cumple su propia política ambiental declarada. Fuente de datos: Portal de datos GEO, compilados a partir de la Organización Internacional de Normalización (ISO 2010)

Análisis de indicadores globales y regionales

Al analizar conjuntamente todos los indicadores anteriores –y teniendo en cuenta que el panorama que aportan sobre el medio ambiente mundial es incompleto– la situación mundial que se dibuja es variable, con señales alentadoras de avances en campos como las energías renovables, la certificación forestal, la eliminación de sustancias que agotan el ozono, el acceso al agua potable y la ratificación de convenios sobre el medio ambiente. Pero aún quedan enormes retos si se han de revertir las tendencias en cuanto a emisiones de gases de efecto invernadero, sobreexplotación de recursos marinos y pérdida de biodiversidad. Es necesario abordar las causas subyacentes de la degradación ambiental.

Cada uno de los indicadores habla sobre un determinado aspecto de la salud del ecosistema y de los esfuerzos que se están haciendo por alcanzar una economía verde y un sistema efectivo de gobernanza ambiental a nivel internacional. Algunos grupos de investigación trabajan en la delimitación de conceptos que permitan combinar la información aportada por cada indicador en un índice único (**Recuadro 1**). Pese a que se pueden realizar análisis de tendencias para indicadores individuales o grupos de indicadores, las conclusiones de futuro sobre tendencias ambientales generales quedarán limitadas por las incertidumbres y la resiliencia inherentes a los sistemas naturales y el comportamiento humano, sus interacciones y la falta de datos fiables, exhaustivos y actualizados.

La elaboración de una serie de indicadores claves o índices compuestos de este tipo es difícil, pues en general la calidad y disponibilidad de datos sigue siendo muy deficiente, sin apenas señales de mejora. La ausencia de datos de calidad y de series coherentes en el tiempo para muchos aspectos que atañen al medio ambiente –como la calidad del agua y del aire, la recogida de desechos y la degradación de la tierra– suponen serios obstáculos para la determinación de una base sólida sobre la cual tomar decisiones ambientales, desarrollar estrategias de respuesta efectivas y medir el impacto de tales estrategias.

De los encargados de la elaboración de políticas se espera, sin embargo, que tomen decisiones continuamente sobre el medio ambiente. Resulta, por tanto, fundamental disponer de los datos más recientes sobre presiones ambientales, así como de la situación en que se encuentra el medio ambiente y las tendencias discernibles en el mismo. La **Tabla 2** pretende contribuir a ello proporcionando una visión general de los datos más actualizados de que se dispone para cada uno de los principales indicadores ambientales clave descritos en esta sección. En la medida de lo posible, los datos se presentan a nivel global y regional. Para más información y notas técnicas adicionales, consultar www.unep.org/yearbook/2011 y el portal de datos GEO (2010).

Tabla 2: Datos actualizados de los principales indicadores ambientales clave

Indicador	Último año registrado	Mundo	África	Asia y el Pacífico	Europa	América Latina y el Caribe	América del Norte	Asia Occidental	Unidad de medida
Emisiones de dióxido de carbono	2007	29,5	1,1	12,9	6,5	1,6	6,4	0,97	miles de millones de toneladas de CO ₂
Agotamiento del ozono estratosférico	2009	38 656	2 651	30 249	-7 036	5 166	4 558	3 069	millones de toneladas de PAO
Captura anual de peces marinos	2008	79,0	4,7	39,9	13,1	15,4	5,2	0,5	millones de toneladas
Índice de extracción en los bosques	2010	0,7	1,0	1,9	0,6	0,3	0,6		porcentaje
Área de bosque	2010	31,0	22,8	22,1	44,3	47,2	33,7	0,9	porcentaje del área terrestre
Áreas protegidas	2009	11,9	9,7	9,6	9,4	19,3	10,7	17,4	porcentaje del territorio
Certificación forestal	2010	136,9	7,4	6,2	60,2	13,5	49,6		millones de hectáreas
Utilización del agua	1998-2002	7,0	3,8	13,9	5,3	1,4	8,7		porcentaje
Acceso a agua potable	2008	85,9	64,9	86,2	95,6	93,0	99,1	83,3	porcentaje del total de la población
Acceso a saneamiento	2008	60,6	41,7	50,9	86,7	79,9	100,0		porcentaje del total de la población
Certificación ISO 14001	2009	223 149	1 536	119 480	89 745	4 793	6 446	1 149	número de certificaciones

Energías renovables	Último año registrado	Total todas las renovables (incluidos desechos)	Solar fotovoltaica	Solar térmica	Eólica	Hidráulica	Geotérmica	Total biocombustibles (líquidos, sólidos, gas)	Biocombustibles: biogasolina y biodiesel	Mareas, olas y océanos	
	2008	141,3	51 650,0	562,2	5 626,0	149,6	171,9	133,4	5 691,7	92,2	Índice (1990=100)

Especies amenazadas	Último año registrado	Mamíferos	Aves	Reptiles	Anfibios	Peces	Plantas	Moluscos	Crustáceos	Corales	
	2010	103,2	112,0	234,8	107,2	252,2	163,7	140,0	146,4	100,0	Índice (1990=100)

Nota: No es posible aportar datos mundiales o regionales correspondientes a algunos indicadores, debido a la naturaleza localizada del fenómeno o la falta de datos suficientes, como por ejemplo sobre la calidad del agua, la contaminación del aire en las ciudades y los cambios en los glaciares. El valor negativo del agotamiento del ozono estratosférico en Europa se debe a la exportación, destrucción o utilización como producto de partida de las sustancias que agotan el ozono.

Recuadro 1: Indicadores ambientales

Además de diversos “conjuntos de indicadores claves” o “paneles de información” sobre el medio ambiente, se han realizado algunos intentos por enmarcar el medio ambiente mundial en un único índice, normalmente mediante la combinación de múltiples indicadores o conjuntos de datos. Un conocido ejemplo en el ámbito económico y social es el Índice de Desarrollo Humano, formado por datos sobre renta, educación y esperanza de vida. En el ámbito del medio ambiente, entre los ejemplos posibles se encuentran la Huella Ecológica, la Huella de Carbono, el Índice de Sostenibilidad Ambiental, el Índice de Rendimiento Ambiental y el Ahorro Real (o Ahorro neto ajustado). Estos índices compuestos sirven a objetivos concretos y cada uno tiene sus ventajas, desventajas y limitaciones, como se subraya, por ejemplo, en el informe de Stiglitz y Fitoussi (2009), la iniciativa “Beyond GDP” (Más allá del PIB) (Beyond GDP 2009) y el proyecto global “Midiendo el Progreso de las Sociedades” (OECD 2010). Estas iniciativas apuntan a las limitaciones de utilizar el PIB como indicador único del rendimiento económico y el progreso social, y piden que se mejore mediante la inclusión de parámetros económicos como son la depreciación del capital, la calidad de vida y las desigualdades, así como una reflexión adecuada de la dimensión ambiental y el concepto de la sostenibilidad. Se argumenta también que la calidad de vida no es solo un tema material, sino que depende de factores no económicos como la salud, las condiciones ambientales, las relaciones sociales y demás aspectos; y que, para ser cuantificados, todos ellos precisan indicadores adecuados (Stiglitz y Fitoussi 2009).

La Huella Ecológica tiene en cuenta las pautas de consumo y desechos en relación con el área de tierra necesaria para sostenerlas (Global Footprint Network 2010). Según la Huella Ecológica, los seres humanos utilizamos el equivalente a 1,5 planetas para proporcionar los recursos que utilizamos y absorber los desechos que producimos. De continuar las actuales tendencias de población y consumo, para la década de 2030 necesitaríamos el equivalente a dos planetas Tierra para sostener a la humanidad. En esta visión de la Huella Ecológica se dibuja un panorama del ser humano agotando el planeta, viviendo de las “rentas” del capital natural y evitando adoptar soluciones intermedias para una sostenibilidad de largo plazo.

El Índice de Desempeño Ambiental adopta una perspectiva orientada a la política (EPI 2010). Analiza la actuación de los países en cuanto a la consecución de objetivos de política ambiental predeterminados. Por lo general, es posible distinguir entre países industrializados y países en desarrollo porque la problemática principal se deriva de los impactos de la industrialización en cuanto a recursos y contaminación (incluyendo las emisiones de GEI y la cantidad de desechos) en los países desarrollados, y de la falta de acceso a servicios básicos, como consecuencia de la pobreza y de una inversión insuficiente en instalaciones ambientales básicas, en los países en desarrollo.

Referencias

ANZECC (1992) Australian Water Quality Guidelines for Fresh and Marine Waters, National Water Quality Management Strategy, Australian and New Zealand Environment and Conservation Council, Canberra, Australia

Beyond GDP (2009). Communication from the Commission to the Council and the European Parliament – GDP and beyond: measuring progress in a changing world. <http://www.beyond-gdp.eu/>

Boden, T.A., Marland, G. and Andres, R.J. (2010). Global, Regional, and National Fossil-Fuel CO₂ Emissions. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge

National Laboratory, U.S. Department of Energy, Oak Ridge, Tenn., U.S.A. http://cdiac.ornl.gov/trends/emis/tre_coun.html

Brazil (1986). *Brazilian Surface Water Quality Guidelines*. Resolução Conma No 20., de 18 de junho de 1986

Butchart, S. H. M., Stuart, H. M., Walpole, M., Collen, B., van Strien, A. et al. (2010). Global Biodiversity: Indicators of Recent Declines. *Science*, 328 (5982), 1164–1168

CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment) (1999). *Canadian environmental quality guidelines for the Protection of Aquatic Life – Dissolved Oxygen (Freshwater)*, Winnipeg, Canada

CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment) (2003). *Canadian environmental quality guidelines for the Protection of Aquatic Life – Nitrate Ion*, Winnipeg, Canada

EEA (2005). *EEA core set of indicators – Guide*. Technical report No. 1/2005. European Environment Agency, Copenhagen, Denmark

EPI (2010). Environmental Performance Index. Yale Center for Environmental Law and Policy, Yale University and Center for International Earth Science Information Network, and Columbia University. <http://epi.yale.edu/>

European Commission (2011). EUROSTAT, environment statistics database. http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/environment/data/main_tables

FAO (2005). Global Forest Resources Assessment 2005 (FRA) 2005. Key findings, Food and Agriculture Organization, Rome. <http://www.fao.org/forestry/ifa/fra2005/en/>

FAO (2010a). Fisheries and Aquaculture Department: Global Statistical Collections. Food and Agriculture Organization, Rome. <http://www.fao.org/fishery/statistics/en>

FAO (2010b). Global Forest Resources Assessment 2010 (FRA) 2010. Key findings. Food and Agriculture Organization, Rome. <http://www.fao.org/forestry/ifa/fra2010/en/>

FAO (2010c). FAOStat database. Food and Agriculture Organization, Rome. <http://faostat.fao.org>

FAO (2010d). AQUASTAT: FAO's Information System on Water and Agriculture. Food and Agriculture Organization, Rome. <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/main/index.stm>

FSC (2010) Global FSC certificates. Forest Stewardship Council. <http://www.fsc.org/facts-figures.html>

GEODATA Portal (2010). United Nations Environment Programme. <http://geodata.grid.unep.ch>

Global Footprint Network (2010). <http://www.footprintnetwork.org>

GWEC (2011). Global wind capacity increases by 22% in 2010 - Asia leads growth. Global Wind Energy Council. <http://www.gwec.net>

IEA (2010). Renewable Information (2010 edition). International Energy Agency, Paris. http://data.iea.org/teastore/product.asp?dept_id=1018&pf_id=309

ISO (2010). The ISO Survey of Certifications 2009. International Organisation for Standardization, Geneva. http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/management_standards/certification/the_iso_survey.htm

IUCN (2010). The IUCN Red List of Threatened Species (version 2010.4). International Union for Conservation of Nature. <http://www.iucnredlist.org/about/summary-statistics>

NOAA (2010). Science: The Antarctic Ozone Hole. <http://www.ozonelayer.noaa.gov/science/ozhole.htm>

OECD (2010). The Global Project on “Measuring the Progress of Societies”. Organisation for Economic Co-operation and Development. http://www.oecd.org/pages/0,3417,en_40033426_40033828_1_1_1_1_1_1,00.html

OECD/Eurostat (2008). Questionnaire on the State of the Environment, Waste section Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris. <http://ec.europa.eu/eurostat/ramon/statmanuals/files/>

Pandey K.D., Deichmann U., Wheeler D.R. and Hamilton, K.E. (2006). Ambient Particulate Matter Concentration in Residential and Pollution Hotspot Areas of World Cities: New Estimates Based on the Global Model of Ambient Particulates (GMAPS). The World Bank Development Economics Research Group and the Environment Department Working Paper. Washington D.C. <http://go.worldbank.org/3RDF07T6MO>

SCBD (Secretariat of the Convention on Biological Diversity) (2010). *Global Biodiversity Outlook 3*. Montréal

Stiglitz, J. and Fitoussi, J.P. (2009). Measurement of Economic Performance and Social Progress. www.stiglitz-sen-fitoussi.fr/documents/rapport_anglais.pdf

UNEP-GEMS/Water (2010). GEMStat. United Nations Global Environment Monitoring System Water Programme. <http://www.gemstat.org/default.aspx>

UNSD (2010). Environmental indicators: Waste. United Nations Statistics Division, New York. <http://unstats.un.org/unsd/environment/municipalwaste.htm>

UNSD/UNEP (2006). Questionnaires on Environment Statistics, Waste section. United Nations Statistics Division, New York. <http://unstats.un.org/unsd/environment/questionnaire2006.htm>

UNEP (2010). Production and Consumption of Ozone Depleting Substances under the Montreal Protocol. United Nations Environment Programme, Ozone Secretariat, Nairobi. http://ozone.unep.org/Data_Reporting/Data_Access/

UNEP-WCMC (2010). World Database on Protected Areas. UNEP World Conservation Monitoring Centre, Cambridge. <http://www.wdpa.org/Statistics.aspx>

WGMS (2010). Glacier mass balance data 1980–2009, World Glacier Monitoring Service, Zurich. <http://www.wgms.ch>

WHO/UNICEF (2010). Joint Monitoring Programme (JMP) for Water Supply and Sanitation. World Health Organization/The United Nations Children's Fund. <http://www.wssinfo.org/data-estimates/introduction>

World Bank (2006, 2008, 2010). World Development Indicators. The World Bank. <http://data.worldbank.org/indicator>

Agradecimientos



Hechos y acontecimientos

Autores:

Susanne Bech y **Tessa Govere**, PNUMA, Nairobi, Kenya

Colaboradores:

Denis Couvet, National d'Histoire Naturelle, París, Francia

Johan Kuylensstierna, Instituto de Medio Ambiente de Estocolmo — Universidad de York, York, Reino Unido

Randall Martin, Universidad de Dalhousie, Halifax, Canadá

Drew Shindell, Instituto Goddard de Estudios Espaciales, Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA), Nueva York, Estados Unidos

Aaron van Donkelaar, Universidad de Dalhousie, Halifax, Canadá

Revisores:

Joseph Alcamo, PNUMA, Nairobi, Kenya

Wang Delin, Oficina Forestal de la Región de Ningxia, Yinchuan, China

Volodymyr Demkine, PNUMA, Nairobi, Kenya

Jason Jabbour, PNUMA, Nairobi, Kenya

Shi Jianning, Colegio Técnico de Ningxia para la prevención y el control de la desertificación, Yinchuan, China

Frédéric Jiguet, National d'Histoire Naturelle, París, Francia

Romain Julliard, National d'Histoire Naturelle, París, Francia

Mark Radka, PNUMA, París, Francia

Frank Raes, Unidad de Cambio Climático de la Comisión Europea — Centro de Investigación Conjunta, Varese, Italia

Veerabhadran Ramanathan, Instituto Scripps de Oceanografía, San Diego, Estados Unidos

Jon Samseth, SINTEF, Trondheim, Noruega

Anna Stabrawa, PNUMA, Bangkok, Tailandia

Anne Teyssède, National d'Histoire Naturelle, París, Francia

Zhijia Wang, PNUMA, Nairobi, Kenya

Clarice Wilson, PNUMA, Nairobi, Kenya

Yang Youlin, Comisión Económica y Social de las Naciones Unidas para Asia y el Pacífico, Bangkok, Tailandia

Kaveh Zahedi, PNUMA, París, Francia



Residuos plásticos en los océanos

Autores:

Peter Kershaw, Centre for Environment, Fisheries and Aquaculture Science, Lowestoft, Reino Unido

Sangjin Lee, Plan de Acción del Pacífico Noroeste del PNUMA, Busán, República de Corea

Katsuhiko Saido, Universidad de Nihon, Funabashishi, Japón

Jon Samseth, SINTEF, Trondheim, Noruega

Douglas Woodring, Proyecto Kaisei, Midlevels, Hong Kong

Redactor científico:

John Smith, Taunton, Reino Unido

Revisores:

Jacqueline Alder, PNUMA, Nairobi, Kenya

Ali Beba, Universidad de Ciencia y Tecnología de Hong Kong, Kowloon, Hong Kong

Robert Bechtloff, Secretaría del Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes, Ginebra, Suiza

Keith Christman, American Chemistry Council, Washington, D.C., Estados Unidos

Christopher Corbin, Caribbean Regional Co-ordinating Unit, Kingston, Jamaica

Anna Cummins, The 5 Gyers Institute, Santa Mónica, Estados Unidos

Salif Diop, PNUMA, Nairobi, Kenya

Marcus Eriksen, The 5 Gyers Institute, Santa Mónica, Estados Unidos

Heidi Fiedler, PNUMA, Ginebra, Suiza

William R. Francis, Fundación de Investigación Marina Algalita, Long Beach, Estados Unidos

Francois Galgani, Centre de méditerranée, Zone de Bregailon, Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer, Cedex, Francia

Edward Kleverlaan, Organización Marítima Internacional, Londres, Reino Unido

Thang Le Dai, Ministerio de Recursos Naturales y Medio Ambiente, Hanoi, Viet Nam

Christa Licher, Ministerio de la Vivienda, Planificación Espacial y Medio Ambiente, La Haya, Países Bajos

Rainer Lohmann, Universidad de Rhode Island, Nueva York, Estados Unidos

David Osborn, PNUMA, Nairobi, Kenya

Seba Sheavly, Sheavly Consultants, Virginia Beach, Estados Unidos

Pak Sokharavuth, Ministerio del Medio Ambiente, Phnom Penh, Camboya

Michael Stanley-Jones, Secretaría del Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes, Ginebra, Suiza

Hideshige Takada, Universidad de Agricultura y Tecnología de Tokyo, Tokyo, Japón

Serguei Tarassenko, Oficina de Asuntos Legales de Naciones Unidas/División de Asuntos Oceánicos y el Derecho del Mar, Naciones Unidas, Nueva York, Estados Unidos

Patrik ten Brink, Instituto para la Política Ambiental Europea, Bruselas, Bélgica

Martin Thiel, Universidad Católica del Norte, Coquimbo, Chile

Jorge Luis Valdes, Comisión Oceanográfica Intergubernamental, UNESCO, París, Francia

Meryl J. Williams, Grupo Asesor Científico y Tecnológico del Fondo Mundial para el Medio Ambiente, Brisbane, Australia

Ron Witt, PNUMA, Ginebra, Suiza

Christine Wellington-Moore, PNUMA, Washington, D.C., Estados Unidos



El fósforo y la producción de alimentos

Autores:

Mateete Bekunda, Universidad Internacional de Kampala (Centro de Nairobi), Nairobi, Kenya

Dana Cordell, Institute for Sustainable Futures, Universidad Tecnológica, Sydney, Australia

Jessica Corman, Escuela de Ciencias de la Vida, Universidad Estatal de Arizona, Tempe, Estados Unidos

Arno Rosemarin, Instituto de Medio Ambiente de Estocolmo, Estocolmo, Suecia

Ignacio Salcedo, Universidad Federal de Pernambuco, Brasilia, Brasil

Keith Syers, Universidad de Naresuan, Phitsanulok, Tailandia

Redactor científico:

Tim Loughheed, Ottawa, Canadá

Revisores:

Jasper M. Dalhuisen, Ministerio de Agricultura, Naturaleza y Calidad Alimentaria, La Haya, Países Bajos

Anjan Datta, PNUMA, Nairobi, Kenya

Susan Etienne Greenwood, Comité Científico sobre los Problemas del Medio Ambiente, París, Francia

R. Norberto Fernández, PNUMA, Nairobi, Kenya

John Freney, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Canberra, Australia

Cynthia Grant, Agriculture and Agri-Food Canada-Brandon Research Centre, Brandon, Canadá

Julian Hilton, AleffGroup, Londres, Reino Unido

John Ingram, Global Environmental Change and Food Systems, University Centre for the Environment, Oxford, Reino Unido

Luc Maene, Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes, París, Francia

Rob Mikkelsen, International Plant Nutrition Institute, Norcross, Estados Unidos
Philip Moody, Departamento de Medio Ambiente y Gestión de Recursos, Gobierno de Queensland, Brisbane, Australia
Malika Moussaid, AleffGroup, Londres, Reino Unido
Freddy Nachtergaele, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma, Italia
Takehiro Nakamura, PNUMA, Nairobi, Kenya
Véronique Plocq-Fichelet, Comité Científico sobre los Problemas del Medio Ambiente, París, Francia
Terry L. Roberts, International Plant Nutrition Institute, Norcross, Estados Unidos
Amit Roy, Centro Internacional para el Desarrollo de Fertilizantes, Muscle Shoals, Estados Unidos
Kaj Sanders, Ministerio de la Vivienda, Planificación Espacial y Medio Ambiente, La Haya, Países Bajos
Mary Scholes, Universidad de Witwatersrand, Johannesburgo, Sudáfrica
Jaap Schröder, Universidad y Centro de Investigación de Wageningen, Wageningen, Países Bajos
Stephen Twomlow, PNUMA, Nairobi, Kenya
Holm Tiessen, Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Global, São Paulo, Brasil
Massimiliano Zandomenighi, PNUMA, Nairobi, Kenya



Nuevas perspectivas sobre la biodiversidad forestal

Autores:

Nick Brown, Departamento de Ciencias de las Plantas, Universidad de Oxford, Oxford, Reino Unido
Richard Fleming, Canadian Forest Service, Natural Resources Canada, Great Lakes Forest Research Centre, Ontario, Canadá
Jan Jenik, Departamento de Botánica, Facultad de Ciencias, Universidad Karlova, Praga, República Checa
Paula Kahumbu, Wildlife Direct, Nairobi, Kenya
Peter Kanowski, Universidad Nacional de Australia, Canberra, Australia
Jan Plesnik, Agencia para la Conservación de la Naturaleza y la Protección del Paisaje de la República Checa, Praga, República Checa

Redactor Científico:

Tahia Devisscher, Instituto de Medio Ambiente de Estocolmo, Oxford, Reino Unido

Revisores:

Steven Bernstein, Unión Internacional de Organizaciones de Investigación Forestal, Ontario, Canadá
Christophe Bouvier, PNUMA, Ginebra, Suiza
Steven Cork, Universidad Nacional de Australia y Ecolnsights, Canberra, Australia
Robert Höft, Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, Montreal, Canadá
Dirk Hölscher, Georg-August-Universität Göttingen, Göttingen, Alemania
Mart Külvik, Universidad de Ciencias de la Vida de Estonia, Tartu, Estonia
Carolyn Tyhra Kumasi, Universidad Kwame Nkrumah de Ciencia y Tecnología, Kumasi, Ghana
Thomas E. Lovejoy, Centro Heinz para la Ciencia, la Economía y el Medio Ambiente, Washington, D.C., Estados Unidos
Brendan Mackey, Universidad Nacional de Australia, Canberra, Australia
Vinod B. Mathur, Instituto para la Naturaleza de la India, Nueva Delhi, India
Mary Menton, Centro para la Investigación Forestal Internacional, Lima, Perú
Christian Messier, Centre d'Étude de la Forêt, Quebec, Canadá
Kieran Noonan-Mooney, Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, Montreal, Canadá
Carolina Laura Morales, Instituto de Investigaciones en Biodiversidad y Medio Ambiente, Río Negro, Argentina
Alex Mosseler, Canadian Forest Service, Atlantic Forestry Centre, Fredericton, Canadá
Mary Njenga, Centro Mundial sobre Agroforestería, Nairobi, Kenya
Sarah A. Ogalleh, Centro de Capacitación e Investigación Integrada en Desarrollo de Zonas de Tierras Áridas y Semiáridas, Nanyuki, Kenya
John Parrotta, Servicio Forestal de Estados Unidos, Investigación y Desarrollo, Arlington, Estados Unidos
Ravi Prabhu, PNUMA, Nairobi, Kenya
Ignacio Salcedo, Universidad Federal de Pernambuco, Brasilia, Brasil

Nophea Sasaki, Universidad de Hyogo, Hyogo, Japón
Jeffrey Sayer, Centro para la Investigación Forestal Internacional, Bogor, Indonesia
Jörn Scharlemann, PNUMA-Centro Mundial de Monitoreo de la Conservación, Cambridge, Reino Unido
Johannes Stahl, Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, Montreal, Canadá
Stephen Twomlow, PNUMA, Nairobi, Kenya
Jerome Vanclay, Southern Cross University, Lismore, Australia
Mette Løyche Wilkie, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación



Principales indicadores ambientales

Autores:

Andrea de Bono, PNUMA/GRID-Europa, Ginebra, Suiza
Tessa Goverse, PNUMA, Nairobi, Kenya
Jaap van Woerden, PNUMA/GRID-Europa, Ginebra, Suiza

Revisores:

Volodymyr Demkine, PNUMA, Nairobi, Kenya
Robert Höft, Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, Montreal, Canadá
Kelly Hodgson, PNUMA-Sistema Mundial de Vigilancia del Medio Ambiente/Programa del agua, Burlington, Canadá
Richard Robart, PNUMA-Sistema Mundial de Vigilancia del Medio Ambiente/Programa del agua, Burlington, Canadá
Ashbindu Singh, PNUMA, Washington, D.C., Estados Unidos
Matt Walpole, PNUMA-Centro Mundial de Monitoreo de la Conservación, Cambridge, Reino Unido
Michael Zemp, Servicio Mundial de Monitoreo de Glaciares, Zürich, Suiza

PRODUCCIÓN DEL ANUARIO PNUMA 2011

Coordinación/edición del proyecto:

Susanne Bech y **Tessa Goverse** (redactora principal), PNUMA, Nairobi, Kenya

Asistencia:

Harsha Dave, **Peter Gilruth**, **Daniel Likhoni**, **Elijah Munyao** y **Nyokabi Mwangi**, PNUMA, Nairobi, Kenya

Edición de texto:

John Smith, Taunton, Reino Unido

Revisores de traducción:

R. Norberto Fernández, PNUMA, Nairobi, Kenya, **Graciela Metternicht**, PNUMA, Ciudad de Panamá, Panamá, **Andrea Salinas**, PNUMA, Ciudad de Panamá, Panamá

Revisión de edición sobre nuevos aspectos:

Paul G. Risser, Universidad de Oklahoma, Norman, Estados Unidos

Gráficas e imágenes:

Márton Bálint, Budapest, Hungría, **Audrey Ringler** (diseño de portada), PNUMA, Nairobi, Kenya

Colaboración especial:

Nick Nuttall, PNUMA, Nairobi, Kenya

Socios colaboradores sobre nuevos aspectos:

Véronique Plocq-Fichelet y **Susan Etienne Greenwood**, Comité Científico sobre los Problemas del Medio Ambiente, París, Francia

Siglas

AIE	Agencia Internacional de Energía	MARPOL	Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques
AMA	acuerdos multilaterales sobre el medio ambiente	MEPA	Asociación para la Protección del Medio Ambiente
AOD	ayuda oficial al desarrollo	MP	material particulado
BPA	bisfenol A	Mt	megatonelada
CDB	Convenio sobre la Diversidad Biológica	NCSA	Autoevaluación de la Capacidad Nacional
CDIAC	Centro de Análisis de Información sobre Dióxido de Carbono	NO₂	dióxido de nitrógeno
CEAP	Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico	NOAA	Administración Nacional Oceánica y Atmosférica
CH₄	metano	NPK	nitrógeno, fósforo y potasio
CITES	Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres	O₃	ozono
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático	OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
CMS	Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de la Fauna Silvestre	ODM	Objetivos de Desarrollo del Milenio
CN	carbón negro	OMI	Organización Marítima Internacional
CO₂	dióxido de carbono	OMM	Organización Meteorológica Mundial
COBSEA	Órgano Coordinador de los Mares del Asia oriental	OMS	Organización Mundial de la Salud
COI	Comisión Oceanográfica Intergubernamental	ONG	organización no gubernamental
COP	contaminantes orgánicos persistentes	ONU	Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial
CTBP	compuestos tóxicos bioacumulativos persistentes	OSPAR	Convención para la Protección del Medio Ambiente Marino del Atlántico del Nordeste
DDT	diclorodifeniltricloroetano	PA	poliamida
EcoQO	Objetivos de Calidad Ecológica	PAM	Programa de Acción Mundial para la protección del medio marino frente a las actividades realizadas en tierra
EPI	Índice de Desempeño Ambiental	PAO	potencial de agotamiento de ozono
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación	PCB	bifenil policlorado
FMAM	Fondo para el Medio Ambiente Mundial	PE	polietileno
FSC	Forest Stewardship Council (Consejo de Administración de los Bosques)	PEFC	Programa de Reconocimiento de Sistemas de Certificación Forestal
GCA	Guía de calidad del aire	PEID	pequeños estados insulares en desarrollo
GEI	gases de efecto invernadero	PET	polietileno tereftalato
GEMS	Sistema Mundial de Vigilancia del Medio Ambiente	PIB	Producto Interno Bruto
GEO	Perspectivas del Medio Ambiente Mundial	PIC	procedimiento de consentimiento fundamentado previo
GESAMP	Grupo Mixto de Expertos sobre los Aspectos Científicos de la Protección del Medio Marino	PMR	Programa de Mares Regionales
GLOBIO	Metodología global para el mapeo de los impactos del ser humano en la biosfera	PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
Gt	gigatonelada	PP	polipropileno
GW	gigavatio	PS	poliestireno
HCFC	hidroclorofluorocarbonos	PVC	policloruro de vinilo
HCH	hexaclorociclohexano	REDD	Reducción de las emisiones debidas a la deforestación y degradación de los bosques
HELCOM	Comisión de Helsinki	SLCF	factores de corta duración que afectan al clima
HELMEPA	Asociación Helena para la Protección del Medio Ambiente Marino	SO₂	dióxido de azufre
HFC	hidrofluorocarbonos	UE	Unión Europea
HPA	hidrocarburos poliaromáticos	UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
IFDC	Centro Internacional para el Desarrollo de Fertilizantes	UNCCD	Convención de la ONU de Lucha contra la Desertificación
IMAGE	Modelo integrado para evaluar el medio ambiente mundial	UNCLOS	Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar
IMDC	Conferencia internacional sobre desechos marinos	UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
INTERMEPA	Asociación Internacional para la Protección del Medio Ambiente Marino	UNICEF	Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia
IPBES	Plataforma Intergubernamental sobre Biodiversidad y Ecosistemas	UNSD	División de Estadística de las Naciones Unidas
ISO	Organización Internacional de Normalización	USGS	Servicio de Estudios Geológicos de los Estados Unidos
KIMO	Kommunen Internasjonale Miljøorganisasjon (Organización Internacional de Autoridades Locales para el Medio Ambiente)	UV	ultravioleta
		WDI	indicadores del desarrollo mundial

Índice

A

abastecimiento de agua 68, 69
acceso y participación en beneficios 3, 12, 13
actividad humana 41, 48, 51
acuicultura 21, 25
acuerdos multilaterales sobre el medio ambiente 70
acumulación de plásticos 23
adaptación al cambio climático 5, 12, 16, 51
agotamiento de recursos 4
agotamiento del ozono 6, 62, 72
agricultores 35, 36, 37, 38, 41, 43, 44
agricultura 8, 16, 17, 35, 40, 43, 48, 49, 68
agricultura de conservación 17
agricultura sostenible 16, 17
agrosilvicultura 16, 51
agua potable 22, 69, 71
aguas continentales 12
aguas residuales 21, 43
aguas superficiales 12
análisis de tendencias 71
Año Internacional de la Diversidad Biológica 12, 57
Año Internacional de los Bosques 19, 57
área de bosque 47, 66, 72
área de tierra 66, 72
áreas protegidas 51, 54, 67, 72
Ártico 8, 21
asociación público-privada 17
asociaciones 3, 6, 17, 39, 53, 54, 67
atún 65
ayuda oficial al desarrollo 54

B

balance de masa 64
beneficiación del mineral 41, 44
beneficio 7, 8, 21, 41, 47, 51, 53, 54, 56, 57
beneficios adicionales 7, 43, 54
beneficios ambientales 40
bienestar humano 7
bioacumulación 21, 26
biocombustible 7, 12, 16, 39, 64, 72
biodegradable 26, 29
biodiversidad forestal 47-57
biogás 43, 64, 72
biomagnificación 27
biomasa 8, 48, 55

bolsas de plástico 22, 31
bosque pluvial 1, 52
bosques primarios 56, 57
bosques secundarios 51, 56, 57
bosques tropicales 56
bromuro de metilo 62

C

calentamiento global 3, 7, 8, 12
calidad del agua 39, 42, 69
calidad del aire 6, 7, 8, 9, 10
cambio climático 1, 3-7, 8, 9, 12, 13, 16, 19, 48, 51, 53-57
cambio en el uso de la tierra 16, 41, 49, 51
capa superior del suelo 42
captura de peces marinos 65, 72
carbón negro 6, 7, 8, 9, 62, 64
carcinogenicidad 21, 28
cénit del fósforo 38
certificación 56, 57, 66, 71, 72
certificación de los bosques 56, 61, 66, 71, 72
certificados de gestión ambiental 71
ciclo de vida 22, 28, 32
ciencia ciudadana 14, 15, 31, 67
circulación del fósforo 35, 36, 40, 41
circulación oceánica 22, 24
ciudadanía 12, 15
cobertura de la tierra 49
columna de agua 23, 24, 26
combustibles fósiles 4, 7, 8, 9, 47, 63, 64
compuestos tóxicos bioacumulativos persistentes 21, 26, 27
comunidad 30, 47
comunitario 53, 57
concesiones 56
concienciación del consumidor 32
concienciación pública 14, 21, 28-32, 44
conservación 47, 48, 52, 53, 54, 56, 57
conservación de la biodiversidad 13, 14, 17, 47, 48, 51, 52, 53, 54, 56, 57
consumo 22, 35, 39, 40, 44, 48, 73
consumo mundial de alimentos 16, 28, 40
contaminación 4, 7-11, 13, 27, 29, 30, 41, 73
contaminación del aire 7, 9, 10, 11, 63
contaminación del aire urbano 10, 11, 63
contaminación química 13, 25-28
Convenio de Estocolmo 2, 18, 21, 26
Convenio de Londres 29

convenios sobre medio ambiente 1, 2, 3, 12, 19, 47, 70
corrientes oceánicas 21, 22
costos 4, 12, 14, 22, 24, 28, 37, 40, 42, 43, 54
costos de limpieza 28, 31
crecimiento demográfico 23, 35, 36, 39, 44, 48
crecimiento económico 4, 47, 54
cubierta de árboles 14
cuentas nacionales verdes 12

D

deforestación 5, 13, 47, 48, 53, 54, 56
degradación de la tierra 17, 19
degradación forestal 5, 47, 48, 52, 53, 54, 56
depósitos 37, 38
depuración del agua 12
desarrollo sostenible 1, 3, 4, 17, 19
desarrollo urbano 12
desastre natural 1, 2, 3, 15
desastres 1, 15
desechos 21, 22, 23, 25, 28, 29, 30, 32, 35, 37, 39, 41, 43, 44, 68, 71, 72, 73
desechos de alimentos 21, 35, 40, 44
desechos nocivos 68
desertificación 1, 16, 17, 19
dieta 16, 39, 44
dióxido de azufre 11
dióxido de nitrógeno 9, 10, 11
disparidad en las emisiones 5, 6
dunas de arena 17

E

economía verde 1, 3, 4, 17, 71
ecosistema de agua dulce 12, 26, 40
ecosistemas degradados 52
ecosistemas forestales 47, 48, 51, 54, 56
edificios 4, 5
educación 28, 29, 30, 32, 42
eficiencia energética 3, 4
emisiones de dióxido de carbono 51, 61, 63, 72
emisiones de gases de efecto invernadero 1, 5, 6, 47, 62
empleos verdes 3, 4, 17, 47
energía 1-5, 22, 31, 32, 37, 43, 48, 64
energía renovable 1, 3, 4, 19, 61, 64, 71, 72

energía solar 3, 4, 64, 72
enfermedad 9, 16, 48, 51
enfermedades autoinmunes 9
equilibrio hormonal 26
erosión 17, 35, 40, 41, 42, 44
erosión del suelo 35, 41, 42, 44
escarabajo descortezador del pino 50, 51
escenario 8, 48, 49
escorrentía 36, 37, 42
especie invasora 25, 48
especies 21, 24, 25, 40, 47, 48, 51, 52
especies amenazadas 55, 67, 72
especies arbóreas 51
especies foráneas 13, 25
esperanza de vida 38, 41, 73
estiércol 36, 40, 43
estruvita 43
eutrofización 35, 39, 40, 41, 42
evaluación 7, 23, 44, 61
excreta 35, 40, 41, 43
existencias de carbono 47, 51, 54

F

factores de corta duración que afectan al
clima 7, 8, 9
fallos del mercado 54
fertilidad del suelo 35
fertilizante 9, 35-44
fitato 43
floraciones algales 12, 40
forzamiento radiativo 7, 9
fósforo 35-44
fotovoltaico 4, 64
fuentes de origen terrestre 21, 23, 29, 32
fulmar 24, 25

G

ganado 2, 8, 36, 40, 44
generación de electricidad 3, 4, 5
generación de energía 22, 32, 43, 48
gestión basada en ecosistemas 51, 57
gestión de desechos 1, 4, 8, 21, 22, 28, 32, 37,
40, 43, 68
gestión de nutrientes 16, 17, 39, 40, 43, 44
gestión de recursos hídricos 17
giro 21-25, 31
glaciar 3, 64
gobernanza ambiental 3, 56, 70, 71

gobernanza de los bosques 56, 57
guano 35, 37

H

hábitat 48, 51
hielo 3, 8, 64
hollín 62
huella ecológica 73

I

impacto ambiental 24, 35, 41
incendios forestales 3, 7, 48, 51
indicadores 14, 23-25, 61--73
índice 55, 61, 64, 67, 71, 72, 73
industrias madereras 50
innovación 4, 6, 22, 43
innovación tecnológica 32, 40, 43
instrumentos económicos 28, 32
inversiones 1, 4, 5, 12, 32, 47, 53, 54, 60, 73

L

labranza en contorno 42
lagos 12, 29
lluvia 8, 41

M

madera en rollo 66
masa forestal 47, 48
materia particulada 7, 9, 10, 11, 63
mecanismos de mercado 53, 54, 56
medio marino 26, 65
medios de vida 47, 48
metales pesados 41, 43
metano 6, 7, 26
microplásticos 21, 23, 24, 26, 28, 31, 32
minería 41
mitigación del cambio climático 5, 16, 47, 51,
53, 54
modificaciones de conducta 22, 28, 32, 44
monitoreo 11, 12, 14, 27, 53, 61
monitoreo de la biodiversidad 14, 15, 53, 67
monzón 2, 8
mosaicos paisajísticos 51
movimientos transfronterizos 68

mutagenicidad 21, 28

N

negociaciones sobre el clima 1, 3, 7, 62
normativas sobre flujos de agua 47, 52

O

Objetivos de Calidad Ecológica 24
Objetivos de Desarrollo del Milenio 1, 3, 37,
61
ordenación adaptativa 52, 53, 57
ordenación forestal sostenible 47, 54, 56
ordenación forestal 47, 50, 51, 53, 54, 56, 57
ordenación sostenible de la tierra 13, 17, 41
organismos marinos 26, 28, 32
ozono estratosférico 6, 62, 72
ozono troposférico 6-8

P

pago por servicios ecosistémicos 54, 56
paisaje 41, 48, 51, 52, 57
países en desarrollo 22, 39, 41, 47, 48, 53, 54
partes interesadas 44, 53, 54
patógenos 25, 43
pellets de plástico 27, 30
pequeños estados insulares en desarrollo 23,
32
pérdida de la biodiversidad 1, 12, 47, 48, 49,
51, 61, 67
permafrost 8
pesca 14, 23, 25, 28, 31
pesticida 26, 36
plagas 16, 48, 50, 51, 56
plantaciones 50, 51, 52
plástico 21-32
plástico industrial 25
plásticos de consumo 21, 22, 25
Plastiki 32
poblaciones de peces 39, 65, 71
pobreza 1, 16, 37, 54, 73
polietileno 22, 27
prácticas agrícolas 35
precio 16, 37, 40, 54
precursor del ozono 7, 8
presión ambiental 25, 32, 35, 47, 48, 56, 57, 71
presupuesto de carbono 51

producción de alimentos 4, 7, 16, 35, 40, 44
producción de trigo 8, 9, 16
productividad agrícola 16, 36, 39
productos no madereros 52
programa voluntario de seguimiento 14
Protocolo de Londres 29
Protocolo de Montreal 3, 6, 19, 62
Protocolo de Nagoya 3, 12, 19
pueblos indígenas 53, 54

R

reciclaje 22, 30, 32, 35, 41, 43, 44
reciclaje del fósforo 43
recuperación del fósforo 37, 39, 41, 43
recursos 35, 38
recursos naturales 4, 14, 16, 61, 65
REDD 2, 53, 54
redes de pesca 25, 26, 29, 31
rendimiento de los cultivos 7, 8, 9, 16, 17, 40
reservas 35, 37, 38, 41
residuos de bosques 51, 52, 57
residuos marinos 21, 22, 25, 28, 29, 30, 31

resiliencia 48, 51, 56
responsabilidad ampliada del productor 32
respuesta 27, 40, 51, 53, 54, 57
restauración 12, 14, 17, 48, 52
roca fosfórica 35, 36, 37, 38, 41

S

salud 1, 6, 7-9, 26, 43, 62, 68, 73
salud de los ecosistemas 28, 71, 90
salud humana 6, 7, 9, 21, 28
saneamiento 1, 2, 43, 69, 72
saneamiento ecológico 43
sector pesquero 2, 21, 28
sector privado 1, 5, 56
sedimentación 42
sedimentos del fondo marino 37
seguridad alimentaria 9, 12, 16, 37
seguridad energética 4
servicios ecosistémicos 52, 54, 56
sistema alimentario mundial 41
Sistema de Información Geográfica 53
sistema endocrino 26
sistema terrestre 39
solución 13, 16, 29, 32, 44
sostenibilidad ambiental 1, 3, 61, 73
sumidero oceánico 23

T

tecnología de la información 14, 15, 57
tecnología verde 4, 36
telefonía móvil 12, 14, 15
terrenos secos 17
tiempo de degradación 6

transferencia de tecnología 28, 54
trastorno endocrino 21, 26, 28
tratamiento de aguas residuales 7, 8, 12, 36,
43
turismo 21, 23, 28, 30, 32, 54
turismo ecológico 54

U

umbral 40, 51
umbral ecológico 40, 51
urbanización 12, 14, 23, 37
utilización del agua 68, 72

V

vertederos 8, 21, 36
voluntario 14, 15, 31

Z

zona de convergencia 21, 22, 23
zona urbana 11, 40, 43
zooplancton 3



Los océanos se han convertido en depósito global de gran parte de los desechos que producimos. A muchos científicos les preocupa que los **residuos plásticos que hay en los océanos** puedan transportar sustancias tóxicas que penetren en la cadena alimentaria y causen daños a los ecosistemas y la salud humana. El Anuario analiza también el impacto general de la utilización del **fósforo en la producción de alimentos**. El fósforo es un nutriente esencial cuya disponibilidad es limitada. Desde que se disparó la demanda de fertilizantes para la agricultura en el siglo XX, circulan en el ambiente grandes cantidades de fósforo. También se estudian nuevas perspectivas sobre la manera de integrar la conservación de la biodiversidad en la ordenación forestal. Los bosques reciben una atención cada vez mayor, debido en gran parte a su papel en la mitigación del cambio climático. Es imprescindible frenar la **pérdida de biodiversidad** si los bosques han de adaptarse a las presiones cada vez mayores a que se ven sometidos, entre ellas el cambio climático y los brotes de plagas.

La relación de **hechos y acontecimientos** de 2010 que se presenta en el Anuario demuestra cómo los avances científicos revelan nuevas oportunidades para la mitigación del cambio climático y la mejora de la calidad del aire. Alentadas por la innovación tecnológica y las inversiones verdes, las energías renovables crecen rápidamente. Este y otros acontecimientos se resumen en los **principales indicadores ambientales**, que aportan datos actualizados y tendencias del medio ambiente global.



www.unep.org

Programa de las Naciones Unidas
para el Medio Ambiente
P.O. Box 30552 - 00100 Nairobi, Kenya
Tel.: +254 20 762 1234
Fax: +254 20 762 3927
Correo electrónico: year.book@unep.org
www.unep.org



978-92-807-3103-3
DEW/1302/NA