

PERSPECTIVA GLOBAL DE LA TIERRA

Primera edición



United Nations
Convention to Combat
Desertification



United Nations

Convention to Combat Desertification

El objetivo de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (UNCCD) es combatir la desertificación y la degradación de las tierras y mitigar los efectos de la sequía en los países afectados de todo el mundo, en particular en África, mediante acciones eficaces en todos los niveles.

Socios financieros de GLO



Empowered lives.
Resilient nations.



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Federal Department of Foreign Affairs FDFA
Swiss Agency for Development and Cooperation SDC



Government of the Netherlands

Socios contribuyentes de GLO



Convention on
Biological Diversity



zef
Center for
Development Research
University of Bonn



ecoagriculturepartners



THE ECONOMICS OF
LAND DEGRADATION



Food and Agriculture
Organization of the
United Nations



Science for Better Livelihoods in Dry Areas



International Institute
for Sustainability Analysis
and Strategy

INTERNATIONAL
LAND
COALITION



International Organization for Migration (IOM)
The UN Migration Agency



PBL Netherlands Environmental
Assessment Agency



Convention on Wetlands



Empowered lives.
Resilient nations.



United Nations
Environment Programme



Wetlands
INTERNATIONAL



THE WORLD BANK

© UNCCD, 2017

Secretaría de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación

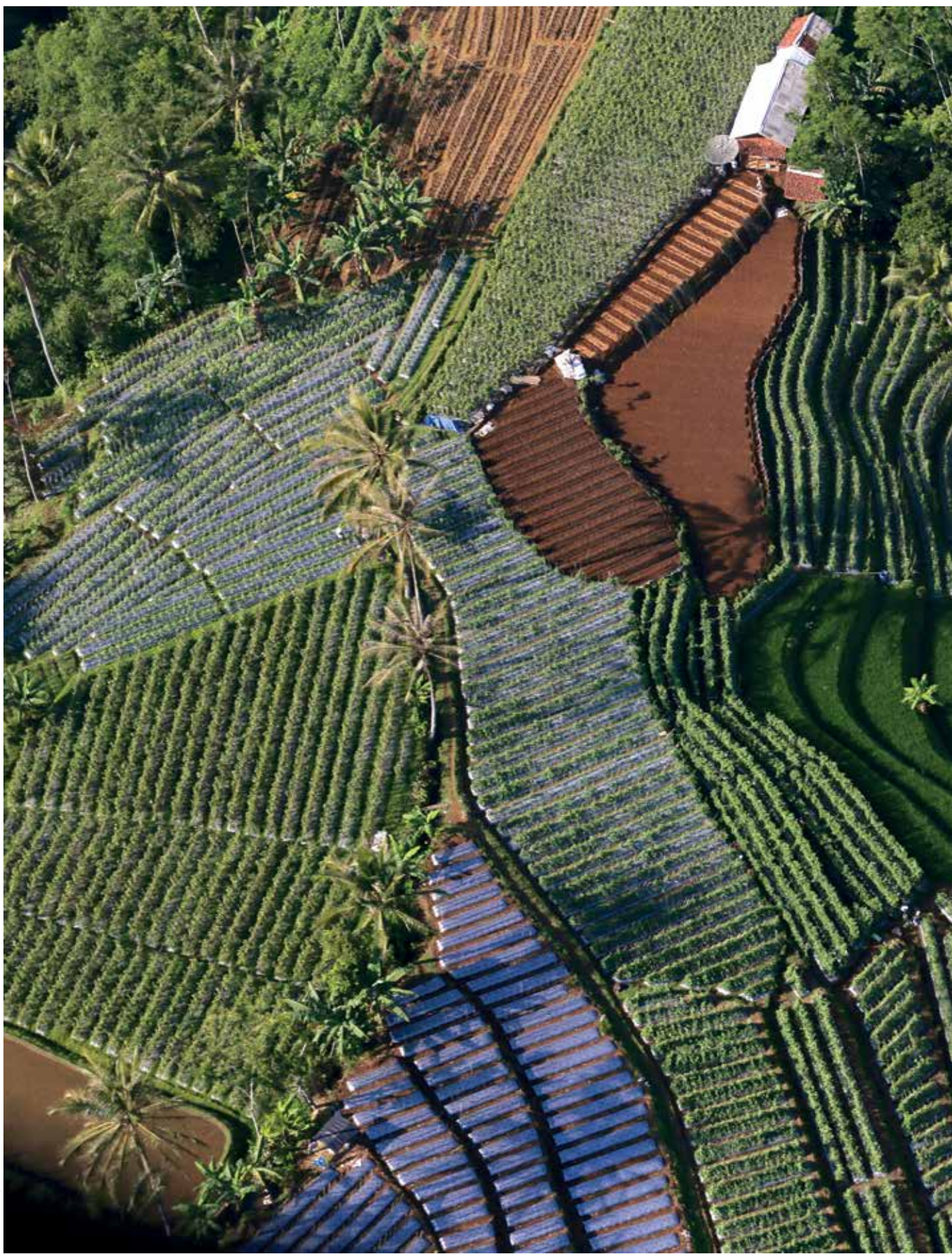
Platz der Vereinten Nationen 1

53113 Bonn, Alemania

www.unccd.int

**PERSPECTIVA
GLOBAL
DE LA
TIERRA**

Primera edición



PERSPECTIVA GLOBAL DE LA TIERRA

Primera edición

CONTENIDO

Agradecimientos	4
Prólogo	7
Mensajes clave	8
Resumen ejecutivo	10
Introducción	14

PARTE PRIMERA: UNA VISIÓN PANORÁMICA 18

1	Significado de la tierra	20
2	Breve historia del uso de la tierra	30
3	Los factores de cambio	40
4	Convergencia de pruebas	52
5	Recursos de la tierra y seguridad humana	78

SEGUNDA PARTE: LA PERSPECTIVA 104

6	Escenarios de cambio	106
7	Seguridad alimentaria y agricultura	124
8	Recursos hídricos	160
9	Biodiversidad y suelos	190
10	Energía y clima	212
11	Urbanización	226
12	Tierras secas	246

TERCERA PARTE: UN FUTURO MÁS SEGURO 270

ANEXO I 310

Marco científico conceptual para un efecto neutro en la degradación de la tierra.

ANEXO II 320

Cartografía de la dinámica de la productividad de la tierra: detección de las trayectorias críticas de las transformaciones mundiales de la tierra

AGRADECIMIENTOS

Esta primera edición de la Perspectiva Global de la Tierra (GLO) es el resultado del esfuerzo de un equipo dirigido por la Secretaría de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNULD) en colaboración con socios colaboradores y de apoyo (véase el interior de la portada), el comité ejecutivo de GLO, y expertos y organizaciones externos. Además, se encargaron algunos documentos de trabajo para suministrar ideas y análisis sobre los principales temas tratados en esta Perspectiva.

Equipo de Perspectiva global de la tierra

Coordinadores: Ian Johnson y Sasha Alexander

Co–autores: Nigel Dudley y Sasha Alexander

Diseñador gráfico: Anne Stein

Editor fotográfico: Corinna Voigt

Maquetación y diseño: Miller Design

Ayudantes de investigación: Peron Collins, Corinna Voigt, Wagaki Wischnewski, Barbara Bendandi, Utchang Kang, Mattia Cerutti y Sue Stolton

Han colaborado en los capítulos:

El Centro Común de Investigación de la Comisión Europea (JRC) contribuyó en parte al Capítulo 4. Emmanuel Kasimbasi, Atieno Mboya Samandari y Robert McLemon contribuyeron en parte al Capítulo 5. El Capítulo 6 fue editado a partir del trabajo realizado por la Agencia de Evaluación Ambiental de los Países Bajos (PBL). Alfred Duda contribuyó en parte al Capítulo 8. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) contribuyó en parte al Capítulo 9. El Instituto Internacional de Análisis de Sostenibilidad y Estrategia (IINAS) contribuyó en parte al Capítulo 10. El Capítulo 12 fue editado a partir del trabajo realizado por Jonathan Davies (UICN). El Anexo I fue redactado por Annette L. Cowie y Barron J. Orr. El Anexo II fue redactado por Stefan Sommer, Michael Cherlet y Eva Ivits.

Autores principales del documento de trabajo:

Nicola Favretto, Jonathan Davies, Grammenos Mastrojeni, Ronald Vargas, Richard Thomas, Graciela Metternicht, Giancarlo Raschio, Atieno Mboya Samandari, Seth Shames, Alfred Duda, Robert McLeman, Emmanuel Kasimbazi, Neville Crossman, Uwe Fritsche, Craig Hatcher y Michael Welland .

Miembros del Comité Directivo: Ademola Braimoh (Banco Mundial), Jonathan Davies (UICN), Siham Drissi (PNUMA), Nicola Favretto (UNU), Tobias Gerhartsreiter (ELD), Luc Gnacadja (GPS–Dev), Hannah Janetschek (IASS), Anne Juepner (PNUD), Eli Kotse (PNUD), German Kust (UNCCD (CNULD)–SPI), Jane Madgwick (WI), Grammenos Mastrojeni (Italia), Alisher Mirzabaev (ZEF), Luca Montanarella (CE), Mark Schauer (ELD), Michael Taylor (ILC), Ben ten Brink (PBL), Richard Thomas (ICARDA), Peter van der Auweraert (IOM), Stefan van der Esch (PBL), JOachim van braun (ZEF), Louis Wertz (EcoAgriculture Partners), Edoardo Zandri (PNUMA) y Sergio Zelaya (FAO).

Revisores externos: Esta primera edición de la GLO también fue revisada por expertos externos que proporcionaron valiosos comentarios y sugerencias, a saber: Royal Gardner, Erin Okuno, Siobhan Fennessy, Richard Thomas, Peter Harper, Pete Bettinger, Lorena Aguilar, Margaux Granat, Jonathan Davies, Elena Maria Abraham, Nathalie van Haren, Roland Bunch, Gemma Shepard, Markus Giger, Isabelle Providoli, Rima Mekdaschi Studer, German Kust, Graciela Metternicht, Dina Ionesco, Susanne Melde, Jane Madgwick, Willem Ferweda, Peter Verburg, Erle Ellis, Patrick Meyfroidt, Brett Bryan, Neville Crossman, Karl Heinz, Ricardo Grau, Luca Montanarella, Robert John Scholes, Barend Erasmus, Matthew Potts, Bhawani Shanker Kusum, Marioldy Sanchez, Stephanie Williamson, Michael Woodbridge, Diana Wall, Elizabeth Bach y Ben ten Brink.

El liderazgo y orientación de la Secretaria Ejecutiva de la UNCCD (CNULD), Monique Barbut, constituyó el motor esencial en la preparación de esta nueva publicación de referencia, que presenta un enfoque claro y pragmático del uso, la gestión y la planificación de la tierra para el desarrollo sostenible y la seguridad humana.

Por último, esta Perspectiva no se podría haber elaborado sin el generoso apoyo financiero proporcionado por la Comisión Europea, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y los Gobiernos de la República de Corea, Países Bajos y Suiza.

Renuncia de responsabilidad: Las denominaciones empleadas en este documento informativo y la presentación de los datos que contiene no implican la expresión de juicio alguno por parte de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (UNCCD (CNULD)) en relación con la situación jurídica o de desarrollo de cualquier país, territorio, ciudad o zona o de sus autoridades, ni sobre la delimitación de sus fronteras o límites. La mención de empresas o productos de fabricantes específicos, estén o no patentados, no implica que hayan sido aprobados o recomendados por la UNCCD (CNULD) con preferencia a otros de naturaleza similar que no se mencionan. Las opiniones expresadas en este documento informativo son las de los autores o colaboradores, y no reflejan necesariamente las opiniones o políticas de la UNCCD (CNULD).

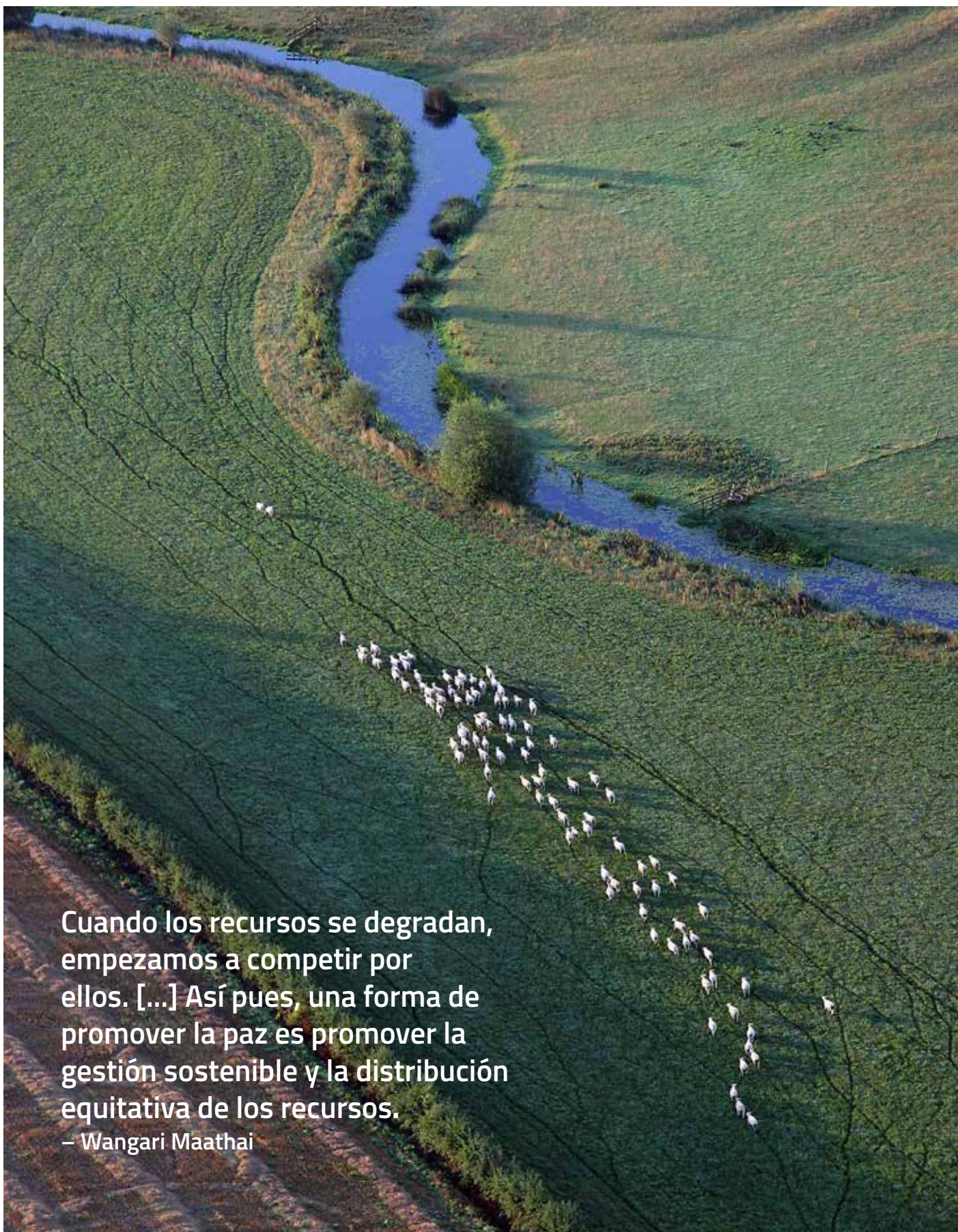
Para más información y materiales GLO, rogamos visite www.unccd.int/glo.

Cita recomendada: Naciones Unidas Convención de Lucha contra la Desertificación. 2017. Perspectiva global de la tierra, primera edición Bonn, Alemania.

ISBN: 978-92-95110-52-6
eISBN: 978-92-95110-51-9

Impreso en Cocoon Gloss, un papel couché reciclado fabricado con un proceso totalmente libre de cloro y certificado como FSC® 100% reciclado.

Foto de portada: La Gran Muralla Verde del Sáhara y el Sahel, ©UNCCD (CNULD)



Quando los recursos se degradan,
empezamos a competir por
ellos. [...] Así pues, una forma de
promover la paz es promover la
gestión sostenible y la distribución
equitativa de los recursos.

– Wangari Maathai

PRÓLOGO



Monique Barbut
Secretaria Ejecutiva de
la Convención de las
Naciones Unidas de Lucha
contra la Desertificación

Con gran placer, pero también con un creciente sentido de urgencia, presento la primera edición de la nueva publicación de referencia de la UNCCD (CNULD), la Perspectiva global de la tierra. Al considerar la necesidad de otra Perspectiva, examinamos la gama completa de desafíos a los que nos enfrentamos colectivamente: de las presiones del crecimiento demográfico, el cambio climático, la urbanización, la migración y los conflictos a la inseguridad alimentaria, energética e hídrica. En todas sus dimensiones, la seguridad humana es cada vez más frágil y en muchas partes del mundo, la degradación de la tierra y el cambio climático ya se reconocen como factores que contribuyen a una sensación de creciente inestabilidad.

Si no se implantan mejores estrategias de adaptación y fortalecimiento de la capacidad de recuperación de modo responsable, la degradación de la tierra, especialmente en los países en desarrollo, continuará siendo un factor importante que amenazará los medios de vida rurales, ocasionará migraciones forzadas y agravará los conflictos por los limitados recursos naturales. Como verán, aquí argumentamos que la tierra –su salud y su productividad– es vital para cualquier esfuerzo mundial efectivo para contrarrestar estas preocupantes tendencias.

No obstante, es evidente en los países grandes y pequeños, ricos y pobres, que a menudo no se piensa en la salud y el estado de nuestros recursos de la tierra. De hecho, se subestima el papel fundamental de la tierra en la lucha contra el cambio climático, la protección de la biodiversidad y la prestación de servicios ecosistémicos esenciales. La tierra tiene una importancia sin igual para nuestros medios de subsistencia, prosperidad y bienestar; en un sentido muy real, nuestro modo de vida y el de las generaciones futuras se están infravalorando en gran medida.

Con nuestras actuales tendencias de producción, urbanización y degradación medioambiental, estamos perdiendo y desperdiciando demasiada tierra. Estamos perdiendo nuestros vínculos con la tierra. Estamos perdiendo con demasiada rapidez el agua, el suelo y la biodiversidad que sustentan toda la vida. En un momento en el que cada recurso y cada alternativa que ofrezca beneficios a las personas y al planeta debieran aprovecharse, la disponibilidad de tierras de buena calidad está disminuyendo. Como comentó en tono humorístico el autor estadounidense Mark Twain: «*Compreñ tierras, ya no las fabrican*». Tenía toda la razón. Como motor del crecimiento económico y fuente de sustento de miles de millones de personas de todo el mundo, necesitamos dar un paso atrás y transformar la forma en que usamos y gestionamos la tierra.

Esta Perspectiva explora esa posibilidad, pero va mucho más allá. La tierra es más que economía y geografía física. De modo que esto no es solo una evaluación de cuánta tierra hay y cuánta se está degradando. También pretende responder a la pregunta: «¿Y qué podemos hacer?» La respuesta se basa en la premisa de que todos tomamos decisiones, y nuestras elecciones pueden representar la diferencia. Incluso pequeños cambios realizados hoy pueden traer un mañana muy diferente.

Esta Perspectiva presenta una visión para transformar la forma en que usamos y gestionamos la tierra. En ella se destaca cómo la tierra es la clave para la seguridad humana y el bienestar futuro, el hilo que mantiene unida la estructura de la sociedad. Espero que esta Perspectiva global de la tierra sea la primera de muchas que presenten soluciones audaces y caminos concretos para la acción.

MENSAJES CLAVE

VISIÓN PANORÁMICA: LA TIERRA BAJO PRESIÓN

Las actuales presiones sobre la tierra son enormes y se espera que sigan creciendo: existe una creciente competencia entre la demanda de funciones de la tierra que proporcionan alimentos, agua y energía, y los servicios que apoyan y regulan todos los ciclos de vida en la Tierra.

Una proporción significativa de ecosistemas gestionados y naturales se están degradando: en las dos últimas décadas, aproximadamente el 20 por ciento de la superficie de vegetación de la Tierra muestra persistentes tendencias de disminución de su productividad, principalmente como consecuencia de las prácticas de uso y gestión de la tierra y el agua.

La pérdida de biodiversidad y el cambio climático ponen aún más en peligro la salud y la productividad de la tierra: las mayores temperaturas y emisiones de carbono, los cambios en los patrones de precipitaciones, la erosión del suelo, la pérdida de especies y el aumento de la escasez de agua probablemente alterarán la idoneidad de vastas regiones para la producción de alimentos y la vivienda humana.

La degradación de la tierra reduce la resistencia a las tensiones medioambientales: una mayor vulnerabilidad, especialmente de los pobres, mujeres y niños, puede intensificar la competencia por los escasos recursos naturales y originar migraciones, inestabilidad y conflictos.

Más de 1300 millones de personas están atrapadas en tierras agrícolas en proceso de degradación: los agricultores de las tierras marginales, especialmente en las tierras secas, tienen opciones limitadas de medios de subsistencia alternativos y a menudo quedan excluidos de infraestructuras y desarrollos económicos más amplios.

La escala de la transformación rural en las últimas décadas no tiene precedentes: millones de personas han abandonado sus tierras ancestrales y emigrado a zonas urbanas, a menudo empobreciendo su identidad cultural, abandonando los conocimientos tradicionales y alterando permanentemente los paisajes.

SURGE UN CONSENSO: UN SISTEMA ROTO

Nuestro ineficiente sistema alimentario amenaza la salud humana y la sostenibilidad ambiental: junto con otros usos degradantes y contaminantes de la tierra centrados en los rendimientos a corto plazo, los patrones actuales de producción, distribución y consumo de alimentos no consiguen ni mucho menos abordar estos desafíos mundiales.

El abismo cada vez mayor entre la producción y el consumo, y los niveles subsiguientes de pérdida/desperdicio de alimentos, aceleran aún más la tasa de cambio en el uso de la tierra, la degradación de la tierra y la deforestación: en los países pobres, la pérdida de alimentos se debe principalmente a la falta de almacenamiento y transporte, mientras que en las naciones ricas, el desperdicio de alimentos es el resultado del despilfarro y la ineficacia en el final de la cadena de suministro de alimentos.

El modelo actual de negocio agrícola beneficia a unos pocos a expensas de muchos: los pequeños agricultores, la esencia de los medios de vida rurales y la columna vertebral de la producción de alimentos durante milenios, soportan una inmensa presión debido a la degradación de la tierra, la inseguridad en la tenencia de las tierras y un sistema alimentario globalizado que favorece a granjas concentradas, a gran escala y altamente mecanizadas.

Las adquisiciones de tierras a gran escala han aumentado de forma espectacular en las dos últimas décadas: las élites domésticas y los países importadores de alimentos se apropian de grandes extensiones de tierra cultivable, generalmente con derechos de agua y acceso a las infraestructuras de transporte, como protección contra la futura volatilidad de los precios y la inseguridad alimentaria.

Es la suma total de nuestras decisiones individuales la que está generando una crisis mundial de la tierra: tanto si actuamos como consumidores como si lo hacemos en calidad de productores, corporaciones o gobiernos, un enfoque de negocio como el actual será insuficiente para hacer frente a la magnitud de este desafío.

UN FUTURO MÁS SEGURO: RESPETO POR LOS LÍMITES

La tierra es finita en cantidad, no obstante: las evidencias presentadas en esta *Perspectiva* sugieren que, con cambios en el comportamiento de los consumidores y las empresas y la adopción de una planificación más eficiente y prácticas sostenibles, tendremos suficientes tierras disponibles a largo plazo para satisfacer tanto la demanda de productos básicos como la necesidad de una gama más amplia de bienes y servicios.

Debemos pensar en términos de respeto por los límites, no límites al crecimiento: podemos adoptar medidas inmediatas sin comprometer la calidad de vida actual ni nuestras aspiraciones para el futuro; la toma de decisiones informada y responsable, junto con simples cambios en nuestra vida cotidiana, puede contribuir a fomentar el crecimiento económico y, al mismo tiempo, revertir las tendencias actuales de degradación de la tierra.

Para lograr el avance en una nueva agenda mundial de la tierra, los derechos y las recompensas deben estar respaldados por la responsabilidad: mayor seguridad en la tenencia de las tierras, equidad de género e incentivos y recompensas apropiados son factores esenciales para ayudar a los productores a adoptar y ampliar prácticas más responsables de gestión de las tierras.

Nuestra capacidad para gestionar compensaciones a escala del paisaje decidirá en última instancia el futuro de los recursos de la tierra: la integración de la conservación, la gestión de la tierra y el agua, y la restauración, el camino básico para alcanzar el objetivo del efecto neutro en la degradación de la tierra, también se reconocen como aceleradores importantes para conseguir la mayoría de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

La planificación inteligente del uso de la tierra consiste en hacer lo correcto en el lugar correcto a la escala correcta: un enfoque multifuncional del paisaje aboga por asignaciones más racionales del uso de la tierra que conduzcan a una mayor eficiencia en el uso de los recursos y a la reducción de los residuos; se basa en los principios de participación, negociación y cooperación.

Las decisiones e inversiones audaces realizadas hoy determinarán la calidad de la vida en la tierra mañana: los numerosos enfoques, tecnologías y prácticas destacados en esta *Perspectiva* sirven como oportuno recordatorio de los caminos probados y rentables que conformarán un futuro próspero y más seguro basado en derechos, recompensas y respeto por nuestros preciosos recursos de la tierra.

RESUMEN EJECUTIVO

La tierra es un pilar fundamental de la civilización, pero su contribución a nuestra calidad de vida es percibida y valorada de maneras muy distintas y a menudo incompatibles. Una minoría se ha enriquecido con el uso no sostenible y la explotación a gran escala de los recursos de la tierra, con conflictos relacionados que se intensifican en muchos países. El mundo ha llegado a un punto en el que debemos conciliar estas diferencias y pensar de nuevo la forma en que planificamos, utilizamos y gestionamos la tierra.

En última instancia, nuestra capacidad para gestionar las concesiones a escala del paisaje determinará el futuro de los recursos de la tierra –el suelo, el agua y la biodiversidad– y determinará el éxito o el fracaso en la reducción de la pobreza, la seguridad alimentaria e hídrica y la mitigación del cambio climático y la adaptación al mismo. De hecho, se reconoce que la gestión integrada de las tierras y el agua es un acelerador para alcanzar la mayoría de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Si bien nos encontramos en una coyuntura crítica, acercándonos rápidamente y en algunos casos sobrepasando los límites planetarios, la evidencia presentada en esta primera edición de la *Perspectiva global de la tierra* demuestra que una toma de decisiones informada y responsable, unas mejores políticas y prácticas de gestión de la tierra y unos sencillos cambios en nuestra vida cotidiana pueden, si se adoptan ampliamente, contribuir a revertir las actuales tendencias preocupantes del estado de nuestros recursos terrestres.

VISTA PANORÁMICA

Las actuales presiones sobre los recursos mundiales de la tierra son mayores que en ningún otro momento de la historia de la humanidad. Una población en rápido crecimiento, junto con el incremento de los niveles de consumo, está imponiendo exigencias cada vez mayores a nuestro capital natural terrestre. Esto tiene como consecuencia una competencia cada vez mayor entre los usos de la tierra y el suministro de bienes y servicios.

En términos básicos, existe una creciente competencia entre la demanda de bienes y servicios que benefician a las personas, como los alimentos, el agua y la energía, y la necesidad de proteger otros servicios ecosistémicos que regulan y sustentan toda la vida en la Tierra. La biodiversidad terrestre subyace en todos estos servicios y garantiza el pleno disfrute de una gran variedad de derechos humanos, como el derecho a una vida saludable, alimentos nutritivos, agua potable e identidad cultural.

Se está degradando una proporción significativa de ecosistemas gestionados y naturales, lo que les hace más vulnerables ante el cambio climático y la pérdida de biodiversidad. De 1998 a 2013, aproximadamente el 20 por ciento de la superficie de la Tierra cubierta por vegetación mostró persistentes tendencias decrecientes en la productividad, evidentes en el 20 por ciento de las tierras de cultivo, el 16 por ciento de los bosques, el 19 por ciento de las dehesas y el 27 por ciento de los pastizales. Estas tendencias son especialmente alarmantes ante la creciente demanda de cultivos y ganado de uso intensivo de la tierra.

La degradación de las tierras contribuye al cambio climático y aumenta la vulnerabilidad de millones de personas, especialmente los pobres, las mujeres y los niños. Las actuales prácticas de gestión en el sector del uso de la tierra son responsables de alrededor del 25 por ciento de los gases de efecto invernadero del mundo, mientras que la degradación de la tierra es a la vez causa y resultado de la pobreza. Más de 1300 millones de personas, en su mayoría en los países en desarrollo, están atrapadas en tierras agrícolas en proceso de degradación, expuestas al estrés climático y, por lo tanto, excluidas de infraestructuras y desarrollo económico más amplios.

La degradación de las tierras ocasiona asimismo la competencia por los escasos recursos, lo que puede llevar a migraciones e inseguridad, al tiempo que agrava el acceso y las desigualdades de ingresos. La erosión del suelo, la desertificación y la escasez de agua contribuyen al estrés y la ruptura de la sociedad. A este respecto, la degradación de la tierra puede considerarse un «amplificador de la amenaza», especialmente porque reduce lentamente la capacidad de las personas de utilizar la tierra para la producción de alimentos y el almacenamiento de agua o socava otros servicios vitales del ecosistema. Esto a su vez aumenta la inseguridad humana y, en ciertas circunstancias, puede desencadenar o aumentar el riesgo de conflicto.

La escala de la transformación rural en las últimas décadas no tiene precedentes en su rapidez y escala.

Millones de personas han abandonado sus tierras ancestrales y han migrado a zonas urbanas, a menudo empobreciendo su identidad cultural, abandonando los conocimientos tradicionales y alterando permanentemente los paisajes.

NACE EL CONSENSO

Las temperaturas más altas, los cambios en los patrones de precipitaciones y la mayor escasez de agua debido al cambio climático alterarán la idoneidad de vastas regiones para la producción de alimentos y la vivienda humana. La extinción masiva de la flora y la fauna, incluida la pérdida de las especies silvestres relacionadas con los cultivos y las especies clave que sostienen la unión de los ecosistemas, ponen en mayor peligro la capacidad de adaptación y resiliencia, en particular para los pobres rurales que dependen en mayor medida de la tierra para sus necesidades básicas y medios de subsistencia.

Nuestro sistema alimentario ha centrado la atención en la producción a corto plazo y en el beneficio, más que en la sostenibilidad medioambiental a largo plazo.

El sistema agrícola moderno ha dado lugar a enormes aumentos de productividad, lo que ha evitado el riesgo de hambruna en muchas partes del mundo pero, al mismo tiempo, se basa en monocultivos, cultivos genéticamente modificados y el uso intensivo de fertilizantes y pesticidas, que socavan la sostenibilidad a largo plazo. La producción de alimentos representa el 70 por ciento de todas las extracciones de agua dulce y el 80 por ciento de la deforestación, mientras que el suelo, la base de la seguridad mundial alimentaria, se está contaminando, degradando y erosionando en muchas zonas, lo que a largo plazo supone disminuciones en la productividad.

Los pequeños agricultores, la columna vertebral de los medios de vida rurales y de la producción de alimentos durante milenios,

están sometidos a una inmensa presión a causa de la degradación de la tierra, la inseguridad en la tenencia de las tierras y un sistema alimentario globalizado que favorece el sistema de negocios concentrado, a gran escala y altamente mecanizado. A menudo estos agricultores tienen pocas opciones de buscar medios de subsistencia alternativos.

El abismo cada vez mayor entre la producción y el consumo, y los niveles subsiguientes de pérdida/ desperdicio de alimentos, acelera en mayor medida la tasa de cambio en el uso de la tierra, la degradación de la tierra y la deforestación. La rápida expansión de las cadenas mundiales de valor y el comercio relacionado de productos terrestres (y sus componentes «virtuales») ha desplazado muchas presiones sobre los recursos naturales de los países desarrollados a los países en desarrollo, donde los efectos directos de la degradación de la tierra se distribuyen de manera desigual, especialmente cuando hay una especulación excesiva o un gobierno débil.

Con el fin de protegerse contra la futura inseguridad alimentaria y la volatilidad de los precios, las adquisiciones de tierras a gran escala han aumentado de forma espectacular desde el año 2000, sumando más de 42 millones de hectáreas dedicadas a la alimentación, la madera y los cultivos de biocombustibles, principalmente en África. Alrededor del 25 por ciento de la superficie mundial de tierras de cultivo, y el uso asociado de agua y otras materias, produce ahora productos que se exportan a países pobres en tierras pero ricos en dinero.

ESCENARIOS DE CAMBIO

A excepción de algunas regiones europeas, el uso humano de la tierra antes de mediados del siglo XVIII fue insignificante en comparación con los cambios contemporáneos en los ecosistemas de la Tierra. La noción de un mundo ilimitado, dominado por los humanos, fue acogida y reforzada por los avances científicos. Las poblaciones de repente obtuvieron acceso a lo que parecía una cantidad ilimitada de capital natural, donde la tierra se consideraba un regalo gratuito de la naturaleza.

El análisis de los escenarios elaborado para esta *Perspectiva* examina una serie de posibles futuros y proyecta una mayor tensión entre la necesidad de incrementar la producción de alimentos y energía y la continua disminución de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. Desde una perspectiva regional, estos escenarios predicen que el África subsahariana, Asia meridional, el Oriente Medio y África del Norte deberán enfrentarse a los mayores desafíos debido a una combinación de factores, entre ellos: un alto crecimiento demográfico, un bajo PIB per cápita, alternativas limitadas de expansión agrícola, aumento del estrés hídrico y elevadas pérdidas de biodiversidad. La falta de medios económicos e institucionales para hacer frente a estos factores incrementará el riesgo de conflictos violentos y migraciones masivas.

Otros escenarios del uso de la tierra a nivel global sugieren que las prácticas de gestión en un contexto paisajístico, incluidas las interdependencias, son factores determinantes más significativos de los resultados ambientales compartidos y de seguridad alimentaria que las proyecciones de crecimiento demográfico y económico. Estos modelos implican que las compensaciones percibidas no son simplemente una cuestión del número de personas, sino que se trata más bien de las consecuencias previsibles de un enfoque limitado e insostenible en la planificación, políticas y prácticas del uso de la tierra.

La tierra es finita en cantidad, pero las pruebas presentadas en la *Perspectiva* sugieren que, con cambios en el comportamiento de los consumidores y las empresas y políticas y prácticas de gestión sostenibles, aún contamos con suficiente tierra disponible para satisfacer tanto la demanda como la necesidad de una amplia gama de bienes y servicios. Sin embargo, será necesario adoptar elecciones difíciles y hacer concesiones.

La seguridad alimentaria e hídrica a largo plazo requerirá cambios en la producción intensiva basada en recursos, los procesos y los transportes de alto gasto de carbono, las dietas intensivas derivadas de la tierra (principalmente debidas al aumento de la demanda de productos de origen animal y alimentos procesados) y los actuales niveles de desperdicio de alimentos, incluidas las pérdidas posteriores a la cosecha.

Por lo tanto, las vías de respuesta eficaces deben abordar la forma en que valoramos y gestionamos la calidad de la tierra, esforzándonos por equilibrar su productividad biológica y económica. Es la suma total de nuestras decisiones individuales – como consumidores, productores, corporaciones y gobiernos – la que ha creado una crisis mundial de la tierra. Al igual que ocurre con nuestra respuesta al cambio climático, un enfoque empresarial como el actual será insuficiente para hacer frente a la magnitud de este desafío.

UN FUTURO MÁS SEGURO

Ya sabemos mucho acerca de lo que se necesita para construir un planeta resiliente para las generaciones futuras: aprovechar las inmensas oportunidades de crecimiento sostenible proporcionadas por la naturaleza y garantizar un futuro más seguro. La pregunta es: ¿Podremos llevar a cabo la catalización de un cambio de la actual «era del saqueo» a una «era del respeto», en la que respetemos los límites biofísicos?

Una nueva era del respeto requeriría una transformación de la forma en que consumimos, producimos, trabajamos y vivimos juntos para hacer frente a las principales presiones sobre los recursos de la tierra y los problemas medioambientales asociados. El estado de los recursos de la tierra está estrechamente vinculado a todos los aspectos de la seguridad humana, ahora y en el futuro.

Está claro que las próximas décadas serán las más críticas en la conformación e implantación de una nueva y transformadora agenda mundial de la tierra. En gran parte del mundo en desarrollo, la consecución de derechos más seguros en términos de tenencia de las tierras, equidad de género y justicia social supondrá un paso esencial para mejorar la gestión a largo plazo de los recursos de la tierra.

Para que esta nueva agenda arraigue y genere efectos en la escala necesaria, los derechos y las recompensas deben estar sustentados por la responsabilidad. La seguridad de la tenencia de las tierras y los incentivos y recompensas apropiados son necesarios para permitir que los productores adopten y amplíen prácticas de gestión de tierras más responsables. En última instancia, ¿cómo podemos ignorar la obligación moral y ética de salvaguardar y preservar la tierra para las generaciones futuras?

La primera parte de esta *Perspectiva* proporciona una amplia pincelada en la composición de la imagen panorámica, mientras que **la segunda parte** aborda algunos de los problemas globales más apremiantes que afectan al uso, la demanda y las condiciones de la tierra, así como las respuestas necesarias para alcanzar el objetivo del efecto neutro de la degradación de la tierra y los objetivos relacionados de reducción de la pobreza, seguridad alimentaria e hídrica, biodiversidad y conservación del suelo, mitigación y adaptación al cambio climático y medios de vida sostenibles.

La tercera parte destaca seis vías de respuesta que los productores y consumidores, los gobiernos y las corporaciones pueden seguir para estabilizar y reducir la presión sobre los recursos de la tierra, así como casos prácticos ilustrativos y herramientas clave para contribuir al éxito.

1. Enfoque de paisaje multifuncional: priorizar y equilibrar las diferentes necesidades de las partes interesadas a escala del paisaje, incorporando al mismo tiempo la especificidad del sitio sobre el uso, la demanda y el estado de la tierra para que se produzca una gama completa de bienes y servicios. La planificación del uso del suelo contribuye a identificar los usos de la tierra que mejor responden a las demandas de las personas además de preservar el suelo, el agua y la biodiversidad para las generaciones futuras.

2. Creación de resiliencia: mejorar la capacidad de adaptación de las comunidades y ecosistemas mediante una combinación de conservación, gestión sostenible y restauración de los recursos de la tierra. Existen muchas herramientas y prácticas para salvaguardar las diversas tierras naturales y gestionadas que sean saludables y tengan un funcionamiento adecuado, que pueden contribuir a la mitigación y adaptación al cambio climático y a otras presiones sobre los recursos naturales.

3. Cultivos que permiten obtener múltiples beneficios: optimización del conjunto más deseable de servicios ecosistémicos derivados de las actividades de producción de alimentos. Esto requiere un cambio fundamental en las prácticas agrícolas para sustentar una gama más amplia de beneficios sociales, medioambientales y económicos derivados de la gestión del capital natural basado en la tierra.

4. Gestión de la mediación rural–urbana: concepción de un nuevo enfoque de la planificación espacial para minimizar los efectos de la expansión urbana y el desarrollo de infraestructuras. Las ciudades diseñadas para la sostenibilidad en un paisaje más amplio pueden reducir los costes ambientales del transporte, la alimentación, el agua y la energía, y ofrecer nuevas oportunidades para la eficiencia de los recursos.

5. Sin pérdidas netas: ofrecer incentivos para el **consumo y la producción sostenibles** de recursos naturales. El efecto neutro de la degradación de la tierra o pérdida neta cero de tierras saludables y productivas implica más servicios in situ y menos efectos ambientales o sociales negativos fuera del sitio. En cuanto al consumo, significa reducir significativamente los niveles actuales de desperdicios y pérdidas de alimentos.

6. Creación de un ambiente propicio: proporcionar las condiciones necesarias para aumentar los logros locales y convertirlos en iniciativas de transformación a gran escala. Esto incluye fomentar las condiciones e instituciones sociales y económicas subyacentes, en particular las relacionadas con la participación de los interesados, la tenencia de la tierra, la igualdad de género y la disponibilidad de inversiones e infraestructura continuadas.

Las numerosas prácticas y planteamientos progresivos destacados en esta *Perspectiva* sirven como recordatorio oportuno de vías de respuesta probadas y rentables que conformarán un futuro próspero y más sostenible basado en derechos, recompensas y respeto por nuestros preciosos recursos de la tierra.

INTRODUCCIÓN

Una perspectiva es un punto de vista, una plataforma, una visión. Amplía nuestros horizontes y nos permite analizar nuestras posibilidades, tanto presentes como futuras. Dentro de este marco más amplio de reflexión, la *Perspectiva Global de la Tierra* tiene como objetivo presentar una visión única de uno de los bienes más preciados de nuestro planeta: la tierra.

La tierra, literalmente el suelo bajo nuestros pies, es un recurso finito compuesto de tierra, agua, minerales, plantas y animales. Es una parte esencial de nuestro sistema de apoyo a la vida y el componente clave de nuestras sociedades y economías. A medida que nos enfrentamos con el estado actual de los recursos de la tierra –un sobrio recordatorio del mal uso y mala gestión del pasado– la primera edición de GLO presenta no solo motivos de preocupación sino también oportunidades de acción.

La salud y la resiliencia de nuestros recursos de la tierra están en gran parte determinadas por prácticas de manejo, sistemas de gobierno y cambios ambientales. La transformación de nuestros ecosistemas naturales, el uso ineficiente de los recursos hídricos y el uso excesivo y mal uso de agroquímicos¹ contribuyen a la degradación de la tierra a nivel local, así como al aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero, a la reducción de la biodiversidad y a los cambios en las precipitaciones a escala regional y mundial.² La degradación de las tierras, la pérdida de biodiversidad y el cambio climático se reconocen ahora como amenazas entrelazadas a múltiples dimensiones de la seguridad humana y contribuyen a una espiral descendente en la productividad y disponibilidad de los recursos de la tierra.³

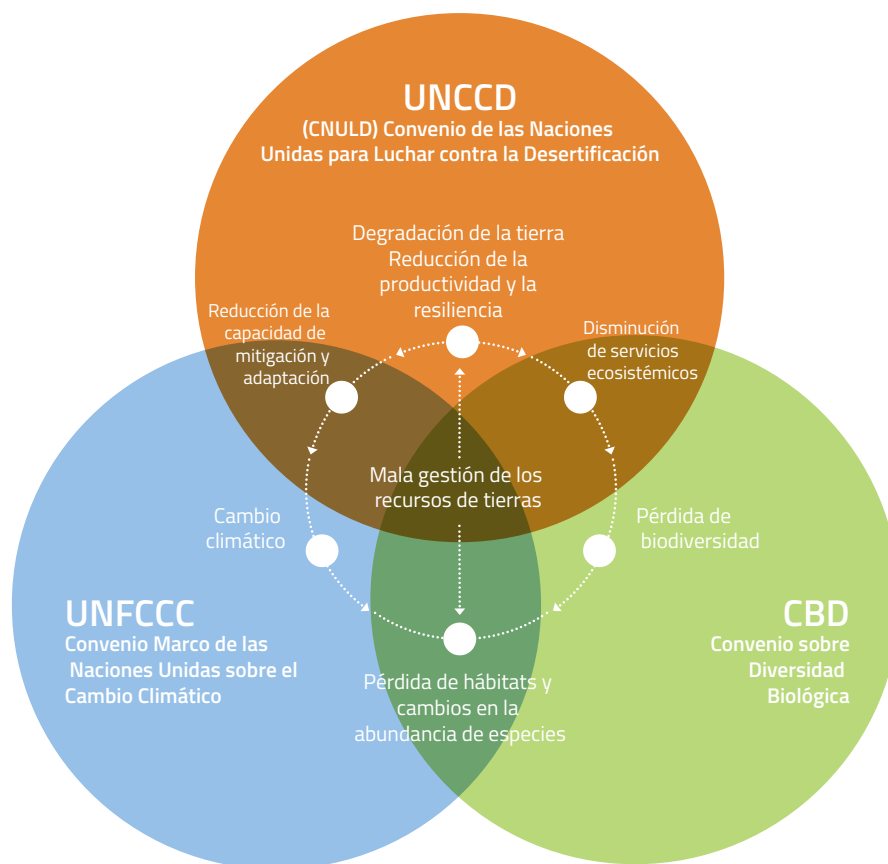
El GLO brinda una breve descripción de cómo se usa la tierra hoy en día y evalúa posibles escenarios sobre cómo podemos satisfacer de manera sostenible la demanda de bienes y servicios terrestres en el futuro. Se centra en políticas y prácticas más amplias, cuestiones de suma importancia a las que hace ya tiempo se debería haber prestado más atención, así como nuevas preocupaciones que deben incluirse en la agenda internacional de políticas públicas. El GLO es un análisis estratégico y prospectivo que se basa en la investigación científica bien documentada y la evidencia empírica. La Plataforma Intergubernamental de Ciencia y Política sobre la Diversidad Biológica y los Servicios de los Ecosistemas está llevando a cabo una evaluación mundial exhaustiva de la degradación y restauración de las tierras.

La premisa es que la tierra, y sus recursos asociados, comprenden un stock de capital natural. La creciente demanda de bienes y servicios terrestres y la manera en que se producen hoy en día está afectando negativamente la salud y la productividad futura del

planeta. El uso indebido y la sobreexplotación de los recursos de la tierra amenazan la seguridad humana en múltiples frentes: la disminución de la seguridad de los alimentos y el agua, así como la reducción de la salud del suelo y la resiliencia de los ecosistemas nos hacen más vulnerables a eventos climáticos extremos e incluso amenazan la estabilidad y la seguridad dentro y entre las naciones.

El GLO presenta una visión general de la situación de la tierra y un conjunto claro de respuestas para optimizar el uso, la ordenación y la planificación de la tierra, creando así sinergias entre los sectores en la provisión de bienes y servicios terrestres. Este enfoque integrado es la base del marco conceptual para la neutralidad de la degradación de la tierra (véase el Anexo I avanzar), un objetivo que se considera como el vehículo impulsor para la aplicación de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación y una parte importante de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible.

Figura 1: Las amenazas entrelazadas y los objetivos de las Convenciones de Río



El GLO no sólo presenta vías prácticas para un futuro más sostenible y deseable, sino que también pone de relieve escenarios probables, reconociendo que las decisiones e inversiones que se hacen hoy influirán en el uso y gestión del suelo mañana. Muchos ya apuntan a la urgente necesidad de reevaluar los valores y actitudes que determinan cómo usamos y manejamos actualmente nuestros recursos de la tierra. Estamos seguros de que este panorama ayudará a avanzar en una nueva visión y agenda de acción para garantizar un futuro más seguro.

Esta primera edición del GLO es una respuesta al mandato otorgado a la secretaría de la UNCCD (CNULD): buscar continuamente enfoques y productos innovadores que aumenten la conciencia sobre la desertificación, la degradación de la tierra y la sequía, abogando por soluciones probadas y rentables para avanzar hacia las numerosas metas planteadas en los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Se espera que el GLO, como publicación insignia de la UNCCD (CNULD), sea publicado periódicamente y tome su lugar entre otras Perspectivas.

Uno de los principales objetivos de la UNCCD (CNULD) es ayudar a los países a superar las barreras que impiden la adopción y ampliación de las políticas y prácticas de ordenación sostenible de la tierra para reducir la pobreza y aumentar la seguridad alimentaria, hídrica y energética para todos.

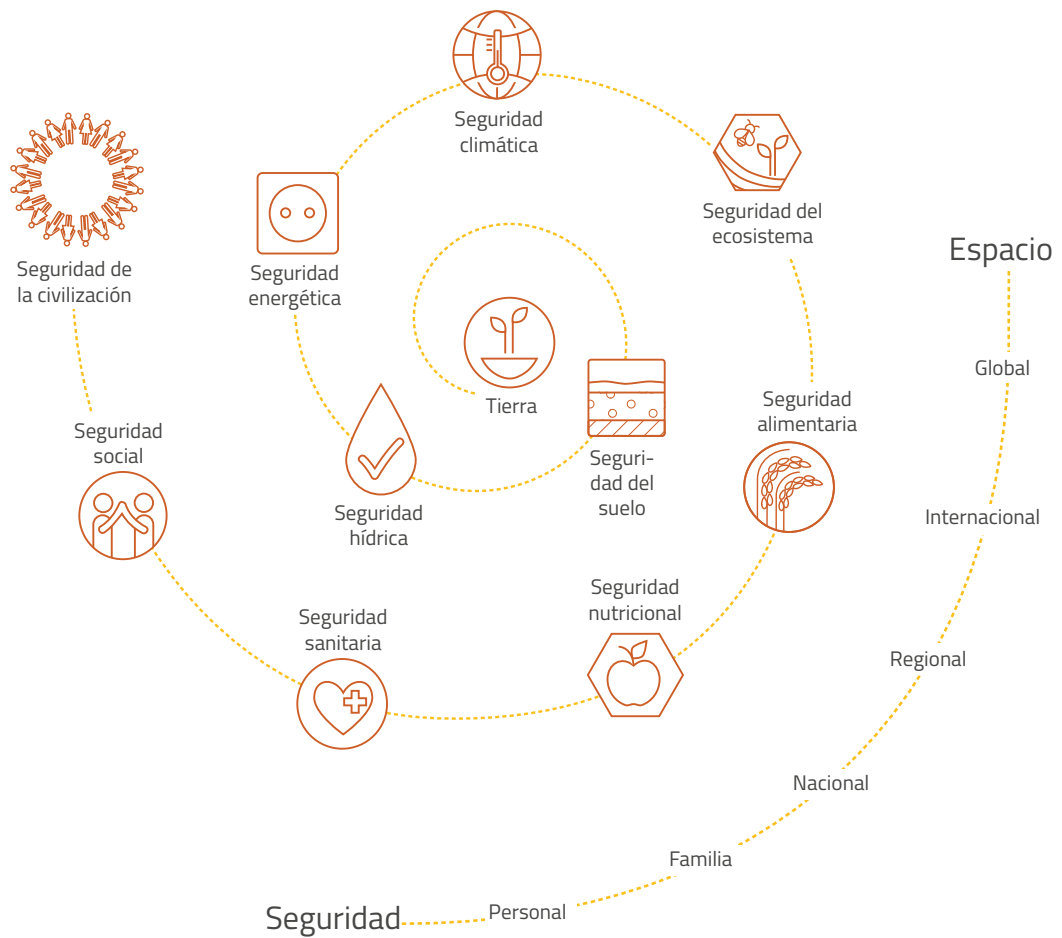


Figura 2: Dimensiones de la seguridad humana: Adaptado de⁴

Figura 3: Principales temas de la *Perspectiva Global de la Tierra*



El GLO se presenta de una manera accesible a la sociedad civil y a los encargados de tomar decisiones tanto en el sector privado como en el público. Es parte de un esfuerzo más amplio para facilitar el análisis sobre las políticas y prácticas de uso de la tierra, que ilustran la importancia fundamental de una buena gestión de la tierra. Al hacerlo, el GLO argumenta que todos participamos en la toma de decisiones y que tenemos el poder de promover cambios.

La Primera parte analiza el panorama tanto en el espacio como en el tiempo, con una breve historia del uso de la tierra. Examina los factores que condicionan la degradación y el cambio en el uso de la tierra y detalla las actuales presiones sobre los recursos de la tierra. También analiza los impactos que la degradación de la tierra puede tener sobre las dimensiones económicas, sociales y ambientales de nuestras vidas.

La segunda parte explora escenarios o caminos futuros, y esboza una serie de pronósticos sobre la producción y el consumo de bienes y servicios terrestres. A esto le siguen los tratamientos temáticos de las cuestiones de interés mundial, se destacan las tendencias actuales y las soluciones futuras.

La Tercera parte presenta un programa de acción para un futuro más seguro, se examinan opciones probadas y rentables para ampliar la conservación, el manejo sostenible de la tierra y las prácticas de restauración para acelerar el progreso hacia un desarrollo sostenible más equitativo.

Si bien esta primera edición presenta un enfoque constructivo y optimista la *Perspectiva*, se ocupa de realidades sombrías y desafíos de enormes proporciones. Comencemos por echar un vistazo al panorama general.

REFERENCIAS

- 1 Report of the Special Rapporteur on the right to food to the Thirty-fourth session of the Human Rights Council, A/HRC/34/48: January 24, 2017.
- 2 Sivakumar, M.V.K. 2007. Interactions between climate and desertification. *Agricultural and Forest Meteorology*, **142**: 143-155.
- 3 Barbut, M. and Alexander, S. 2015. Land degradation as a security threat amplifier: the new global frontier. In: Chabey, I., Frick, M. and Helgeson, J. (eds.) *Land Restoration: Reclaiming landscapes for a sustainable future*. Elsevier.
- 4 Lal, R. 2013. Food security in a changing climate. *Ecology and Hydrobiology*, **13**: 8-21.



© Adriel Klöppenburg



Primera Parte

LA PERSPECTIVA GENERAL

La perspectiva general es un mosaico de muchas otras más pequeñas. Diferentes países, culturas y comunidades definen, perciben y valoran la tierra de maneras muy diferentes. Cualquier superficie de tierra se puede utilizar para muchos fines diferentes. Así es el carácter multidimensional de la tierra: donde algunos consideran ciertas tierras inhóspitas, otros se sienten en su hogar; donde algunos ven una naturaleza que se debe domesticar, otros ven una grandeza y una belleza que se deben conservar. Todos estos factores influyen en las actitudes con respecto al uso de la tierra y la manera en que se gestiona la tierra. Sin embargo, mantener la tierra en un estado saludable es una contribución esencial a la seguridad humana: acceso a alimentos y agua, estabilidad de trabajo y medios de subsistencia, resiliencia ante el cambio climático y los fenómenos climáticos extremos y, en última instancia, estabilidad social y política.

1. Significado de la tierra	20
2. Breve historia del uso de la tierra	30
3. Los impulsores del cambio	40
4. Convergencia de pruebas	52
5. Recursos de tierras y seguridad humana	78

SIGNIFICADO DE LA TIERRA

Nuestras percepciones de la tierra no son sólo una respuesta al mundo exterior, sino también una causa y un efecto del filtrado cultural, por el cual ciertos fenómenos ocupan un lugar prominente mientras que otros retroceden a un segundo plano. En otras palabras, cuanto menos visibles son los elementos de la tierra para un interesado en particular, menor es el significado que tienen para esa persona, produciendo tal vez una falta de conciencia sobre sus posibles funciones cruciales.

El significado y el valor de la tierra pueden cambiar a medida que nos enriquecemos o no dependemos directamente de la tierra para nuestra supervivencia inmediata. Además, la tierra está a menudo infundida con un sentimiento de soberanía y jurisdicción –alineado con diferentes patrones de propiedad y derechos de uso– que a su vez gobiernan nuestras interacciones económicas y sociopolíticas y los conflictos con otros.

Todos estos factores influyen en las actitudes con respecto al uso de la tierra y la manera en que se gestiona la tierra. Sin embargo, mantener la tierra en un estado saludable es una contribución esencial a la seguridad humana: acceso a alimentos y agua, estabilidad del empleo y los medios de subsistencia, resiliencia ante el cambio climático y los fenómenos climáticos extremos y, en última instancia, estabilidad social y política.

LA TIERRA COMO UNA RIQUEZA ABUNDANTE

Sea la tierra un bien privado o público, tiene el potencial de proporcionar un conjunto completo de bienes y servicios: mitigar el cambio climático a escala mundial, regular el suministro de agua a gran escala y apoyar la producción de alimentos a escala local. Los ecosistemas naturales y gestionados sostienen los medios de subsistencia locales y permiten que las comunidades crezcan y prosperen. La tierra es abundante, pero también limitada y sus bienes y servicios son relativamente finitos. Para garantizar un uso equitativo, no basta con identificar quién es el dueño de la tierra y cómo la usa. Las prácticas de gestión de las tierras suelen tener consecuencias ulteriores; por eso, los propietarios de tierras se enfrentan cada vez más a restricciones sobre cómo utilizar o gestionar la tierra para salvaguardar los numerosos servicios de ecosistemas que proporciona.

Una comprensión más exhaustiva de las múltiples funciones y servicios de la tierra (es decir, los beneficios para los seres humanos y otras especies) y el proceso de atribuirles valor sugiere que en el futuro los agricultores y otros gestores de tierras deberían desempeñar un papel más amplio como administradores de la tierra y de los recursos vinculados a ella.

Para proteger y nutrir esta abundante riqueza, es importante reconocer que los derechos, las recompensas y las responsabilidades son los pilares de la gestión sostenible de la tierra. Los agricultores y los gestores del territorio suelen exigir incentivos para garantizar el suministro de bienes y servicios que proporcionan sus tierras, incluyendo aquellos que están fuera del mercado, ya sea conservando la biodiversidad, salvaguardando el suministro de agua, protegiendo contra inundaciones o reteniendo carbono. La medida en que la comunidad en general debe compensar a los propietarios por estos servicios ecosistémicos es un debate constante, y aunque se llegue a un consenso sobre cuánto se debe pagar, hay una serie de problemas prácticos sobre cómo debería repartirse la compensación.¹ En la mayoría de los países, la seguridad alimentaria a largo plazo y el crecimiento económico dependen en gran medida de la gestión sostenible de su capital natural en tierras.

La tierra siempre ha estado entrelazada con el desarrollo humano; su función económica solo ha sido históricamente una entre otras muchas. La tierra es un recurso único, valioso e inamovible de cantidad limitada, que proporciona numerosos beneficios a la sociedad. Es el elemento más básico de la subsistencia, valorado por su riqueza por encima y por debajo del suelo. La tierra es un bien socioeconómico estratégico, sobre todo en las sociedades pobres donde la supervivencia y la riqueza a menudo dependen todavía en gran medida del control de la tierra y el acceso a la misma. Como resultado, la tierra está entreverada en una compleja red de temas que abarcan desde relaciones de poder a la economía, desde

Definiciones de la tierra

La UNCCD (CNUCLD) define la tierra como «el sistema bio-productivo terrestre que comprende el suelo, la vegetación, otras biotas y los procesos ecológicos e hidrológicos que tienen lugar dentro del sistema».² De forma alternativa, la tierra se define como «un área delineable de la superficie terrestre, que abarca todos los atributos de la biosfera inmediatamente por encima o por debajo de esa superficie, incluyendo los del clima cercano a la superficie, las formas del suelo y del terreno, la hidrología superficial (incluyendo lagos poco profundos, ríos, pantanos y ciénagas), las capas sedimentarias cercanas a la superficie y las reservas de agua subterránea asociadas a ellas, las poblaciones de plantas y animales (biodiversidad), los patrones de asentamiento humano y los resultados físicos de la actividad humana pasada y presente (terrazas, estructuras para el almacenamiento de agua y drenaje, carreteras, edificios, etc.)».³

significados simbólicos a desigualdades sistémicas. La tierra es un elemento básico en las relaciones sociales variadas y complejas de la producción y el consumo.

EL CARÁCTER MULTIDIMENSIONAL DE LA TIERRA

Negociar eficazmente el uso, gestión y planificación sostenibles de los recursos de la tierra requiere sistemas integradores y enfoques participativos de las partes interesadas en lugar de estrategias lineales y sectoriales. Una perspectiva ambiciosa requiere ver y comprender la tierra en todas sus dimensiones. En la Figura 1.1 presentamos perspectivas orientativas sobre el significado de la tierra para mostrar la diversidad de los retos, problemas y prioridades a los que se enfrentan los distintos actores.

Por supuesto, se trata únicamente de estereotipos con fines ilustrativos. La mayoría de las partes interesadas tienen variadas opiniones sobre los usos específicos de la tierra y sobre el concepto mismo de la tierra. A menudo encajan en más de una categoría, o pueden tener puntos de vista significativamente diferentes de la mayoría. Por definición, un enfoque holístico refleja mejor la diversidad de puntos de vista y facilita una mayor comprensión de los compromisos y las sinergias en la identificación de las soluciones más apropiadas para ampliar las prácticas de gestión sostenible.



Los agricultores y los ganaderos agroindustriales

la consideran una oportunidad de negocio y un bien lucrativo.



Las empresas madereras, de papel y celulosa

se centran en los árboles, mientras que los sectores de la minería y la energía se interesan principalmente en lo que está por debajo de la superficie de la tierra.



Los agentes urbanísticos y los colonos fronterizos

buscan constantemente tierras para expandir el ámbito humano y crear riqueza económica. Los jardineros y los arquitectos disfrutan de la idea de modificar o transformar paisajes en la búsqueda de una mejora estética de nuestro entorno cultural.



Los artistas, los filósofos y los turistas

ven la tierra como un descanso o un refugio, una fuente de espiritualidad, inspiración y belleza.

LA TIERRA COMO PROPIEDAD PRIVADA

La tierra como propiedad privada es un fenómeno relativamente reciente y está más marcado en algunas culturas que en otras. En muchos países, el gobierno todavía controla vastas extensiones de tierra, pero algunas de las más productivas fueron y están siendo reasignadas o vendidas como propiedad privada a individuos y corporaciones. La adquisición por parte tanto del estado como de entidades privadas⁴ puede tener efectos devastadores en las personas que tradicionalmente han vivido en la tierra, pero no disponen de un título de propiedad oficial o legal.⁵

Aunque la tierra siempre ha sido un bien especialmente valorado y fiable, un sistema político y jurídico excluyente que fomenta la propiedad privada ha cambiado la relación de la gente con la tierra, particularmente en áreas urbanas y otras con alto valor económico.⁶ Grandes extensiones de tierra cambian de manos por todo el mundo por medio de transacciones sujetas a diferentes grados de regulación y formalidad, aunque hay intentos de promover normas voluntarias sobre la gobernanza de la tenencia.⁷

En algunos países en desarrollo, en las últimas décadas ha habido una consolidación significativa de la tenencia de tierras, y la titulación legal de propiedades es ahora habitual y está estrechamente vinculada a la creación de riqueza. Históricamente, muchas tierras rurales de todo el mundo, que tradicionalmente eran propiedad de y estaban regidas por comunidades locales y pueblos indígenas conforme a sistemas consuetudinarios de tenencia, han sido adquiridas por el estado. Hace no mucho tiempo, algunos países han iniciado el proceso de renunciar al control estatal de la tierra, devolviéndoselo a los pueblos indígenas y a las comunidades locales.⁸

Las personas que viven en el mundo desarrollado esperan que la propiedad de la tierra esté claramente identificada, cartografiada y protegida por el título legal y respaldada por las instituciones asociadas a la administración de tierras. Sin embargo, en gran parte del mundo en desarrollo, los derechos de propiedad individuales no son reconocidos, y los derechos sobre los recursos naturales a menudo son compartidos por diferentes usuarios dentro de las comunidades locales.⁹ Por ejemplo, en África Occidental, diferentes grupos de usuarios (p. ej., hombres, mujeres, agricultores, ganaderos, iglesias) pueden tener derechos y acceso a diferentes partes del mismo recurso terrestre: los árboles de un bosque administrado por la comunidad proporcionan forraje para el ganado; las mujeres recolectan las frutas y verduras; los hombres extraen la madera. Además, incluso en este sistema de superposición del uso de la tierra, el acceso compartido puede variar en diferentes épocas del año.¹⁰

Los sistemas jurídicos de derecho escrito no siempre son apropiados o suficientemente flexibles para lidiar con la complejidad del uso consuetudinario de la tierra. Por otro lado, cuando los derechos a la tierra no están oficialmente establecidos o regulados por las autoridades gubernamentales, pueden ser desestimados con frecuencia debido a la creciente presión y competencia por los recursos de la tierra. Ignorar la lógica de los sistemas de tenencia consuetudinarios –que sustentan prácticas regenerativas a largo plazo y múltiples usos de las diferentes partes interesadas– puede ser perjudicial tanto para la sociedad como para el medio ambiente.¹¹

Muchos países en desarrollo carecen de leyes adecuadas o no aplican las disposiciones establecidas que determinan legalmente a quién pertenece la tierra y sus recursos. Esto puede llevar a que la propiedad, por defecto, recaiga en manos del estado, individuos poderosos o corporaciones. Estas situaciones suelen tener consecuencias nefastas para los usuarios tradicionales de la tierra, cuyas tierras a menudo son expropiadas sin consentimiento ni compensación, dejándoles alienados de su comunidad y de su propiedad. Diversos factores pueden confluir para despojar a las personas de sus tierras, inducir conflictos y aumentar la migración de las zonas rurales. Los enfoques tradicionales y sostenibles de la gestión de la tierra también a veces se muestran frágiles ante la presión del cambio demográfico o la influencia de la modernidad en las sociedades tradicionales.

LAS TIERRAS COMO BIEN PÚBLICO

La tierra juega un papel importante en la captura y almacenamiento del carbono atmosférico; rige los ciclos biofísicos y proporciona numerosos bienes y servicios que benefician a la sociedad en su conjunto. Sin embargo, si se gestiona mal o se degrada, estas funciones se pierden. Los paisajes son un mosaico de ecosistemas y las comunidades humanas están insertadas dentro de ellos. Por desgracia, el papel de la tierra como bien público y recurso común no goza actualmente de un reconocimiento suficiente en la política y planificación del uso de la tierra.

Una manera de ver la tierra es suponer que pertenece a todo el mundo, donde cada campo o parcela tiene un custodio local.

El papel del custodio en la potenciación y disminución de los impactos positivos y negativos vinculados a los diferentes usos de la tierra puede ofrecer amplios beneficios de gran importancia para la salud del paisaje y la sociedad en general. Por ejemplo, las decisiones individuales de cortar árboles o arar pastos permanentes liberarán carbono, aumentando así los impactos negativos del cambio climático y reduciendo los beneficios públicos.

En Nigeria, algunas llanuras aluviales tienen varios usos superpuestos por diferentes partes interesadas: los pescadores tienen derechos a la tierra durante la temporada de lluvias, estando permitidos diferentes tipos de pesca; los agricultores plantan cultivos durante la estación seca; y los pastores de ganado tienen derechos después de la cosecha, y a los prados no cultivados de la llanura aluvial.¹² En estos tipos de sistemas de uso consuetudinario, la cuestión de «a quién pertenece la tierra» no está clara; incluso el concepto de usuarios primarios frente a secundarios es irrelevante. Los derechos se superponen y se debe tener cuidado para evitar malentendidos cuando se utilizan conceptos tradicionales de derechos de propiedad. La tierra a menudo pertenece a una «comunidad», que puede incluir a diferentes grupos étnicos y usuarios de la tierra, por lo que la definición de los derechos a la tierra a menudo necesita tener en cuenta estos sistemas tradicionales de gobernanza y mecanismos de negociación.

LA TIERRA COMO SENTIDO DE PERTENENCIA

Las cuestiones de pertenencia y propiedad, de derechos y responsabilidades, son difíciles de abordar de un modo simple. Las respuestas se encuentran en un espectro, desde la titulación legal de la tierra, hasta el derecho comunitario y consuetudinario, o hasta un simple sentido de pertenencia. Para muchas personas la tierra está relacionada con la dignidad, la cultura y la identidad. La propiedad de la tierra implica libertad de explotación y de esclavitud; proporciona seguridad y protección. El libre acceso a la tierra puede ser equivalente a la autodeterminación y la garantía de continuidad intergeneracional. Para algunos, las cuestiones de la tenencia de la tierra son fundamentales para los derechos humanos.¹³

Muchas personas se benefician simplemente de vivir y trabajar en la tierra, o derivan su identidad cultural o espiritual de su lugar dentro del entorno. Estar en contacto directo con la tierra puede traer beneficios tanto mentales como físicos; también puede reforzar quiénes somos y dónde estamos, dándonos un sentido de nosotros mismos y de formar parte de un lugar. Para las comunidades y sociedades con fuertes conexiones espirituales con la tierra, las prácticas de gestión sostenible son a menudo una parte integral de sus tradiciones, como los bosques sagrados en la India y los bosques de la iglesia en Etiopía.

Durante los últimos años, ha surgido el concepto de derechos de existencia:¹⁴ los derechos de supervivencia de las especies y las interacciones ecológicas. Las investigaciones demuestran que esta opinión está generalizada en muchas sociedades hoy en día. La mayoría de la gente siente instintivamente que los seres humanos tienen la obligación de evitar la extinción de especies siempre que sea posible. El enorme apoyo a especies icónicas, como el tigre o el panda, que la mayoría de la gente nunca verá en la naturaleza, demuestra que la conservación no es sólo una cuestión de utilidad.

Esta opinión es ahora compartida por la gran mayoría de las principales filosofías y religiones del mundo, que reconocen el deber de custodia. Los líderes de todas las principales religiones han formulado declaraciones que reconocen la obligación moral de los seres humanos de no destruir lo que queda de la naturaleza.¹⁵

La cultura puede tener un papel importante en aunar opiniones divergentes sobre cómo los seres humanos se adaptan a o alteran sus paisajes. Si bien los aspectos culturales de la tierra varían mucho según la región y evolucionan a medida que se pueblan nuevas regiones, los mercados de productos procedentes de la tierra se están volviendo globales. El efecto de estos motores económicos externos puede influir significativamente, o incluso destruir, el sentido original de pertenencia a un lugar. Esta dicotomía entre tradición y modernidad, típica del mundo globalizado, aumenta las posibilidades de discordia en torno al uso y gestión de la tierra. Mientras algunos dan prioridad al valor de mercado de la tierra, determinado por su valor de cambio, otros piensan que independientemente de la intervención humana, la tierra tiene un valor intrínseco en sí misma y temen que esta dimensión se pierda cuando hay un impulso para maximizar el beneficio.

Tabla 1.1: Vínculos entre la religión y el pensamiento ambiental¹⁶

Religión	Vínculos con el pensamiento ambiental
Baha'í	Fundada por el persa Baha'u'llah. Cree que todos los líderes religiosos son manifestaciones de Dios y todas las escrituras son sagradas. La naturaleza y las Sagradas Escrituras son los «dos libros» de la revelación. Shoghi Effendi, bisnieto de Bahá'u'lláh, señaló: «El hombre es orgánico con el mundo. Su vida interior moldea el medio ambiente y éste también resulta profundamente afectado por ella». ¹⁷
Budismo	Enseña el respeto y la interconexión de la naturaleza; las plantas y los animales están incluidos en los planes de salvación. ¹⁸ Gautama Buda nació, alcanzó la iluminación y murió bajo los árboles. Los árboles sagrados son decorados y venerados. El budismo defiende la protección, como el ridam de Bhután, una prohibición anual de entrar en un bosque de montaña concreto. ¹⁹
Cristianismo	Enseña que toda la creación es un acto de amor de Dios y que la humanidad no puede destruir las creaciones de Dios sin el riesgo de destruirse a sí misma. San Francisco fue uno de los primeros defensores de la custodia ecológica. Ha habido declaraciones de líderes cristianos relacionadas con la crisis ecológica. ²⁰ El Papa Francisco publicó una encíclica en 2015 pidiendo la protección de la naturaleza. ²¹
Taoísmo	Tradicionalmente se cree que fue fundado por Lao Tzu. Enfatiza la interacción armoniosa con el medio ambiente, simbolizada por un equilibrio entre dos fuerzas opuestas de Yin y Yang. ²² Chuang Tzu, un taoísta erudito, advierte contra la idea de que toda la naturaleza debe ser «útil» y subraya su valor existencial. ²³ La interpretación moderna hace hincapié en la ecología.
Hinduismo	La tierra es venerada como Bhumi, la «Madre Tierra». Hay muchas referencias a la conservación; por ejemplo, el Arthashastra prescribe multas por destruir árboles. ²⁴ La construcción de presas en los ríos más sagrados de la India, el Ganges y el Narmada, generó protestas en parte por razones religiosas. ²⁵ Durante el movimiento de Chipko, las mujeres evitaron la destrucción del bosque rodeando los árboles con sus cuerpos. ²⁶
Jainismo	Los jainistas minimizan el daño a todas las formas de vida y sus enseñanzas hacen hincapié en la solidaridad y la compasión con todos los seres vivos. ²⁷ Mahavira declaró: «Quien descuida o ignora la existencia de la tierra, el aire, el fuego, el agua y la vegetación desprecia su propia existencia, que está entrelazada con ellos». El Instituto de Jainología elaboró la Declaración jainista sobre la naturaleza de 1990. ²⁸
Judaísmo	En el pasado, la reacción al panteísmo menoscabó la importancia de la naturaleza, aunque esto está cambiando. ²⁹ El Árbol de la Vida es una de las imágenes más poderosas del judaísmo. La plantación de árboles ha sido una práctica ampliamente observada, particularmente en los últimos tiempos, y la Torah ordena la creación de cinturones verdes alrededor de las ciudades (Números 35:4). Los árboles siguen siendo objeto de adoración en Israel. ³⁰
Islam	Las enseñanzas de Alá en el Corán afirman que los seres humanos son custodios de la naturaleza, pero la naturaleza pertenece a Dios. ³¹ Los ríos y los lagos necesitan una franja de protección, y se alienta la plantación de árboles y la bondad hacia los animales. El Islam desarrolló el uso del hima, la protección de la tierra para el pastoreo, la apicultura, los bosques o el agua, ³² que todavía se practica en Jordania y Arabia Saudita. ³³
Sintoísmo	El sintoísmo fue la religión tradicional del Japón antes del budismo. Hay muchas deidades sin jerarquía formal ni doctrina, pero estrechamente vinculados a la naturaleza. Las ceremonias apelan a los kami, fuerzas de la naturaleza en las montañas, manantiales, árboles, etc. Los bosques sagrados son importantes, incluyendo tanto las áreas cultivadas como las naturales.
Sijismo	Los sijes creen en un único Dios y sus escrituras sagradas están contenidas en el Guru Granth Sahib. Guru Nanak dijo: «Dentro del Universo, la Tierra fue creada para ser un santuario». Toda la naturaleza es sagrada según la religión sij. El sijismo sigue un ciclo de trescientos años; el ciclo actual, que termina en 2299, es considerado el «Ciclo de la Creación» y hace hincapié en las prácticas ambientales.
Zoroastrismo	Fundado por Zoroastro en el actual Irán. Más tarde muchos zoroastrianos se trasladaron a la India, donde se les conoce como Parsis. Consideran que la tierra es sagrada, dando a entender que la vida también es sagrada. La disminución de buitres en la India debido a intoxicación química ³⁴ es un problema para las comunidades parsi, porque las aves son fundamentales para la tradición de disponer de los muertos en «Torres de Silencio.»



© Jason Chen

Cuadro 1.1: Geomitología³⁵

«Así que, de hecho, la tierra es como un gran libro, ¿sabes?» Palabras de Alison Anderson, una anciana Papunya de Australia.³⁶ La cosmovisión eurocéntrica exige que la ciencia esté firmemente separada del «folclore». Si queremos contemplar honestamente los valores culturales y espirituales de la tierra, es preciso reexaminar por completo estos supuestos.

Para un geólogo, las manchas sobre las rocas en la cordillera de Kata Tjuta, en Australia, son «barniz desértico», en parte mineral y en parte la capa microbiana típica de las zonas áridas. Para las culturas Pitjantjatjara y Anangu, son la barba de Wanambi, el rey serpiente que vive en la cumbre. Los geólogos ven en los domos rocosos una historia de 500 millones de años de guijarros, grava, y arena arrastrados hacia un mar antiguo, enterrados, solidificados, inclinados, elevados y erosionados. Para el pueblo aborigen cada cumbre representa –de hecho es– un ser del Tiempo de los Sueños. En 1966, Dorothy Vitaliano, del Servicio Geológico de los Estados Unidos, acuñó la palabra *geomitología* para describir las relaciones entre leyendas y geología.³⁷ Dividió el folclore de inspiración geológica en historias que satisfacen la necesidad humana de explicación (*etiológico*) y las originadas a partir de la observación de acontecimientos reales (*evemerístico*).

Las historias etiológicas de la tierra están presentes en casi todas las culturas indígenas. Para muchos, la tierra lo es todo: forman parte de la tierra y la tierra forma parte de ellos: su despensa, su farmacia y su lugar de culto.³⁸ La tierra misma tiene memoria. Los orígenes de los seres humanos se encuentran invariablemente bajo la superficie; los lugares que permiten adentrarse en la tierra –cañones, cráteres y cuevas– tienen un gran significado espiritual; la concentración de arte rupestre en tales lugares es testimonio de ello. Las

historias evemerísticas también desempeñan un papel fundamental en muchas culturas. Nuestros antepasados han estado vagando por la Tierra desde la gran Edad de Hielo y han relatado historias de cambios en el nivel del mar, inundaciones glaciales y dramáticos cambios climáticos. En 2014 se documentó la evolución de un área glacial en el noroeste de Montana y se descubrió que: «Los procesos hidrológicos desempeñan papeles cruciales tanto en las narrativas geocientíficas como en las tradiciones indígenas ... y las historias tradicionales y las teorías geocientíficas occidentales presentan similitudes intrigantes ...»³⁹

La cosmovisión indígena es intrínsecamente holística: no hay separación entre los seres humanos y la naturaleza, entre la identidad personal y la tierra, y hay un interés creciente en integrar esta visión con el pensamiento científico convencional.⁴⁰ David Bohm, un gran físico teórico, se refiere a la «totalidad ininterrumpida de la totalidad de la existencia como un movimiento fluido sin fronteras».⁴¹ Las propias ciencias de la tierra no se alejan del pensamiento holístico: incluso la habitual separación de lo orgánico e inorgánico comienza a desmoronarse: los minerales pasan por un proceso de lo que se describe como evolución.⁴² La relación entre los individuos y los lugares está influenciada inevitablemente por la cultura y la experiencia.⁴³ En pocas palabras, la tierra es un libro que se puede leer de diferentes maneras y con diferentes traducciones. La comprensión e integración de esos diferentes libros en un sistema híbrido de conocimiento debe ser, sin duda, un requisito previo fundamental para construir los diversos puentes necesarios para el desarrollo sostenible.



CONCLUSIÓN

Reconocer las perspectivas de las diversas partes interesadas y garantizar su participación en la toma de decisiones es un primer paso crucial hacia una mejor gestión y planificación de la tierra. La tierra es propiedad de gobiernos, corporaciones, comunidades e individuos y es gestionada por ellos, pero todos dependemos de la tierra para nuestra salud y bienestar. No podemos permitirnos ignorar esta conexión fundamental.

Los desafíos mundiales, como la degradación de la tierra, son complejos, pero aparecen nuevos modelos que permiten un pensamiento organizado y nuevas soluciones creativas para un uso más eficiente de los recursos de la tierra en el futuro. En un mundo que cambia rápidamente, con presiones y exigencias cada vez mayores sobre nuestras fuentes de recursos naturales, la Perspectiva Global de la Tierra destaca los desafíos y oportunidades para un uso, gestión y planificación sostenibles de la tierra. Esta Perspectiva está pensada para todos nosotros: desde los responsables políticos hasta los pequeños agricultores; desde las corporaciones a las comunidades; desde los consumidores a los productores. Así que pasemos ahora a una breve historia sobre cómo hemos llegado a esta coyuntura.

REFERENCIAS

- 1 Wunder, S. 2005. Payment for Ecosystem Services: Some nuts and bolts. CIFOR Occasional Paper number 42: Center for International Forestry Research, Bogor, Indonesia.
- 2 Article 1 of the Text of the Convention http://www2.unccd.int/sites/default/files/levant-links/2017-01/UNCCD_Convention_ENG_0.pdf
- 3 Convention on Sustainable Development (CSD). 1996. Progress Report on Chapter 10 of Agenda 21. United Nations, New York, NY, USA.
- 4 Peters, P.E. 2013. Conflicts over land and threats to customary tenure in Africa. *African Affairs* 112 (449): 543-562.
- 5 Rulli, M.C., Savioli, A., and D'Odorico, P. 2013. Global land and water grabbing. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 110 (3): 893-897.
- 6 Ting, L., Williamson, I.P., Grant, D., and Parker, J.R. 1999. Understanding the evolution of land administration systems in some common law countries. *Survey Review* 35 (272): 83-102.
- 7 Munro-Faure, P. and Palmer, D. 2012. An overview on the voluntary guidelines on the governance of tenure. *Land Tenure Journal* 1: 5-17.
- 8 <http://www.reuters.com/article/us-indonesia-landrights-indigenous-idUSKBN14V11V>; <http://www.reuters.com/article/us-latam-landrights-idUSKCN1175A1>
- 9 Hart, S. (ed.) 2008. Shared Resources: Issues of Governance. IUCN, Gland, Switzerland.
- 10 Metternicht, G. 2017. Land Use and Spatial Planning to Support Sustainable Land Management. Working paper for the GLO.
- 11 Ibid.
- 12 Thomas, D.H.L. 1996. Fisheries tenure in an African floodplain village and the implications for management. *Human Ecology* 24 (3): 287-313.
- 13 UN Economic and Social Council. 2014. Report of the United Nations High Commissioner on Human Rights. E/2014/86.
- 14 Van Houtan, K.S. 2006. Conservation as virtue: a scientific and social process for conservation ethics. *Conservation Biology* 20: 1367-1372.
- 15 Palmer, M. and Finlay, V. 2003. Faith in Conservation. The World Bank, Washington, DC.
- 16 Adapted from Dudley, N., Higgins-Zogib, L., and Mansourian, S. 2009. The links between protected areas, faiths, and sacred natural sites. *Conservation Biology* 23: 568-577.
- 17 Landau, R. 2002. The Baha'i faith and the environment. In: Timmerman, P. (ed.) *Encyclopedia of global environmental change. Volume 5, social and economic dimensions of global environmental change*. John Wiley and Sons, London. Available from <http://bahailibrary.com/articles/landau.environment.html> (accessed February 2009).
- 18 Swearer, D.K. 1998. Buddhism and ecology: challenge and promise, *Earth Ethics* 10 (1).
- 19 Ura, K. 2004. The herdsman's dilemma. *Journal of Bhutan Studies* 11: 1-43.
- 20 Hessel, D.T. 1998. Christianity and ecology: Wholeness, respect, justice, sustainability. *Earth Ethics* 1: 1.
- 21 http://w2.vatican.va/content/francesco/en/encyclicals/documents/papa-francesco_20150524_enciclica-laudato-si.html accessed November 12, 2016.
- 22 Girardot, N., Miller, J., and Xiaogan, L. (eds.) 2001. *Daoism and Ecology: Ways within a Cosmic Landscape*. Harvard University Press, Cambridge, MA, USA.
- 23 Merton, T. 1960. *The Wisdom of the Desert: Saying of the desert fathers in the 4th century*. New Directions Publishers, New York.
- 24 Narayanan, V. 2001. Water, wood, and wisdom: ecological perspectives from the Hindu traditions. *Daedalus* 130 (4): 179-206.
- 25 Shiva, V. 2002. *Water Wars: Privatization, Pollution and Profit*. Pluto Press, London.
- 26 Weber, T. 1988. *Hugging the Trees: The story of the Chipko movement*. Viking, London.
- 27 Chapple, C.K. 1998. Hinduism, Jainism, and ecology. *Earth Ethics* 10 (1): 16-18.
- 28 Singhvi, L.M. 1990. *The Jain Declaration on Nature*. Jainism Global Resource Center, Alpharetta, Georgia.
- 29 Vogel, D. 1999. *How Green is Judaism?* University of Berkeley, California, USA.
- 30 Dafni, A. 2002. Why are rags tied to the sacred trees of the Holy Land? *Economic Botany* 56 (4): 315-327.
- 31 Foltz, R., Denny, F.M., and Baharuddin, A. 2003. *Islam and Ecology: A Bestowed Trust*. Harvard University Press, Cambridge MA, USA.
- 32 Bagader, A.A., Al-Chirazi El-Sabbagh, A.T., As-Sayyid Al-Glayand, M., and Izzi-Deen Samarra, M.Y. 1994. *Environmental Protection in Islam*, 2nd edition, IUCN Environmental Policy and Law paper No. 20. Gland, Switzerland.
- 33 Sulayem, M. and Joubert, E. 1994. Management of protected areas in the kingdom of Saudi Arabia. *Unasylva* no. 176. UN Food and Agricultural Organization, Rome.
- 34 Green, R.E., Newton, I., Schultz, S., Cunningham, A.A., Gilbert, M., et al. 2004. Diclofenac poisoning as a cause of vulture population declines across the Indian subcontinent. *Journal of Applied Ecology* 41: 793-800.
- 35 Welland, M. 2017. <So the land is actually like a big book, you know?> Working paper for the GLO.
- 36 Miller, G. (Producer). 2007. *The Australian landscape: a cultural history* (Radio broadcasts, four episodes). Canberra: Australian Broadcasting Corporation. Retrieved from <http://www.abc.net.au/rn/legacy/features/landscape/default.htm>
- 37 Vitaliano, D.B. 1974. *Legends of the Earth: Their geologic origins*. Indiana University Press, Bloomington, IN.
- 38 Rose, D.B. 1996. *Nourishing Terrains: Australian Aboriginal views of landscape and wilderness*. Australian Heritage Commission, Canberra, NSW.
- 39 Johnson, A.N., Sievert, R., Durglo, M. Sr., Finley, V., Adams, L., et al. 2014. Indigenous knowledge and geoscience on the Flathead Indian Reservation, Northwest Montana: implications for place-based and culturally congruent education. *Journal of Geoscience Education* 62 (2): 187-202.
- 40 Aikenhead, G. and Michell, H. 2011. *Bridging culture, indigenous and scientific ways of knowing*. Pearson, Don Mills, ON.
- 41 Bohm, D. 1980. *Wholeness and the implicate order*. Routledge and Kegan Paul, London and Boston.
- 42 Hazen, R.M., Grew, E.S., Downs, R.T., Golden, J., and Hystad, G. 2015. Mineral ecology: Chance and necessity in the mineral diversity of terrestrial planets. *Canadian Mineralogist* 53: 295-324.
- 43 Tuan, Y-F. 1974. *Topophilia: A study of environmental perceptions, attitudes, and values*. Columbia University Press, New York.

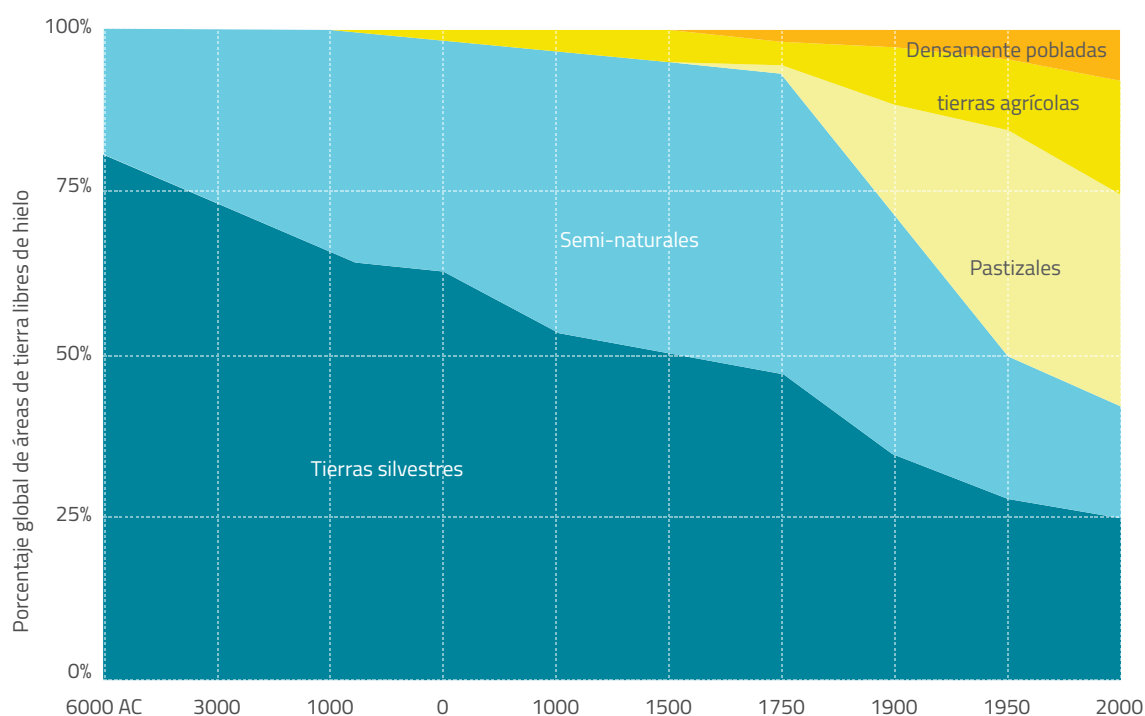
BREVE HISTORIA DEL USO DE LA TIERRA

Existe una amplia evidencia que apunta a que la alteración humana directa de los ecosistemas terrestres por la caza, la búsqueda de alimento, el desmonte de tierras, la agricultura y otras actividades comenzó hace unos 12 000 años. La agricultura, denominada en ocasiones la «revolución del Neolítico», comenzó paulatinamente a transformar las sociedades y el modo de vida de las poblaciones; se abandonaron los estilos de vida tradicionales de cazadores y recolectores en favor de asentamientos más permanentes y un suministro más seguro de alimentos. Esta transformación resultó especialmente significativa en algunas regiones, que experimentaron cambios a largo plazo derivados del desmonte de tierras, de la mayor frecuencia de los incendios, las extinciones de megafauna, las invasiones de especies y la erosión del suelo.

El uso de la tierra agrícola comenzó hace unos 8000 años, extendiéndose en Mesopotamia y las zonas del Creciente Fértil del sudoeste asiático y, posteriormente, en China, la India y Europa. Se desarrollaron métodos intensivos de uso de la tierra en la India, especialmente en las llanuras del Ganges; en China, a lo largo de las partes bajas de los ríos Amarillo y Yangtsé; en África, en todo el Sahel; y en Sudamérica, a lo largo de los Andes. Esta expansión agrícola dio lugar al desarrollo de formas más complejas de organización social. Las tierras fértiles y la domesticación de las especies de cultivos alimentarios silvestres permitieron a las tribus nómadas establecerse y formar las primeras ciudades. Las zonas de bosques secos neotropicales de Sudamérica, por ejemplo, desempeñaron un papel fundamental en el nacimiento de las civilizaciones precolombinas, como la incaica.

Hace aproximadamente 6000 años, la expansión agrícola se había extendido por la mayoría de los continentes, y ocasionaba el desmonte de vegetación autóctona y el sacrificio, o la domesticación, de herbívoros. La flora y la fauna autóctonas fueron sustituidas por prácticas intensivas de ordenación de cultivos y de ganado a medida que las poblaciones humanas crecían y se hacían más densas. A partir del año 1750 aproximadamente, la transformación de la tierra inició una aceleración, y los cambios rápidos en el uso de la tierra siguen siendo una tendencia dominante hoy en día.

Figura 2.1:
Transformación de la biosfera a lo largo de 8000 años: Adaptado de,⁴
Basado en⁵



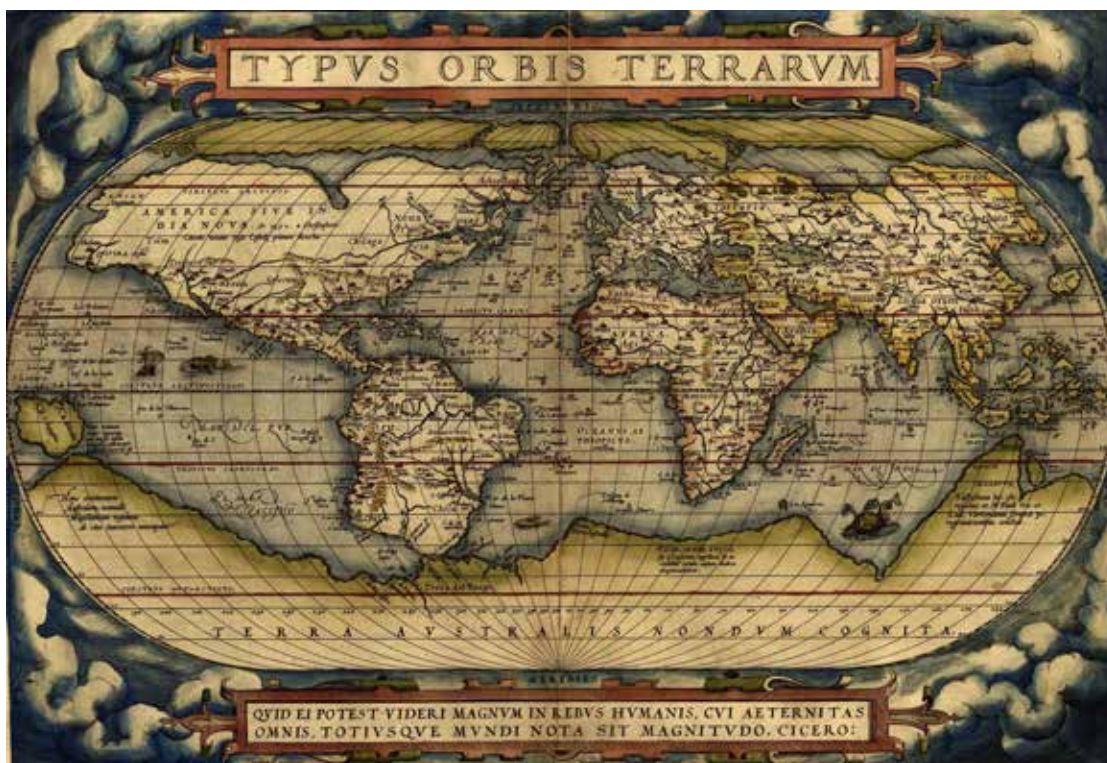
LA ERA COMÚN

A principios de la Era Común (CE, por su sigla en inglés), hasta el 60 por ciento de la tierra de Europa estaba siendo utilizada por los seres humanos, aunque con fluctuaciones significativas ya que algunas áreas fueron abandonadas en diferentes periodos debido a guerras, hambrunas y otros acontecimientos que afectaron a las poblaciones humanas. Llegados a la Edad Media (siglos XIV y XV), la intensidad del uso de la tierra tanto en Europa como en China se vio incrementada en gran medida debido al desarrollo de ciudades y poblaciones. Durante el mismo periodo, casi el 90 por ciento de los pueblos indígenas de las Américas murió como consecuencia del contacto con Europa, a causa de las matanzas y, principalmente, de las enfermedades. Esto

llevó a un nuevo crecimiento masivo de la vegetación natural, especialmente de los bosques del Amazonas, los Andes, Mesoamérica y las áreas occidentales de Norteamérica.¹

Estos cambios de uso de la tierra antes del año 1700 fueron mucho más pequeños, más localizados y menos intensivos que los que llegaron más tarde, pero aun así transformaron paisajes, p.ej., de bosques cerrados a bosques abiertos, alterando suelos, regímenes de incendios y pautas regionales de biodiversidad.² En algunos casos, se cree que poblaciones humanas relativamente pequeñas realizaron extensos y profundos cambios ecológicos hace más de 3000 años.³

Figura 2.2: Theatrum Orbis Terrarum:
Reproducido con autorización⁷



EL MAPA QUE CAMBIÓ EL MUNDO

En 1564, Abraham Ortelius, cartógrafo de 37 años de Amberes, elaboró lo que ampliamente se considera el primer atlas moderno, conocido como *Theatrum Orbis Terrarum*. Esta obra proporcionó, por primera vez, un mapa universal claramente distinguible.⁶ Pero no todo era exacto: la Antártida era demasiado grande; Sudamérica, demasiado estrecha; y Australasia aún estaba por descubrir. No obstante, incluso para el observador medio se trata claramente de un mapa del mundo. Las décadas siguientes fueron testigo de un crecimiento espectacular de la cartografía, principalmente en Europa, y llegados a la mitad del siglo XVII, la exactitud de los mapas del mundo había mejorado significativamente. Los nuevos mapas impulsaron nuevos descubrimientos: una búsqueda de nuevas tierras, nuevas experiencias y nuevos productos. La era de la exploración había comenzado, conduciendo rápidamente al colonialismo y a la explotación a gran escala de los recursos naturales de todo el globo.

La historia de la topografía y cartografía universales ejerció una enorme influencia sobre el desarrollo de la propia imagen de la humanidad en relación con el mundo natural. Anteriormente, las dos habían sido consideradas una, pero ahora la naturaleza existía como objeto, separado de la humanidad y con valor adscrito únicamente en la medida de su utilidad a la misma.⁸ Este aspecto finalmente ocasionó una profunda reconfiguración de la relación entre la tierra y la sociedad en algunas partes del mundo.⁹ En este sentido, la revolución científica del siglo XVII incluyó,

particularmente a través de Francis Bacon, pero también de René Descartes, llamamientos a la «conquista», el «dominio» y el «control» de la naturaleza.¹⁰ La creencia de que el progreso tecnológico podría superar todas las limitaciones impuestas por la naturaleza se convirtió en el sustento primordial de las estrategias políticas y económicas mundiales.¹¹

Aunque los contornos generales del mundo se hacían más familiares, se conocía menos acerca de lo que se encontraba más allá de las líneas costeras: la mayor parte del interior de África, las Américas y Australasia permanecían sin descubrir. Se ha calculado que la población del mundo en aquella época era de unos 500 millones de personas¹², una cifra de unos meros 8 seres humanos por kilómetro cuadrado, en comparación con la media de 57 de hoy en día.¹³ La agricultura y la minería artesanales se practicaban a pequeña escala, y los bosques se mantenían inalterados en grandes partes de los trópicos. A medida que se continuaban abriendo nuevas fronteras terrestres, los costes sociales y medioambientales de la explotación se consideraban difusos o fácilmente compensables. Más recientemente se ha comprendido que esta nueva red de comunicaciones y relaciones transformó el sistema alimentario y el paisaje en un período relativamente corto.¹⁴

UN NUEVO PARADIGMA ECONÓMICO

Las fuerzas de la ciencia y la economía se unieron para transformar completamente la idea de la naturaleza. La noción de un mundo sin límites y construido por el hombre¹⁵ fue acogida y reafirmada por los muchos viajes de exploración realizados, principalmente desde Europa. Los colonialistas obtuvieron abruptamente acceso a lo que parecía ser una reserva ilimitada de recursos naturales¹⁶, y en este proceso externalizaron su huella ecológica.¹⁷

Entre tanto, el pensamiento económico experimentó su propia revolución, que llevó a una filosofía basada en el libre comercio y la maximización del interés individual.¹⁸ La tierra¹⁹, como principal fuente de riqueza en la economía clásica, perdió su papel principal durante la transición a la economía neoclásica, siendo sustituida por las nociones de utilidad marginal y productividad. La distinción entre riqueza y valor, o valor de uso y valor de cambio, fue abandonada: los mayores costes sociales y medioambientales de la acumulación de capital²⁰ fueron en gran medida ignorados en el nuevo paradigma económico.²¹ Entre 1700 y 2000, la biosfera terrestre

Figura 2.3: La relación entre el capital natural y la seguridad humana:
Adaptado de³⁵



realizó la crítica transición de predominantemente salvaje a predominantemente antropogénica.²²

Desde el punto de vista del cálculo de valor capitalista, la tierra es considerada un obsequio gratuito de la naturaleza²³, a menudo denominada «bienes gratuitos» en la economía moderna. La consecuencia inherente de tal acumulación de capital fue y es la explotación desenfrenada de los bienes comunes^{24,25} y una degradación medioambiental acelerada.²⁶ La historia de la civilización está plagada de ejemplos de prácticas no sostenibles en la ordenación de la tierra, lo que ha ocasionado la deforestación y la degradación del suelo,²⁷ y, con el tiempo, el colapso de la sociedad. No obstante, fue la combinación de las nuevas relaciones en el consumo de productos, la reconfiguración de la riqueza y las nociones del valor, y la agricultura industrializada, las que despejaron el camino para la rápida y sistemática intensificación del uso de la tierra.

LA TIERRA COMO CAPITAL NATURAL

Más recientemente, la producción en serie ha dado lugar a una economía basada en el consumo masivo y con obsolescencia incorporada, en la que el crecimiento económico es el único y fundamental objetivo e indicador del desarrollo, medido según el Producto Interior Bruto (PIB). Mientras que sus seguidores acérrimos descartan cualquier límite al crecimiento,²⁸ existe una oposición fuertemente discrepante frente a este paradigma, encabezada por el Club de Roma en los años 1970²⁹ y que continúa hoy. No ha sido hasta el siglo XX que la mayoría de los economistas han empezado a hablar del capital natural (incluida la tierra) en los mismos términos de importancia que el capital humano y el capital construido;³⁰ a comprender la forma y la importancia del capital natural para –y los efectos de su agotamiento sobre– el bienestar del ser humano; y a explorar los costes y los efectos de la degradación de la tierra sobre el crecimiento económico.^{31,32}

Si bien este desarrollo apunta a que se da un paso en la dirección adecuada, también conlleva el profundo riesgo de avanzar en la visión de la naturaleza como objeto de consumo. La motivación original de este enfoque económico fue obtener apoyo político y empresarial para la conservación de los recursos naturales y su uso sostenible, al haber demostrado poseer valores tanto tangibles como intangibles. Esta visión sigue siendo valiosa y pertinente. En algunos casos, el enfoque se ha transformado y busca recibir pagos por servicios en el ecosistema, suponiendo que tal remuneración garantizará su suministro.^{33,34}

Cuadro 2.1: La venganza de la naturaleza

El poder de los sistemas sociales humanos para transformar la Tierra de una forma destructiva, provocando así la «venganza» de la naturaleza, ya era patente y se observaba a finales del siglo XVIII y comienzos del XIX. Por ejemplo, en 1848 el botánico alemán Matthias Schleiden afirmó que «los países que ahora no tienen árboles y sí áridos desiertos, como una parte de Egipto, Siria, Persia y otros, estuvieron anteriormente densamente poblados de árboles y atravesados por arroyos» pero ahora estaban «secos o encogidos dentro de estrechos límites» y expuestos a la fuerza plena del sol. Atribuyó esos cambios medioambientales principalmente a la destrucción por los humanos de los bosques, y concluyó «A su paso, [el hombre] deja desiertos, una tierra deformada y arruinada, y es culpable del despilfarro irreflexivo de tesoros vegetales... en su búsqueda egoísta de beneficios, consciente o inconscientemente, siguiendo el abominable principio de gran vileza [sic] moral que un hombre expresó en una ocasión, «après nous, le déluge» (↳después de nosotros, el diluvio), él [el hombre] comienza de nuevo su obra de destrucción.»³⁶

EXPLOSIVOS Y TRACTORES

Los procesos industriales de los últimos tres siglos han sido motores cruciales del cambio global antropogénico, incluido el cambio en el uso de la tierra y la conversión de los ecosistemas. A principios del siglo XIX, la población mundial había doblado su número en unos pocos cientos de años,³⁷ y la demanda de madera, energía, metales y minerales preciosos estaba a punto de crecer de forma exponencial: la revolución industrial había comenzado. Este hecho cambiaría profundamente el mundo. Actualmente nos enfrentamos a su legado, y seguiremos haciéndolo hasta bien entrado el siglo XXI.

Si bien la extracción de minerales preciosos de la tierra empezó en una época tan temprana como el año 3000 a.C. en Egipto,³⁸ se realizaba a pequeña escala y dependía fuertemente de la mano de obra. El incremento en la explotación de minas y canteras a gran escala se remonta a principios del siglo XVII. En 1627 se introdujo el uso de explosivos, lo que permitió que la escala de la minería aumentase espectacularmente, mientras que la implantación de la máquina de vapor, algunos años después, disparó la demanda de minerales energéticos. La demanda de minerales, como el mineral de hierro y el carbón, junto con la leña en la revolución industrial, daría lugar a nuevas demandas respecto a los recursos de la tierra por parte de una población en rápido crecimiento y en busca de riqueza y prosperidad. Otros minerales, como el oro y las piedras preciosas, verían aumentada su importancia y se convertirían en monedas de facto pese a no añadir apenas nada a la riqueza real.³⁹

Si bien las prácticas agrícolas se remontan a unos 10 000 años o más, fue el sector industrial, con su aumento de los salarios y la demanda de alimentos junto con

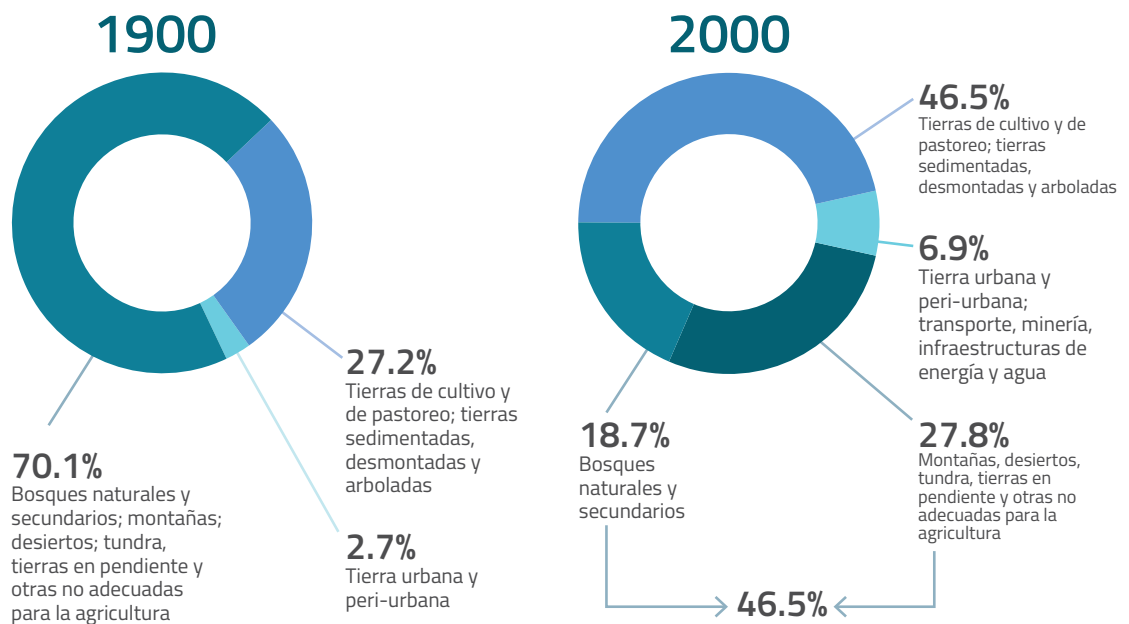
una población creciente, el que cambió el enfoque y la escala de la agricultura. En los siglos XVII y XVIII, debido al aumento de la necesidad de alimentos y combustibles baratos, se introdujeron cambios significativos en los sistemas agrícolas, como la rotación de cultivos, la cría selectiva de animales, los cercados y la mecanización: el advenimiento de la agricultura industrial.

La creciente demanda de alimentos, energía y agua baratos desencadenó la necesidad de cultivar la tierra de manera diferente. Los avances tecnológicos subsiguientes, como la mecanización, hicieron posible este cambio y alentaron su intensificación. En 1901 se introdujo el primer tractor con motor, lo que allanó el camino para sustituir a los animales de tiro y comenzar una era de agricultura intensiva en energía. Durante los últimos cien años, la aplicación de la ciencia agrícola creció espectacularmente como respuesta a la demanda de alimentos. La «revolución verde» de principios de la década de 1970 fue testigo de aumentos significativos de la producción, además de una mayor intensidad del uso de fertilizantes y pesticidas. Si bien las cosechas aumentaron considerablemente en términos generales, ofreciendo una solución a las amenazas inminentes de escasez de alimentos, se vieron acompañados de efectos ambientales no deseados, así como de una importante expansión y consolidación de las tierras utilizadas para la producción agrícola y ganadera.

No hay duda de que la agricultura moderna ha tenido éxito en el aumento de la producción de alimentos. Contrariamente a las predicciones de Thomas Malthus⁴⁰, la producción de alimentos ha alcanzado, e incluso superado, el ritmo de crecimiento de la población. Sin embargo, aproximadamente la mitad de la superficie del mundo ha sido convertida en pastos para animales domesticados, cultivos o bosques de producción, lo que ha traído consigo la pérdida de más de la mitad de los bosques del mundo.⁴¹ Esta expansión e intensificación ha ocasionado efectos ambientales devastadores en los ámbitos local, nacional y mundial.

La demanda de minerales, como el mineral de hierro y el carbón, además de la leña en la revolución industrial, daría lugar a nuevas demandas respecto a los recursos de la tierra por parte de una población en rápido crecimiento y en busca de riqueza y prosperidad

Figura 2.4: Un siglo de cambios en el uso de la tierra: Basado en 1900⁴⁷ y 2000⁴⁸



UN SIGLO DE CAMBIOS EN EL USO DE LA TIERRA

Muchos factores han impulsado el crecimiento de las ciudades y la transición de la vida rural al medio urbano. Las ciudades existen por múltiples razones, y la diversidad de las características urbanas se remonta a la amplia variedad de funciones que desempeñan: desde el transporte a la seguridad, incluidas, por supuesto, las funciones del mercado, inicialmente para los excedentes agrícolas y posteriormente para otros bienes y servicios, entre los que se encuentran la banca y las finanzas. Las ciudades solían ubicarse en zonas de importancia estratégica: centros de comercio, cercanas a fértil tierra agrícola, con presencia de complejos gubernamentales y militares, etc.

El tamaño, el ritmo y la naturaleza de la urbanización han constituido características definitorias de los siglosXX y XXI. Si bien las rápidas tasas de crecimiento de la población urbana durante el siglo pasado se han producido en menos del 3 por ciento de la superficie terrestre del mundo, su impacto ha sido mundial. Aproximadamente el 78 por ciento de las emisiones de carbono, el 60 por ciento del uso residencial del agua y el 76 por ciento de la madera utilizada para fines industriales se atribuyen a zonas urbanas.⁴² Se ha calculado que hasta la mitad del siglo XIX, únicamente entre un 4 y un 7 por ciento de la población mundial vivía en ciudades. La expansión temprana de las ciudades tendió a ser horizontal: se ha estimado que cuando la población de ciudades como Londres y París se expandió veinte veces, su correspondiente espacio de tierra lo hizo doscientas veces.

El cambio del uso de la tierra para construir ciudades y responder a las demandas de las poblaciones urbanas en crecimiento crea otros tipos de cambios medioambientales. En 2007 se produjo una transición importante cuando, por primera vez en la historia, pasamos de ser principalmente habitantes rurales a ser mayoría de habitantes urbanos.⁴³ Las poblaciones urbanas dependen de las capacidades productivas de los ecosistemas existentes mucho más allá de los límites de sus ciudades. Sus llamadas «huellas ecológicas», específicamente las necesarias para producir los flujos de bienes y servicios (incluida la absorción de residuos) que sostienen el bienestar humano y su calidad de vida, son entre decenas y cientos de veces superiores que la zona urbana que realmente ocupan.⁴⁴ La respuesta a este problema ha consistido en un enfoque renovado de la agricultura intensiva, concentrada en las tierras más productivas y operando según un modelo del sector agroindustrial, con creciente influencia de los sistemas de comercio e investigación.⁴⁵ Si bien los habitantes urbanos siempre han confiado en el excedente agrícola, la magnitud actual no tiene precedentes.⁴⁶ La demanda de productos agrícolas ha constituido el factor histórico más importante de cambio del uso de la tierra.

Muchos pueblos han definido su cultura y sus valores en función de las tierras que ocupan. Históricamente, los pueblos indígenas han mantenido una estrecha e íntima relación con la tierra.

LOS VALORES DE LA TIERRA NO RELACIONADOS CON EL MERCADO

La tierra ofrece más que recompensas económicas o financieras, ya sea procedentes de la agricultura, de la silvicultura o de la minería. Muchos pueblos han definido su cultura y sus valores en función de las tierras que ocupan. Históricamente, los pueblos indígenas han mantenido una estrecha e íntima relación con la tierra.⁴⁹ Las tierras han sido universalmente celebradas por su valor intrínseco e inestimable en términos religiosos, espirituales, estéticos y recreativos. La gente aprecia los paisajes, otorgándoles un valor incalculable más allá de su valor de cambio.

En el ámbito nacional, casi todos los países han delimitado parte de su territorio como zonas protegidas para ser conservadas a perpetuidad. Estas tierras y aguas protegidas proporcionan un legado que disfrutarán las generaciones futuras. Los primeros parques nacionales de África, la India, Australia y Estados Unidos fueron creados a finales del siglo XIX. En la actualidad, aproximadamente el 15 por ciento de la superficie terrestre y de las aguas interiores del mundo están calificadas como áreas protegidas, lo que indica que estamos profundamente preocupados por preservar la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas, así como la majestuosidad y belleza del paisaje.

También se reconoce internacionalmente un número creciente de áreas protegidas. Las Naciones Unidas han reconocido de forma explícita que la tierra incorpora valores importantes más allá del ámbito financiero. Los lugares reconocidos como Patrimonio de la Humanidad por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, que incluyen sitios culturales y naturales, siguen siendo un poderoso símbolo que reconoce los valores culturales, sociales y espirituales de nuestras tierras. Hasta la fecha, más de 1000 sitios han sido reconocidos como Patrimonio de la Humanidad, de los cuales más de 200 han sido clasificados como sitios naturales o de uso mixto. Se considera que los sitios naturales representan «fenómenos naturales superlativos y hábitats naturales significativos para la conservación in situ de la diversidad biológica».⁵⁰

CONCLUSIONES

La comprensión de la cantidad finita de recursos naturales a nuestra disposición, el reconocimiento de su importancia para nuestra supervivencia y una mayor conciencia del ritmo al que los estamos agotando y degradando, ha creado un nuevo paradigma en la opinión pública. El crecimiento de las preocupaciones ecológicas basadas en la sostenibilidad de los sistemas naturales y sus componentes tiene su origen en una amplia gama de disciplinas académicas. El cambio climático se ha convertido en una importante fuerza catalizadora que afecta –y se ve afectada por– al uso y gestión de los recursos terrestres, aspecto que vincula en mayor medida la tierra a todas las dimensiones de la seguridad humana.

La fuerza de este fenómeno continúa creciendo en los ámbitos nacional e internacional. En la preparación de Rio+20, dos décadas después de que se celebrara la crucial Cumbre de la Tierra de 1992 en Río de Janeiro, la UNCCD (CNULD) estableció una ambiciosa agenda para lograr la neutralidad de la degradación de la tierra para 2030.⁵² La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas, adoptada en 2015, establece una serie de Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y unos propósitos que fomentan un uso, gestión y planificación más juiciosos de la tierra. El ODS 15, en particular, pone el acento sobre la necesidad de ampliar las prácticas de gestión transformadora con el objetivo de «Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar los bosques de forma sostenible, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y poner freno a la pérdida de la diversidad biológica».⁵³

No hay duda de que el planeta está alcanzando una coyuntura crítica en términos de cómo usamos y gestionamos nuestros recursos de la tierra. La demanda de estos recursos no hará sino aumentar, y por ello en la segunda parte de este documento se examinarán los distintos escenarios futuros. El uso sostenible de la tierra consiste tanto en garantizar que la tierra esté protegida y cuidada para las generaciones sucesivas, como en proporcionar oportunidades sociales y económicas en la actualidad. Lograr el equilibrio entre ambas seguirá siendo un reto que no desaparecerá durante el siglo XXI.



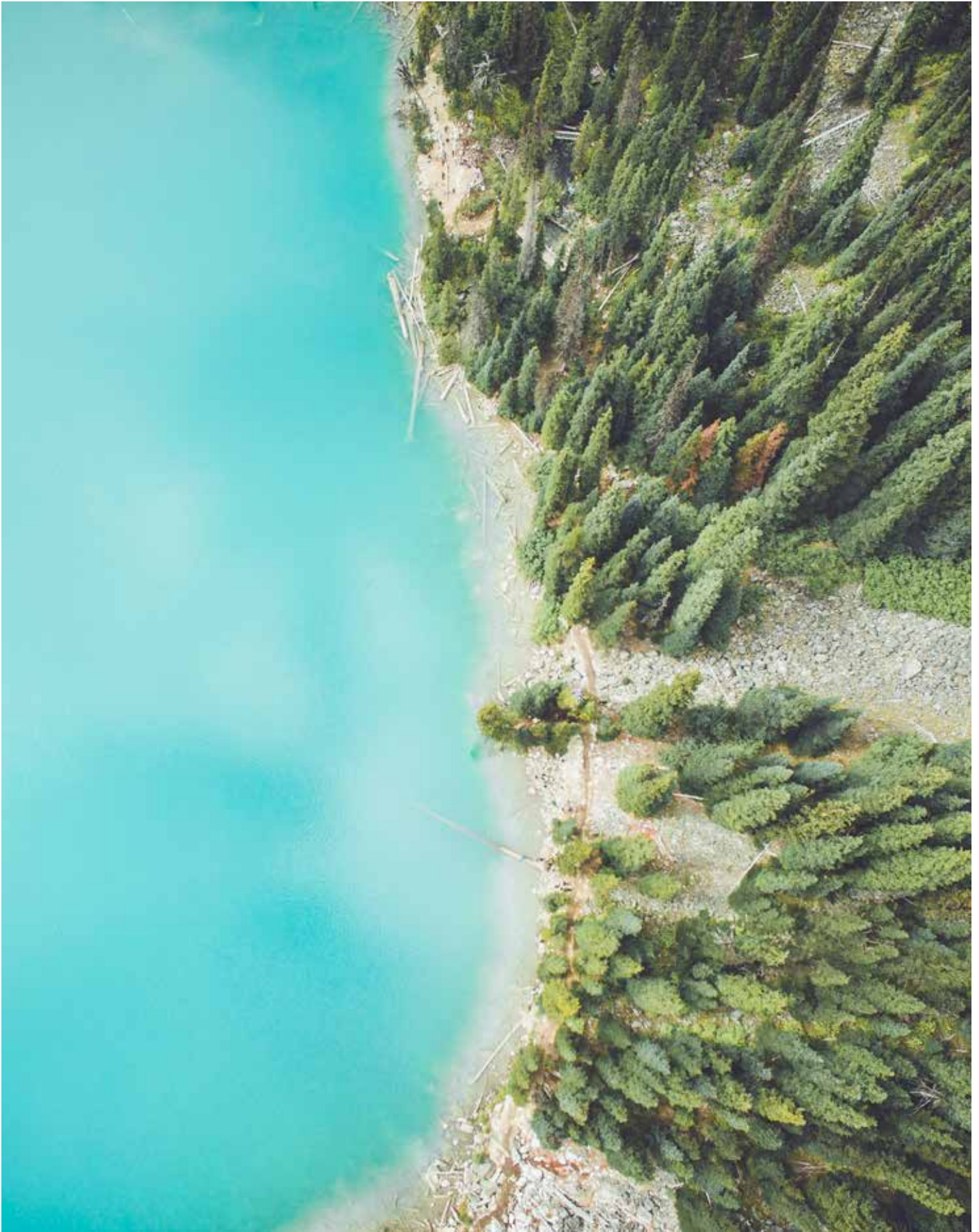
La vista desde el espacio

En diciembre de 1968 tuvo lugar un acontecimiento seminal que transfiguró a la humanidad y transformó nuestra visión de la Tierra. Cuando la nave Apolo 8 abandonó la órbita de la Tierra para llegar a la luna, envió una imagen de nuestro planeta que no se había visto antes. Esta fotografía proporcionó una perspectiva única sobre su forma, su color azul y, quizá lo más importante, su tamaño finito. Se recogieron otras imágenes, incluida la famosa imagen del «mármol azul» del planeta tomada en la última misión a la luna, Apolo 17, en 1972. Estas imágenes ejercieron una fuerte influencia en la investigación de científicos y estudiosos. Los responsables de la elaboración del libro

pionero, «Los límites del crecimiento», que situó la finitud de la Tierra en un contexto de economía y política –un grupo de hombres de negocios ilustrados dirigidos por Aurelio Peccei y un equipo de académicos y especialistas en planificación de sistemas del MIT– han comentado a menudo la influencia que las primeras fotos espaciales tuvieron en su trabajo. De hecho, a finales del siglo XX había nacido una nueva ética que subyacía y transformaba nuestra comprensión de la importancia que reviste la ordenación de los recursos naturales de manera que pueda ser duradera en el tiempo y que respete los límites del planeta.

REFERENCIAS

- 1 See for example Flannery, T. 2001. *The Eternal Frontier: An ecological history of North America and its peoples*. William Heinemann, London.
- 2 Ellis, E.C., Kaplan, J.O., Fuller, D.Q., Vavrus, S., Goldewijk, K.K., and Verburg, P.H. 2013. *Used planet: A global history*. Proceedings of the National Academy of Sciences **110** (20): 7978–7985.
- 3 Ibid.
- 4 IINAS. 2013. *Global Land Use Scenarios: Findings from a review of key studies and models*. GLOBALANDS Working Paper AP 1.3, Darmstadt, Germany.
- 5 Ellis, E. C. 2011. Anthropogenic transformation of the terrestrial biosphere. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, **369**: 1010–1035.
- 6 van den Broecke, M. 2015. *Abraham Ortelius (1527–1598) Life, Works, Sources and Friends*. Cartographica Neerlandica, Bilthoven, Netherlands.
- 7 <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:OrteliusWorldMap.jpeg>
- 8 Geisinger, A. 1999. Sustainable development and the domination of nature: Spreading the seed of the Western ideology of nature. *Boston College Environmental Affairs Law Review* **27** (1): 43–73.
- 9 White, L. Jr. 1967. The historical roots of our ecological crisis. *Science* **155** (3767): 1203–1207.
- 10 Harvey, D. 1996. *Justice, Nature and the Geography of Difference*. Wiley, London, p. 121.
- 11 Martin, J.L., Maris, V., and Simberloff, D.S. 2016. The need to respect nature and its limits challenges society and conservation science. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **113** (22): 6105–6112.
- 12 Korotayev, A. 2005. A compact macromodel of world system evolution. *Journal of World–Systems Research* **11** (1): 79–93.
- 13 2015 estimates from the World Bank: <http://data.worldbank.org/indicator/EN.POP.DNST> accessed December 12, 2016.
- 14 McNeill, J.R. and McNeill, W.H. 2003. *The Human Web. A Bird's Eye View of World History*. W.W. Norton and Company, USA.
- 15 Hughes, T.P. 2004. *Human–Built World: How to Think About Technology and Culture*. University of Chicago Press, Chicago.
- 16 Crosby, A.W. 1986. *Ecological Imperialism: The biological expansion of Europe, 900–1900*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- 17 Ponting, C. 1991. *A Green History of the World*. Sinclair Stevenson, London.
- 18 Stiglitz, J.E. 2002. *Globalization and Its Discontents*. Norton, New York.
- 19 Hubacek, K. and van den Bergh, J.C.J.M. 2006. Changing concepts of land in economic theory: From single to multi–disciplinary approaches. *Ecological Economics* **56**: 5–27.
- 20 Foster, J.B. and Clarke, B. 2009. The paradox of wealth: Capitalism and ecological destruction. *Monthly Review* **61** (1).
- 21 On the notion of social cost and its relation to the conflict between private riches and public wealth, James Maitland, the eighth Earl of Lauderdale, argued that there was an inverse correlation between public wealth (use values) and private riches (exchange values), such that an increase in the latter often served to diminish the former. Scarcity, in other words, is a necessary requirement for something to have value in exchange, and to augment private riches. But this is not the case for public wealth, which encompasses all value in use, and thus includes not only what is scarce but also what is abundant. This paradox led Lauderdale to argue that increases in scarcity in such formerly abundant but necessary elements of life as air, water, and food would, if exchange values were then attached to them, enhance individual private riches, and indeed the riches of the country—conceived of as «the sum–total of individual riches»—but only at the expense of the common wealth. See Lauderdale Maitland J., Earl of 1819. *An Inquiry into the Nature and Origin of Public Wealth and into the Means and Causes of its Increase*, second edition, Chapter II. This contradiction is also known as the «Lauderdale paradox»; Daly, Herman E. 1998. The return of Lauderdale's paradox. *Ecological Economics* **25**: 21–23; Foster, J.B. and Clarke, B. 2009. The paradox of wealth: Capitalism and ecological destruction. *Monthly Review* **61** (1).
- 22 Ellis, E.C., Goldewijk, K.K., Siebert, S., Lightman, D., and Ramankutty, N. 2010. Anthropogenic transformation of the biomes, 1700 to 2000. *Global Ecology and Biogeography* **19**: 589–606.
- 23 Furnivall, J. S. 1909. Land as a free gift of nature. *The Economic Journal* **19** (76): 552–562.
- 24 Linebaugh, P. 2010. Enclosures from the bottom up. *Radical History Review Issue* **108**: 11–27.
- 25 Polanyi, K. 1944. *The Great Transformation. The Political and Economic Origins of Our Time*. Farrar and Rhinhardt, New York.
- 26 It should be noted here that the existence of rents for land and resources does not alter the essential fact that nature is excluded from the value calculation. Instead, rents ensure that part of the surplus produced by society is redistributed to those who are able to monopolize the «rights» to natural resources.
- 27 Goldewijk, K.K. and Ramankutty, N. 2004. Land use changes during the past 300 years. *Land Use, Land Cover and Soil Sciences. Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS)*; UNESCO: Ontario, Canada and Paris, France.
- 28 Solow, R.M. 1974. The economics of resources or the resources of economics. *American Economic Review* **64** (2): 1–14.
- 29 Meadows, D.H., Meadows, G., Randers, J., and Behrens III, W.W. 1972. *The Limits to Growth*. Universe Books, New York.
- 30 Ehrlich, P.R., Kareiva, P.M., and Daily, G.C. 2012. Securing natural capital and expanding equity to rescale civilization. *Nature* **486**: 68–73.
- 31 Nkonya, E., Gerber, N., von Braun, J., and De Pinto, A. 2011. Economics of land degradation. IFPRI Issue Brief, 68.
- 32 Martin–Ortega, J., Brouwer, R., and Aiking, H. 2011. Application of a value–based equivalency method to assess environmental damage compensation under the European Environmental Liability Directive. *Journal of Environmental Management* **92**: 1461–1470.
- 33 Fairhead, J., Leach, M., and Scoones, I. 2012. Green grabbing: a new appropriation of nature? *The Journal of Peasant Studies* **39** (2): 237–261(244).
- 34 A prime example of this process can be found on the web portal Ecosystem Marketplace that states: «The world's population depends on ecosystem services, but in economic terms, these services are typically 'free' and consequently, increasingly overexploited. One promising approach to sustaining vital ecosystem services is to enable market–based mechanisms to mediate supply and demand, putting a price on these services (...)» The rebranding of nature as a service provider and the commodification of the ecosystem services it provides can, indeed, lead to viable business opportunities. There is, however, a not insignificant associated risk that by opening the door to the appropriation of land resources at the expense of its former custodians and of public wealth, that new inequalities will arise, and traditional land management strategies will be lost.
- 35 Alexander, S., Aronson, J., Whaley, O., & Lamb, D. 2016. The relationship between ecological restoration and the ecosystem services concept. *Ecology and Society*, 21(1).
- 36 Schleiden, M.J. 1848. *The Plant: A Biography in a series of popular lectures*. Hippolyte Bailliere, London, pp. 304–307.
- 37 Kremer, M. 1993. Population growth and technological change: One million B.C. to 1990. *The Quarterly Journal of Economics* **108** (3): 681–716.
- 38 Klemm, R. and Klemm, D. 2013. *Gold and Gold Mining in Ancient Egypt and Nubia*. Springer, Heidelberg.
- 39 Ponting, C. 1991. Op cit.
- 40 Malthus T. 1798. *An Essay on the Principle of Population, as it Affects the Future Improvement of Society with Remarks on the Speculations of Mr. Godwin, M. Condorcet, and Other Writers*. J. Johnson in St Paul's Churchyard, London.
- 41 Kareiva, P., Watts, S., McDonald, R., and Boucher, T. 2007. Domesticated nature: Shaping landscapes and ecosystems for human welfare. *Science* **316** (5833): 1866–1869.
- 42 Grimm, N.B., Faeth, S.H., Golubiewski, N.E., Redman, C.L., Wu, J., et al. 2008. Global change and the ecology of cities. *Science* **319**: 756–760.
- 43 United Nations. 2014. *World Urbanization Prospects: 2014 Revision*. UN, New York.
- 44 Grimm, N.B., et al. 2008. Op cit.
- 45 Grigg, D.B. 1974. *The Agricultural Systems of the World: An Evolutionary Approach*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- 46 Ellis, E.C., et al. 2013. Op cit.
- 47 Ellis, E. C., Klein Goldewijk, K., Siebert, S., Lightman, D., & Ramankutty, N. 2010. Anthropogenic transformation of the biomes, 1700 to 2000. *Global Ecology and Biogeography*, **19**: 589–606.
- 48 Hooke, R. L., Martín–Duque, J. F., & Pedraza, J. 2012. Land transformation by humans: a review. *GSA today*, **22**: 4–10.
- 49 Posey, D. (ed.) 1999. *Cultural and Spiritual Values of Biodiversity*. Intermediate Technology Publications, London.
- 50 Badman, T., Bornhard, B., Fincke, A., Langley, J., Rosabal, P. et al. 2008. Outstanding universal value: Standards for natural world heritage. IUCN, Gland, Switzerland.
- 51 <http://www.lpi.usra.edu/resources/apollo/frame/?AS17–148–22727>
- 52 UNCCD. 2016. *Land Degradation Neutrality: The target setting programme*. UNCCD, Bonn.
- 53 United Nations: *Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. New York.



LOS IMPULSORES DEL CAMBIO

La creciente demanda de alimentos, forraje, combustible y materias primas está aumentando las presiones sobre la tierra y la competencia por los recursos naturales. Al mismo tiempo, la degradación está reduciendo la cantidad de tierra productiva disponible. Los factores de degradación de la tierra son principalmente factores externos que afectan directa o indirectamente la salud y la productividad de la tierra y sus recursos asociados, como el suelo, el agua y la biodiversidad.

Los conductores directos son naturales (por ejemplo, terremotos, deslizamientos de tierra, sequías, inundaciones) o antropogénicos (es decir, inducidos por el hombre); algunos de estos últimos influyen en lo que antes se consideraban fenómenos climáticos naturales. Los factores impulsados por los seres humanos como la deforestación, el drenaje de los humedales, el sobrepastoreo, las prácticas insostenibles de uso del suelo y la expansión de las zonas agrícolas, industriales y urbanas (es decir, el cambio en el uso de la tierra) siguen siendo la causa inmediata más significativa de la degradación de la tierra.

Muchas prácticas modernas de manejo de cultivos y ganado conducen directamente a la erosión/compactación del suelo, a la reducción de la filtración/disponibilidad del agua y a la disminución de la biodiversidad, tanto por encima como por debajo del suelo. Mientras tanto, la minería y la infraestructura para el transporte, la energía y la industria aumentan cada vez más su huella en el paisaje e impactan sobre los recursos de la tierra a escalas cada vez mayores.

Durante los últimos cien años, la cantidad de tierra utilizada para las zonas urbanas y periurbanas se ha duplicado y se espera que aumente aún más en las próximas décadas. Sin embargo, si bien siguen siendo relativamente pequeñas en escala—aproximadamente el 5 por ciento de la superficie terrestre mundial—las áreas urbanas a menudo cubren algunos de los suelos más fértiles y las tierras productivas.



Los conductores indirectos se consideran generalmente como las causas subyacentes de uno o más factores directos de la degradación de la tierra. A diferencia de los impulsores directos, éstos son complejos, interconectados, difusos y operan a escalas más grandes y más largas y se originan más lejos del área de degradación. Incluyen el crecimiento de la población, la tenencia de la tierra y las tendencias migratorias; la demanda por parte de los consumidores de bienes y servicios terrestres; las políticas macroeconómicas centradas en el rápido crecimiento; y las políticas públicas y las instituciones que alientan las inversiones que suprimen la coordinación intersectorial.

INTRODUCCIÓN

La degradación de la tierra es un fenómeno complejo, que suele implicar la pérdida de algunos o todos los factores siguientes: productividad, suelo, cobertura vegetal, biomasa, biodiversidad, servicios ecosistémicos y resiliencia ambiental. La degradación es comúnmente causada por la mala administración o la sobreexplotación de los recursos de la tierra, tales como la eliminación de la vegetación; el agotamiento de nutrientes; el sobrepastoreo; el riego inadecuado; el uso excesivo de agroquímicos; la expansión urbana; la contaminación; u otros impactos directos, tales como la minería, la extracción de canteras, el pisoteo o el desplazamiento de vehículos. El cambio en el uso de la tierra no es lo mismo que la degradación, y algunos cambios en el uso de la tierra pueden ser netos positivos en términos de beneficios para la humanidad. Sin embargo, en el contexto actual de la disminución de los ecosistemas naturales, junto con las crecientes presiones sobre los recursos de la tierra, el cambio en el uso de la tierra suele asociarse con la degradación que reduce la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.

El valor del capital natural: Los caprichos de nuestro sistema económico y la búsqueda de la acumulación de riqueza son poderosos impulsores indirectos que multiplican y amplifican los impulsores directos de la degradación de la tierra. De los cuatro tipos de servicios ecosistémicos identificados por la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio—aprovisionamiento, apoyo, regulación y culturales—sólo el aprovisionamiento (por ejemplo, alimentos, combustible, fibra) y, en menor medida, los servicios culturales (por ejemplo, recreación, turismo) tienen un precio de mercado; que no tienen la mayoría de los servicios de apoyo y regulación. A los servicios como la formación de suelos, la regulación del clima y la protección de especies y hábitats — aunque juegan un rol crítico en el apoyo a los paisajes productivos y en la seguridad humana— se les ha atribuido históricamente poco o ningún valor en los sistemas de mercado dominantes de los últimos doscientos años. Estos sistemas utilizan altas tasas de descuento que tienden a estimular decisiones que se centran en el corto plazo e ignoran el verdadero valor a largo plazo del capital natural, lo que socava los esfuerzos para administrar, conservar y restaurar los recursos de la tierra de forma sostenible.

Como se analizó en el Capítulo 2, esto está cambiando lentamente. Desde los años noventa, los múltiples valores del capital natural se han convertido en un elemento central del debate en torno a los Objetivos de Desarrollo del Milenio (2000–2015) y los actuales Objetivos de Desarrollo Sostenible (2015–2030). Una valoración apropiada de las funciones y servicios de los ecosistemas (es decir, en términos de beneficios para los seres humanos) podría reducir algunos de los impactos de los impulsores directos mediante la promoción de un enfoque más holístico de la gestión de la tierra; uno en el que se negocian arbitrajes competitivos dentro de un marco social, político y administrativo mediante el cual se evalúan conjuntamente los beneficios directos e indirectos.

Tres grandes grupos interrelacionados de factores impulsan la degradación de la tierra: factores biofísicos que determinan cómo se usa la tierra; factores institucionales que rigen las políticas más amplias de uso de la tierra; y los factores socioeconómicos que afectan la demanda y la gestión de la tierra.² El clima, la vegetación, la topografía y la disponibilidad de agua suelen ser el primer conjunto de factores que determinan el uso de la tierra; y la situación económica influye en las decisiones de gestión, incluyendo cuándo y cómo se producen los rápidos cambios. Los factores institucionales son a menudo históricamente determinados por prácticas culturales de larga data, pero también influenciados por decisiones políticas y económicas. Los derechos de propiedad y la tenencia son fundamentales para comprender la influencia de los factores institucionales. La tenencia segura de la tierra puede crear incentivos para la inversión, el crecimiento económico y la buena administración de los recursos naturales. Pero la tenencia es compleja, con derechos establecidos por una amplia variedad de medios formales e informales, incluyendo arreglos culturales, históricos, consuetudinarios o informales. Las zonas rurales y urbanas de un mismo país a menudo operan bajo formas muy distintas de tenencia legal, lo que complica aún más los derechos a la tierra en las zonas periurbanas. A medida que aumenta la demanda de tierras, es probable que los que no gozan de una situación de tenencia formal o derechos de propiedad estén expuestos a niveles de inseguridad variables.

La degradación de la tierra es la reducción o pérdida de la productividad biológica o económica y complejidad de las tierras de cultivo de secano o de cultivo de regadío, pastizales, bosques, resultantes del uso de la tierra o de un proceso o combinación de procesos derivados de actividades humanas.

Figura 3.1: Una perspectiva global de los sistemas modernos de administración de tierras:
Rediseñado de³



En general, el cambio en el uso de la tierra que resulta en la degradación de la tierra, y en la consiguiente pérdida de funciones de la tierra, es impulsado por múltiples elementos que interactúan, desde la escala local hasta la escala global.⁴ En las próximas décadas, la disminución de la disponibilidad de tierras productivas se verá exacerbada por la competencia entre los usos de la tierra.⁵ Los factores que condicionan la degradación de la tierra pueden clasificarse en dos tipos: (i) conductores directos o próximos, y (ii) conductores indirectos o subyacentes. Los conductores directos son actividades humanas que se relacionan directamente con los cambios en el uso y condición de la tierra.⁶ Los conductores indirectos son más difíciles de detectar o de cuantificar, y la determinación de su influencia depende predominantemente de indicadores económicos y sociales, así como del análisis de tendencias.⁷

CONDUCTORES DIRECTOS DE LA DEGRADACIÓN TERRESTRE

Los cálculos globales sobre la cantidad de tierras degradadas varían ampliamente, de 1,000 millones a 6,000 millones de hectáreas, lo que ilustra tanto la magnitud del problema como la necesidad de datos más precisos. Los factores críticos, brevemente analizados aquí, y con más detalle en la segunda parte de la *Perspectiva*, incluyen:

- Agricultura y bosques
- Urbanización
- Desarrollo de infraestructura
- Producción de energía
- Minas y canteras

1. Agricultura y silvicultura

La agricultura es, de lejos, el uso humano más grande de la tierra, que cubre aproximadamente el 38 por ciento de la superficie terrestre, sin incluir Groenlandia y la Antártida.⁸ El área dedicada a la agricultura sigue en expansión, en la actualidad principalmente a expensas de los bosques naturales⁹ y hasta cierto punto pastizales. Es, por ejemplo, la causa más significativa de la conversión actual de la tierra¹⁰ en los trópicos,¹¹ lo que resulta en la pérdida de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.¹² Las tierras degradadas representan más de una quinta parte de los bosques y las tierras agrícolas de América Latina y el Caribe.¹³ La agricultura comercial es un motor clave,¹⁴ especialmente la producción de carne, soja y aceite de palma.¹⁵

Aunque el área neta dedicada a la agricultura continúa expandiéndose, esta expansión oculta la pérdida de tierra debido a la degradación y abandono de tierras que resulta de la pérdida de suelo, la erosión, el agotamiento de nutrientes y la salinización.¹⁶ En algunos lugares, el abandono de la tierra también está impulsado por factores políticos y económicos. El aumento de la mecanización y el uso de agroquímicos, como fertilizantes de nitrato y fosfato, pesticidas y herbicidas, han aumentado los rendimientos a corto plazo, pero también han tenido impactos negativos significativos en la calidad del suelo y del agua y en la salud de los ecosistemas y especies que a su vez socavan la seguridad alimentaria.¹⁷



Conductores de la degradación del suelo¹⁸

La degradación del suelo es un factor clave que socava la seguridad alimentaria. Los suelos pueden degradarse en el tiempo ya sea cualitativamente (por ejemplo, salinización) y cuantitativamente (por ejemplo, erosión). Existen varios tipos principales de procesos de degradación del suelo.

Degradación física: La descomposición estructural del suelo a través de la interrupción de los agregados. Esto da como resultado la pérdida de la función de los poros, lo que a su vez conduce a una reducción de la infiltración superficial, y a un aumento de la escorrentía del agua y disminución del drenaje. Con el tiempo, esto conduce a una disminución en la disponibilidad de gases para plantas y biota. Los procesos de degradación física incluyen erosión, sellado y costras, y compactación.

Degradación química: Procesos que conducen a desequilibrios químicos del suelo, incluyendo salinización, pérdida de nutrientes, acidificación y toxificación.

Degradación biológica: La interrupción artificial de la estructura del suelo (por ejemplo, a través de cultivos) puede conducir a una actividad excesiva de la biota del suelo debido a la oxigenación y la mineralización excesiva de la materia orgánica, lo que lleva a la pérdida de estructura y nutrientes.

Todos estos procesos pueden ser influenciados por una serie de factores directos, naturales y antropogénicos, que influyen en los procesos del suelo de diferentes maneras, incluyendo la naturaleza y velocidad de los procesos. Los conductores directos incluyen el clima, los peligros naturales, la geología y la geomorfología y la biodiversidad. El clima tiene un impacto significativo en los procesos del suelo y la provisión de servicios ecosistémicos. El clima local (por ejemplo, la intensidad de la lluvia, la temperatura, el sol) influye en los procesos de apoyo y la biodiversidad al conducir la humedad y la temperatura del suelo. Los peligros naturales, como terremotos o erupciones volcánicas, por ejemplo, pueden cambiar el ambiente del suelo y el origen geológico del material de origen determina los minerales iniciales que impulsan el desarrollo del suelo y las propiedades, así como el tipo y la variedad de especies presentes. Los conductores antropogénicos, como el uso de la tierra, las prácticas agrícolas y las tecnologías, también influyen mucho en los procesos del suelo. El tipo de uso de la tierra (por ejemplo, cultivo, ganado) determina el tipo de alteración (por ejemplo, labranza, pisado, uso de agroquímicos) así como insumos aplicados (por ejemplo, excrementos, fertilizantes sintéticos). Las prácticas agrícolas determinan la intensidad de las alteraciones (por ejemplo, cultivos orgánicos versus convencionales) y la cantidad de insumos (por ejemplo, la cantidad y el momento de la fertilización).

Se prevé que la urbanización causará la pérdida de entre 1,6 y 3,3 millones de hectáreas de tierras agrícolas privilegiadas por año en el período comprendido entre 2000 y 2030.

Las zonas agrícolas abandonadas se consideran a menudo como un tipo de tierra degradada,¹⁹ y la tasa de abandono de la tierra se trata como un indicador de la degradación de la tierra,²⁰ aunque también pueden ofrecer importantes oportunidades para la restauración ecológica. El abandono puede ser impulsado por la pérdida de productividad, la migración rural-urbana, el envejecimiento de la población, los conflictos, el aumento de las especies invasoras, los cambios en los subsidios agrícolas u otros factores que desalientan las actividades agrícolas.

Las actividades forestales también crean impactos importantes en los ecosistemas. El desmonte forestal es a menudo el precursor del establecimiento de plantaciones de alimentos o fibras donde la venta de madera es con frecuencia una forma de financiar las operaciones posteriores. En otras partes, las prácticas de manejo más intensivas en los bosques naturales o la conversión a plantaciones alteran la ecología y la hidrología y, si están mal planeadas, pueden conducir a la erosión del suelo y a la pérdida de otros servicios ecosistémicos.

2. Urbanización

La proporción de la población mundial que se espera que viva en las ciudades se prevé que crezca alrededor de 2500 millones de personas en 2050.²¹ Tal crecimiento a menudo resulta en la expansión urbana, con la superficie construida que avanza, en algunos casos, sobre suelos fértiles y tierras de labrantío,²² lo que resulta en una pérdida permanente de tierras de cultivo. A nivel mundial, alrededor del 2% al 3% de la superficie terrestre está actualmente urbanizada; esto se espera que aumente un 4-5% en 2050.²³ Mientras tanto, las áreas urbanizadas en las ciudades de los países en vías de desarrollo aumentarán tres veces para 2030.²⁴ Se prevé que la urbanización causará la pérdida de entre 1,6 y 3,3 millones de hectáreas de excelentes tierras agrícolas por año en el período comprendido entre 2000 y 2030.²⁵ Además de utilizar la tierra directamente («toma de la tierra»), las poblaciones urbanas crean una huella que se extiende más allá de los límites de la ciudad.²⁶ La deforestación tropical, por ejemplo, se ha correlacionado positivamente con el crecimiento de la población urbana y las exportaciones agrícolas.²⁷

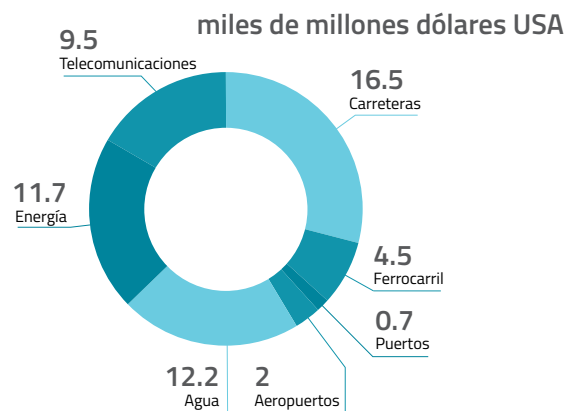


© UN Foto / Kiboe Par

Figura 3.2: Desglose de la inversión proyectada en infraestructura: Rediseñado de³¹



© Denys Nevozhai



Source: The McKinsey Global Institute (2013)

3. Desarrollo de la infraestructura

A medida que aumenta la población mundial en los centros urbanos, también crece la necesidad de infraestructura, como carreteras, alcantarillado y drenaje, y líneas eléctricas.²⁸ Simultáneamente, en muchas ciudades más antiguas, gran parte de esta infraestructura necesita ser mejorada o reemplazada.²⁹ Se calcula que serán necesarios alrededor de 5700 millones de dólares estadounidenses en inversiones en infraestructura entre 2013 y 2030. Esta inversión será crucial en las economías emergentes, como China, Brasil, India e Indonesia, para el transporte, la energía, el agua y las telecomunicaciones.³⁰

En conjunto, la infraestructura y el desarrollo urbano ya cubren 60 millones de hectáreas,³² un área aproximadamente igual que Ucrania, y probablemente se expandirá en 100–200 millones de hectáreas adicionales en las próximas cuatro décadas.³³ Tales cambios tienen impactos directos e indirectos sobre la tierra. La infraestructura de transporte fomenta la expansión urbana, lo que resulta en el reemplazo de los ecosistemas naturales³⁴ y el sellado de los suelos, que a su vez aumentan los riesgos de inundación. Además, es probable que las aguas de escorrentía de las zonas urbanas estén contaminadas, lo que afecta negativamente las aguas dulces³⁵ y otros servicios de los ecosistemas aguas abajo.³⁶

El desarrollo de la infraestructura también cambia el albedo de la superficie (es decir, la reflectividad) y la tasa de transferencias de calor de la evapotranspiración, alterando así los patrones climáticos locales.³⁷ La escala del desarrollo proyectado de la infraestructura probablemente desplazará los usos productivos de la tierra en algunas áreas y contribuirá al abandono de la tierra en otros.

Fuera de las zonas urbanas, las carreteras y los ferrocarriles atraviesan ecosistemas prístinos, lo que causa daños inmediatos y, si se planifican e implementan mal, fomentan la conversión no planificada.³⁸ Esto puede conducir al bien conocido «efecto de espina de pescado»³⁹ cuando numerosos caminos de colonos pequeños y no oficiales terminan en una nueva carretera que atraviesa bosques naturales o pastizales.⁴⁰ En la Amazonía brasileña, más de 20 000 km de caminos federales o estatales se complementan con casi 200 000 km de caminos no oficiales,⁴¹ a menudo asociados con la tala,⁴² e impredecibles en su desarrollo.⁴³ Están en marcha más de 20 proyectos de construcción de carreteras que atraviesan bosques intactos,⁴⁴ muchos con un rol significativo en la deforestación,⁴⁵ y la degradación de los bosques.⁴⁶ Los proyectos hidroeléctricos también cambian los ecosistemas, tal como se analizó en el Capítulo 7, y las actividades mineras causan daños inmediatos⁴⁷ y a menudo contaminación a más largo plazo.



© UN

4. Producción de energía

Todas las fuentes de energía renovable y no renovable exigen recursos de la tierra. En algunos países en vías de desarrollo, la energía tradicional a leña es un gran factor de deforestación, degradación de los bosques y erosión del suelo.⁴⁸ La extracción de petróleo y gas, además de su rol en la aceleración del cambio climático, afecta la condición de la tierra in situ, fomenta un mayor cambio negativo en el uso de la tierra y puede causar contaminación en grandes áreas. Las nuevas actividades de extracción de energía, como la fracturación hidráulica, requieren grandes cantidades de agua, tuberías, carreteras, estaciones de compresión y estanques de evaporación, todos los cuales tienen demandas sobre la tierra; además, hay preocupaciones documentadas sobre los impactos sanitarios y sísmicos asociados a la fracturación.⁴⁹ La Unión Europea subvenciona la madera y los desechos de madera como una fuente importante de biocombustibles sostenibles. Las centrales eléctricas a carbón europeas están quemando cada vez más madera de Estados Unidos y Canadá, lo que lleva a más tala de bosques y emisiones de gases de efecto invernadero. Los árboles recién plantados pueden absorber CO₂, pero incluso con el reemplazo completo del árbol lleva entre 20–100 años para que se recapture el CO₂ en su totalidad.⁵⁰

La producción de energía renovable también afecta la demanda de tierras, el uso de la tierra y la degradación de la tierra. Los biocombustibles requieren mucha tierra,⁵¹ con cultivos como el aceite de palma y la soja que invaden bosques y praderas.⁵² El área global bajo cultivos de biocombustibles se calculó en 45 millones de hectáreas en 2010,⁵³ y se espera que duplique,⁵⁴ a aproximadamente un 3–4.5 % de toda la tierra cultivada antes de 2030.⁵⁵ Los desarrollos hidroeléctricos inundan directamente grandes áreas, abren nuevas áreas de explotación y alteran la hidrología con impactos sustanciales en ríos, llanuras inundables y humedales estacionales.⁵⁶ Las granjas de energía solar y eólica también requieren un área de tierra significativa y, como con todas las fuentes de energía, necesitan redes de distribución tales como redes y líneas eléctricas.

5. Minería y extracción.

Los recientes cambios políticos y económicos han llevado a una mayor inversión en extracción de minerales,⁵⁷ lo que ha resultado directamente en la degradación de la tierra y del suelo a causa de la deforestación,⁵⁸ la quema de vegetación,⁵⁹ y las operaciones mineras, junto a daños ambientales y sociales más ampliamente dispersos.⁶⁰ La minería a cielo abierto y montaña es particularmente destructiva,⁶¹ mientras que el colapso de las minas subterráneas también puede conducir a problemas como el hundimiento, la erosión del suelo y la contaminación de los recursos hídricos.⁶² La extracción de minerales de alto valor genera grandes cantidades de residuos,⁶³ en el orden de decenas de millones de toneladas por año,⁶⁴ lo que causa sedimentación de masas de agua,⁶⁵ drenaje ácido de la mina, y lixiviación de minerales tóxicos. Estos residuos también crean contaminación del aire,⁶⁶ que puede afectar a la salud humana⁶⁷ y suprimir la producción de cultivos.⁶⁸ La minería—particularmente cuando es ilegal y por lo tanto no regulada—también crea altos niveles de contaminación; por ejemplo, el uso de cianuro y mercurio en la extracción de oro⁶⁹ conduce a la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas.⁷⁰



© Sükrü Ağbol

La producción de energía renovable también afecta la demanda de tierras, el uso de la tierra y la degradación de la tierra. Los biocombustibles requieren mucha tierra, con cultivos como el aceite de palma y la soja que invaden bosques y praderas.

CONDUCTORES INDIRECTOS DE LA DEGRADACIÓN DE LA TIERRA

Durante los últimos dos siglos, nuestra demanda de bienes y servicios terrestres ha aumentado exponencialmente. Las causas indirectas o subyacentes de la degradación de la tierra están vinculadas a estilos de vida, economías y patrones de consumo, una mezcla compleja de factores demográficos, tecnológicos, institucionales y socioculturales.⁷¹ Estos incluyen los mercados internacionales y los precios de los productos básicos, el crecimiento de la población y la migración,⁷² los mercados internos y la demanda de los consumidores, las políticas y la gobernanza,⁷³ así como tendencias más locales, tales como cambios en el comportamiento de los hogares.⁷⁴

A nivel nacional, se ha identificado como factores indirectos de la degradación de los bosques y praderas la debilidad de la gestión y las instituciones inestables, la falta de coordinación intersectorial, la baja capacidad de los organismos públicos, la corrupción y las actividades ilegales. El cambio climático juega un rol clave al causar cambios en el uso de la tierra en respuesta al cambio en los ecosistemas.⁷⁵

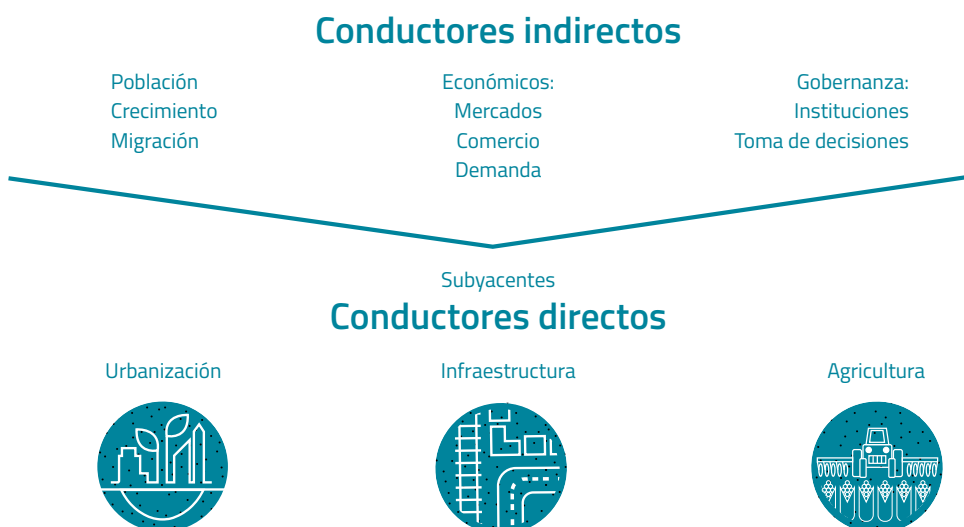
Desde la década de 1960, el comercio agrícola mundial se ha multiplicado por diez,⁷⁶ y el comercio de productos de madera cruda, siete veces.⁷⁷ Un resultado es que la competencia por la cosecha principal y la tierra de pastoreo ha aumentado. El comercio internacional también incluye ahora intercambios virtuales de recursos naturales como el suelo, el agua y la tierra,⁷⁸ lo que desplaza los impactos ambientales de estas actividades económicas.⁷⁹ Esto ha dado como resultado una expansión agrícola a gran escala⁸⁰ en los países en desarrollo, a menudo bajo condiciones de débil gobernanza.

Muchos de los factores subyacentes están a menudo muy distantes de su área de impacto. Por ejemplo, los cambios en la dieta en China, particularmente más consumo de carne, han aumentado las importaciones de soja de Brasil para alimentar a los animales en el sector de cerdos y aves de corral.⁸¹ De forma similar, la creciente demanda de productos de la madera, junto con los programas de conservación de bosques en China y Finlandia, ha llevado a una mayor presión sobre los bosques en Rusia para abastecer a las importaciones chinas de madera.⁸² El extendido abandono de tierras después del colapso de la Unión Soviética finalmente dió lugar a un aumento del comercio de carne de Brasil a Rusia, lo que acelera los cambios en el uso de la tierra en Brasil.⁸³

Consolidación de tierras y cadenas de suministro:

Un impulsor indirecto más reciente es que la tierra ha surgido como un nuevo tipo de clase de activo. Como resultado, algunos inversionistas buscan colocar su liquidez en las propiedades rurales, con la expectativa de altos alquileres y rentabilidades. Esto plantea preocupaciones acerca de las adquisiciones y consolidación de tierras a gran escala como un impulsor subyacente adicional de la degradación de la tierra.⁸⁴ A lo largo de la última década, el futuro de los pequeños agricultores se ha visto amenazado por el aumento de las cadenas de valor comercial impulsadas por la industria alimentaria multinacional y apoyada por la demanda de los consumidores. El largo alcance de estas cadenas de suministro han reducido los precios al consumidor, lo que representa una gran ayuda para los consumidores pobres. Sin embargo, la reducción de los márgenes de los productores afecta a la inversión futura, aumenta la probabilidad de consolidación de la granja y sitúa a los agricultores pobres en los márgenes de supervivencia.⁸⁵ Esto puede tener una profunda influencia en la degradación de la tierra en las próximas décadas a medida que los pequeños agricultores y sus comunidades desaparezcan y la migración rural–urbana se intensifique.

Figura 3.3: Los conductores indirectos que subyacen a los conductores directos



CONCLUSIÓN

Los factores de degradación de la tierra se relacionan con factores que inciden directa o indirectamente en la salud y la productividad de la tierra. Los factores directos son naturales o son inducidos por el ser humano. La deforestación, el sobrepastoreo y la expansión de las áreas agrícolas, industriales y urbanas continúan siendo las causas directas más significativas de la degradación de la tierra.

Por otra parte, los factores indirectos son mucho más complejos y operan a escalas más grandes y largas y más alejadas del área de degradación. Incluyen las tendencias demográficas, la tenencia de la tierra, la demanda cambiante de bienes y servicios terrestres, las políticas macroeconómicas basadas en el rápido crecimiento, los sistemas de gobernanza inequitativos y las políticas públicas y las instituciones que alientan las inversiones que reprimen la coordinación intersectorial. Los factores directos e indirectos interactúan, se refuerzan mutuamente y conjuntamente conducen a la degradación de la tierra en muchas partes del mundo.

REFERENCIAS

- 1 UNCCD. 1994. Article 2 of the Text of the United Nations Convention to Combat Desertification. <http://www.unccd.int/Lists/SiteDocumentLibrary/conventionText/conv-eng.pdf>.
- 2 Stolte, J., Tesfai, M., Øygaard, L., Kværnø, S., Keizer, J., et al. (eds.) 2016. Soil threats in Europe. European Commission, Brussels.
- 3 Enemark, S. 2005. Understanding the land management paradigm. In Symposium on Innovative Technology for Land Administration: FIG Commission 7 (pp. 17-27).
- 4 Geist, H.J. and Lambin, E.F. 2002. Proximate causes and underlying driving forces of tropical deforestation. *Bioscience* **52**: 143-150.
- 5 Lambin, E. F. and Meyfroidt, P. 2011. Global land use change, economic globalization, and the looming land scarcity. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **108** (9): 3465-3472.
- 6 Hosonuma, N., Herold, M., De Sy, V., De Fries, R.S., Brockhaus, M., et al. 2012. An assessment of deforestation and forest degradation drivers in developing countries. *Environmental Research Letters* **7** (4): 044009.
- 7 Kissinger, G., Herold, M., and De Sy, V. 2012. Drivers of Deforestation and Forest Degradation – A Synthesis Report for REDD+ Policymakers. Vancouver, Canada.
- 8 Foley, J.A. 2011. Sustain the planet? *Scientific American*. November 2011, pp. 60-65.
- 9 Keenan, R.J., Reams, G.A., Achard, F., de Freitas, J.V., Grainger, A. et al. 2015. Dynamics of global forest area: Results from the FAO Global Forest Resources Assessment 2015. *Forest Ecology and Management* **352**: 9-20.
- 10 Lambin, E.F. and Meyfroidt, P. 2011. Op cit.
- 11 Gibbs, H.K., Ruesch, A.S., Achard, F., Clayton, M.K., Holmgren, P., et al. 2010. Tropical forests were the primary sources of new agricultural land in the 1980s and 1990s. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **107** (38): 16732-16737.
- 12 Chomitz, K.M. 2007. At Loggerheads? Agricultural Expansion, Poverty Reduction, and Environment in the Tropical Forests. The World Bank, Washington, DC.
- 13 Vergara, W., Gallardo, L., Lomeli, G., Rios, A.R., Isbell, P., et al. 2016. The Economic Case for Landscape Restoration in Latin America. World Resources Institute, Washington, DC.
- 14 Boucher, D., Elias, P., Lininger, K., May-Tobin, C., Roquemore, S. et al. 2011. The Root of the Problem: What's Driving Tropical Deforestation Today? Union of Concerned Scientists. Cambridge, MA.
- 15 Rudel, T.K., Schneider, L., Uriarte, M., Turner II, B.L., DeFries, R., et al. 2009. Agricultural intensification and changes in cultivated areas, 1970–2005. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **106** (49): 20675-20680.
- 16 Overseas Development Group. 2006. Global Impacts of Land Degradation. Paper for the GEF. ODG, University of East Anglia, Norwich, UK.
- 17 UNEP. 2014. UNEP Year Book 2014: Emerging issues in our global environment. United Nations Environment Programme, Nairobi, pp. 6-11.
- 18 Dominati, E., Patterson, M., and Mackay, A. 2010. A framework for classifying and quantifying the natural capital and ecosystem services of soils. *Ecological Economics* **59** (9): 1858-1868.
- 19 Gibbs, H.K. and Salmon, J.M. 2015. Mapping the world's degraded lands. *Applied Geography* **57**: 12-21.
- 20 Kosmas, C., Kairas, O., Karavitis, C., Ritsema, C., Salvati, L. et al. 2013. Evaluation and selection of indicators for land degradation and desertification monitoring: methodological approach. *Environmental Management* DOI 10.1007/s00267-013-0109-6.
- 21 United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. 2014. World Urbanization Prospects: The 2014 Revision, Highlights (ST/ESA/SER.A/352).
- 22 UNEP. 2014. Assessing Global Land Use: Balancing Consumption with Sustainable Supply: A Report of the Working Group on Land and Soils of the International Resource Panel. United Nations Environment Programme, Paris.
- 23 Ibid.
- 24 Ibid.
- 25 Lambin, E.F. and Meyfroidt, P. 2011. Op cit.
- 26 Rees, W.E. 1992. Ecological footprints and appropriated carrying capacities: what urban economics leaves out. *Environment and Urbanization* **4** (2): 121-130. DOI: 10.1177/095624789200400212
- 27 Defries, R.S. et al. 2010. Op cit.
- 28 Urban Land Institute and Ernst and Young. 2013. Infrastructure 2013: Global Priorities, Global Insights. Washington, DC.
- 29 Ibid.
- 30 McKinsey Global Institute. 2013. Infrastructure productivity: How to save \$1 trillion a year. London, UK.

- 31 McKinsey Global Institute. 2013. Infrastructure productivity: How to save \$1 trillion a year. London, UK.
- 32 Nachtergaele, F. and George, H. 2009. How much land is available for agriculture? (Unpublished paper) FAO, Rome.
- 33 Bettencourt, L.M., Lobo, J., Helbing, D., Kuhnert, C., and West, G.B. 2007. Growth, innovation, scaling, and the pace of life in cities. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **104** (17): 7301-7306.
- 34 UNEP. 2012. GEO-5 Environment for the future we want. Nairobi, Kenya.
- 35 UNEP. 2016. GEO-6 Regional Assessment for North America. Nairobi, Kenya.
- 36 European Environment Agency. 2010. The European environment — state and outlook 2010: Land Use (Vol. 196). Copenhagen. <http://doi.org/10.2800/5930>.
- 37 UNEP. 2012. Op cit.
- 38 Laurance W.F., Clements, G.R., Sloan, S., O'Connell, C.S., Mueller, N.D., et al. 2014. A global strategy for road building. *Nature* **513**: 229-232.
- 39 Ahmed, S.E., Souza, C.M. Jr., Riberio, J., and Ewers, R.M. 2013. Temporal patterns of road network development in the Brazilian Amazon. *Regional Environmental Change* **13** (5): 927-937.
- 40 Arima, E.Y., Walker, R.T., Sales, M., Souza, C. Jr., and Perz, S.G. 2008. The fragmentation of space in the Amazon basin. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing* **74** (6): 699-709.
- 41 Barber, C.P., Cochrane, M.A., Souza, C.M. Jr., and Laurance, W.F. 2014. Roads, deforestation, and the mitigating effect of protected areas in the Amazon. *Biological Conservation* **17**: 203-209.
- 42 Laurance, W.F., Goosem, M., and Laurance, S.G. 2009. Impacts of roads and linear clearings on tropical forests. *Trends in Ecology and Evolution* **24** (12): 659-669.
- 43 Rosa, I.M., Purves, D., Souza, C. Jr., and Ewers, R.M. 2013. Predictive modelling of contagious deforestation in the Brazilian Amazon. *PLoS One* **8** (10): e77231.
- 44 Kis Madrid, C., Hickey, G.M., and Bouchard, M.A. 2011. Strategic environmental assessment effectiveness and the initiative for the integration of regional infrastructure in South America (IIRSA): A multiple case review. *Journal of Environmental Assessment Policy and Management* **13** (04): 515-540.
- 45 Ferretti-Gallon, K. and Busch, J. 2014. What drives deforestation and what stops it? Working Paper 361, Centre for Global Development, London.
- 46 Müller, R., Pacheco, P., and Montero, J.C. 2014. The context of deforestation and forest degradation in Bolivia: Drivers, agents and institutions. Center for International Forestry Research (CIFOR), Bogor, Indonesia.
- 47 Lees, A.C., Peres, C.A., Fearnside, P.M., Schneider, M., and Zuanon, J.A.S. 2016. Hydropower and the future of Amazonian biodiversity. *Biodiversity and Conservation* **25** (3): 451-466.
- 48 CBD. 2010. Global Biodiversity Outlook 3. Secretariat to the Convention on Biological Diversity, Montreal, Quebec, Canada.
- 49 McDermott-Levy, R., Kaktins, N., and Sattler, B. 2013. Fracking, the environment and health. *American Journal of Nursing* **113** (6): 45-51.
- 50 Vet, L., Katan, M., and Rabbinge, R. 2016. Position Paper: Biofuel and Wood as Energy Sources. Effect on Greenhouse Gas Emissions. Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences, Amsterdam.
- 51 UNEP. 2014. Op cit.
- 52 Gerbens-Leenes, P.W., van Lienden, A.R., Hoekstra, A.Y., and van der Meer, Th.H. 2012. Biofuel scenarios in a water perspective: The global blue and green water footprint of road transport in 2030. *Global Environmental Change* **22** (3): 764-775.
- 53 Woods, J., Lynd, L.R., Laser, M., Batistella, M., Victoria, D., et al. 2015. Land and Bioenergy. In: Souza, G.M., Victoria, R.L., Joly, C.A., and Verdade, L.M. (eds.), *Bioenergy and Sustainability: bridging the gaps*. Paris: Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE). pp. 259-300.
- 54 Lapola, D.M., Schaldach, R., Alcama, J., Bondeau, A., Koch, J., et al. 2010. Indirect land-use changes can overcome carbon savings from biofuels in Brazil. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **107** (8): 3388-3393.
- 55 FAO. 2011. The state of the world's land and water resources for food and agriculture (SOLAW) — Managing systems at risk. The Food and Agriculture Organization of the United Nations and Earthscan, Rome and London.
- 56 World Commission on Dams. 2000. Dams and Development: A new framework for decision-making. Earthscan, London.
- 57 Kesler, S. 2007. Mineral supply and demand into the 21st century. In: *Proceedings, Workshop on Deposit Modeling, Mineral Resource Assessment, and Sustainable Development* (pp. 55-62).
- 58 Rademaekers, K., Eichler, L., Berg, J., Obersteiner, M., and Havlik, P. 2010. Study on the evolution of some deforestation drivers and their potential impacts on the costs of an avoiding deforestation scheme. IIASA. Rotterdam, Netherlands.
- 59 ELAW (ed.). 2010. Guidebook for Evaluating Mining Project EIAs. Environmental Law Alliance Worldwide, Eugene, USA.
- 60 Mkpuma, R.O., Okeke, O.C., and Abraham, E.M. 2015. Environmental problems of surface and underground mining: a review. *The International Journal of Engineering and Science* **4** (12): 12-20.
- 61 Sadhu, K., Adhikari, K., and Gangopadhyay, A. 2012. Effect of mine spoil on native soil of Lower Gondwana coal fields: Raniganj coal mines areas, India. *International Journal of Environmental Sciences* **2** (3): 1675-1687.
- 62 Meng, L., Feng, Q., Zhou, L., Lu, P., and Meng, Q.-J. 2009. Environmental cumulative effects of coal underground mining. *Procedia Earth and Planetary Science* **1** (1): 1280-1284.
- 63 Katoria, D., Sehgal, D., and Kumar, S. 2013. Environment impact assessment of coal mining. *International Journal of Environmental Engineering and Management* **4** (3): 245-250.
- 64 Clean Air Task Force. 2001. Cradle to Grave: The environmental impacts from coal. Boston, MA.
- 65 Goswami, S. 2013. Environment management in mining areas (A study of Raniganj and Jharia coal field in India). *Global Journal of Human Social Science* **13** (7): 9-20.
- 66 Ugwu, E.I., Agwu, K.O., and Ogbu, H.M. 2008. Assessment of radioactivity content of quarry dust in Abakaliki, Nigeria. *The Pacific Journal of Science and Technology* **9** (1): 208-211.
- 67 Momo, A., Mhlongo, S.E., Abiodun, O., Muzerengi, C., and Mudanalwo, M. 2013. Potential implications of mine dusts on human health: A case study of Mukula mine, Limpopo South Africa. *Pakistan Journal of Medical Sciences* **29** (6): 1444-1446.
- 68 Rashid, H., Hossain, S., Urbi, Z., and Islam, S. 2014. Environmental impact of coal mining: A Case study on the Barapukuria coal mining industry, Dinajpur, Bangladesh. *Middle-East Journal of Scientific Research* **21** (1): 268-274.
- 69 Kissinger, G. et al. 2012. Op cit.
- 70 Ezech, H.N. 2010. Assessment of Cu, Pb, Zn, and Cd in groundwater in areas around the derelict Enyigba Mines, south eastern Nigeria. *Global Journal of Geological Sciences* **8** (2): 67-173.
- 71 Geist, H.J. and Lambin, E.F. 2002. Op cit.
- 72 Rademaekers, K. et al. 2010. Op cit.
- 73 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.
- 74 Obersteiner, M., Huettner, M.M., Kraxner, F., McCallum, I., Aoki, K., Bottcher, H., Fritz, S., Gusti, M., Havlik, P., Kindermann, G., Rametsteiner, E., and Reyers, B. 2009. On fair, effective and efficient REDD mechanism design. *Carbon Balance and Management* **4** (11): 1-11.
- 75 HLPE. 2012. Climate change and food security. A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security, Rome.
- 76 UNEP. 2014. Op cit.
- 77 FAO Statistical Databases. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. Retrieved from <http://faostat.fao.org>
- 78 Hubacek, K. and Giljum, S. 2003. Applying physical input-output analysis to estimate land appropriation (ecological footprints) of international trade activities. *Ecological Economics* **44** (1): 137-151.
- 79 Srinivasan, U.T., Carey, S.P., Hallstein, E., Higgins, P.A.T., Kerr, A.C., et al. 2008. The debt of nations and the distribution of ecological impacts from human activities. *Proceedings of the National Academy of Science* **105** (5): 1768-1773.



© Chris Hoppel

CONVERGENCIA DE PRUEBAS

Los seres humanos dominan el planeta y su influencia se extiende a todos los rincones del mundo. En los últimos 20 años, la extensión de la superficie cosechada ha aumentado en un 16%, la superficie de riego se ha duplicado y la producción agrícola casi se ha triplicado. Sin embargo, cerca de mil millones de personas siguen sufriendo desnutrición. Existe una enorme presión sobre los recursos mundiales de tierras debido a la creciente demanda de alimentos, un cambio global en los hábitos alimenticios, la producción de biocombustibles, la urbanización y otras demandas contrapuestas. Los vertederos, la minería y otras actividades extractivas también contribuyen a la presión sobre los recursos de tierras. Por ello, la tierra sana y productiva se está convirtiendo en un bien escaso.

Es evidente que las actividades humanas no sostenibles ponen en peligro la tierra y, al mismo tiempo, amenazan los servicios ecosistémicos de los que depende la humanidad. Solo en Europa, las malas prácticas en el manejo del recurso de la tierra suponen una pérdida estimada anual de 970 millones de toneladas de suelo por erosión; en todo el mundo, se calcula que la pérdida alcanza los 24 mil millones de toneladas anuales. Las observaciones por satélite sugieren que, de 2000 a 2012, el mundo perdió 2,3 millones de km² de bosque, mientras que solo se deforestaron 0,8 millones de km². La pérdida de bosques y otros ecosistemas naturales afecta directamente a la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, por ejemplo, los ciclos de nutrientes, carbono y agua y la regulación del clima.

La agricultura proporciona alimentos, fibras y otros productos que sostienen la vida humana. Las tierras de cultivo ocupan alrededor del 14% de la superficie total del planeta no cubierta de hielo, mientras que los pastos ocupan alrededor del 26%. Casi el 45% del suelo agrícola del mundo se encuentra en tierras secas, principalmente en África y Asia, suministrando cerca del 60% de la producción mundial de alimentos. Si bien el aumento de la producción de alimentos es esencial para alimentar a una población creciente, la expansión agrícola amenaza las funciones de los ecosistemas locales y regionales así como los servicios vitales que dichos ecosistemas proporcionan a todas las especies.

INTRODUCCIÓN

Es difícil medir el nivel de degradación de la tierra; los expertos no coinciden sobre el estado ni las tendencias incluso en áreas tan estudiadas como Europa y Norteamérica. El Atlas Mundial de la Desertificación («WAD», por sus siglas en inglés),¹ un proyecto coordinado por el Centro Común de Investigación («JRC», por sus siglas en inglés) de la Comisión Europea en colaboración con la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (UNCCD (CNULD), o «UNCCD» por sus siglas en inglés), va más allá de los análisis convencionales de desertificación y pasa a considerar en términos más globales el estado y tendencias de los procesos antropogénicos que provocan cambios en el suelo, haciendo hincapié en las tierras de cultivo y pastizales. El «WAD» se complementa con una amplia base de pruebas sobre bosques, recursos hídricos, biodiversidad y condiciones del suelo que se resumen en la Segunda Parte del presente *Panorama*. Tras resumir algunas de las conclusiones clave del «WAD», este capítulo termina con una comparación entre el estado y las tendencias actuales de la dinámica de la productividad de la tierra con algunos de los bienes y servicios que la degradación generalizada de la tierra pondrá en peligro.

Teniendo en cuenta los elementos impulsores y múltiples factores que hay detrás de la degradación de la tierra, así como la necesidad de encontrar respuestas específicas para este contexto, el desarrollo de un único indicador o índice para representar o cartografiar dicha degradación supone un gran desafío. Así, el «WAD» se basa en un marco sistemático que ofrece una «suma de pruebas» sobre las interacciones del ser humano con el medio ambiente. Esto permite identificar vías temáticas y patrones geográficos de procesos coincidentes que potencialmente pueden realizar a la degradación de la tierra.

Este enfoque a la hora de facilitar y combinar información geoespacial con indicadores de nivel local es coherente con el marco de monitoreo y evaluación de UNCCD (CNULD)² y la aplicación de métodos a nivel de paisaje que ayuden a lograr el objetivo de neutralidad de la degradación de las tierras (Objetivo de Desarrollo Sostenible 15.3).

Al evaluar un período de referencia de aproximadamente unos 15–20 años, el tiempo transcurrido desde la publicación del último Atlas, y teniendo en cuenta las conclusiones de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio³ en 2005, el diseño del enfoque de cartografía global del «WAD» busca ayudar a identificar áreas potencialmente afectadas por una degradación constante de la tierra así como áreas que muestran signos de estar recuperando su capacidad productiva. Estos mapas se cubren con información sobre las causas directas e indirectas más documentadas de la degradación de la tierra y también incluyen, si se dispone de ella, información sobre prácticas sostenibles de manejo y uso de la tierra, como agrosilvicultura y agricultura de conservación.

El «WAD» establece un marco sistemático y transparente para localizar dónde coinciden los principales procesos e interacciones entre el ser humano y el medio ambiente. Esta suma geográfica de pruebas resulta ilustrativa en el sentido que señala las áreas y posibles vías de degradación de la tierra así como respuestas, por ejemplo, la protección, el manejo sostenible y la recuperación de los recursos de la tierra. La tercera edición del «WAD» se centra en conjuntos de datos globales que brindan patrones discernibles sobre áreas potencialmente sometidas a estrés. Después se procede a filtrar la combinación de los factores estresantes utilizando una variedad de estratificaciones que representan una gama de intereses de las partes interesadas, teniendo en cuenta, por ejemplo, la perspectiva de las tierras de cultivo o de los pastizales. Como ejercicio a escala global, la capacidad del «WAD» de interpretar situaciones locales específicas sigue siendo limitada. Dichas situaciones deben abordarse con información contextual y ser interpretadas a partir del entendimiento de sus interacciones a esa escala. Sin embargo, el marco de convergencia del «WAD» puede resultar útil al facilitar información general que puede utilizarse para conducir estudios más detallados a escala nacional o subnacional.

Ni las tendencias decrecientes de la productividad implican de por sí una degradación de la tierra ni las tendencias crecientes una recuperación. Para realizar una evaluación más completa dirigida a identificar las zonas críticas de degradación de la tierra, se precisa un marco analítico de suma de pruebas que utilice información temática adicional.

Cuadro 4.1: Metodología para evaluar el estado de la cubierta terrestre.

En el pasado, los mapas de degradación de la tierra eran objeto de controversia; se cuestionaba su valor debido a la naturaleza multifacética del fenómeno, la complejidad de los procesos implicados y la dificultad de hacer una interpretación a escala global. Sin embargo, el progreso experimentado en las dos últimas décadas –el surgimiento de conjuntos de datos globales mejorados, un mejor entendimiento de los procesos subyacentes y la vertiginosa transformación de las herramientas analíticas– ha mejorado la exactitud de este tipo de análisis.

El estado de la cobertura vegetal de la Tierra y su desarrollo a lo largo del tiempo es una representación generalmente aceptada de la productividad y dinámica de la tierra, reflejando condiciones ecológicas integradas y el impacto del cambio ambiental tanto natural como antropogénico. El concepto «dinámica de la productividad de la tierra» («LPD») utilizado en el «WAD» refleja el hecho de que la productividad primaria de un sistema de tierra estable no supone un estado constante sino a menudo altamente variable entre diferentes años y ciclos de crecimiento de la vegetación debido a la variación natural y/o a la intervención humana. Esto implica que los cambios en la productividad de la tierra no pueden evaluarse de manera significativa comparando los valores de dicha productividad en ciertos años de referencia o los promedios

de unos pocos años, y subraya la necesidad de contar con enfoques basados en tendencias a más largo plazo. Por lo tanto, el conjunto de datos de la «LPD» se basa en la evaluación multitemporal y temática de series temporales globales a largo plazo de índices de vegetación obtenidos por teleobservación, lo que permite calcular equivalentes a la productividad primaria neta. Las actuales series de datos, junto con las variables biofísicas obtenidas de los modelos, son utilizadas cada vez más por los sistemas de Observación de la Tierra, tanto nacionales como internacionales, tal como el denominado «Group on Earth Observations.»^{4,5}

El mapa de «LPD» utilizado no ofrece una medida numérica de la productividad de la tierra. En lugar de ello, representa la trayectoria constante de la dinámica de la productividad de la tierra en los últimos 15 años. Presenta cinco clases cualitativas de trayectorias constantes de productividad de la tierra de 1998 a 2013: es decir, una medida cualitativa combinada de la intensidad y persistencia de las tendencias negativas o positivas y los cambios en la cubierta vegetal. El Anexo 2 incluye un resumen de los principales elementos de la cadena de procesamiento de los conjuntos de datos de la LPD, teniendo en cuenta además los aspectos de validación y exactitud del producto de datos.

Tabla 4.1: Cinco clases de dinámica de productividad de la tierra

Dinámica de la Productividad de la Tierra

La productividad de la tierra se refiere a la producción primaria neta (PPN) por unidad de superficie y tiempo. Refleja la calidad global de la tierra y el suelo resultante de las condiciones ambientales y el uso/manejo del recurso de la tierra. La disminución constante de la productividad de la tierra señala una alteración a largo plazo de la salud y la capacidad productiva de la tierra. Esas disminuciones tienen una repercusión directa e indirecta en prácticamente todos los servicios de los ecosistemas terrestres, es decir, en los beneficios que constituyen la base del crecimiento económico y medios de vida sostenibles en todas las comunidades humanas. Este indicador se basa en la evaluación multitemporal y temática de series de tiempo global a largo plazo de la productividad de la tierra de forma remota, equivalentes a PPN, a una alta resolución espacial (1 km o una distancia mejor) y con una actividad ligada a los Sistemas de Observación de la Tierra existentes.

Valor de clase	Descripción
1	Disminución persistente y severa de la productividad
2	Disminución persistente y moderada de la productividad
3	Estable pero estresada; variaciones interanuales fuertes y constantes en la productividad.
4	Productividad estable
5	Aumento persistente de la productividad

El principal mensaje del WAD es que la degradación de la tierra es un fenómeno mundial multifacético con claras variaciones entre regiones y a través de los sistemas clave de cobertura de la tierra/uso del suelo, y que no pueden expresarse con un único indicador o conjunto limitado de indicadores.

Debe quedar claramente entendido y comunicado que «la productividad de la tierra» en el contexto del conjunto de datos de la LPD, se refiere estrictamente a la productividad global de la biomasa vegetal sobre el suelo. Esto no es conceptualmente lo mismo, ni necesariamente está directamente relacionado con el ingreso agrícola por unidad de superficie o «productividad de la tierra», tal como se usa en la terminología agrícola convencional.

El principal mensaje del «WAD» es que la degradación de la tierra es un fenómeno mundial multifacético con claras variaciones entre las regiones y entre sistemas clave de cubierta/uso del suelo, y que no pueden expresarse con un único indicador o conjunto limitado de indicadores. Un indicador crucial en el marco del «WAD» es el conjunto de datos de la Dinámica de la Productividad de la Tierra («LPD», por sus siglas en inglés), que hace referencia a la productividad de la biomasa existente y se obtiene de los análisis fenológicos de una serie temporal de 15 años (1998–2013) de observaciones mundiales recogidas en el Índice de vegetación de diferencia normalizada (IVDN), tomadas por SPOT–VGT y realizadas en intervalos de 10 días a una resolución espacial de 1 km. El mapa muestra 5 clases que indican áreas de estabilidad o cambio positivo o negativo. Se trata de un indicador de cambio o estabilidad de la aparente capacidad de la tierra para mantener el equilibrio dinámico de la productividad primaria en dicho período de observación de 15 años.

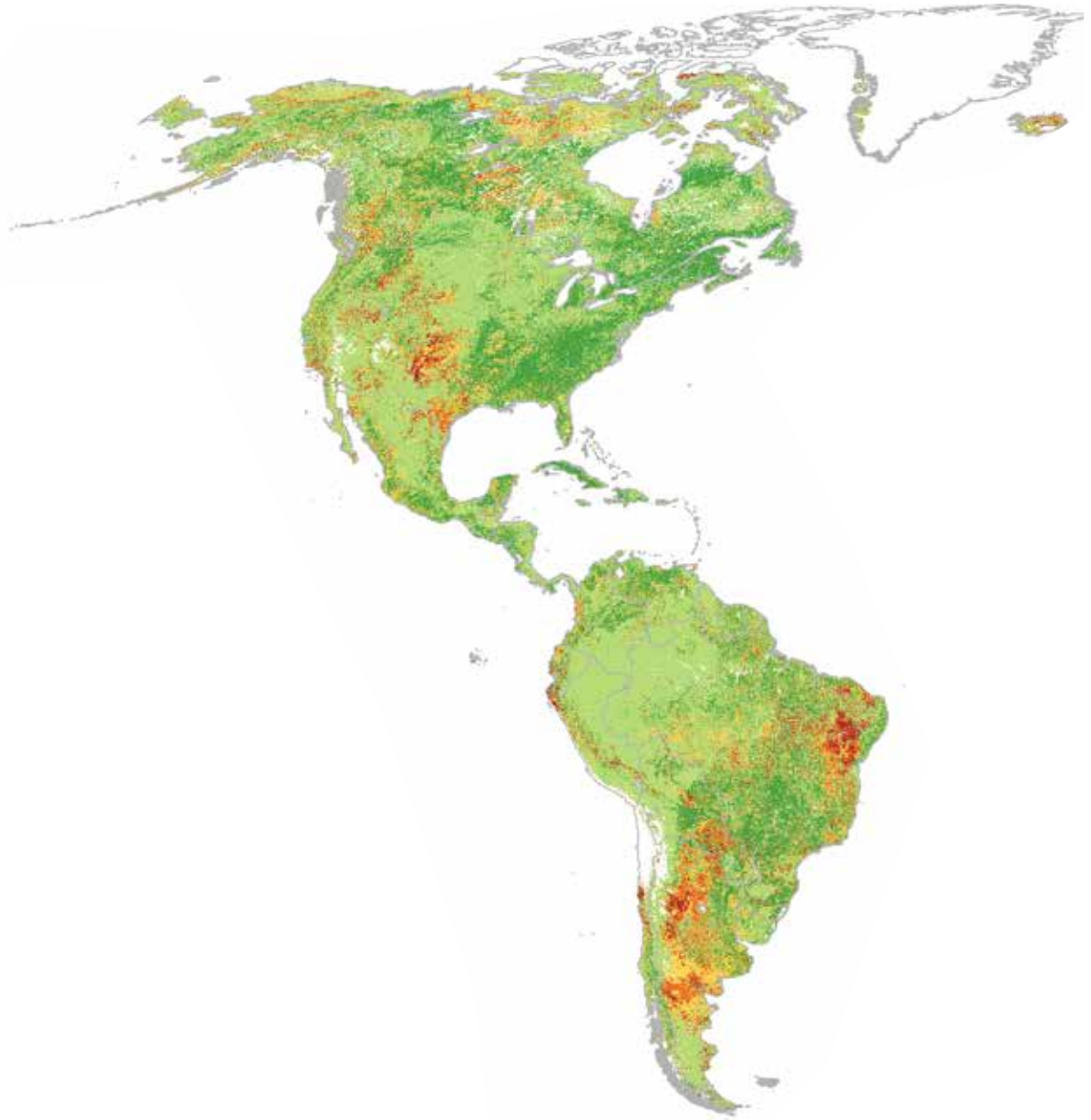
Se observan indicios de una productividad descendiente a escala global, con hasta 22 millones de kilómetros² afectados, es decir, aproximadamente el 20% de la superficie terrestre con vegetación muestra un estrés o unas tendencias decrecientes constantes de la productividad del suelo. Estas tendencias globales son evidentes en el 20% de las tierras de cultivo, el 16% de la superficie forestal, el 19% de los pastizales y el 27% de las tierras de pastoreo (es decir, zonas de matorrales, herbáceas y con poca vegetación). En el caso de los pastizales y tierras de pastoreo, la extensión global de las áreas que experimentan disminuciones en la productividad excede esa cifra que aumenta. Sudamérica y África son las más afectadas por los descensos de la productividad en términos absolutos, mientras que Australia y Oceanía muestran la mayor proporción de áreas afectadas: aproximadamente el 37% para Australia, el 27% para Sudamérica y el 22% para África.

Teniendo en cuenta que se están invirtiendo muchos esfuerzos y recursos en mantener y mejorar la productividad de las tierras agrícolas cultivables y permanentes, así como el hecho de que existen claras limitaciones a la futura expansión de las tierras de cultivo, estas cifras son motivo de preocupación y una llamada a la acción. Este análisis puede desglosarse según la clasificación de cubierta terrestre/uso del suelo. En el siguiente paso del análisis, la distribución de las clases de la «LPD» se desglosa aún más en categorías de cubierta/uso del suelo a nivel global y continental:

- Tierras de cultivo, incluidas superficies cultivables, cultivos permanentes y clases mixtas con más de un 50% de cultivos
- Pastizales, incluidos pastos naturales y praderas gestionadas
- Tierras de pastoreo, incluidas zonas de matorrales, herbáceas y con poca vegetación
- Superficie forestal, incluidas todas las categorías de bosques y clases mixtas con una cobertura arbórea superior al 40%

Este desglose revela diferencias significativas en las respectivas áreas (Figura 4.3) y proporciones (Figura 4.4) afectadas por una dinámica de la productividad de la tierra en declive o estresada (es decir, inestable). El panorama general queda más matizado al realizar un desglose a nivel continental/regional y subregional. Esto se hace evidente en las notables diferencias observadas entre los continentes en cuanto a la dimensión y extensión de áreas potencialmente críticas y su asociación con la cubierta terrestre/uso del suelo.

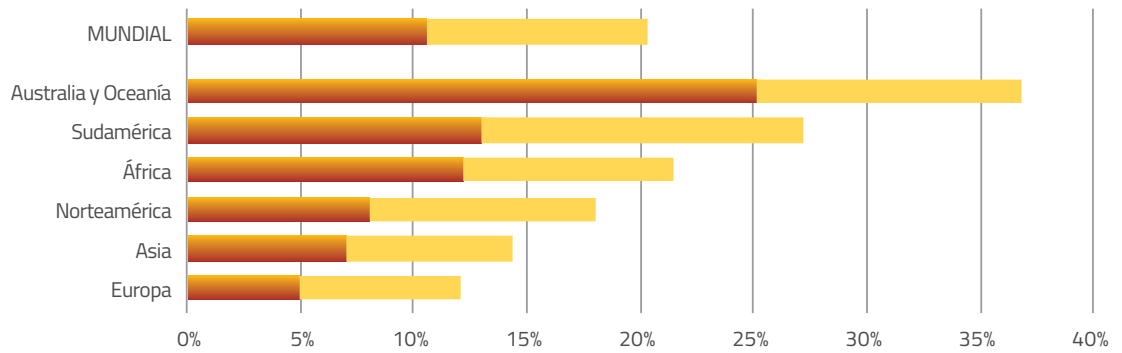
Figura 4.1: Mapa de la Dinámica de la Productividad de la Tierra de 1999 a 2013 en el mundo, con 5 clases de trayectorias de productividad de la tierra constantes durante el período de observación. Ni las tendencias decrecientes de la productividad implican de por sí una degradación de la tierra ni las tendencias crecientes una recuperación. Para su ulterior evaluación y con el fin de identificar las zonas críticas de degradación de la tierra, se precisa de un marco analítico de suma de pruebas que utilice información temática adicional.



Clave

- En declive
- En declive moderado
- Estresado
- Estable
- En aumento

Figura 4.2: Los grupos regionales hacen referencia a un sistema de clasificación continental (Australia y Oceanía incluyen a Nueva Zelanda, Papúa Nueva Guinea e Islas del Pacífico; América del Norte y Central incluyen al Caribe).



Clave

- Combinación de pérdida moderada y en declive
- Estresada

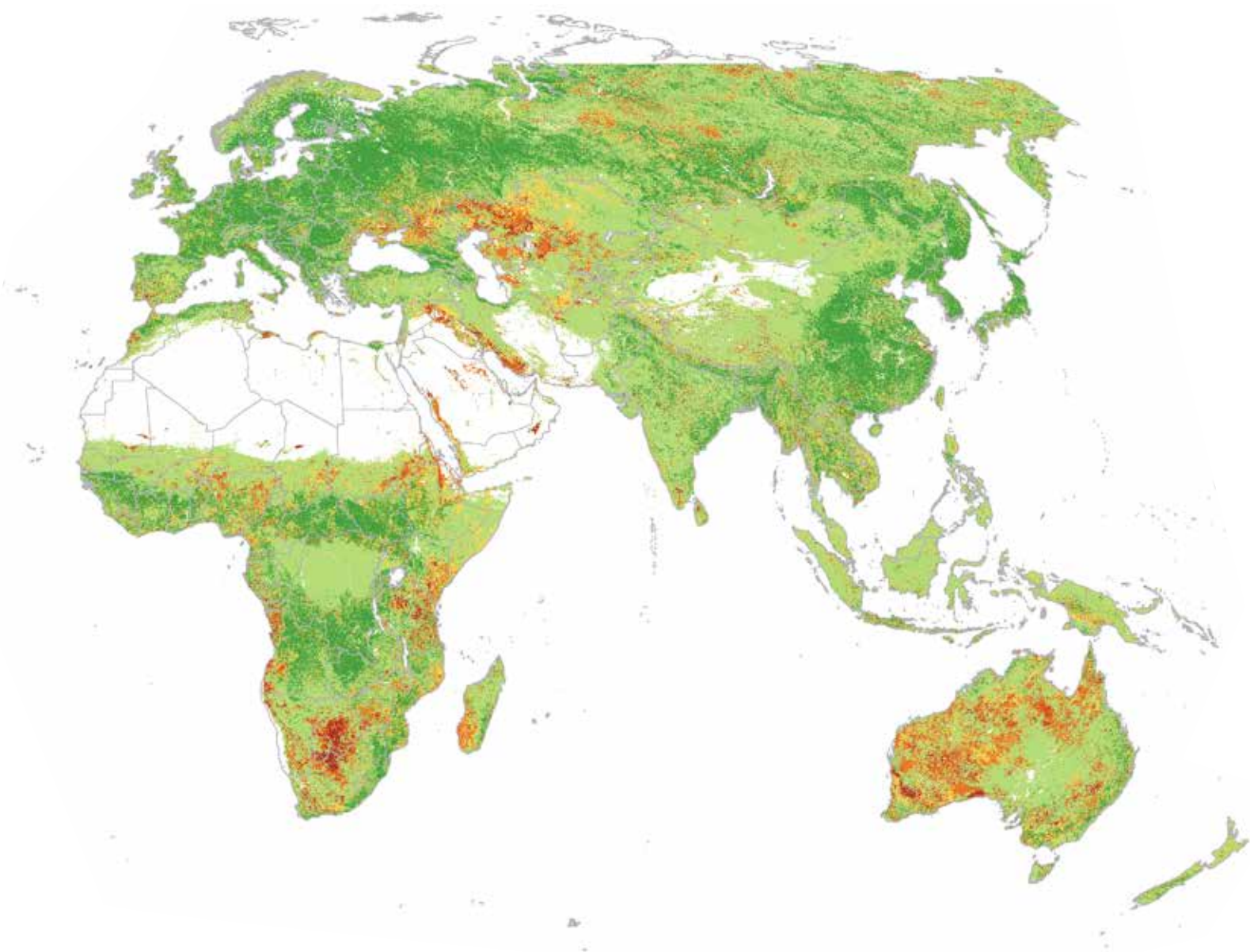


Figura 4.3: Extensión espacial global de las clases LPD según categorías seleccionadas de cubierta/uso del suelo

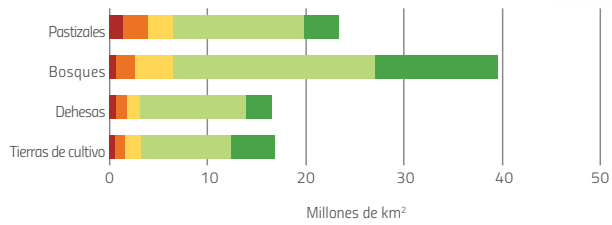


Figura 4.4: Distribución porcentual de las clases de LPD para 4 categorías principales de cobertura/uso del suelo a nivel global.

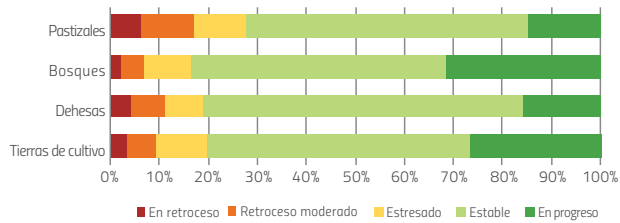


Figura 4.5: Mapa de la Dinámica de la Productividad de la Tierra de 1999 a 2013 en África, con 5 clases de trayectorias constantes de la productividad de la tierra durante el período observado

Clave

- En declive
- En declive moderado
- Estresado
- Estable
- En aumento

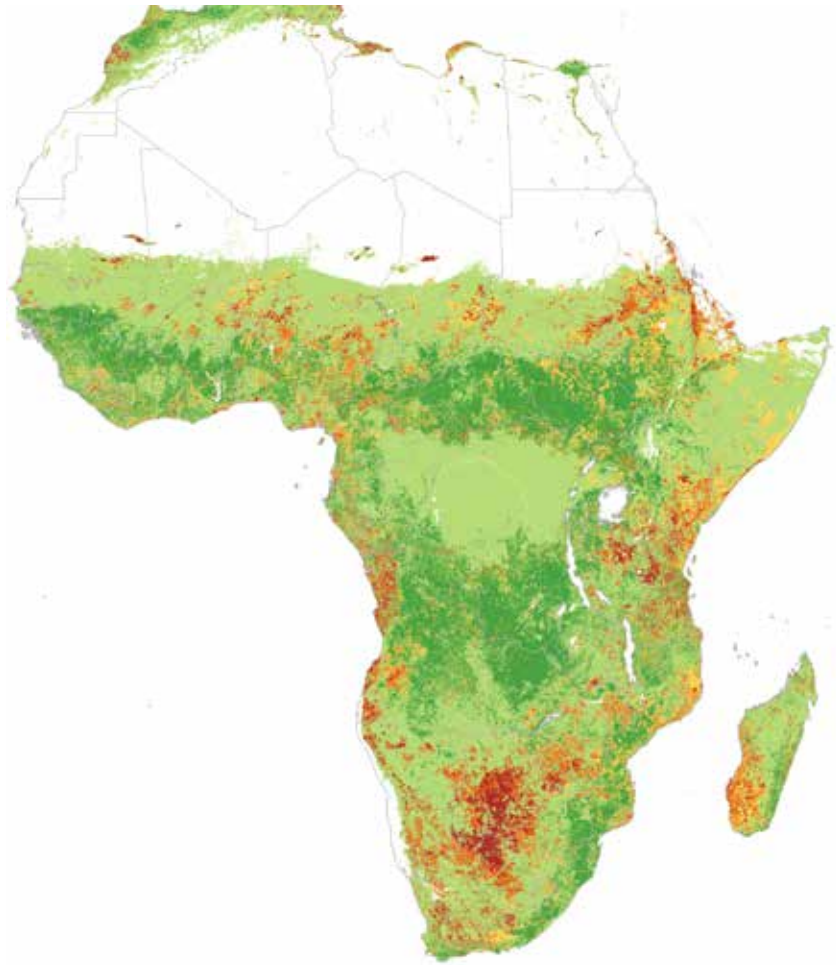


Figura 4.6: Extensión espacial de las clases LPD en África según categorías seleccionadas de cobertura/uso del suelo

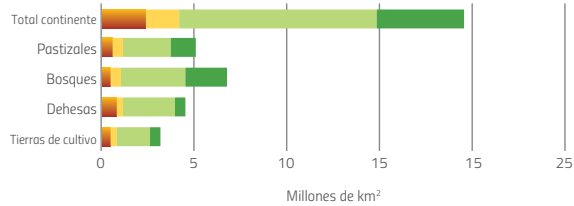
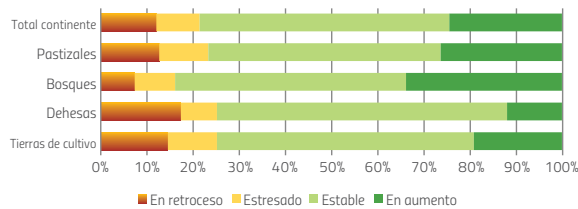


Figura 4.7: Distribución porcentual de las clases LPD para 4 categorías principales de cobertura/uso del suelo en África



En África, aproximadamente el 16% de la superficie con vegetación se utiliza como tierras de cultivo, de las cuales alrededor del 23–24% muestran signos de pérdida o de inestabilidad de la productividad de la tierra. Los pastizales y demás tierras de pastoreo de África, un recurso esencial para la producción ganadera y los medios de vida de grandes sectores de la población, están sufriendo pérdidas de productividad similares a las que se observan en las tierras de cultivo afectadas. La expansión general de la decreciente productividad de la tierra parece estar por encima de los promedios mundiales y supera la extensión de las áreas que registran un aumento o recuperación de la productividad, especialmente en las tierras de cultivo y pastizales.

Estas tendencias tan desiguales de la productividad de las tierras de cultivo y los pastizales en África son particularmente preocupantes dado el crecimiento demográfico esperado. Los bosques en África todavía cubren unos 7 millones de kilómetros²; el 16% afectado por la disminución o estrés de la productividad de la tierra y el 34% de la superficie boscosa muestra indicios de incremento de la productividad. Esta puede ser una señal positiva de que los programas que fomentan la protección forestal, la reforestación y la plantación de árboles para un uso agro y silvopastoral sostenible de la tierra han avanzado en los últimos 10–15 años.

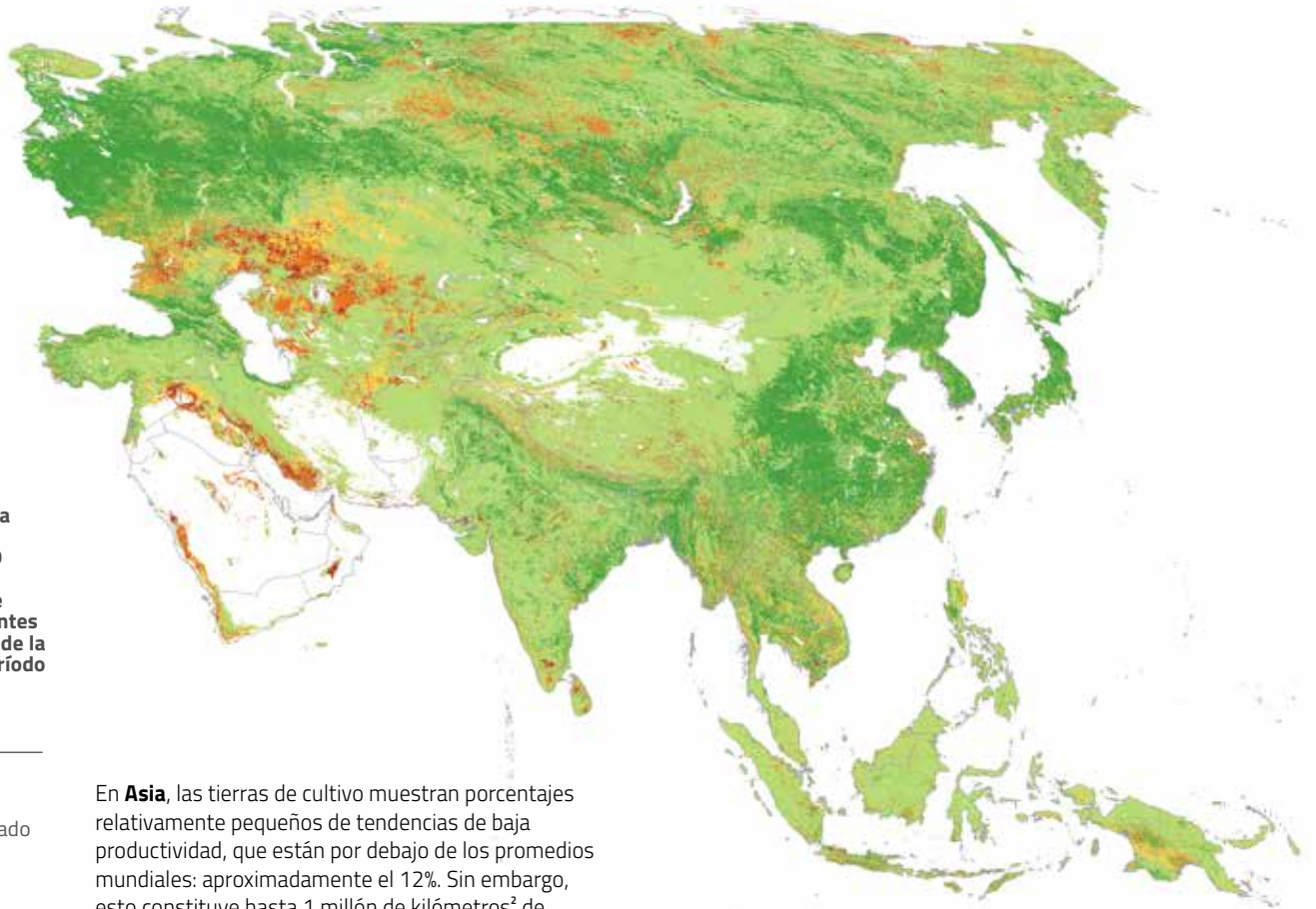


Figura 4.8: Mapa de la Dinámica de la Productividad de la Tierra de 1999 a 2013 en Asia, que muestra 5 clases de trayectorias constantes de la productividad de la tierra durante el período observado

Clave

- En declive
- Declive moderado
- Estresado
- Estable
- En aumento

En **Asia**, las tierras de cultivo muestran porcentajes relativamente pequeños de tendencias de baja productividad, que están por debajo de los promedios mundiales: aproximadamente el 12%. Sin embargo, esto constituye hasta 1 millón de kilómetros² de tierras de cultivo que parecen estar afectadas. Algunas presiones fundamentales que tienen el potencial de generar una pérdida de productividad de la tierra en un ecosistema pueden quedar encubiertas por los efectos de ciertos cambios relativamente recientes encaminados a lograr una agricultura más intensiva en insumos en muchos países asiáticos. En la suma de pruebas de los siguientes mapas se muestran áreas donde se acumulan las presiones antropogénicas.

Los pastizales son proporcionalmente los más afectados por la disminución de las tendencias de la productividad de la tierra (hasta el 20%), superior a la proporción de aumento o recuperación de la productividad de la tierra. Esto se hace más evidente en la franja de tendencias de descenso de productividad de la tierra en toda la región de Asia Central, donde el uso de la tierra ha experimentado cambios drásticos tras la creación de estados independientes en la década de 1990. En muchos casos, las formas más sedentarias de producción ganadera han llevado a la sobreexplotación y el sobrepastoreo de sistemas de pastizales vulnerables, al tiempo que se han abandonado los sistemas de uso colectivo de las tierras ganaderas y cultivables a gran escala. Alrededor del 12% de las zonas boscosas de Asia muestran signos de inestabilidad o disminución constante de la productividad primaria, mientras que más del 35% registra tendencias crecientes, es decir, una recuperación. Esto se observa en unos 2 millones de km², con la aparición en Siberia de grandes manchas de cobertura y complejos patrones de decreciente y creciente productividad en el sur y sureste de Asia, lo que refleja la gran dinámica de las transformaciones forestales en estas regiones.

Figura 4.9: Extensión espacial de las clases LPD en Asia según categorías seleccionadas de cobertura/uso del suelo

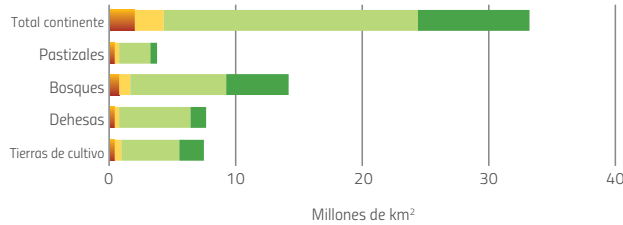


Figura 4.10: Distribución porcentual de las clases LPD para 4 categorías principales de cobertura/uso del suelo en Asia

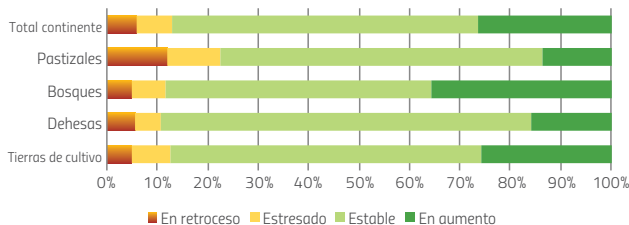


Figura 4.11: Mapa de la Dinámica de la Productividad de la Tierra de 1999 a 2013 en Australia/Oceanía, con 5 clases de trayectorias constantes de productividad de la tierra durante el período de observación.

Clave

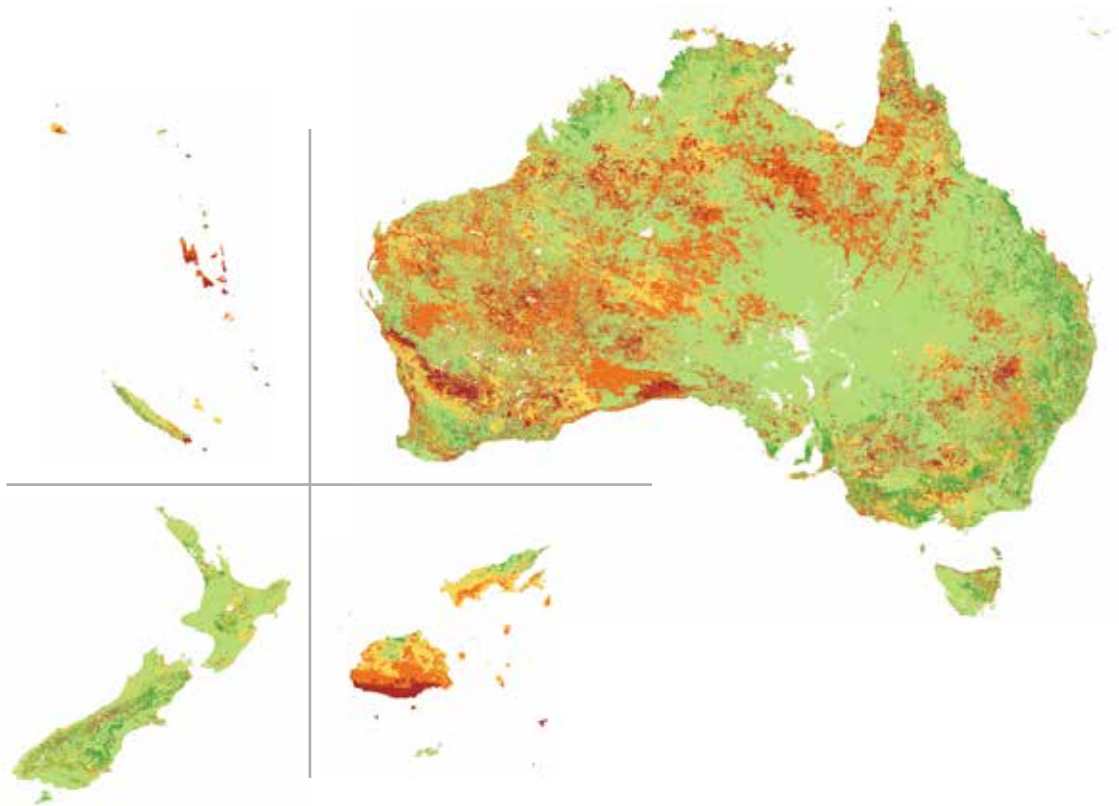
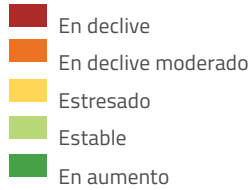


Figura 4.12: Extensión espacial de las clases LPD en Australia/Oceanía según categorías seleccionadas de cobertura/uso del suelo

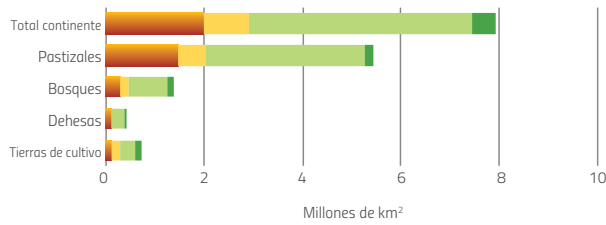
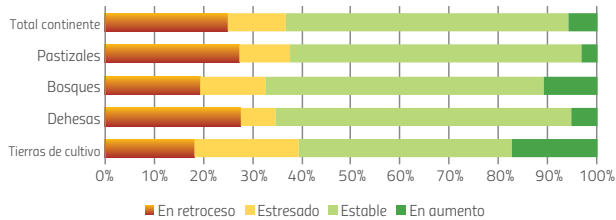


Figura 4.13: Distribución porcentual de las clases LPD para 4 categorías principales de cobertura/uso del suelo en Australia/Oceanía.



En el mundo, **Australia/Oceanía** registran el mayor porcentaje de áreas con tendencias decrecientes de productividad de la tierra, lo que supone aproximadamente el 37% de la superficie con vegetación, muy por encima de la media mundial. Esto refleja principalmente la situación general en el continente australiano y se mantiene en todas las clases de cobertura/uso del suelo: en todas ellas, las áreas con tendencias decrecientes de productividad superan las áreas con tendencias crecientes. Este es un resultado de las condiciones climáticas específicas y la situación de sequía recurrente de la masa terrestre continental de Australia en el período de observación 1999–2013.

Estas tendencias aparecen claramente identificadas en el mapa, que muestra un aumento de las áreas afectadas a lo largo de un pronunciado gradiente de Este a Oeste que sigue el gradiente de aridez general de Australia. La parte más septentrional de Queensland, dentro de la zona tropical húmeda, aparentemente también afectada por las tendencias decrecientes de la productividad primaria, que puede desvincularse del gradiente general de aridez y sequía. Hay indicios de recuperación de la cobertura de la tierra después de temporadas significativas de precipitaciones registradas en 2015.⁶

Figura 4.14: Mapa de la Dinámica de la Productividad de la Tierra de 1999 a 2013 en Sudamérica, con 5 clases de trayectorias constantes de la productividad de la tierra durante el período de observación.

Clave

- En declive
- Declive moderado
- Estresado
- Estable
- En aumento

En **Sudamérica**, todas las clases de cobertura/uso del suelo fueron afectadas por las tendencias negativas de productividad de la tierra, muy por encima de los promedios mundiales, mientras que al mismo tiempo, las áreas con una productividad creciente de la tierra no exceden a aquellas que registran una disminución, situándose por debajo de los promedios mundiales. Una de las principales anomalías de las tendencias de disminución de la productividad en el mapa global se encuentra en la vasta llanura semiárida del Gran Chaco, en la región fronteriza entre Argentina, Brasil y Paraguay.

La distribución espacial de las áreas con disminución de la productividad, generalmente, suele guardar relación con la rápida expansión de la producción de cultivos y la ganadería, en detrimento de bosques secos primarios de alto valor ecológico. Los patrones de disminución o inestabilidad de la productividad en las áreas de bosque tropical son menos claros. El área seca del noreste de Brasil muestra el efecto de las severas condiciones de sequía hacia el final del período de observación. Aún no pueden estimarse los efectos a largo plazo de esta anomalía, aunque ya se reflejan en una disminución de la productividad, que aún no ha podido estimarse.

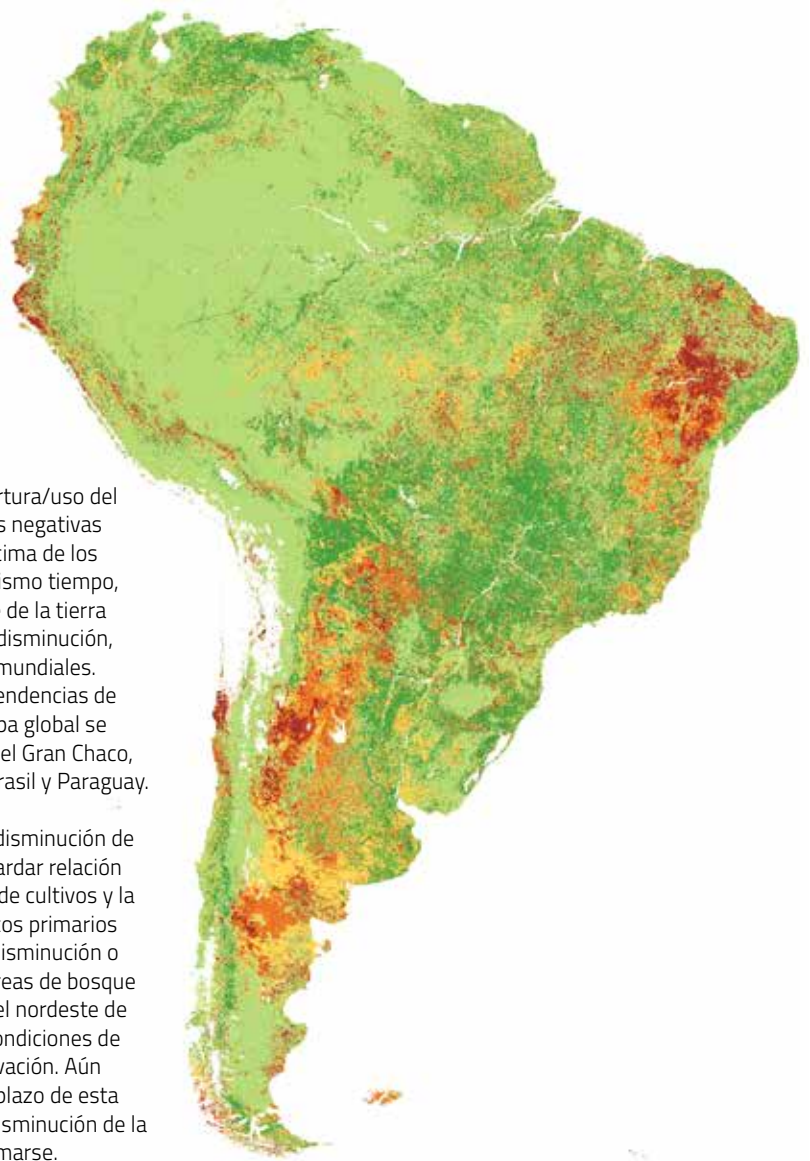


Figura 4.15: Extensión espacial de las clases LPD en Sudamérica según categorías seleccionadas de cobertura/uso del suelo.

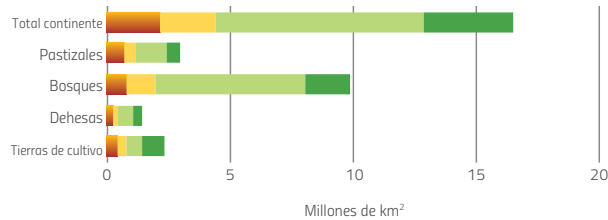
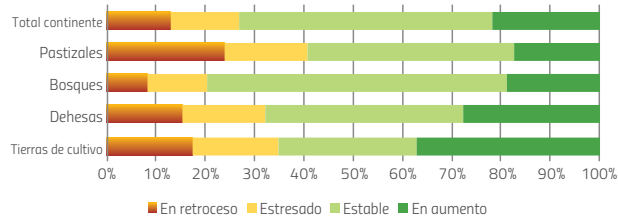


Figura 4.16: Distribución porcentual de las clases LPD para 4 categorías principales de cobertura/uso del suelo en Sudamérica.



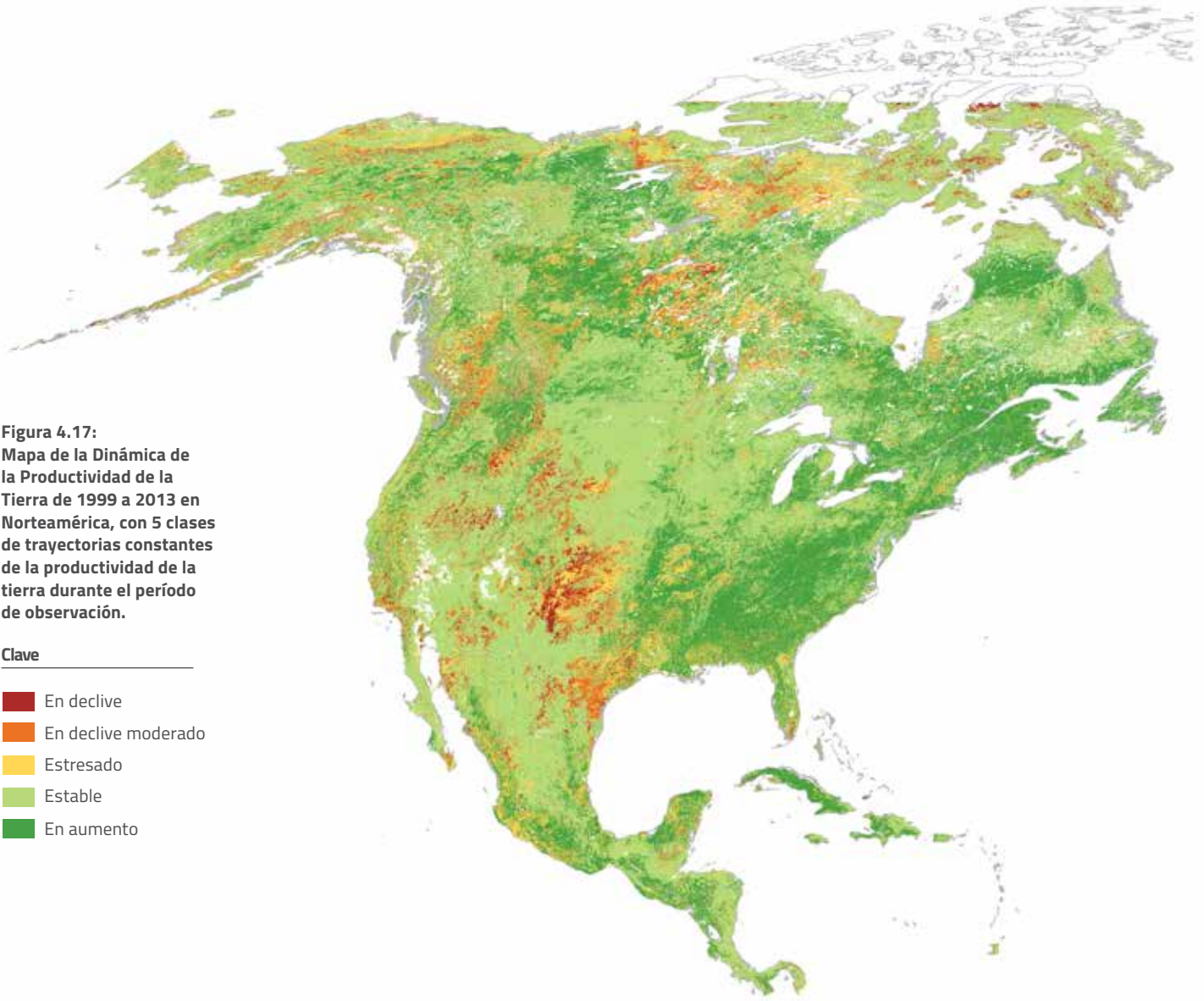
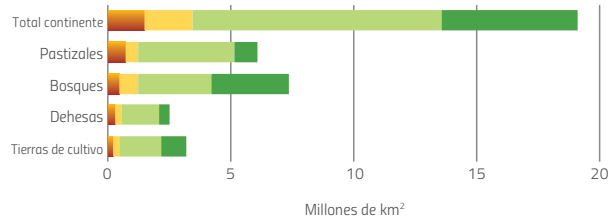


Figura 4.17: Mapa de la Dinámica de la Productividad de la Tierra de 1999 a 2013 en Norteamérica, con 5 clases de trayectorias constantes de la productividad de la tierra durante el período de observación.

Clave

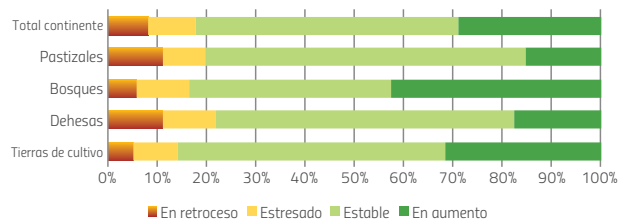
- En declive
- En declive moderado
- Estresado
- Estable
- En aumento

Figura 4.18: Extensión espacial de las clases LPD en Norteamérica según categorías seleccionadas de cobertura/uso del suelo



En Norteamérica, las tendencias decrecientes de la productividad en los 4 tipos de cobertura/uso del suelo suelen ser similares o por debajo de los promedios mundiales. Los pastizales y demás tierras de pastoreo parecen ser los más afectados, y la extensión del área con tendencias decrecientes se estima en un 20–22% en ambas clases, muy por encima de las áreas con signos de aumento o recuperación de la productividad primaria.

Figura 4.19: Distribución porcentual de las clases LPD para 4 categorías principales de cobertura/uso del suelo en Norteamérica

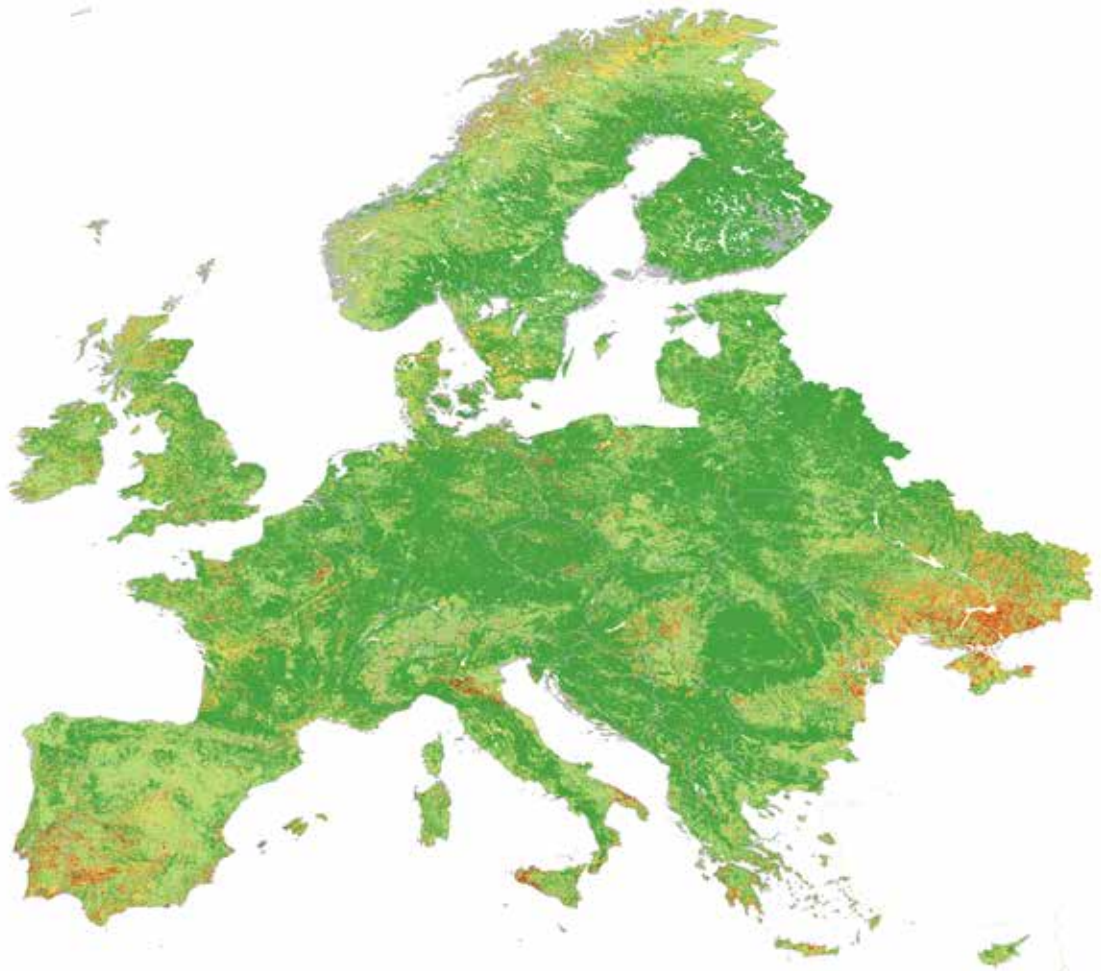


Solo el 13% de las tierras de cultivo se caracterizan por mostrar tendencias decrecientes o de inestabilidad constante, aunque suponen unos 500 000 km². El ejemplo más claro de esta anómala disminución lo encontramos en el sur de las Grandes Llanuras semiáridas en la región fronteriza entre Nuevo México, Texas, Oklahoma y Kansas, donde grandes áreas están dedicadas a cultivos de regadío con muchos insumos (por ejemplo, algodón en el noroeste de Texas) que dependen principalmente de las aguas freáticas fósiles.

Figura 4.20:
Mapa de la Dinámica de la Productividad de la Tierra de 1999 a 2013 en Europa, con 5 clases de trayectorias constantes de productividad de la tierra durante el período de observación.

Clave

- En declive
- En declive moderado
- Estresado
- Estable
- En aumento



En **Europa**, las tendencias decrecientes de productividad en los distintos tipos de cobertura/uso del suelo suelen situarse por debajo de los promedios mundiales. Sin embargo, al ser el continente el de mayor porcentaje de tierras de cultivo en términos relativos, las tierras de labranza europeas son proporcionalmente las más afectadas en comparación con los otros tipos de cobertura de la tierra considerados. Se estima que el 18% de las tierras de cultivo está expuesto a impulsores que conducen a disminuciones de la productividad, especialmente en el sur de Europa Oriental, donde, al

igual que en Asia Central, los sistemas de uso colectivo de la tierra para fines ganaderos y agrícolas a gran escala han experimentado una profunda transformación como resultado de la crisis económica.

Algunos puntos conflictivos relacionados con la pérdida de productividad de las tierras en Europa Occidental, especialmente en la región mediterránea, se caracterizan por una intensificación agrícola que a menudo va acompañada de una rápida expansión de las infraestructuras y las áreas habitadas en tierras de cultivo. En muchas tierras de cultivo europeas, los impactos en la productividad ocasionados por la degradación del suelo y la tierra pueden quedar encubiertos por la capacidad sostenida para compensar las pérdidas de fertilidad del suelo, pero esto supone un costo considerable para la biodiversidad y la calidad de los recursos de agua dulce.

Figura 4.21:
Extensión espacial de las clases LPD en Europa según categorías seleccionadas de cobertura/uso del suelo

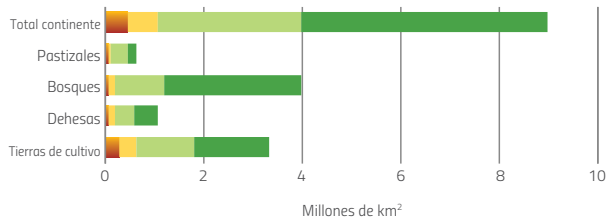
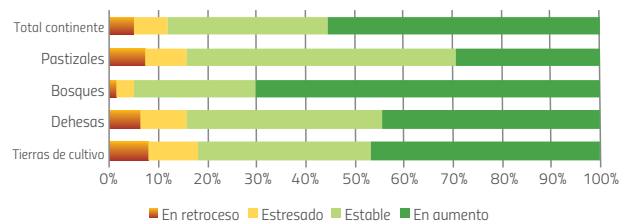


Figura 4.22:
Distribución porcentual de las clases LPD para 4 categorías principales de cobertura/uso del suelo en Europa



Al desglosar y realizar un análisis por categorías generales de cobertura/uso del suelo, la LPD permite identificar modelos relevantes de transformaciones de tierras que ocurren en el continente o en un país dado. Así, la LPD ofrece una primera aproximación y una comparación de diferentes regiones o incluso países según su capacidad para mantener la productividad primaria en los sistemas de uso de la tierra. Con el fin de fundamentar este tipo de información en el contexto de las causas subyacentes y los impulsores de la degradación de tierras, el «WAD» fomenta el concepto de la suma de pruebas.

Cuadro 4.2: Elaboración de mapas mundiales sobre convergencia de pruebas

Con objeto de ordenar las complejas interacciones y dinámicas que provocan los cambios en la cobertura/uso del suelo, el Atlas Mundial de la Desertificación (WAD) se basa en el concepto de «convergencia de pruebas»: cuando coinciden diferentes fuentes de pruebas, es posible sacar conclusiones sólidas incluso cuando ninguna de las fuentes de evidencias es significativa por sí misma. Los mapas de convergencia se elaboran combinando conjuntos de datos globales sobre procesos clave, utilizando un período de referencia de 15–20 años. A falta de conocimientos exactos sobre los procesos de cambio de la tierra en lugares variables, las combinaciones se realizan sin hipótesis previas. Los modelos indican áreas en las que se espera que tenga lugar una presión sustancial en los recursos de tierra.⁸

Los mapas de convergencia resultantes muestran un enfoque que permite la combinación, consideración y análisis de estos datos para múltiples capas de cobertura/uso del suelo. La convergencia se realiza en dos etapas: (i) se elabora una estratificación global de la cobertura/uso del suelo que represente el porcentaje de tierras de cultivo y pastizales⁹ y cobertura arbórea en 2007¹⁰ (otras estratificaciones preliminares podrían basarse en el clima, el suelo o los servicios ecosistémicos si hay datos disponibles); división en diferentes clases (clasificación sin supervisión); y (ii) cálculo, para cada clase de estadísticas por zona o categoría para cada conjunto de datos o problema potencial. Los temas se reclasifican y sitúan por encima o por debajo de un umbral que se obtiene estadísticamente, tomando en cuenta su efecto (positivo o negativo) esperado en términos de degradación de la tierra. Las capas resultantes tienen los valores 0 (sin estrés) y 1 (estrés potencial), y se suman para ofrecer el número de temas que coexisten en una ubicación geográfica. El método es flexible y se puede aplicar en cualquier escala. Tomando como base la literatura existente,¹¹ los conjuntos de datos referentes a los diversos temas se han agrupado de la siguiente manera:

Relacionado con el entorno humano

- densidades demográficas cambiantes
- migración y expansión urbana

Relacionado con el uso de la tierra

- expansión agrícola
- industrialización de la agricultura
- carga ganadera y prácticas de ganadería
- deforestación, fragmentación e incendios

Relacionado con el entorno natural

- productividad de la tierra
- disponibilidad y uso del agua
- condición del suelo
- cambios en la aridez y sequía

Ya se cuentan con conjuntos de datos mundiales para la mayoría de estos temas y el análisis del WAD muestra una convergencia basada en 13 conjuntos de datos coherentes y geográficamente continuos sobre temas socioeconómicos y biofísicos. Dado que la degradación de las tierras en sí es un proceso, lo ideal es utilizar conjuntos de datos dinámicos, aunque actualmente solo un número limitado ofrece una cobertura global coherente y armonizada:

Estratos dinámicos de datos:

- Cambios demográficos (2000–2015)
- Cambios en superficie construida (2000–2014)
- Dinámica de la productividad de la biomasa terrestre (1999–2013)
- Pérdida de árboles (2000–2014)

Estratos dinámicos de Estado:

- Densidad demográfica en 2015
- Ingreso nacional bruto per cápita en 2015
- Área equipada para riego (2005)
- Balance de nitrógeno a nivel del paisaje (2000)
- Carga ganadera (2006)
- Incendios (durante el período de 2000 a 2013)
- Estrés hídrico elevado (2010)
- Aridez (índice de aridez de 1981 a 2000)
- Anomalías en las tendencias de la vegetación y el clima (de 1982 a 2011)

Mapas globales de convergencia de problemas clave

Además del uso de la tierra y los antecedentes ambientales, en la aparición y nivel de degradación de la tierra también influyen una serie de variables, como las tasas de interés, los precios del ganado y las políticas de apoyo a la agricultura. El avance de este cambio viene marcado por variables que pueden ser lentas o rápidas.⁷ Sin embargo, tanto las vías hacia la degradación como las interacciones variables que las guían son numerosas, volátiles y, por lo general, desconocidas, lo que dificulta

establecer modelos de degradación de la tierra a escala mundial. Los resultados de la medición física que pueden observarse con el uso de datos satelitales, como las observaciones del terreno o de la LPD (por ejemplo: disminución de la biomasa, la biodiversidad o el carbono orgánico en el suelo, y aumento de la erosión del suelo o de especies de plantas no deseadas) no pueden interpretarse de forma efectiva si no se comprenden las condiciones sociales y económicas en todos los ámbitos considerados.

Los mapas de la suma de pruebas muestran dónde el cambio humano-ambiental de la tierra tiene un impacto en las tierras de cultivo (Figura 4.23) y los pastizales (Figura 4.24). Estos muestran unos modelos distintos que sugieren áreas con diferentes niveles de presión, sin embargo, el mayor o menor número de temas concurrentes no implica necesariamente un mayor o menor impacto o resultado en términos de la degradación de la tierra. En las tierras de cultivo y pastizales donde se presentan más presiones potenciales, normalmente hay que prestar más atención a la gestión de la tierra y al seguimiento de la situación, aunque el análisis no significa que la degradación de la tierra actualmente esté en marcha. En la medida de lo posible, la interpretación debe tener en cuenta el conocimiento contextual auxiliar y la evidencia. Los mapas de papel son limitados y no pueden representar la magnitud de los datos, por tanto, se está desarrollando un portal digital que permitirá realizar consultas y búsquedas más completas de información y consulta.

Estado de la tierra en las tierras de cultivo

El análisis muestra que aproximadamente el 9% (o 1,38 millones de km²) del área mundial con más del 50% de tierras de cultivo sufre una presión potencial de 8 a 143

asuntos coincidentes que desencadenan procesos de cambio de las tierras que guardan relación con la degradación de la tierra; prácticamente, todos tienen lugar en tierras secas. Cuando una serie de temas conexos de tierras de cultivo va acompañada de una disminución de la productividad de la tierra, esto sugiere que ha ocurrido o está en proceso una visible transformación. Esto se ha observado en el 2% de la superficie (0,3 millones de km²) y puede ser un buen indicador de la degradación en curso en esas áreas. Más de la mitad o aproximadamente el 60% (8,9 millones de km²) de la superficie global con más del 50% de tierras de cultivo experimenta potencial presión de 4 a 7 asuntos coincidentes que desencadenan procesos de cambio de las tierras que guardan relación con la degradación de la tierra; los mismos se distribuyen en tierras secas y no secas por igual. En el 12% de la superficie (12,4 millones de km²), coincide con signos de disminución de la productividad de la tierra. Solo un 2% de las tierras de cultivo mundiales, todas en zonas no áridas, no se enfrenta a ninguna presión de los 13 temas evaluados. En las áreas donde las tierras de cultivo cubren del 10 al 50% de la superficie, el porcentaje de tierra que se enfrenta a más de 8 de los 13 temas coincidentes cae al 3% (o 0.6 millones de km²), mientras que el 69% (11.7 km²) del área sostiene de 4 a 7 temas coincidentes.

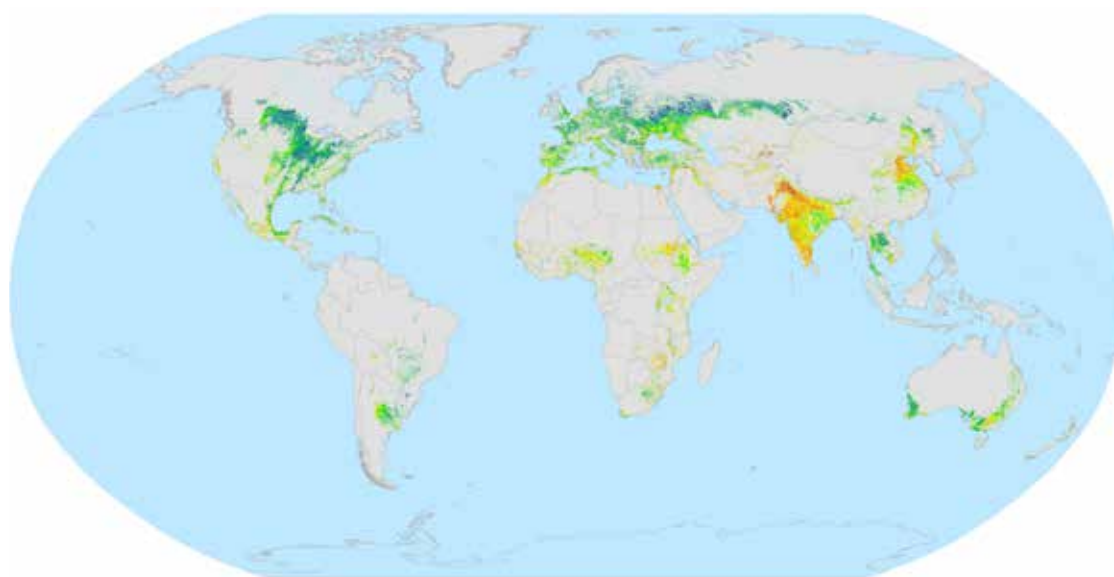
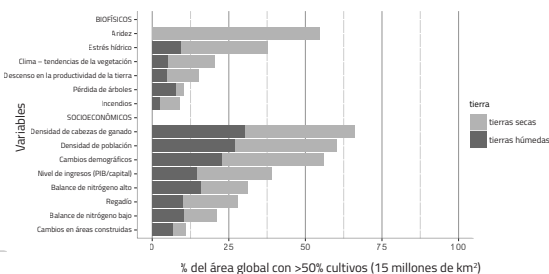
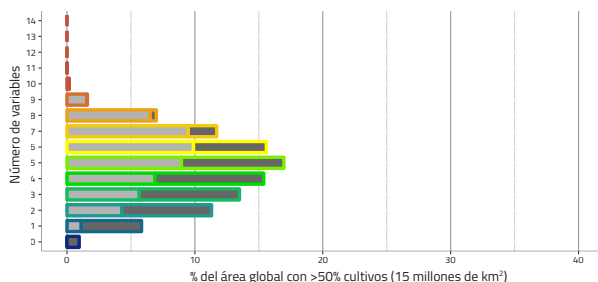
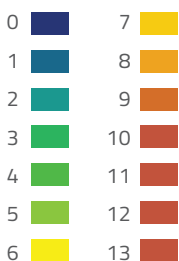


Figura 4.23:
Suma de pruebas de 14 procesos de cambio de las tierras o temas en el área de tierras de cultivo de antropogénicos inducidos y/o biofísicos.

Clave

Número de variables concurrentes



Las principales áreas de tierras de cultivo que se enfrentan a múltiples presiones incluyen, pero no se limitan a:

- Asia: incluidas tierras de cultivo en India y Pakistán, áreas de expansión agrícola en el noroeste de China y puntos conflictivos en Filipinas y Java;
- sudeste de Australia y áreas pequeñas en el suroeste australiano;
- África subsahariana: Burkina Faso, norte de Nigeria, este de Sudán, sur de Kenia, Malawi y Zimbabwe;
- África del Norte y Oriente Medio: norte de Marruecos, área del Nilo en Egipto y región Tigris–Éufrates;
- zonas agrícolas intensivas en el Mediterráneo y Europa Central;
- Asia Central alrededor del mar de Aral y tierras de cultivo en el este de Kazajistán, Uzbekistán, Kirguistán y Tayikistán;
- puntos conflictivos en América Latina y el Caribe: incluidas tierras secas en el noreste de Brasil, áreas de expansión agrícola en el área del Chaco argentino, Chile central, tierras de cultivo en el sur de México, y partes de Cuba y Haití; y
- áreas de regadío en el oeste de Estados Unidos.

Estado de la tierra en los pastizales

Aproximadamente el 5% (0,5 millones de km²) de los pastizales mundiales sufre potencialmente de 8 a 13 temas concurrentes que desencadenan procesos de cambio de las tierras que guardan una relación con la degradación de la tierra; prácticamente todos tienen lugar en tierras secas. Aproximadamente el 52% (13,1 millones de km²) de los pastizales mundiales sufre potencialmente de 5 a 8 temas concurrentes que desencadenan procesos de cambio de las tierras que guardan relación con la degradación de la tierra; más de dos tercios tienen lugar en tierras secas. De nuevo, solo el 2% de los pastizales, ninguno en tierras secas, no sufre presiones relacionadas con estos problemas

Las principales áreas de pastizales que se enfrentan a múltiples presiones incluyen, entre otras: India, Asia Central, área de Mongolia Interior de China, áreas del este de Australia, periferia del Sahel: África oriental y partes de África meridional, sudoeste de Madagascar, Chile norte–central y sur de Ecuador, centro de México y parte sur–central de los Estados Unidos.

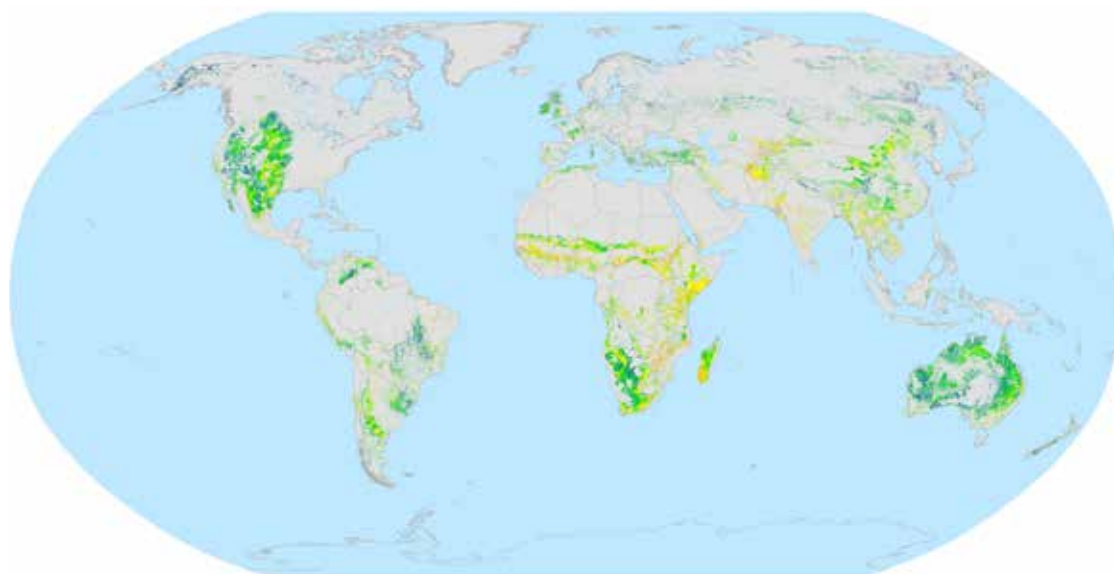
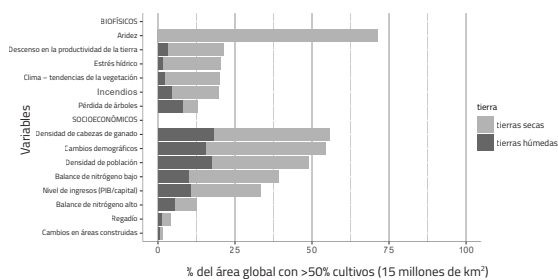
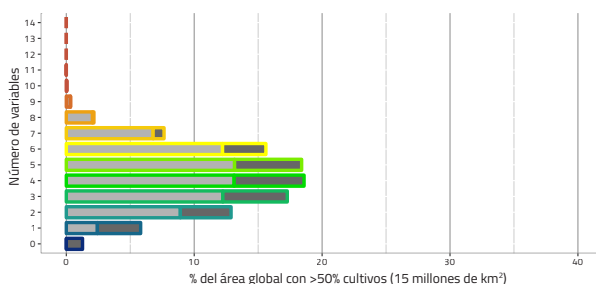


Figura 4.24: Suma de pruebas de 14 procesos antropogénicos inducidos y/o biofísicos de cambio de las tierras o problemas en el área de pastizales

Clave

Número de variables concurrentes



Puntos destacados regionales y nacionales

Oriente Medio y Asia Central Un problema fundamental en esta zona es la escasez y la gestión de los recursos hídricos. Más del 70% de la permanente pérdida neta global de agua superficial tuvo lugar en Oriente Medio y Asia Central.¹² Las demandas de riego combinadas con una agricultura intensiva plantea una presión insostenible sobre el recurso de la tierra. El número de cabezas de ganado sigue siendo alto y los pastizales se reducen o fragmentan por el crecimiento demográfico y la expansión de la agricultura.¹³

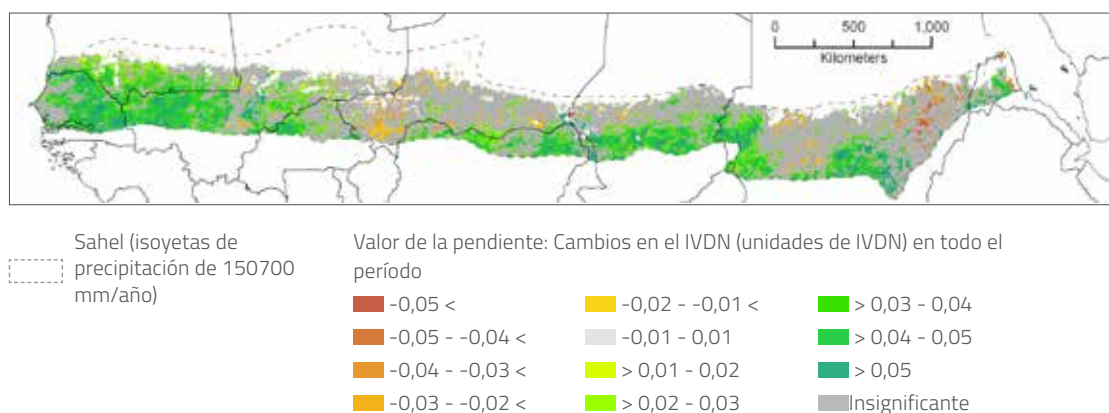
India Desde la década de 1700, la alta densidad demográfica ha supuesto una fuerte presión en toda la India.¹⁴ La India tiene el 18% de la población mundial y el 15% del ganado, pero solo cuenta con el 2.4% de la superficie terrestre del mundo.¹⁵ Desde la década de 1960, la porción de tierra de cultivo disponible por persona se ha dividido por tres, situándose en 0,12 ha por persona; el 53% de la India son tierras de labranza, con un promedio de 157 kg/ha de fertilizante y un uso de riego en más del 36%; la extracción anual de agua dulce es una de las más elevadas del mundo: 761 mil millones de m³ al año. Todo ello supone una considerable presión sobre las tierras de cultivo. Sin embargo, la dinámica de la productividad de la tierra se ha mostrado estable en los últimos 15 años. Algunas áreas, aunque no todas, coinciden con la evaluación nacional detallada de la degradación en curso, que se basa en la identificación de procesos biofísicos observados por satélite.¹⁶

China El estado de la productividad de la biomasa de la tierra observado por satélite de 1999 a 2014 se define como estable o en aumento en la mayor parte de China. Sin embargo, en la zona de Pekín–Hebei–Shandong, la combinación de la densidad demográfica y una agricultura intensiva principalmente de regadío está llevando al estrés hídrico y a la mala calidad de la tierra. La introducción de la agricultura en terrenos marginales que tradicionalmente se han utilizado para el pastoreo de ovejas y vacas ha originado superficies de suelo

erosionables, el llamado proceso de «arenificación», en grandes áreas del norte de China, especialmente Mongolia Interior y Sinkiang occidental.¹⁷ En Mongolia Interior, las políticas gubernamentales dirigidas a asentar a los pastores nómadas y privatizar los pastos colectivos han aumentado la presión sobre los pastizales, lo que resulta en una degradación a gran escala.¹⁸ A partir de 1980, la privatización de las tierras de labranza y la introducción de incentivos estatales aumentaron la productividad en el norte de China, especialmente gracias al riego con aguas freáticas y el uso de fertilizantes. Junto con las restricciones y normas legales de acceso, la expansión de las tierras de cultivo ocupando pastizales ambientalmente sensibles se ha ralentizado, y las dunas móviles y los mantos de arena se han estabilizado parcialmente. Sin embargo, esto ha venido acompañado de una rápida merma de los recursos de aguas freáticas ya que los sistemas de riego de los pequeños propietarios se han ido sustituyendo con sistemas de riego por aspersión a gran escala. Estos sistemas tienden a reducir las capas freáticas y hoy en día muchos lagos y humedales han desaparecido, como muestran las imágenes satelitales.

Sahel En los últimos 50 años, el aumento del sedentarismo y las actividades humanas, junto con la variabilidad climática, ha provocado importantes cambios ambientales en la zona semiárida del Sahel. La acumulación de procesos de cambio del suelo en vastas extensiones de tierras de cultivo del Sahel es significativa, considerando que los recursos hídricos son limitados,¹⁹ la población sigue creciendo, aumenta la demanda de alimentos y pequeños propietarios con medios e ingresos limitados gestionan unos recursos de tierras de cultivo ya de por sí escasos. El cultivo es principalmente de secano (excepto en algunas partes de Etiopía) y, en general, tiene lugar en suelos bastante pobres con materia orgánica media o baja. En general, los sistemas minifundistas son sistemas agrícolas de bajos insumos que van acompañados de altas cargas ganaderas y una creciente presión ejercida por una población sedentaria cada vez mayor.

Figura 4.25: Estudios recientes de observación de la Tierra muestran que en las últimas décadas ha habido una tendencia positiva de las precipitaciones y el índice de vegetación para la mayor parte del Sahel –conocido como el reverdecimiento del Sahel.²⁴ El fenómeno se explica como un aumento de la biomasa y contradice los argumentos imperantes de que la degradación generalizada ha sido causada por el ser humano y el cambio climático. Sin embargo, la observación de áreas con una disminución de la productividad, por ejemplo en Nigeria y Sudán, indica que el proceso de reverdecimiento no es uniforme en todo el Sahel.



La degradación de las tierras cultivables supone un gran problema para los medios de vida y la seguridad alimentaria en el Sahel, sin embargo, a pesar de décadas de intensa investigación de los sistemas humano-ambientales, no existe un consenso general sobre la gravedad de la degradación de la tierra.²⁰ Los datos de observación de la tierra sugieren un incremento general del verdor de la vegetación que puede confirmarse con observaciones en el terreno. Sin embargo, no está claro si las tendencias positivas observadas implican una mejora ambiental con efectos positivos en los medios de vida de las personas.²¹ Aunque en los últimos 15 años no se ha registrado una disminución generalizada de la productividad de biomasa, sí se puede observar una disminución de bolsas de biomasa.²² En algunos casos, las evaluaciones a largo plazo de la biodiversidad en escalas más reducidas señalan una tendencia negativa de la diversidad de especies.²³ El Sahel deja patente la necesidad de supervisar la dinámica de la tierra mediante la combinación de información a largo plazo facilitada por la observación de la Tierra con observaciones in situ que ayuden a comprender el impacto específico en cada zona provocado por los cambios en el uso de las tierras y las

tendencias observadas de la cubierta de la tierra.

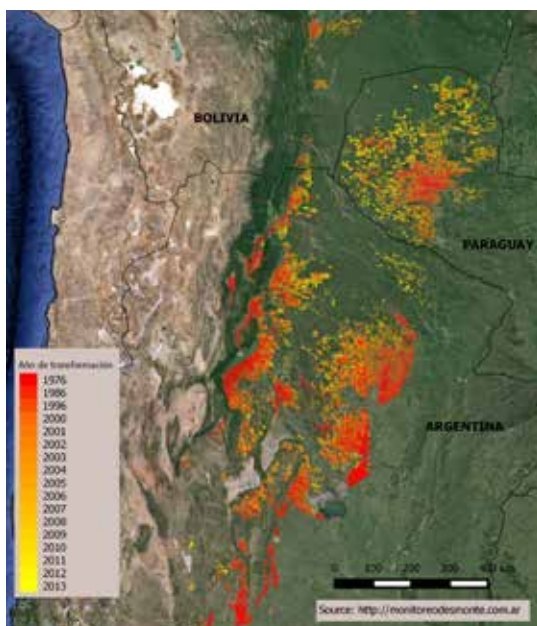
Brasil / Argentina Los sistemas agrícolas intensivos en insumos ubicados en tierras de primera calidad, que utilizan grandes cantidades de agua y fertilizantes y buscan un beneficio económico a corto plazo, ponen en peligro los recursos de la tierra por agotamiento o contaminación del suelo y el agua.^{25,26} Por ejemplo, la deforestación con la subsiguiente agricultura de riego supone una amenaza para los recursos de tierras en la gran extensión del Chaco en Argentina, Paraguay y Bolivia, donde la vegetación autóctona, particularmente de los bosques secos, está experimentando una de las tasas de deforestación más altas del mundo (véase Figura 4.26). Esto se atribuye a la rápida expansión

e intensificación de la agricultura, especialmente la producción de cultivos (por ejemplo, soja y maíz), así como la ganadería.²⁷ Las transformaciones de la tierra ocasionadas por el cultivo han provocado importantes pérdidas de biodiversidad, la fragmentación del paisaje y una reducción de los servicios ecosistémicos esenciales,²⁸ lo que probablemente conducirá a una mayor degradación de la tierra.²⁹ La supervisión resulta esencial para identificar los impulsores biofísicos, sociales, políticos y económicos de los cambios, así como para desarrollar políticas de planificación y gestión del uso de la tierra que mitiguen o reviertan las tendencias de la degradación de la tierra.

Al igual que en otros países donde predomina el clima tropical y subtropical, al principio la agricultura en Brasil se desarrolló utilizando la labranza de arado tradicional, basada en las experiencias adquiridas por los agricultores en las regiones templadas del hemisferio norte.³⁰ En este clima, el potencial de degradación de la tierra resulta de una combinación de suelos muy vulnerables a la erosión, la alta presión sobre el uso de la tierra e intensas precipitaciones cuando los suelos son más susceptibles a la erosión.³¹ Las pérdidas anuales de suelo se estimaron en 800 millones de toneladas en áreas con cultivos y pastos.³² Los costos no agrícolas de la erosión se estimaron en 1,300 millones de dólares.³³

Estados Unidos y Europa Los sistemas de producción de alimentos intensivos en insumos son impulsados por la mecanización y altas aplicaciones de fertilizantes que han hecho que las tierras agrícolas dependan de continuos insumos de nutrientes para garantizar altos rendimientos. Se trata de un acto de equilibrio riesgoso, pero situaciones económicas favorables hasta ahora han hecho posible mantener en equilibrio la mayor parte del recurso tierra. Las prácticas agrícolas locales suelen provocar una erosión del agua y del viento así como otros fenómenos de degradación que, sin embargo, no son posibles de plasmar universalmente a escala de análisis con los conjuntos de datos disponibles en la actualidad.

Figura 4.26: Entre 1976 y 2012, el 20% de toda la ecorregión se ha transformado registrándose una tasa exponencial anual de transformación y crecimiento en Paraguay. Las áreas que van de rojo (transformadas en 1976) a amarillo (transformadas en 2013) muestran la extensión y el ritmo acelerado de transformación del Gran Chaco que va avanzando por cultivos o pastizales.





© Dorin Vancea

LO QUE NOS ARRIESGAMOS A PERDER: LA IMPORTANCIA DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

Las condiciones de la tierra, incluida su productividad, juegan un rol clave en el potencial de cualquier área determinada a la hora de ofrecer un amplio número de bienes y servicios; resulta obvio que las disminuciones de LPD merman directamente la cantidad y calidad de los mismos. La función clave que desempeña una base de tierras saludable al ofrecer unos servicios ecosistémicos es un principio básico de la *Perspectiva global de la tierra*, sin embargo, el análisis anterior respalda otros estudios que sugieren que la calidad de dichos servicios ecosistémicos está en declive. Con objeto de contextualizar este punto, esta sección esboza los principales servicios de los ecosistemas terrestres, muchos de los cuales damos por sentado aunque ahora se ven amenazados por la degradación de la tierra y/o el declive de la productividad.

Los servicios ecosistémicos son los bienes y servicios producidos por o junto con el capital natural que benefician directa e indirectamente a los seres humanos. La degradación de la tierra y la consiguiente pérdida de biodiversidad conduce a una reducción de muchos servicios ecosistémicos vitales y, por lo tanto, una mayor inseguridad alimentaria e hídrica.³⁴ Los efectos de la degradación de la tierra se observan en una reducción del rendimiento de los cultivos, la pérdida de capacidad de los sistemas agrícolas para resistir plagas y patógenos exóticos,³⁵ y la pérdida general de resiliencia por parte de las funciones del ecosistema.³⁶ Esto conlleva consecuencias negativas para todos, pero muy especialmente impacta a las personas más pobres y vulnerables.³⁷

Los servicios ecosistémicos se definen y clasifican de varias maneras. Por ejemplo, la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio propone una tipología sencilla para resumir los diversos servicios que ofrece el capital natural y los divide en servicios de apoyo, provisión, regulación y culturales.³⁸ Hay innumerables servicios ecosistémicos vinculados con miles de especies e interacciones ecológicas. Algunos solo los conoce un pequeño grupo de personas que aprecia su valor, como los beneficios medicinales de una planta concreta. A medida que nuestras sociedades se hacen más homogéneas, vamos perdiendo gran parte de este conocimiento ecológico tradicional. Otros valores ecosistémicos cuentan con un reconocimiento más amplio que abarca comunidades enteras, ciudades, países o el mundo en general. Algunos de los principales servicios de los ecosistemas terrestres perjudicados por la degradación de la tierra son:

- Seguridad alimentaria
- Seguridad hídrica
- Salud física y mental

- Reducción del riesgo de desastres
- Mitigación y adaptación al cambio climático
- Valores culturales
- Turismo, incluyendo principalmente ecoturismo
- Materias primas

La segunda parte de esta *Perspectiva* trata en mayor profundidad muchos de estos servicios (por ejemplo: comida, agua, energía y clima) que ahora solo se han tocado brevemente aquí; otros se han debatido con más detalle. Cada vez se reconoce más que una gestión activa de los recursos de la tierra es necesaria para garantizar la realización de los servicios ecosistémicos (es decir, los beneficios para los seres humanos); a menudo son denominadas «soluciones basadas en la naturaleza».³⁹

1. Seguridad alimentaria

La agricultura depende de una serie de servicios ecosistémicos (véase el Capítulo 7): servicios de apoyo como el ciclo de nutrientes y la formación de suelo, y servicios de regularización tales como la purificación del agua, la regulación atmosférica y la polinización.⁴⁰ Además, se estima que 150 millones de personas dependen directamente de alimentos silvestres como plantas, forraje, caza y pescado.⁴¹ En África austral, en 2005 el valor del consumo de recursos silvestres se estimó en 800 millones de dólares USA al año.⁴² Los servicios ecosistémicos contribuyen directamente en la seguridad alimentaria y nutricional. Los insectos y aves prestan servicios de polinización vitales para la agricultura y actualmente se estima que su valor económico total asciende a 160 mil millones de dólares al año,⁴³ aunque bajo amenaza.⁴⁴

La reproducción de cultivos precisa una amplia gama de variación genética para cultivo de granos a fin de ayudar a las especies a adaptarse a las condiciones ambientales cambiantes, entre ellas, nuevas plagas y enfermedades. Los agrónomos recurren a dos fuentes de material genético que ayudan a desarrollar la adaptabilidad y resiliencia de los cultivos: la variación que existe en las variedades tradicionales de cultivos, conocidas como variedades autóctonas, y la de especies silvestres estrechamente relacionadas, denominadas *parientes silvestres de cultivos* («CWR», por sus siglas en inglés). Dada la infinidad de amenazas a la que se enfrentan los cultivos, tanto las variedades autóctonas como las «CWR» son recursos vitales que ayudarán a garantizar la seguridad alimentaria en el futuro.⁴⁵ Hace cierto tiempo se consideró que la introducción de nuevos genes de especies de «CWR» aumentaba los rendimientos de los cultivos en unos 20 mil millones de dólares al año tan solo en los Estados Unidos; y la cifra se estimó en 115 mil millones de dólares en todo el mundo.⁴⁶ Sin embargo, a menudo se desconocen estos valores y muchos centros de diversidad de cultivos, lugares en donde se origina un número desproporcionado de especies de cultivos del mundo, que están mal conservados.⁴⁷

Cada vez más se reconoce la importancia de los ecosistemas naturales como lugares que promueven el bienestar así como la salud física y mental.

2. Seguridad hídrica

Los ecosistemas funcionales y resistentes desempeñan un rol básico en la seguridad del agua al mantener la calidad y, en algunos casos, la cantidad de agua así como la regulación de los flujos. La vegetación natural y un suelo sano pueden ayudar a mantener la calidad del agua y en algunas circunstancias aumentar la cantidad de agua disponible (véase el Capítulo 8).⁴⁸ Hoy en día, la mayor parte de la población mundial vive en las inmediaciones de parteaguas boscosas. Estas⁴⁹ ofrecen un abastecimiento de agua de mayor calidad que las parteaguas con usos alternativos de la tierra, que han sufrido más alteraciones, que presentan una mayor erosión del suelo y seguramente muestran niveles de contaminación por pesticidas, fertilizantes o residuos tóxicos.⁵⁰

Algunos ecosistemas, como los bosques nubosos y la *vegetación de páramos* en el centro de Sudamérica, absorben las gotas de agua de las nubes y aumentan el flujo neto del agua. Por ejemplo, los bosques nubosos del Parque Nacional La Tigra en Honduras, proporcionan más del 40% del suministro de agua a Tegucigalpa, mientras que en Ecuador el 80% de la población de Quito recibe agua potable de dos áreas protegidas.⁵¹ Más de un tercio de las 100 ciudades más grandes del mundo reciben un porcentaje significativo del agua potable que consumen de bosques protegidos.⁵² En algunos casos, los efectos llegan a cientos o miles de kilómetros del ecosistema que suministra el servicio. El vapor de agua del Amazonas recorre miles de kilómetros con dirección sur para proporcionar precipitaciones a algunas de las zonas agrícolas más ricas del continente que, sin estos «ríos voladores», serían mucho más áridas.⁵³

3. Salud física y mental

Cada vez se reconoce más la importancia de los ecosistemas naturales como lugares que promueven el bienestar así como la salud física y mental. Gran parte de la medicina moderna se deriva o replica de manera sintética de fuentes naturales. Las medicinas tradicionales obtenidas localmente son un recurso importante para las necesidades sanitarias básicas en Asia, América Latina y África,⁵⁴ y recogen más especies de plantas medicinales que cualquier otro producto natural.⁵⁵ India y China cosechan de la naturaleza el 90% y 80% respectivamente de sus plantas medicinales.⁵⁶ Las medicinas naturales se comercializan por todo el mundo y cuentan con un mercado estimado en más de 50 mil millones de dólares anuales.⁵⁷ Las especies silvestres también suministran materia prima para el desarrollo farmacéutico; los bosques son una fuente particularmente importante de compuestos medicinales⁵⁸ y algunas empresas pagan por el derecho a explorar áreas protegidas u otras regiones de alta biodiversidad.

Y, lo que es más importante, se sabe que pasar tiempo en la naturaleza es reconocido como un factor básico para mantener la salud física y mental. Se ha calculado que, en los Estados Unidos, cada dólar invertido en hacer ejercicio físico supone un ahorro de costes sanitarios de USD 3.2,⁵⁹ y las personas con acceso a espacios públicos agradables tienden a caminar más.⁶⁰ Cada vez un número creciente de países están animando a quienes les gusta pasear, correr y andar en bicicleta a hacer ejercicio en las reservas naturales; también conocido con el concepto de gimnasio ecológico o verde. En Escocia, los beneficios para la salud de los bosques se han estimado entre USD 17.6 y 23.6 millones al año (cifras de 2006), ayudando a reducir el número de muertes prematuras y la morbilidad mediante el aumento del ejercicio físico, reducción de la contaminación atmosférica, ahorro de gastos en salud mental y reducida ausencia reducida al trabajo.⁶¹ Los entornos naturales ayudan a las personas a recuperarse de la fatiga mental y pueden mejorar la capacidad de recuperarse de enfermedades y lesiones, y hacer frente al estrés.⁶²

4. Reducción del riesgo de desastres

Los ecosistemas naturales bien gestionados son importantes para mitigar los efectos de fenómenos meteorológicos extremos y evitar la progresión hacia desastres completos. A menudo, los peores desastres, en términos de pérdida de vidas humanas y costos económicos, suceden a menudo en lugares donde las defensas naturales se han deteriorado o destruido.⁶³ Los bosques nos protegen de inundaciones, avalanchas, tifones, huracanes, desertificación, sequías, y corrimientos de tierras; los humedales pueden mitigar las inundaciones y, por su parte, los arrecifes de coral y los manglares ayudan a protegernos de marejadas ciclónicas, maremotos e inundaciones.^{64,65}

La Tabla 4.2 muestra algunos de los beneficios clave de los servicios ecosistémicos en términos de reducción del riesgo de desastres (DRR). Los ecosistemas que son sanos, funcionales y diversos son más resistentes a estas amenazas. Después del maremoto asiático de 2004, un estudio realizado en Sri Lanka puso de relieve que los efectos eran mucho menos graves en un área con un paisaje diverso de arena, lagunas con manglares, plantaciones de coco, matorrales y huertos familiares que en áreas donde se había eliminado la vegetación natural, ya que estos ecosistemas absorbían gran parte de la energía de las olas.⁷⁵ Cada vez es más patente que conservar los ecosistemas naturales es una forma de protegernos de los peligros que presentan los fenómenos meteorológicos o extremos.⁷⁶

Cuadro 4.3: Servicios ecosistémicos en el delta del Mekong

Se estima que la pesca de interior en la cuenca del Mekong genera un estimado de 2 millones de toneladas de pescado al año,⁶⁶ lo que supone, por ejemplo, aportar casi el 80% de la proteína animal a la población de Camboya.⁶⁷ El aumento demográfico pone en peligro estos recursos. Las áreas protegidas ayudan a regular la captura: el 60% de los peces capturados en la región provienen del lago Tonlé Sap, reserva de la UNESCO para el Hombre y la Biosfera,⁶⁸ y se estima que la pesca en el Parque Nacional de Ream en Camboya genera 1,2 millones de dólares USA al año a los residentes locales.⁶⁹ En la República Democrática Popular Lao, las zonas de conservación de la pesca se coadministran para las pesquerías y los habitantes afirman que la población de más de 50 especies de peces ha aumentando notablemente.⁷⁰

Los servicios ecosistémicos son una forma importante de reducir el riesgo de desastres. Los terrenos bajos y las frecuentes tormentas hacen que el delta del Mekong sea propenso a sufrir daños costeros y probablemente el cambio climático empeore la situación. Cada vez se valoran más las barreras naturales como manglares y corales. En Sri Lanka y Tailandia, se observó que las especies de manglares eran barreras efectivas.⁷¹ En Tailandia, el valor de la protección de los manglares contra las tormentas se ha estimado en Entre 27 264 y 35 921 millones de dólares USA por hectárea.⁷² La recuperación de manglares puede ser una opción rentable para mejorar la protección del litoral. En el norte de Vietnam, un programa de recuperación de manglares de 1,1 millones de dólares brindó una protección efectiva contra los tifones y supuso un ahorro estimado de 7,3 millones de dólares al año en mantenimiento de diques marinos.⁷³

Las personas más pobres todavía dependen de la recolección de productos naturales de los bosques. En el Área Nacional de Conservación de la Biodiversidad de Nam Et, en la República Democrática Popular Lao, 81 comunidades rurales dependen de productos forestales no madereros con un valor estimado en 1,88 millones de dólares/año (el 30% son ingresos en efectivo y el resto subsistencias), lo que aporta a los habitantes de la región un ingreso per cápita superior al promedio.⁷⁴

5. Mitigación y adaptación al cambio climático

Cuando están sanos, los bosques, pastizales, humedales, el suelo y la sedimentación mantienen las reservas de carbono y capturan el carbono atmosférico, por lo que desempeñan un rol clave en la reducción del cambio climático (véase el Capítulo 10) por ejemplo: los humedales contienen aproximadamente el 33% del carbono del planeta.⁷⁸ En cambio, su destrucción y la liberación de carbono es uno de los factores que provocan la aceleración del cambio climático. La gestión del flujo de carbono es un importante argumento para persuadir a los gobiernos a conservar los ecosistemas naturales, aunque los actuales programas de compensación recogidos en la Reducción de las Emisiones de la Deforestación y la Degradación de Bosques (REDD+, por sus siglas en inglés) por lo general no bastan para compensar los valores perdidos en el desarrollo. Los valores de mitigación climática de los ecosistemas naturales también se reflejan en el rol de las áreas protegidas.⁷⁹

Los ecosistemas naturales y bien gestionados ayudan a la sociedad a adaptarse al cambio climático puesto que ofrecen unos servicios ecosistémicos fundamentales para la supervivencia, por ejemplo: protección de las costas frente a la subida del nivel del mar, parteaguas contra inundaciones causadas por fuertes precipitaciones y fuentes de alimentos silvestres que suelen ayudar a las comunidades a sobrevivir en periodos de emergencia ocasionados por sequías u otros fenómenos meteorológicos.⁸⁰

6. Valores culturales

Los ecosistemas naturales no están desprovistos de influencia humana. Muchos de esos ecosistemas presentan importantes sitios arqueológicos, edificios históricos, rutas de peregrinación y usos tradicionales o sagrados de la tierra. De la misma manera que edificios emblemáticos, escritores y equipos de fútbol pueden encarnar el corazón de una nación o región, también lo pueden hacer el patrimonio paisajístico y sus especies. A menudo, las áreas naturales incluyen paisajes o sitios ilustres como bosques, cascadas y montañas que tienen un gran valor para las comunidades locales. Parques nacionales tan emblemáticos como Yellowstone, las Montañas Azules cerca de Sídney, el Distrito de los Lagos en el Reino Unido y los Alpes Japoneses han sido fuente de inspiración para muchas generaciones de artistas y escritores. En una escala más local, estos hábitats naturales son una rica fuente de ideas y energía para poetas, pintores, músicos y demás artistas.



Tabla 4.2: Función de los ecosistemas naturales en la mitigación de desastres⁷⁷

Caso	Rol de los ecosistemas
Inundación	Creación de espacio para que las inundaciones se dispersen sin causar daños mayores Uso de vegetación natural para absorber los efectos de las inundaciones
Corrimiento de tierras	Estabilización del suelo Compresión de nieve Ralentización del movimiento de tierra, rocas y nieve, y limitación del alcance del daño
Marejadas ciclónicas, maremotos, erosión	Corales y manglares que crean una barrera natural contra la fuerza de las olas Raíces que estabilizan los humedales
Sequías y desertificación	Reducción de la presión (particularmente la ejercida por el pastoreo) para disminuir la formación de desierto Conservación de poblaciones de plantas resistentes a la sequía que sirvan de alimento en épocas de sequía
Incendios	Límites para impedir la propagación a las zonas con más riesgo de incendios Conservación de sistemas tradicionales de gestión que han controlado incendios Protección de sistemas naturales intactos más capaces de soportar el fuego.
Huracanes y tifones	Mitigación de inundaciones y corrimientos de tierras Protección de las comunidades ante fenómenos de tormenta (por ejemplo: marejada ciclónica)
Terremotos	Prevención o mitigación de riesgos asociados (por ejemplo: corrimientos de tierras y caídas de rocas)

7. Turismo

El turismo es una importante fuente de ingresos que generó 7,2 mil millones (el 9,8% del PIB mundial) y 284 millones de empleos (1 de cada 11 puestos de trabajo) en la economía mundial en 2015.⁸¹ En muchos países se han utilizado los paisajes naturales o seminaturales para desarrollar el ecoturismo, definido como «*viajes responsables a áreas naturales que conservan el ambiente y mejoran el bienestar de la población local*».⁸² El gasto mundial en ecoturismo ha estado registrando un aumento anual del 20%, aproximadamente seis veces la tasa de crecimiento de toda la industria.⁸³ En Kenia, se calcula que el 80% del mercado turístico gira en torno a la vida silvestre y el sector turístico global genera un tercio de los ingresos en divisas extranjeras del país.⁸⁴ El ecoturismo depende de la conservación de la calidad de los recursos de la tierra ya que un paisaje degradado o la desaparición de la vida silvestre ya no serán atractivos para los visitantes.

8. Materias primas

Muchas materias primas se recogen en la naturaleza, a menudo en grandes volúmenes, por ejemplo: madera, leña, resina, caucho, hierba, mimbre y minerales, con muchas comunidades dependiendo de estas materiales para su subsistencia. La tabla 4.3 muestra algunos ejemplos.

Estimación del valor de los ecosistemas naturales

Además del valor comercial de los servicios de aprovisionamiento, como alimentos, combustible y fibras, el valor de otros beneficios de los ecosistemas naturales éstos pueden evaluarse en tres niveles: *cuantitativo, cuantitativo y monetario*.⁸⁵ La valoración cualitativa se centra en valores no numéricos, por ejemplo: la función que desempeña una montaña o un paisaje concreto en la definición de la cultura e identidad locales. Los indicadores cuantitativos se centran en datos numéricos, por ejemplo: el número de visitas que recibe un parque nacional o la cantidad de carbono almacenado en él. La valoración monetaria refleja los valores de los servicios en términos económicos, por ejemplo: cálculo

Tabla 4.3: Ejemplos de materiales obtenidos de ecosistemas naturales.

Tipología	Valor	Ejemplo
Materiales para la construcción o la protección física (por ejemplo: madera, caña, bambú y hierba)	Vivienda	En la península de Yucatán, México, el valor de la hoja de palma como material para techado se estima en 137 millones de dólares USA al año. ⁸⁵
Materiales para el pastoreo de ganado (por ejemplo: hierbas y plantas)	Alimento (ganado)	Un porcentaje significativo de los 471 millones de cabezas de ganado de la India se sostienen por el pastoreo forestal o forraje recogido en bosques. ⁸⁶
Combustibles (por ejemplo: madera y leña)	Combustible (cocina y calefacción)	En los países en desarrollo, 2400 millones de personas – más de un tercio de la población mundial– usan madera u otros combustibles de biomasa para cocinar y calentar sus hogares. ⁸⁷
Materiales para artesanía (por ejemplo: hierba, caña, semillas, madera, bambú, etc.)	Ingresos	En la reserva de caza de Caprivi, Namibia, una de las pocas fuentes de ingresos para las mujeres de la zona está en la venta a los turistas de cestas hechas con hojas de palmera. El número de productoras pasó de 70 en la década de 1980 a más de 650 en 2001. ⁸⁸
Materiales recogidos y vendidos (bien como tales o como insumos de otros productos) para generar ingresos (por ejemplo: coral, conchas de mar, caucho, corcho, miel, etc.)	Ingresos	Las setas matsutake que se recogen en la reserva natural china de Baimaxueshan han ayudado a 70 aldeas a multiplicar sus ingresos por 5–10. ⁸⁹ Un kilo de estas setas puede aportar más ingresos que el salario promedio anual en la provincia de Yunnan. ⁹⁰
Materiales con un valor tradicional, cultural o espiritual	Cultural / espiritual	En los países nórdicos, PFNM como las setas, las hierbas y las bayas son muy importantes cultural y económicamente. ⁹¹

de los ingresos generados por la pesca en un sistema fluvial o valor del carbono almacenado en una turbera, si es que hay un mercado para estos servicios. Los servicios de aprovisionamiento son los que más suelen expresarse con indicadores monetarios. Por lo tanto, es probable que una evaluación completa de los beneficios se base en una combinación de estas tres valoraciones.

Los servicios ecosistémicos totales en 2011 se estimaron en 125–145 mil millones de dólares al año.⁸⁶ El desafío estriba en cómo introducir estos valores en la toma de decisiones, para el dueño de unas tierras o alguien que usa un recurso natural, a corto plazo suele ser más rentable degradar el recurso aunque el costo para la sociedad en general sea mucho mayor. Con los sistemas de Pago por Servicios Ecosistémicos (PSE) se busca cubrir estas cuestiones al hacer pagos directos a quienes mantienen y recuperan los servicios ecosistémicos. Una cuestión más compleja es cómo benefician estos valores a las personas más pobres y esto depende de temas como la calidad de la gobernanza, el imperio de la ley, el grado de corrupción y la voluntad de los tomadores de decisiones para respaldar los programas de reducción de la pobreza.⁸⁷

Cuadro 4.4: Evaluación del valor de los sistemas de parques nacionales en Europa Oriental

De 2013 a 2014 se empleó una metodología estandarizada para evaluar⁸⁸ los servicios ecosistémicos en todos los parques nacionales de la región europea en los Alpes Dináricos (países de la antigua Yugoslavia y Albania). Se ofrecían talleres que acercaban a los participantes a las culturas y tradiciones locales y los concienciaban sobre todos los beneficios brindados por el parque. En toda la región se observaron algunos patrones claros que ponían de relieve la idoneidad de las áreas protegidas a la hora de fomentar la conservación, proteger la cultura local y desarrollar unas estrategias de financiación sostenibles: en el 96% de las áreas protegidas, el turismo aporta beneficios económicos a las partes interesadas y el uso comercial del agua tiene un valor económico importante en más de la mitad, mientras que el 60% de las áreas protegidas tienen valores alimentarios locales. Hay posibilidades de desarrollar una marca o denominación de origen para los productos locales/regionales de las áreas protegidas (por ejemplo: miel, setas, plantas medicinales y queso). Las áreas protegidas ofrecen muchos puestos de trabajo en regiones que han sufrido un deterioro rural, por lo que su futuro es importante para los políticos locales. Un sistema de evaluación ascendente, que implica a más de mil personas en 58 parques nacionales, brinda información clara sobre los valores de los servicios ecosistémicos, aunque muchos de ellos no se hayan calculado en términos económicos.⁸⁹

CONCLUSIÓN

El mantenimiento o mejora de la capacidad productiva de la tierra y sus recursos asociados implica mantener y mejorar una posición de «pérdida neta cero» de la calidad de la tierra. Se trata de conservar o mejorar la capacidad del suelo, el agua y la biodiversidad para apoyar las funciones y los servicios ecosistémicos necesarios para satisfacer las demandas de hoy y las necesidades del futuro.

Una gestión más sostenible de los recursos de la tierra puede ayudar a cerrar las brechas de rendimiento, aumentar la resiliencia al estrés y los impactos, y así fomentar a largo plazo la salud, el bienestar y la seguridad de las personas. El WAD ofrece una visión global práctica del estado y las tendencias de la condición de nuestros recursos así como los potenciales impactos humanos. Al identificar las áreas sometidas a estrés, se faculta que los responsables políticos puedan ser empoderados para adoptar medidas correctivas y establecer un entorno propicio para que las partes interesadas sigan el ejemplo.

REFERENCIAS

- 1 Joint Research Centre of the European Commission. Forthcoming. World Atlas of Desertification. 3rd edition. Ispra, Italy.
- 2 <http://www.unccd.int/en/programmes/Science/Monitoring-Assessment/Documents/Decision22-COP11.pdf>
- 3 <http://www.millenniumassessment.org/en/index.html>
- 4 Yengoh, G.T., Dent, D., Olsson, L., Tengberg, A.E., and Tucker III, C.J. 2015. Use of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) to Assess Land Degradation at Multiple Scales. Springer.
- 5 GEO. 2017. Earth Observations in support of the 2030 Agenda for Sustainable Development. Geneva. http://www.earthobservations.org/documents/publications/201703_geo_eo_for_2030_agenda.pdf
- 6 Metcalfe, D.J. and Bui, E.N. 2017. Australia State of the Environment 2016: Land. Australian Government Department of the Environment and Energy, Canberra.
- 7 Geist, H.J. and Lambin, E.F. 2004. Dynamic causal patterns of desertification. *Bioscience* **54**: 817–829.
- 8 Craglia, M. and Shanley, L. 2015. Data democracy – increased supply of geospatial information and expanded participatory processes in the production of data. *International Journal of Digital Earth* **8–9**: 1–15.
- 9 Ramankutty, N., Evan, A.T., Monfreda, C., and Foley, J.A. 2008. Farming the planet: 1. Geographic distribution of global agricultural lands in the year 2000. *Global Biogeochemical Cycles* **22** doi:10.1029/2007GB002952.
- 10 Hansen, M.C., Potapov, P.V., Moore, R., Hancher, M., Turubanova, S.A., et al. 2013. High-resolution global maps of 21st-century forest cover change. *Science* **342**: 850–853.
- 11 For example Geist, H. 2005. The Causes and Progression of Desertification. Gower Publishing, London.
- 12 Pekel, F., Cottam, A., Gorelick, N., and Belward, A.S. 2016. High-resolution mapping of global surface water and its long-term changes. *Nature* **540**: 418–422.
- 13 Thornton, P.K. 2010. Livestock production: Recent trends, future prospects. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* **365**: 2853–2867.
- 14 Eswaran, H., Reich, P., and Veerasilp, T. 2004. Perspectives on desertification during the Anthropocene. In: Faz Cano, A., Ortiz, R., and Garcia, G. (eds.) Fourth International Conference on Land Degradation, Cartagena, Murcia, Spain, September 2004. ISBN 84–95781–42–5.
- 15 Mythili, G. and Goedecke, J. 2015. Economics of land degradation in India. In: Nkonya, E.M., Mirzoboev, A., and von Braun, J. (eds.) Economics of Land Degradation and Improvement – A Global Assessment for Sustainable Development. Springer International Publishing, Cham. pp. 431–469.
- 16 Indian Space Research Organisation. 2016. Desertification and Land Degradation Atlas of India. Government of India, Delhi.
- 17 PR China State Forestry Administration. 2008. Atlas of Desertified and Sandified Land in China.
- 18 Conte, T.J. 2015. The effects of China's grassland contract policy on Mongolian herders' attitudes towards grassland management in northeastern Inner Mongolia. *Journal of Political Ecology* **22**: 79–97.
- 19 Pekel, J.F., et al. 2016. Op. Cit.
- 20 Rasmussen, K., D'haen, S., Fensholt, R., Fog, B., Horion, S., et al. 2016. Environmental change in the Sahel: reconciling contrasting evidence and interpretations. *Regional Environmental Change* **16** (3): 673–680.
- 21 Herrmann, S.M., Sall, I., and Oumar, S. 2014. People and pixels in the Sahel: A study linking coarse-resolution remote sensing observations to land users' perceptions of their changing environment in Senegal. *Ecology and Society* **19** (3): <http://dx.doi.org/10.5751/ES-06710-190329>.
- 22 Fensholt, R., Langanke, T., Rasmussen, K., Reenberg, A., Prince, S.D., et al. 2012. Greenness in semi-arid areas across the globe 1981–2007 — an Earth observing satellite based analysis of trends and drivers. *Remote Sensing of Environment* **121**: 144–158.
- 23 Brandt, M., Hiernaux, P., Tagesson, T., Verger, A., Rasmussen, K., et al. 2016. Woody plant cover estimation in drylands from Earth observation based seasonal metrics. *Remote Sensing of Environment* **172**: 28–38.
- 24 Fensholt, R., Rasmussen, K., Kaspersen, P., Huber, S., Horion, S., et al. 2013. Assessing land degradation/recovery in the African Sahel from long-term Earth observation based primary productivity and precipitation relationships. *Remote Sensing* **5** (2): 664–686.
- 25 Wossenaar, T., Gerber, P., Verburg, P.H., Rosales, M., Ibrahim, M., et al. 2007. Projecting land use changes in the Neotropics: The geography of pasture expansion into forest. *Global Environmental Change* **17**: 86–104.
- 26 Zak, M.R., Cabido, M., Cáceres, D., and Díaz, S. 2008. What drives accelerated land cover change in central Argentina? Synergistic consequences of climatic, socioeconomic, and technological factors. *Environmental Management* **42**: 181–189.
- 27 Vallejos, M., Volante, J.N., Moscario, M.J., Vale, L.M., Bustamante, M.L., et al. 2015. Transformation dynamics of the natural forest cover in the Dry Chaco ecoregion: A plot level geo-database from 1976–2012. *Journal of Arid Environments* **123**: 3–11.
- 28 REDAF. 2012. Monitoreo de Deforestación en los Bosques Nativos de la Región Chaqueña. Red Agroforestal Chaco Argentina, 1–34.
- 29 Grau, H.R., Tortres, R., Gasparri, N.I., Blendinger, P.G., Marinero, S., et al. 2015. Natural grassland in the Chaco: A neglected ecosystem under threat by agriculture expansion and forest-orientated conservation policies. *Journal of Arid Environments* **123**: 40–46.
- 30 De Freitas, P.L. de and Landers, J.N. 2014. The transformation of agriculture in Brazil through development and adoption of Zero Tillage Conservation Agriculture. *International Soil and Water Conservation Research* **2** (1): 35–46.
- 31 Ramalho-Filho, A., de Freitas P.L., and Claessen, M.E.C. 2009. Land degradation and the zero-tillage system in Brazil. *Advances in GeoEcology* **40**: 311–324.
- 32 Hernani, L.C., de Freitas, P.L., Pruski, F.F., de Maria, I.C., Castro-Filho, C., et al. 2002. A Erosão e seu Impacto (Water Erosion and its impact). In: Manzatto, C.V., Freitas-Júnior, E. and Peres, J.R.R. (eds.) *Uso agrícola dos solos Brasileiros (Agricultural use of Brazilian Soils)*. Embrapa, Rio de Janeiro, pp. 47–60.
- 33 Landers, J.N., Barros, G.S., de Rocha, M.T., Manfrinato, W.A., and Weiss, J. 2001. Environmental impacts of zero tillage in Brazil: A first approximation. *Proceedings of the World Congress on Conservation Agriculture. Conservation agriculture: A worldwide challenge*. FAO–ECAE, Madrid, pp. 317–326.
- 34 Díaz, S., Fargione, J., Chappin III, S.F., and Tilman, D. 2006. Biodiversity loss threatens human wellbeing. *PLoS Biology* **4** (8): 1300–1305.
- 35 Cardinale, B.J., Duffy, J.E., Gonzalez, A., Hooper, D.U., Perrings, C., et al. 2012. Biodiversity loss and its impact on humanity. *Nature* **486**: 59–67.
- 36 Oliver, T.H., Isaac, N.J.B., August, T.A., Woodcock, B.A., Roy, D.B., et al. 2015. Declining resilience of ecosystem functions under biodiversity loss. *Nature Communications*. DOI: 10.1038/ncomms10122.
- 37 Agrawal, A. and Redford, K. 2006. Poverty, Development, and Biodiversity Conservation: Shooting in the Dark? Working Paper number 26. Wildlife Conservation Society, New York.
- 38 Millennium Ecosystem Assessment. 2003. *Ecosystems and Human Wellbeing: A framework for assessment*, Millennium Ecosystem Assessment, Island Press, Covel, California and New York.
- 39 Cohen-Sacham, E., Walters, G. Janzen, C., and Maginnis, S. (eds.) 2016. *Nature-based solutions to address societal challenges*. IUCN, Gland, Switzerland.
- 40 Zhang, W., Ricketts, T.H., Kremen, C., Carney, K., and Swinton, S.M. 2007. Ecosystem services and dis-services to agriculture. *Ecological Economics* **56** (2): 253–260. doi:10.1016/j.ecolecon.2007.02.024
- 41 Elliott, J., Grahn, R., Sriskanthan, G., and Arnold, C. 2002. *Wildlife and Poverty Study*, Department for Environmental Development, London, UK.
- 42 Millennium Ecosystem Assessment. 2005. *General Synthesis Report*. Island Press, Washington, DC.
- 43 Gallai, N., Salles, J.M., Settele, J., and Vaisière, B.E. 2009. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecological Economics* **68**: 810–821.
- 44 Goulson, D., Nicholls, E., Botias, C., and Rotheray, E.L. 2015. Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides and lack of flowers. *Science*, **347** (6229): 1255957.
- 45 Hunter, D. and Heywood, V.H. (eds.) 2011. *Crop Wild Relatives: A Manual of In Situ Conservation*. Earthscan, London.
- 46 Pimentel, D., Wilson, C., McCullum, C., Huang, R., Dwen, P., et al. 1997. Economic and environmental benefits of biodiversity. *BioScience* **47**: 747–757.
- 47 Stolton, S., Boucher, T., Dudley, N., Hoekstra, J., Maxted, N., et al. 2008. Ecoregions with crop wild relatives are less well protected. *Biodiversity* **9** (1–2): 52–55.
- 48 Hamilton, L. 2008. *Forests and Water*. FAO Forestry paper 155. FAO, Rome.
- 49 Reid, W.V. 2001. Capturing the value of ecosystem services to protect biodiversity. In: Chichilensky, G., Daily, G.C., Ehrlich, P., Heal, G., et al. (eds.) *Managing human-dominated ecosystems*, Monographs in Systematic Botany 84, Missouri Botanical Garden Press. St Louis, USA.
- 50 Stolton, S. and Dudley, N. (eds.) 2010. *Arguments for Protected Areas*. Earthscan, London.
- 51 <http://www.un-page.org/countries/page-exchange/ecuador>
- 52 Dudley, N. and Stolton, S. 2003. *Running Pure: The importance of forest protected areas to drinking water*, WWF, Gland.

- 53 Nobre, A.D. 2014. The Future Climate of Amazonia: Scientific Assessment Report. ARA: CCST–INPE: INPA. São José dos Campos, SP, Brazil.
- 54 World Health Organization. 2002. WHO Traditional Medicine Strategy 2002–2005. WHO, Geneva.
- 55 Hamilton, A., Dürbeck, K., and Lawrence, A. 2006. Towards a sustainable herbal harvest: A work in hand. *Plant Talk*, 43: January.
- 56 Alves, R.R.N. and Rosa, L.M.L. 2007. Biodiversity, traditional medicine and public health: Where do they meet? *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 3: 14. doi:10.1186/1746–4269–3–14.
- 57 Cunningham, A.B., Shanley, P., and Laird, S. 2008. Health, habitats and medicinal plant use. In: Colfer, C.J.P. (ed.), *Human health and forests: A global overview of issues, practice and policy*. Earthscan, London.
- 58 Pierce Colfer, C.J., Sheil, D., and Kishi, M. 2006. Forests and human health: Assessing the evidence. CIFOR Occasional Paper 45. Center for International Forestry Research, Bogor, Indonesia.
- 59 Bird, W. 2004. Natural Fit: Can Green Space and Biodiversity Increase Levels of Physical Activity? RSPB and The Faculty of Public Health, UK.
- 60 Giles–Corti, B., Broomhall, M.H., Knuiaman, M., Collins, C., Douglas, K., et al. 2005. Increasing walking – How important is distance to, attractiveness, and size of public open space? *American Journal of Preventative Medicine* 28: 2.
- 61 RPA and Cambridge Econometrics. 2008. The Economic Impact of Scotland’s Natural Environment. Scottish Natural Heritage Commissioned Report No. 304, Scotland.
- 62 Maller, C., Townsend, M., Pryor, A., Brown, P., and St. Leger, L. 2006. Healthy nature – healthy people: ‘Contact with nature’ as an upstream health promotion intervention for populations. *Health Promotion International* 21 (1): 45–54.
- 63 Abramovitz, J. 2001. Unnatural Disasters. *Worldwatch Paper* 158, Worldwatch Institute, Washington, DC.
- 64 Stolton, S., Dudley, N., and Randall, J. 2008. *Natural Security: Protected areas and hazard mitigation*. WWF, Gland, Switzerland.
- 65 Renaud, F.G., Sudmeier–Rieux, K., and Estrella, M. (eds.) 2013. *The Role of Ecosystems in Disaster Risk Reduction*. United Nations University Press, Tokyo, New York, Paris.
- 66 Welcomme, R.L., Cowx, I.G., Coates, D., Béné, C., Funge–Smith, S., et al. 2010. Inland capture fisheries. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 365: 2881–2896.
- 67 Hortle, K.G. 2007. Consumption and the yield of fish and other aquatic animals from the Lower Mekong Basin. *MRC Technical Paper* 16, Mekong River Commission: Vientiane, Laos.
- 68 ICEM. 2003. *Regional Report on Protected Areas and Development: Review of Protected Areas and Development in the Lower Mekong River Region*. ICEM, Indooroopilly, Queensland, Australia.
- 69 Emerton, L. (ed.) 2005. *Values and Rewards: Counting and Capturing Ecosystem Water Services for Sustainable Development*. IUCN, Ecosystems and Livelihoods Group Asia, Sri Lanka.
- 70 Baird, I. 2000. *Integrating Community–Based Fisheries Co–Management and Protected Areas Management in Lao PDR: Opportunities for Advancement and Obstacles to Implementation*. Evaluating Eden Series. International Institute for Environment and Development, London, UK.
- 71 Tanaka, N., Sasaki, Y., Mowjood, M.I.M., Jinadasa, K.B.S.N., and Homchuen, S. 2007. Coastal vegetation structures and their functions in tsunami protection: Experience of the recent Indian Ocean tsunami. *Landscape and Ecological Engineering* 3: 1. DOI:10.1007/s11355–006–0013–9
- 72 Sathirathai, S. and Barbier, E.B. 2001. Valuing mangrove conservation in Southern Thailand. *Contemporary Economic Policy* 19: 109–122.
- 73 Brown, O., Crawford, A., and Hammill, A. 2006. *Natural Disasters and Resource Rights: Building resilience, rebuilding lives*. International Institute for Sustainable Development, Manitoba, Canada.
- 74 ICEM. 2003. *Lessons learned in Cambodia, Lao PDR, Thailand and Vietnam*. ICEM, Indooroopilly, Queensland, Australia.
- 75 Caldecott, J. and Wickremasinghe, W.R.M.S. 2005. *Sri Lanka: Post–Tsunami Environmental Assessment*. United Nations Environment Programme, Nairobi.
- 76 Murti, R. and Buyck, C. (eds.) 2014. *Safe Havens: Protected areas for disaster risk reduction and climate change adaptation*. IUCN, Gland, Switzerland.
- 77 Drawn from Stolton, S., et al. 2008. Op cit.
- 78 Pritchard, D. 2009. *Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation in developing countries (REDD)—the link with wetlands*. A background paper for Foundation for International Environmental Law and Development, London.
- 79 Dudley, N., Stolton, S., Belokurov, A., Krueger, L., Lopoukhine, N., et al. (eds.) 2009. *Natural Solutions: Protected areas helping people cope with climate change*. IUCN–WCPA, TNC, UNDP, WCS, The World Bank and WWF, Gland, Switzerland, Washington, DC, and New York.
- 80 Andrade Pérez, A., Herrera Fernandez, B., and Cazzolla Gatti, R. (eds.) 2010. *Building Resilience to Climate Change: Ecosystem–based adaptation and lessons from the field*. IUCN, Gland, Switzerland.
- 81 <http://www.wttc.org/research/economic–research/economic–impact–analysis/#undefined> accessed January 16, 2017.
- 82 TIES website : www.ecotourism.org
- 83 TEEB. 2009. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity, Summary for Policy Makers*. UNEP and EC, Nairobi and Brussels.
- 84 The International Ecotourism Society, 2000 *Ecotourism Statistical Fact Sheet*.
- 85 Kettunen, M. and ten Brink, P. (eds.) 2013. *Social and Economic Benefits of Protected Areas: An assessment guide*. Routledge, UK.
- 86 Costanza, R., de Groot, R., Sutton, P., van der Ploeg, S., Anderson, S.J., et al. 2014. Changes in the global value of ecosystem services. *Global Environmental Change* <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.04.002>.
- 87 Dudley, N., Mansourian, S., Stolton, S., and Sukswan, S. 2008. *Safety Net: Protected areas and poverty reduction*, WWF International, Gland, Switzerland.
- 88 Stolton, S. and Dudley, N. 2009. *The Protected Areas Benefits Assessment Tool*. WWF International, Gland, Switzerland.
- 89 Ivanić, K.Z., Štefan, A., Porej, D., and Stolton, S. 2017. Using a participatory assessment of ecosystem services in the Dinaric Arc of Europe to support protected area management. *PARKS* 23 (1): 61–74.

RECURSOS DE TIERRAS Y SEGURIDAD HUMANA

Este capítulo examina algunas de las cuestiones de seguridad humana más amplias relacionadas con la condición de la tierra. Muchas de las presiones subyacentes sobre los recursos de la tierra no saltan a la vista inmediatamente. Una evidencia considerable sugiere que las personas son más propensas a utilizar la tierra de manera sostenible si tienen una tenencia segura. Sin embargo, la inseguridad sigue siendo alta en muchos países y el creciente fenómeno del "acaparamiento de tierras" la está haciendo peor.

Las desigualdades de género ponen a muchas mujeres y sus familias en un riesgo cada vez mayor, dejándolas entre las más vulnerables. Sin embargo, en la práctica se espera que asuman la responsabilidad de la gestión de la tierra a medida que un número creciente de hombres emigren en busca de empleo.

El crecimiento de los ingresos crea simultáneamente amplias clases medias con nuevos patrones de consumo que impulsan el uso insostenible de la tierra y aumentan las desigualdades masivas existentes en la riqueza. El conflicto por los escasos recursos puede generar presiones locales adicionales y a veces globales. Uno de los resultados ha sido una mayor migración rural hacia la urbana, principalmente dentro de los estados o entre estados vecinos. Cada vez más, la migración a larga distancia está contribuyendo a tensiones sociales y políticas con ramificaciones en todo el mundo.

INTRODUCCIÓN

La interacción de la ecología, el clima y la gestión humana de los recursos de la tierra ha moldeado el mundo durante milenios. Son casi 9,000 años desde el temprano asentamiento de Ain Ghazal, ahora Ammán, Jordania, que fue abandonado parcialmente, al parecer, debido a la degradación de la tierra causada por la tala de árboles y la crianza intensiva de cabras.¹ De manera similar, el enfriamiento periódico del clima ha causado estragos en las comunidades campesinas, conduciéndolas a su desintegración y al abandono de zonas que antes fueron fértiles. En Gran Bretaña, las zonas de montaña que habían sido cultivadas durante miles de años fueron abandonadas durante períodos más fríos al final de la Era de Bronce y sólo unos pocos han sido reasentados.² Incluso si el clima se mantiene estable, el mal manejo de los recursos naturales puede conducir a la pérdida de servicios ecosistémicos esenciales, potencialmente seguido por el colapso de las sociedades humanas dependientes de ellos.³ Los seres humanos no siempre tienen una historia de la gestión de la tierra de la que se puedan enorgullecer con ejemplos de prácticamente todas las partes del mundo, desde tiempos históricos hasta nuestros días.⁴ La oleada de colonización originaria de Europa en el siglo XVI dio lugar a la sobreexplotación masiva de los recursos de la tierra de parte de aquellos que tenían poco interés en su estado a largo plazo.⁵

Resulta simplista y generalmente inexacto asumir que la degradación de la tierra es una causa primaria de grandes trastornos sociales, migración, discordia o conflicto. Las culturas humanas son complejas y las sociedades evolucionan como resultado de múltiples factores sociales, políticos, económicos y ambientales que interactúan entre sí. Pero cada vez se reconoce más que la disponibilidad y el acceso a los recursos de la tierra son factores que contribuyen a algunos de estos trastornos sociales.^{6,7} Existen conexiones entre la salud y la estabilidad de los ecosistemas gestionados y naturales, por ejemplo, el grado en que garantizan la seguridad alimentaria y del agua y la seguridad general de las comunidades humanas, su resistencia al estrés y a los impactos y, finalmente a temas de migración y riesgo de conflicto.

Cuadro 5.1: Isla de Pascua – ¿Ecocidio, genocidio o epidemia?

Rapa Nui o Isla de Pascua es una de las islas habitadas más remotas del mundo, en medio del Océano Pacífico a mil millas de su vecino más cercano, y famosa por cientos de cabezas de piedra talladas (moai) por los habitantes por razones que no comprendidas a cabalidad. Rapa Nui sufrió un colapso ecológico con la extinción de muchas especies nativas (incluyendo todas las aves terrestres); la destrucción de lo que pudo haber sido una de las colonias de aves marinas más grandes del mundo; la deforestación casi completa y la extinción de varias especies arbóreas; y la erosión generalizada del suelo. ¿Pero quién es el culpable?

Los debates sobre Rapa Nui muestran la dificultad de identificar causas y efectos y los peligros de las explicaciones simplistas. La población de la Polinesia se estableció en la isla hace mucho tiempo⁸ y se cree que han ido despejando gradualmente los bosques durante un período de 400 años. Se plantea la hipótesis de que la introducción de ratas puede haber aumentado la tasa de pérdida,⁹ aunque los registros de polen no muestran evidencia de una invasión de ratas.¹⁰ Algunos investigadores sostienen que literalmente se quedaron sin espacio y suelo fértil y sufrieron colapso social, lo que llevó a conflictos intertribales y canibalismo; cuando llegaron los colonos Europeos sólo se mantuvieron remanentes de la población.¹¹ Otros sostienen que, si bien los Polinesios definitivamente causaron un daño ecológico generalizado, su sociedad fue viable hasta que los Europeos llegaron y luego fueron devastados por enfermedades para las cuales tenían poca resistencia.¹² Otros señalan los impactos de los comerciantes de esclavos Peruanos, que capturaron a muchas personas en la década de 1860.¹³ La proliferación de ovejas llevó a la etapa final de degradación¹⁴ lo que hizo que algunas especies se extinguieran en el siglo XX. ¿Estaba la sociedad en un camino de autodestrucción cuando los Europeos llegaron, o podrían haber estabilizado el suelo y mantenido la agricultura? La agricultura en algunas partes de la isla había sido abandonada aparentemente mucho antes de la llegada de los Europeos.¹⁵ ¿Acaso los Europeos exacerbaron o precipitaron el colapso de la sociedad? ¿Qué papel desempeñó el clima? Estas son algunas de las preguntas recurrentes cuando se trabaja cómo exactamente interactúan los seres humanos y el medio ambiente.

Este capítulo examina algunas de las cuestiones de seguridad humana más amplias relacionadas con la degradación de la tierra y la convergencia de las pruebas descritas en el Capítulo 4:

- 1. Tenencia de la tierra:** El uso sostenible está fuertemente influenciado por la seguridad de los derechos de las personas a los recursos de la tierra
- 2. Cuestiones de género:** Tradicionales, por lo general patriarcales, las sociedades ponen en desventaja a las mujeres
- 3. Escasez de recursos:** Están aumentando la inseguridad mundial, en términos de la cantidad de recursos de tierra y materiales necesarios
- 4. Aumento de la desigualdad:** El impulso hacia un rápido crecimiento económico está desvirtuando aún más a los "pobres", que a menudo son forzados a adoptar enfoques de manejo de tierras insostenibles
- 5. Migración y seguridad:** Se atribuye en parte a los cambios ecológicos en muchas partes del mundo

1. TENENCIA DE LA TIERRA

A quién pertenece la tierra, quien tiene derechos de uso de la tierra y los recursos naturales, y qué tan seguros son esos derechos que influyen significativamente en la forma en que se maneja la tierra. Los cambios entre las diversas formas de gobernanza pública, privada y comunal son impulsados por cambios sociales y políticos más amplios que a menudo están más allá del control de las personas que viven en un mismo lugar. La propiedad es distinta de la tenencia y la mayoría de los estados en última instancia "poseen" la tierra, en la medida en que se reservan el derecho de anteponer los derechos individuales.

El Objetivo de desarrollo sostenible 2.3 tiene el objetivo de *"duplicar la productividad agrícola y los ingresos de los productores de alimentos en pequeña escala, en particular las mujeres, los pueblos indígenas, los agricultores familiares, los pastores y los pescadores, lo que incluye un acceso seguro y equitativo a la tierra, a otros recursos de producción e insumos, a conocimientos, a servicios financieros, a mercados y a oportunidades para la generación de valor añadido y empleos no agrícolas"*



© Albert Gonzalez Ferran

Cuadro 5.2: Tipos de tenencia

Nacionalización de la tenencia de la tierra: El estado tiene plena propiedad donde las personas tienen únicamente derechos de uso. El gobierno central puede transferir la autoridad a los gobiernos regionales.

Plena propiedad de tenencia de la tierra: Se considera que proporciona sólidos derechos de propiedad, lo que implica el derecho a poseer, controlar, administrar, utilizar y disponer de bienes, aunque la mayoría de los estados también tienen controles sobre lo que se puede hacer en tierras de propiedad privada. Los derechos también pueden ser anulados por la expropiación estatal. La plena propiedad puede ser condicional, por ejemplo, cuando se hayan completado o ultimado los pagos.

Tenencia de la tierra arrendada: Basada en la noción de alquiler por períodos variables. Los terrenos pertenecientes a una entidad – ya sea del estado o de un individuo – son, por acuerdo contractual, arrendados a otra entidad. Estos arrendamientos pueden ser largos o cortos. En la práctica, los arrendamientos de 99 años se consideran tan seguros como plena propiedad de la tenencia de la tierra.

Alquiler: Ocupación de alquiler de tierras de propiedad estatal o privada.

Tenencia cooperativa: La tierra es propiedad de una cooperativa o grupo en el que los miembros son copropietarios.

Tenencia consuetudinaria de tierra: La tierra es propiedad de comunidades indígenas o locales y se administra de acuerdo con sus costumbres. La propiedad pertenece a la tribu, grupo, comunidad o familia. La tierra es asignada a menudo por autoridades consuetudinarias tales como jefes. Los derechos consuetudinarios sobre la tierra son específicos de su ubicación y a menudo flexibles, se superponen e incluyen mecanismos de resolución de disputas y derechos individuales y grupales de uso de los recursos de tierras locales.¹⁹

La tenencia – las condiciones bajo las cuales la tierra se ha mantenido y habitado – es más significativa que la propiedad. Una tenencia claramente definida y segura y el acceso a la tierra y a otros recursos naturales proporcionan la base para la administración a largo plazo, así como mecanismos para conciliar demandas competitivas hechas por usuarios diferentes y grupos de interés. Se reconoce que la tenencia segura de la tierra es un factor importante en la gestión sostenible de la tierra y en la reducción del riesgo de degradación ambiental; por ejemplo, la seguridad de la tenencia está vinculada con una disminución de la deforestación.¹⁶ Sin embargo, a veces la degradación de la tierra puede seguir teniendo lugar bajo condiciones de tenencia segura, como en muchas partes de Europa, lo que refuerza el hecho de que la tenencia necesita apoyarse

en políticas y normas claras si queremos evitar la degradación.

Los sistemas de tenencia de la tierra difieren mucho entre los países y dentro de ellos. Son un producto de factores históricos y culturales, que comprenden los derechos consuetudinarios y / o legales, derechos legales sobre la tierra y los recursos relacionados, así como las relaciones sociales resultantes entre los miembros de la sociedad.¹⁷ La tenencia se puede definir como la forma en que la tierra es poseída por individuos y grupos, o el conjunto de relaciones legales o habitualmente definidas entre las personas con respecto a la tierra.¹⁸ Los sistemas de tenencia han evolucionado gradualmente y con frecuencia siguen cambiando con el tiempo. En algunos casos, han sido influenciados por procesos revolucionarios, tal como la renovación de los regímenes existentes de tenencia de la tierra a través de la reforma agraria redistributiva o la colectivización forzosa de tierras como en las distintas revoluciones del siglo XX. En algunos países, los responsables de las políticas han fortalecido el papel del estado en la asignación y gestión de la tierra, a menudo mediante la nacionalización de tierras no registradas bajo tenencia consuetudinaria o, a la inversa, mediante una tenencia más formalizada que otorga a las personas y comunidades un mayor control de sus tierras. Aunque muchos países han reestructurado sus marcos jurídicos y reguladores relacionados con la tierra y, en algunos casos, la armonización de la legislación con los arreglos habituales, la inseguridad de la tenencia de la tierra y los derechos de propiedad siguen siendo frecuentes, en particular, en los países en vías de desarrollo.

Durante el siglo XIX, el colonialismo introdujo nuevas dimensiones en la propiedad de la tierra y la titulación en muchas partes del mundo, basadas en la propiedad absoluta y arrendamiento, y por lo general, ignorando o superando las formas existentes de tenencia consuetudinaria de la tierra. El impulso para establecer la propiedad privada continuó a lo largo del siglo XX y fue posteriormente acogido por muchos gobiernos en el momento de la independencia. Como resultado, los sistemas de tenencia se basan cada vez más en los derechos formales y estatutarios que incluyen los derechos de plena propiedad privada y de arrendamiento junto con normas y arreglos más informales y consuetudinarios.

Esta gama de posibilidades de tenencia forma una continuidad, cada una proporcionando un conjunto diferente de derechos y diferentes grados de seguridad y responsabilidad. Existen diversas formas de tenencia religiosa, así como sistemas de tenencia temporal o informal, incluida la ocupación ilegal.²⁰ Además, un estudio de 64 países encontró que el 10 por ciento de la tierra es propiedad de pueblos indígenas y comunidades locales, y un 8 por ciento más designado o controlado por estos grupos.²¹ Algunas formas de tenencia sólo pueden referirse a ciertos tipos de usos, o a determinadas épocas del año.

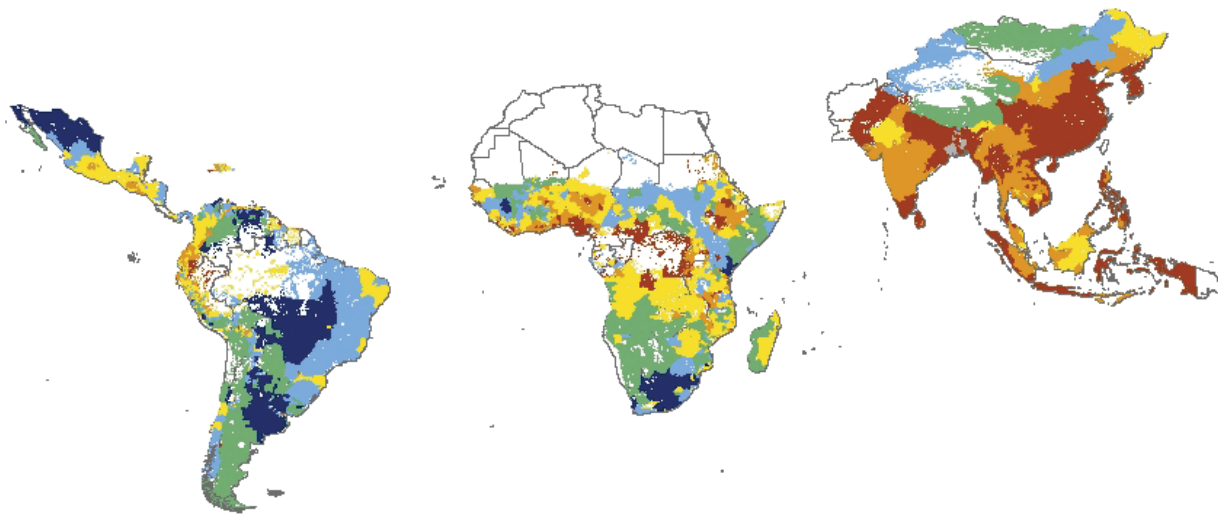


Figura 5.1: Tamaño de las explotaciones agrícolas en los países en vías de desarrollo: Utilizado con permiso²³

Clave

- Urbano
- Pastoreo extensivo (media > 15 ha, > 90% de pastos)
- Muy grande (media > 50 ha)
- Grande (media 15- 50 ha)
- Mediano (media 5 - 15 ha)
- Pequeño (media 2-5 hectáreas)
- Muy pequeña (media < 2 ha)

El rol dominante que desempeña la agricultura en el uso de la tierra rural significa que los agricultores controlan y administran gran parte de la tierra. Se estima que hay 570 millones de granjas en todo el mundo, de las cuales la gran mayoría son pequeñas; por ejemplo, 410 millones son en tamaño de menos de una hectárea y 475 millones de menos de 2 hectáreas. A pesar de las cifras, los pequeños agricultores que cultivan menos de 2 hectáreas sólo ocupan el 12% del total de las tierras agrícolas, mientras que el resto es sostenido por granjas considerablemente más grandes.²²

Si bien algunos gobiernos han reconocido en diversos grados una serie de arreglos de tenencia como legítimos, la "tenencia segura" todavía tiende a estar estrictamente definida en términos de formas de tenencia legales y estatutarias, como los títulos de propiedad individuales. Sin embargo, esto no refleja las realidades sobre el terreno y reduce gravemente el número de personas que pueden permitirse el acceso o tener acceso a tal tenencia "formal", en particular, las mujeres y los pobres rurales de los países en desarrollo. La formalización también puede tener impactos perjudiciales ya que la gente pobre puede verse tentada a vender la tierra para llegar a fin de mes, o puede erosionar y desplazar las redes sociales existentes y arreglos que potencialmente ofrecen una mayor seguridad.²⁴ Los problemas son especialmente graves en el África Subsahariana, donde la mayoría de la población permanece sin tierra. En Sudáfrica, por ejemplo, el 80 por ciento de las tierras de cultivo sigue siendo propiedad de la minoría blanca en 2013.²⁵ En general, en África sólo se registra alrededor del 10 por ciento de la tierra rural, dejando un 90 por ciento informalmente administrado.²⁶ Temas similares de tenencia de la tierra se extienden alrededor del mundo; India tiene la población más grande de gente sin tierra del planeta.²⁷

Hoy en día, los sistemas de tenencia de la tierra y los derechos de propiedad están cambiando rápidamente, como lo demuestran los crecientes incidentes de expropiación de tierras y conflictos relacionados con la tierra,²⁸ en parte debido a la especulación y al alto valor asignado a las buenas tierras agrícolas.

Tenencia de la tierra, registro y solución de controversias.

En los países en los que los sistemas de tenencia siguen siendo informales o fluyen, una respuesta común ha sido introducir una iniciativa de registro de tierras: registrando los derechos en forma de escritura o mediante el registro del título. En estos casos, hay dos elementos importantes a considerar: el registro, que registra los derechos de la tierra y el catastro, que proporciona información sobre la ubicación, los límites, el uso y los valores de las parcelas de tierra. Este enfoque está siendo introducido por muchos gobiernos en los países en vías de desarrollo para proveer mayor seguridad a los usuarios de la tierra,²⁹ con el objetivo de mejorar las inversiones relacionadas con la tierra³⁰ y fomentar el desarrollo de los mercados financieros; esfuerzos realizados hasta la fecha y que han tenido un éxito variable. Aunque a veces son útiles para abordar los problemas de tenencia a largo plazo, los nuevos sistemas de registro de tierras a menudo institucionalizan las desigualdades inherentes.

La mayoría de los sistemas de titulación se han concebido en términos de individuos e ignoran a menudo a aquellos con derechos de uso informal, como mujeres, niños, migrantes, desplazados internos, pastores, cazadores y recolectores y otros grupos minoritarios. Además, no se han abordado adecuadamente los derechos colectivos a la tierra, como los derechos a la tierra de las familias, ni tampoco las cuestiones relativas a la situación jurídica de las tierras comunitarias, incluidos los bosques, los humedales y las tierras de pastoreo, las que usualmente están bajo administración tradicional. La titulación de tierras puede ser un proceso largo y costoso, sobre todo si los propietarios comunitarios de tierras no están claramente definidos y si deben establecerse nuevas entidades formales.

Las disputas sobre la tierra a menudo se centran en la demarcación, propiedad, custodia y herencia de la tierra, o se originan a partir de la infracción de los derechos consuetudinarios. Las disputas sobre la tierra han provocado tensiones sociales y conflictos abiertos

Acaparamiento de tierras y la tierra virtual

"El acaparamiento de tierras" es un fenómeno creciente en América Central y del Sur, África, el Pacífico y Asia Sudoriental³⁶ y se refiere a la adquisición por parte de intereses ajenos de los derechos de aprovechamiento de la madera o a la explotación agrícola comercial a gran escala, plantaciones u operaciones ganaderas en tierras de países en desarrollo en los que la tenencia ha sido históricamente por naturaleza, colectiva, comunal o consuetudinaria.³⁷ Aunque los casos más conocidos involucran a grandes compañías de inversión con base en Oriente Medio, Asia, Norteamérica y Europa que adquieren tierras agrícolas en el África Subsahariana, las capturas de tierras son comúnmente iniciadas por los inversionistas locales apoyados por sus propios gobiernos.³⁸ Tales cambios abruptos en el control de grandes extensiones de tierra son un reflejo moderno de un fenómeno histórico, incluyendo continuos conflictos territoriales, colonización, colectivización socialista, y el despojo de los indígenas.

Los acaparamientos de tierra son a menudo ilegales, ya sea porque contravienen la ley o son irregulares, ya que explotan las lagunas legales, las inconsistencias entre las leyes y los sistemas de tenencia, o aprovechan la corrupción o los bajos niveles de coordinación y capacidad gubernamental. Sin embargo, el acaparamiento de tierras completamente legal puede presentar muchos de los mismos problemas.

Los países ricos que no pueden satisfacer sus necesidades alimentarias y de agua han estado adquiriendo tierras en países en desarrollo con abundantes suelos cultivables y recursos hídricos, en algunos casos, para protegerse contra la escasez de alimentos y agua en el hogar. Durante 2004–2009, la tierra fue adquirida por inversores extranjeros en 81 países;^{40,41} sin embargo, muchas transacciones se llevan a cabo sin aviso público. Se calcula que en el período 2000–2011 alrededor de 200 millones de hectáreas cambiaron de manos con el tamaño promedio de negocios de tierras en torno a las 40,000 hectáreas. Se calcula que aproximadamente dos tercios de estas adquisiciones se han producido en el África Subsahariana, donde se han invertido más de 2 mil millones de dólares estadounidenses. Casi el 10 por ciento de la superficie total cultivada y el 35 por ciento de las tierras potencialmente cultivables y disponibles restantes en África han sido adquiridas por grandes entidades, con más de 70 millones de hectáreas asignadas para biocombustibles.

Se calcula que más de 12 millones de personas en todo el mundo experimentan la pérdida de ingresos de los hogares como una consecuencia directa, con impactos significativos por ejemplo, en Gabón, Liberia, Malasia, Mozambique, Papua Nueva Guinea, Sierra Leona, Sudán del Sur y Sudán.⁴² Los científicos también han levantado alarmas sobre el volumen de agua capturada y utilizada por estos nuevos y poderosos intereses en los países de las tierras secas y sobre las altas tasas de deforestación

en muchos países. En América Latina, los conflictos están principalmente entre los que no tienen tierras y los grandes terratenientes, y entre personas sin tierra y las comunidades indígenas. Los factores clave de los conflictos por la tierra incluyen una combinación de acceso y control inequitativos de la tierra, degradación de los recursos naturales, reivindicaciones históricas y presiones demográficas, exacerbados por la debilidad de la gestión y la corrupción política.

La desigual distribución y la falta de acceso y control de la tierra y sus recursos pueden ser factores clave de la pobreza, la inseguridad alimentaria y la degradación de la tierra. La reasignación de los derechos para establecer una distribución más equitativa de la tierra puede ser una estrategia poderosa para promover el desarrollo económico y la sustentabilidad ambiental, pero no existe un vínculo directo entre la formalización de los derechos a la tierra, la seguridad de tenencia, el desarrollo económico y la paz.

Como se ha mencionado, los enfoques estándar para formalizar la tenencia de la tierra, que se centran exclusivamente en los derechos de propiedad privada y/o individual, pueden crear problemas porque no tienen en cuenta los derechos colectivos. Otros enfoques buscan construir regímenes de gobernabilidad de la tierra que fomenten la cooperación entre la administración central, el gobierno local y las autoridades consuetudinarias. Los elementos de los procesos exitosos incluyen la conciliación de la legalidad y la legitimidad; la construcción de consenso; mediante la definición de una estrategia de implementación realista y adaptable; y garantizar la viabilidad financiera para la administración de los servicios de la tierra.³¹

Se han desarrollado varios mecanismos para resolver disputas a nivel nacional o local. En Ghana, se espera que un consejo de ancianos y comités de asignación de tierras ayuden a los administradores habituales.³² En Tanzania, la Comisión de Tierras recomendó la participación de los ancianos (Wazee) en los tribunales para garantizar una solución equitativa de la controversia sobre la tierra.³³ En Colombia, una cuarta parte de la tierra se convirtió en territorio indígena cuando una nueva constitución entró en vigor en 1991.³⁴

Si bien existe un consenso general sobre la necesidad de redistribuir la tierra en muchos países, existe a menudo controversia sobre cómo hacerlo en forma pacífica, equitativa, y legalmente, sin invocar la corrupción desenfrenada, la interferencia política, la búsqueda de rentas o el conflicto social.³⁵ Hay contradicciones frecuentes entre las reglas de tenencia formal e informal e instituciones, lo que conduce a conflictos e ineficiencias. Uno de los objetivos de las políticas de reforma agraria es encontrar formas de combinar estos diferentes sistemas a fin de garantizar la igualdad de derechos tanto de las mujeres como de los hombres para mantener y utilizar la propiedad como piedra angular del progreso social y económico.

Si bien existe un consenso general sobre la necesidad de redistribuir la tierra en muchos países, a menudo hay controversia acerca de cómo hacerlo de manera pacífica, equitativa y legal, sin invocar la corrupción desenfrenada, la interferencia política, la búsqueda de rentas o el conflicto social.

Cuadro 5.3: La Declaración de Tirana³⁹

Las adquisiciones o concesiones de tierras a gran escala se definen como acaparamiento de tierras si se caracterizan por uno o más de los siguientes elementos:

- Las violaciones de los derechos humanos, en particular la igualdad de derechos de la mujer;
- No se basan en el consentimiento libre, previo e informado de los usuarios de la tierra afectados;
- No se basan en una evaluación exhaustiva o están en contravención de los impactos sociales, económicos y ambientales, incluyendo la forma en que están ligados a la dimensión de género
- No se basan en contratos transparentes que especifiquen compromisos claros y vinculantes sobre las actividades, el empleo y la distribución de beneficios;
- No se basan en una planificación democrática efectiva, supervisión independiente o participación significativa.

Ejemplos de Tanzania, Kenya y Madagascar confirman que el acaparamiento de la tierra a menudo se produce contra la voluntad de los pobladores existentes, que la corrupción es abundante y que las divisiones socioeconómicas locales aumentan después de que la apropiación de tierras se lleva a cabo.

en las áreas de tierra acaparadas en Asia Sudoriental y Brasil.⁴³ La ocupación de tierras tiende a ser un pequeño porcentaje del total de tierras agrícolas disponibles, pero se agrupa en lugares donde la fertilidad, el transporte y el acceso al agua y los mercados son especialmente buenos.⁴⁴ Aunque se dispone de pocos datos empíricos, parece probable que esto esté ocasionando un considerable desplazamiento e inmigración involuntaria.⁴⁵ Ejemplos de Tanzania, Kenia y Madagascar⁴⁶ confirman que el acaparamiento de la tierra a menudo se produce contra la voluntad de los habitantes existentes, que la corrupción es abundante y que las divisiones socioeconómicas locales aumentan después de que la apropiación de tierras se lleva a cabo.⁴⁷ El acaparamiento de tierras también puede aumentar las tensiones y el potencial de conflicto dentro de las comunidades y entre los grupos afectados y los gobiernos.⁴⁸

Las preocupaciones por la seguridad alimentaria son importantes impulsores detrás de los países que externalizan los recursos de tierras en el extranjero ya sea indirectamente o a través de inversiones extranjeras directas mediante adquisiciones de tierras a gran escala.⁴⁹ La mayor parte de la expansión de las tierras cultivables a nivel mundial puede vincularse a la producción de cultivos para la exportación, especialmente cultivos de productos básicos en los países tropicales. Otros factores importantes son la reciente recesión económica y los objetivos de biocombustibles vinculados a las estrategias de mitigación del clima. Un análisis de 1,204 acuerdos concluidos, que abarcan más de 42.2 millones de hectáreas de tierra, mostró que los cultivos alimentarios y no alimenticios desempeñan el papel más importante, tanto en términos de número de contratos sobre tierras y su área junto con la creciente demanda de

biocombustibles líquidos por parte de la UE y muchos otros países.⁵⁰ Malasia, Estados Unidos, el Reino Unido, Singapur y Arabia Saudita constituyen los cinco principales países inversionistas y representan el 45 por ciento de las tierras globales bajo contrato y el 37 por ciento de todos los contratos mundiales sobre tierras.⁵¹ Sin embargo, hay evidencia de un aumento a gran escala de las adquisiciones a través de las inversiones transnacionales con las regiones de los países en vías de desarrollo: por ejemplo, las inversiones de Libia en Malí; las inversiones de Mauricio en Mozambique; y las de Egipto en Etiopía.⁵² En África, los gobiernos a menudo actúan como empresas de riesgo compartido en algunos de estos acuerdos de tierras. Además, las políticas gubernamentales pueden estimular el capital privado para invertir en la adquisición de tierras extranjeras, y los acuerdos han sido impulsados por la Organización Mundial del Comercio, las políticas nacionales de alimentación, agricultura y comercio y el despliegue de los mercados de tierras comerciales.^{53,54}

La inseguridad generalizada por la tenencia exacerba los problemas creados por el acaparamiento de tierras. Los agricultores de pequeña escala y los pastores a menudo no poseen un título oficial de la tierra, a pesar de que tienen la tenencia habitual de la misma,⁵⁵ y la compensación se paga en sólo un tercio de los casos a las personas o comunidades que pierden el acceso a la tierra.⁵⁶ Los partidarios de las inversiones en tierras a gran escala sostienen que éstas ofrecen oportunidades para aumentar la productividad en tierras que todavía no han sido intensamente cultivadas. Al mismo tiempo, quienes se oponen a estas inversiones afirman que, si bien estas inversiones ofrecen oportunidades de desarrollo, los pobres rurales están siendo desalojados o están perdiendo el acceso a la tierra, el agua y otros recursos relacionados⁵⁷ o quedan atrapados en acuerdos agrícolas poco rentables. Casi la mitad de las transacciones de tierras existentes analizadas involucraban tierras que anteriormente eran propiedad de comunidades,⁵⁸ lo que empujó a las personas hacia las ciudades, áreas marginales o bosques naturales restantes.⁵⁹ En la República Democrática del Congo, la inversión agrícola a gran escala, al parecer, ha empujado a los agricultores locales a convertirse en un parque nacional.⁶⁰

Una crítica más fundamental de la manifestación moderna del acaparamiento de tierras es que ésta se basa en el supuesto de que la agricultura de monocultivos a gran escala es el único camino realista, que cierra la puerta a enfoques alternativos.⁶¹ Las tierras agrícolas mixtas que proporcionan servicios ecosistémicos y apoyan a la biodiversidad junto con muchas familias se sustituyen por monocultivos, que no proporcionan ninguno de estos beneficios adicionales.⁶² Olivier de Schutter, Relator Especial de la ONU sobre el Derecho a la Alimentación, ha argumentado que "lo que necesitamos no es regular el acaparamiento de tierras como si fuera inevitable, sino proponer un programa alternativo para la inversión agrícola".⁶³

Tenencia más segura y equitativa

Resolver los problemas de tenencia de la tierra requiere una serie de pasos claros, los cuales variarán dependiendo de la etapa de desarrollo dentro de un país determinado. La FAO ha establecido Directrices Voluntarias sobre la Gobernanza Responsable de la Tenencia, que constituyen un sólido marco de acción.⁶⁴ Los elementos clave incluyen:

1. Marco político y legals: Las políticas y la reforma legal a menudo son necesarias para garantizar la seguridad de la tenencia de la tierra para los pequeños agricultores, las comunidades rurales y los pueblos indígenas. Esto implica el desarrollo de políticas y leyes de tierras que favorezcan a los pobres, junto a programas de fortalecimiento de capacidades que empoderen a los titulares de derechos tradicionales para aplicar la ley y tomar decisiones informadas acerca de sus tierras.

2. Resolución de conflictos o controversias: Los respectivos mecanismos de resolución de conflictos son esenciales tanto a escala local como nacional. La naturaleza y el alcance de los conflictos de la tierra deben ser entendidos detalladamente antes de cualquier intervención. Las decisiones y adjudicaciones deben ser reforzadas y los mecanismos de resolución son considerados legítimos por los ciudadanos.

3. Redistribución: Las fuentes de tierra disponibles deben ser identificadas para que la redistribución sea una opción, aunque esto sea controvertido y a menudo difícil de lograr. La compra y redistribución de tierras por

los gobiernos, directamente por los beneficiarios o por los fondos fiduciarios de la tierra deberían apoyar los medios de subsistencia de los grupos marginados. Se necesitan fondos para la compensación y la provisión de infraestructura rural.

4. Administración de tierras: Se necesitan mejoras en la eficiencia de los sistemas de registro y titulación, formalización y aseguramiento de las transacciones de tierras y reglamentación de los mercados de tierras, incluido el establecimiento de órganos administrativos locales para definir normas y mantener los sistemas de información y la valoración regular de la tierra.

5. Planificación del uso de la tierra y conservación de los recursos naturales: el desarrollo de un nuevo enfoque integrado a largo plazo para la planificación del uso de la tierra y la conservación de los recursos naturales, incluido el aumento de la resiliencia de las comunidades vulnerables a la degradación del medio ambiente y al cambio climático.⁶⁵ La planificación debe ser intergeneracional, inspiradora, participativa, involucrando a todas las partes interesadas pertinentes, y basada en una recopilación y un procesamiento de datos eficientes y completos.

6. Protección del suelo: La cuestión de la apropiación de tierras es compleja y requiere una visión territorial que

- 1) reconozca los derechos de las comunidades locales para utilizar, maneje y controle la tierra y otros recursos naturales como base para el desarrollo impulsado por la comunidad y la construcción de sociedades equitativas y justas; y
- 2) alentar modelos de inversión en agricultura y otras actividades rurales basados en la tierra, que son social, económica y ambientalmente sostenibles.



© Iniciativa "ELD."

2. CUESTIONES DE GÉNERO

La dinámica de género y las relaciones comunitarias con el medio ambiente determinan la capacidad de las mujeres y los hombres para manejar los medios de subsistencia y la tierra. Las mujeres en muchos países en desarrollo a menudo no tienen propiedad, tenencia o control sobre la tierra, recursos, o producción comercial. Las mujeres, cuyos derechos son facilitados por sus maridos, hermanos o padres, se vuelven aún más vulnerables, ya que pueden perder sus derechos de propiedad o tenencia después de la migración, viudez, divorcio o deserción.⁶⁶ Tenencia Se ve a menudo como un elemento positivo que contribuye a las buenas prácticas de manejo de la tierra, aumento de la producción agrícola y mayor influencia en la toma de decisiones de la comunidad.⁶⁷ A medida que las sociedades cambian, más hombres emigran en busca de trabajo o experimentan mayores tasas de mortalidad, lo que puede dejar a las mujeres como jefas responsables de los hogares.⁶⁸

Las mujeres desempeñan un papel importante en muchas formas de gestión de la tierra, incluida la producción de alimentos, pero a menudo se encuentran seriamente desfavorecidas debido a derechos, roles y responsabilidades específicos de género, que reducen la calidad de vida de ellas y de sus hijos. Se cree que las mujeres representan el 43 por ciento de la mano de obra agrícola del mundo, con diferencias regionales significativas (en promedio menos en América Latina y más en África).⁶⁹ Muchas mujeres trabajan como jornaleras no remuneradas en las granjas familiares y no como agricultoras. En Europa, las mujeres representan el 41% de los trabajadores agrícolas, pero esto oculta las grandes diferencias entre los países.⁷⁰ En Estados Unidos, menos del 3 por ciento de los agricultores "comerciales" que operan negocios estables y exitosos son mujeres, y el agricultor medio hace 17 veces más que el promedio de las mujeres agricultoras.⁷¹ Todavía no existe una estimación exacta de la proporción de alimentos producidos por las mujeres⁷² y algunos investigadores creen que se ha exagerado el número de mujeres agricultoras,⁷³ pero la importancia de su rol no está en duda.

Las mujeres agricultoras suelen tener una producción más baja por unidad de tierra⁷⁴ y es menos probable que participen en actividades comerciales⁷⁵ que los agricultores hombres. Esto resulta en que las mujeres tienden a tener granjas más pequeñas en tierras más marginales; menor acceso a información técnica y facilidades de crédito; enfrentan limitaciones sociales y responsabilidades familiares que obstaculizan la productividad; y a menudo tienen más parientes dependientes y relativamente menos manos de obra para ayudar con el trabajo. Los servicios de extensión suelen normalmente dirigirse a los hombres y en algunas sociedades las normas culturales presentan barreras adicionales para que los proveedores de servicios de extensión masculinos trabajen con las agricultoras. Sin embargo, si se eliminan estas limitaciones, las mujeres agricultoras son, en promedio,

tan o más productivas que los hombres.⁷⁶ El cierre de la brecha de género en el uso de insumos y tecnologías podría aumentar el rendimiento de las mujeres agricultoras en un 20 a 30 por ciento y podría elevar la producción agrícola total en los países en desarrollo entre un 2.5 y un 4 por ciento.⁷⁷

También existen diferencias de género con respecto a la crianza de ganado, aunque se sabe mucho menos sobre la productividad relativa de mujeres y hombres en esta área.⁷⁸ Se estima que las mujeres constituyen dos tercios de los ganaderos pobres, y es probable que mantengan aves de corral y otros animales en el hogar.⁷⁹ Sin embargo, a medida que las empresas ganaderas aumentan de tamaño, el rol de las mujeres a menudo disminuye.⁸⁰

Sin embargo, los roles de género en la agricultura están cambiando. La emigración masculina de las zonas rurales en busca de empleo es un factor importante no sólo para aumentar la carga de trabajo de las agricultoras, sino también para impulsar nuevos roles para las mujeres. La emigración obliga a las mujeres a llevar a cabo una parte del trabajo realizado previamente por los hombres, como la atención a los animales de granja⁸¹ y la participación en actividades generadoras de ingresos, además de su producción agrícola y actividades domésticas.⁸² La proporción de mujeres agricultoras está aumentando gradualmente en muchos lugares y en muchos países se está llevando a cabo una feminización de la agricultura que seguirá cambiando la forma en que se perciben los roles agrícolas de las mujeres.⁸³

Particularmente en los países en desarrollo, los roles tradicionales de las mujeres las hacen responsables de muchos otros aspectos del uso y manejo de la tierra, incluyendo la recolección y preparación de leña, agua, forraje, hierbas medicinales, frutas y semillas.⁸⁴ Se ha estimado que las mujeres en partes de Kenia pueden quemar hasta el 85 por ciento de su ingesta calórica diaria sólo para ir a buscar agua.⁸⁵ Las mujeres son predominantemente responsables de la recolección de leña en los bosques tropicales secos, excepto cuando existen limitaciones sociales tales como *purdah* (reclusión femenina).⁸⁶ La degradación del medio ambiente aumenta la carga sobre las mujeres: por ejemplo, el tiempo requerido para la recolección de leña en los Himalayas ha aumentado alrededor del 60 por ciento en el último cuarto de siglo debido a la disminución de la productividad del bosque; las mujeres y los niños realizan prácticamente todo este trabajo.⁸⁷

Las mujeres rurales se encuentran en la primera línea de los grupos marginados afectados por la degradación de la tierra, haciendo que las políticas de neutralidad de la degradación de las tierras con enfoque de género y su implementación sean un imperativo a nivel local y nacional. Si la tierra de los hogares rurales se degrada, la carga para las mujeres aumenta porque necesitan encontrar formas adicionales de complementar su declinante producción de alimentos mientras mantienen sus roles reproductivos y de cuidado. Estas actividades suelen incluir la venta de su mano de obra

La proporción de mujeres agricultoras está aumentando gradualmente en muchos lugares y en muchos países se está llevando a cabo una feminización de la agricultura que seguirá cambiando la forma en que se perciben los roles agrícolas de las mujeres.



© Petteri Kokkonen / PNUD

Cuadro 5.4: Cómo comprender los roles de género y la tierra

Existen varios marcos teóricos para examinar los roles de género. *El ecofeminismo* abarca una "variedad de diferentes perspectivas feministas sobre la naturaleza de las conexiones entre la dominación de las mujeres (y otros seres humanos oprimidos) y el dominio de la naturaleza ..." junto con "teorías y prácticas sobre los seres humanos y el medio natural que no están fuertemente sesgadas a favor del hombre".⁹³ *El análisis de la vulnerabilidad humana* puede aplicarse, por ejemplo, al posicionamiento de las partes hacia la degradación de la tierra y qué papel puede jugar el estado para conferir privilegios y favorecer a los hombres en detrimento de las mujeres. *El análisis de vulnerabilidad* hace hincapié en la importancia de adoptar un enfoque del ciclo de vida hacia los problemas sociales, prestando especial atención a las necesidades que surgen de los roles, responsabilidades y etapas de la vida.⁹⁴ Mientras que el ecofeminismo se centra en el enfoque patriarcal de la naturaleza, el análisis de vulnerabilidad considera cómo los gobiernos podrían responder de manera útil. El análisis de la vulnerabilidad exige el reconocimiento de las tareas ocultas relacionadas con la reproducción y el cuidado de la familia, realizadas principalmente por mujeres; este rol de cuidadoras se extiende a la tierra, donde no se valoran las funciones de subsistencia de las mujeres campesinas y, por tanto, se excluyen del Producto Bruto Interno. En el contexto de la degradación de la tierra, el enfoque es examinar cómo la desigualdad de género coloca a las mujeres agricultoras en una posición socioeconómica menos resiliente, con respecto a mantener o aumentar la productividad de la tierra y responder al cambio climático.

a los agricultores más ricos o pequeños comerciantes sólo para comprar suficiente comida para sus propias familias.⁸⁸

Una forma en que las mujeres gestionan múltiples funciones es mediante la formación de grupos de mujeres en las que se ayudan mutuamente con tareas de producción (por ejemplo, labranza, siembra, cosecha), cuidado de niños y otras formas de cooperación, tales como servicios de asistencia financiera. Estos grupos se encuentran en muchos países de África,⁸⁹ Asia,⁹⁰ y en los Estados Unidos.⁹¹ El cambio climático y sus repercusiones amplifican las desigualdades de género existentes, poniendo presión adicional sobre "los ya frágiles roles de género, infravalorados y precarios a nivel comunitario, que configuran la naturaleza y el alcance de la exposición, la sensibilidad y los impactos".⁹² El papel fundamental que desempeñan las mujeres

como productoras de bienes y servicios las convierte en un socio estratégico importante tanto en la realización de los ODSs como en la agenda del cambio climático.

Los sistemas tradicionales de herencia y transferencia de bienes, especialmente de tierras agrícolas, son predominantemente patriarcales; sin embargo, un número cada vez mayor de países reconocen ahora los derechos de las mujeres a la tierra en sus constituciones y leyes. En Laos, una mujer casada tiene derecho a la mitad de cualquier propiedad adquirida durante el matrimonio;⁹⁵ Ruanda ha reconocido los derechos de las mujeres a la tierra con arreglo a ley.⁹⁶ Cuando las mujeres campesinas ya tienen derechos sobre la tierra informales o consuetudinarios, a veces se puede adquirir el título oficial mediante la conversión del título consuetudinario en un título de propiedad plena registrado en el estado o mediante el reconocimiento legal y la codificación del título consuetudinario en el registro gubernamental.⁹⁷ Sin embargo, en la mayoría de los países en desarrollo, las mujeres sólo tienen acceso a la tierra y a los recursos naturales relacionados a través de sus esposos o parientes varones. Esto es particularmente importante para una mujer si se convierte en la cabeza de familia de facto como resultado de la migración masculina, abandono, divorcio o muerte. Tanto en los entornos urbanos como rurales, los derechos de propiedad independientes en estas circunstancias pueden significar la diferencia entre la dependencia del apoyo familiar o la caridad y la capacidad de formar un hogar viable, autosuficiente y encabezado por una mujer.⁹⁸

El cambio viene lentamente y las reformas legales no siempre son iguales a los cambios en la realidad de las comunidades que se enfrentan a la más severa degradación de la tierra. Incluso cuando se realizan reformas, las costumbres y la tradición pueden retardar la adopción y el ritmo de cambio. Bajo el programa de reforma agraria en Filipinas, más de la mitad de los certificados de tierra emitidos todavía no incluyen el nombre de la esposa, a pesar de un prolongado pedido para incluir los nombres de ambos cónyuges.⁹⁹

En el marco del programa de reforma agraria en Filipinas, más de la mitad de los certificados de tierra emitidos todavía no incluyen el nombre de la esposa, a pesar de un prolongado pedido para incluir los nombres de ambos cónyuges.

Cuadro 5.5: Estrategias de género para lograr la neutralidad de la degradación de la tierra

La meta 5.c del Objetivo de Desarrollo Sostenible establece "*Adoptar y fortalecer políticas sólidas y legislación aplicable para promoción de la igualdad de género y el empoderamiento de todas las mujeres y niñas en todos los niveles*". Estas estrategias deben estar orientadas a garantizar la igualdad de género, lo que puede mitigar los efectos injustos de las normas y actitudes patriarcales que aún prevalecen en muchas comunidades rurales de todo el mundo, entre ellas:¹⁰⁰

- Reconociendo y comprometiendo a las mujeres como gestoras de tierras en varios aspectos, incluyéndolas como agricultoras, no solo como ayudantes agrícolas¹⁰¹
- Garantizar que todas las iniciativas emprendidas para rehabilitar y restaurar las tierras degradadas sean sensibles a las cuestiones de género y respondan a los intereses y necesidades de las agricultoras y las administradoras de tierras
- Compartir las mejores prácticas y, en su caso, modificar la legislación para que las mujeres puedan superar los obstáculos que enfrentan para garantizar la tenencia de la tierra y los derechos a los recursos
- Abordar las leyes perversas y los incentivos políticos que obstaculizan la eficiencia y el desarrollo de las mujeres en las actividades de producción de alimentos
- Garantizar que los servicios de extensión agrícola incluyan a las mujeres y aborden las necesidades específicas de género tanto de las mujeres como de los hombres,¹⁰² mediante, por ejemplo, la capacitación de las mujeres extensionistas, el cambio de las prácticas de enseñanza, las iniciativas entre pares, la readiestramiento, etc.¹⁰³
- Garantizar que las agricultoras tengan acceso directo a los recursos requeridos y a los servicios financieros, tales como los sistemas de microfinanciación que no son mediados a través de sus esposos¹⁰⁴
- Fortalecer las voces de las mujeres usuarias de la tierra en todos los niveles en los procesos políticos mediante reformas, creación de capacidades e incentivos
- Aumentar la participación de las mujeres en la investigación y desarrollo¹⁰⁵

3. ESCASEZ DE RECURSOS

El conflicto por los escasos recursos puede generar presiones locales adicionales y a veces globales. Desde que el Club de Roma publicó su informe Límites al Crecimiento en 1972,¹⁰⁶ la preocupación por el agotamiento eventual de los recursos naturales de la Tierra ha recibido una creciente atención. La volatilidad de los precios y la competencia localizada por los recursos naturales limitados pueden ser los precursores de la inestabilidad y los conflictos futuros. Si bien muchos de los primeros estudios eran precisos en su reconocimiento de que el mundo estaba alcanzando límites en términos de recursos disponibles, el calendario era a menudo excesivamente pesimista; el mundo ya ha sobrevivido a muchas de las encrucijadas pronosticadas sobre la disponibilidad de alimentos, minerales y energía. Pero ¿por cuánto tiempo más?

Hasta ahora, cuando la escasez ha surgido, a menudo han sido cuestiones de política en el caso de ambos¹⁰⁷ energía y alimentos,¹⁰⁸ o una combinación de factores¹⁰⁹ en lugar de la escasez real de recursos. Los errores pasados también destacan lo difícil que es calcular los recursos a escala global.

Los cálculos de las existencias restantes de minerales y otros materiales distinguen entre reservas y recursos: las reservas son razonablemente conocidas y accesibles utilizando la tecnología actual, mientras que los recursos son menos conocidos (incluyendo sus cantidades) y tal vez no viables debido a los altos costos económicos o ambientales involucrados en la extracción. Algunos analistas incluyen una tercera categoría de reservas "no descubiertas", que se infieren de una comprensión general de la geología y las formas de relieve. Nuestro conocimiento de las reservas mundiales de recursos es menos exacto de lo que se suele suponer. En 2004, la compañía petrolera Shell conmocionó al mercado financiero al rebajar sus propias reservas de petróleo en alrededor de un tercio, una "pérdida" de más de 4 mil millones de barriles. La Tabla 5.1 resume el estado del conocimiento sobre algunos recursos importantes, mientras que la tasa de su consumo está aumentando. La extracción global anual de materias primas pasó de 22 mil millones de toneladas en 1970 a alrededor de 70 mil millones de toneladas en 2010, con materiales no metálicos utilizados para edificios mostrando el más pronunciado aumento; durante este período también se ha producido una disminución general en la eficiencia del uso de materiales, lo que resulta en una extracción aún mayor de lo que sugieren las estadísticas.¹¹⁰

Tabla 5.1: Perspectiva global de los principales recursos naturales

Recurso natural	Disponibilidad estimada
Tierras	La disponibilidad de buenas tierras de cultivo per cápita está disminuyendo debido al aumento de la población, la urbanización, la creciente demanda de alimentos y cultivos no alimentarios y la degradación de las tierras, lo que lleva al uso de áreas marginales y la continua conversión de ecosistemas naturales. Ver Parte Dos.
Alimentos	La mayoría de los análisis concluyen que el aumento de la población y los niveles de consumo van a reducir la capacidad de los agrónomos y agricultores para mantener los incrementos de productividad que son lo suficientemente grandes para mantener el ritmo. En estas circunstancias, la escasez mundial podría ser abordada reduciendo los desechos y cambiando las dietas, particularmente reduciendo la proporción de productos de origen animal consumidos. Ver Capítulo 7.
Agua	La cantidad de agua es constante, pero su disponibilidad en diferentes partes del mundo está cambiando y se esperan problemas crecientes de escasez de agua en muchos lugares. Ver Capítulo 8.
Petróleo y gas natural	Algunos analistas creen que el suministro de petróleo ha alcanzado su punto máximo y que el mundo se enfrentará a la escasez de energía; ¹¹¹ otros no están de acuerdo. ¹¹² Muchos creen que hay suficientes suministros de petróleo y gas natural para ver una transición hacia fuentes de energía renovables; se calcula que los suministros son abundantes, pero la mayoría de éstos se clasifican como recursos en lugar de reservas, lo que significa que no se conocen plenamente o presentan dificultades técnicas para extraerlos de una manera económica o ambientalmente racional. ¹¹³ Ver Capítulo 10.
Carbón	En teoría, hay cientos de años de suministro aún pero concentrados en unos pocos países; algunos analistas predicen el final del carbón barato y que alcanzará el máximo hacia mediados del siglo debido a una variedad de factores incluyendo la contaminación y consideraciones de índole climática. ¹¹⁴
Madera	Hay suministros suficientes de madera industrial. En la actualidad, 1.2 mil millones de hectáreas de bosques se gestionan para la producción, la mitad en los países de ingresos altos, pero sólo el 8% en los países de bajos ingresos: las remociones en 2011 fueron de alrededor de 3 mil millones m ³ , menos del uno por ciento de las existencias en crecimiento. ¹¹⁵ En muchos países tropicales el manejo sostenible de los bosques sigue siendo muy deficiente, aunque la zona reconocida como sosteniblemente gestionada está aumentando. ¹¹⁶ El acceso a algunas especies arbóreas nativas de alto valor, particularmente las maderas tropicales, están disminuyendo, produciendo repercusiones perjudiciales en los bosques naturales restantes. En 2004, alrededor de la mitad de la madera tropical comercializada se estima que fue ilegal. ¹¹⁷
Leña	Existe una escasez localizada que tiene importantes impactos sociales y ecológicos. ¹¹⁸
Nitrógeno	La síntesis de amoníaco industrial a través del proceso de Haber–Bosch convierte el nitrógeno atmosférico y el hidrógeno, generalmente del gas natural, al amoníaco, facilitando así la producción a gran escala e ilimitada de fertilizantes de nitrato, siempre que el costo de la energía siga siendo bajo.
Fosfato	Principalmente extraído de roca fosfórica; las reservas mundiales actuales se agotarán en 50–100 años, con algunas proyecciones de alcanzar un máximo alrededor de 2030. ¹¹⁹ Los suministros mundiales son inciertos y dependen en gran medida de reservas muy grandes inferidas en Marruecos. ¹²⁰ Al mismo tiempo, las tecnologías de reciclado de fosfato están aumentando. ¹²¹
Potasio	Las reservas de potasio siguen siendo grandes, aunque concentradas en unos pocos países, en particular Canadá (Saskatchewan) y Rusia. ¹²²
Hierro	El Servicio Geológico de los Estados Unidos calcula las reservas mundiales de hierro en 800 mil millones de toneladas de mineral crudo, con 230 mil millones de toneladas de hierro; suficientes para 200 años de producción en los niveles actuales. ¹²³
Cobre	Se cree que las reservas de cobre ascienden a 680 millones de toneladas ¹²⁴ y los recursos de cobre conocidos se estiman actualmente en 2,100 millones de toneladas con un estimado de 3,500 millones de toneladas por descubrir. ¹²⁵



Cuadro 5.6: Extracción de arena¹²⁶

La arena y la grava representan la mayor cantidad de materiales, en volumen, extraídos en el mundo. Se estima que la producción mundial en el año 2000 excedió en más de 15 mil millones de toneladas. La arena costera con alto contenido de sílice se ha utilizado en la fabricación de vidrio, sin embargo, debido a las funciones ecológicas y peligrosas de las dunas, su remoción está ahora prohibida. La arena de la deriva fluvio-glacial y canales fluviales, lagos, lagunas y remansos se utiliza para la construcción de edificios. La arena de dragado marina constituye un componente importante de la oferta agregada, en particular en el noroeste de Europa. La arena del río ha sido tan extensamente minada en algunas áreas que es escasa en muchas partes del mundo. La continuada e indiscriminada extracción de arena puede causar daños irreversibles a la ecología y a las economías al transformar los hábitats y la biodiversidad asociada, así se dañan las estructuras de construcción civil conectadas a los ríos, se reducen importantes servicios ecosistémicos, se reduce el suministro de agua subterránea y esto tiene impacto sobre la calidad del agua potable. Los costos ambientales de la arena extraída rara vez figuran en el análisis de costo y beneficio o en el impacto ambiental de las industrias extractivas, lo que hace que la extracción sea más rentable que

otras alternativas. La falta de información sobre los efectos adversos plantea un problema importante al desarrollar sistemas reguladores adecuados para uso racional. Aunque algunos países cuentan con mecanismos para abordar la extracción de arena in situ (por ejemplo, Australia y Malasia) que están demostrando ser exitosos en la protección de los ríos y otros sistemas productores de arena, muchas naciones en desarrollo necesitan fortalecer su política para mover la minería legal a niveles más sostenibles y para hacer frente a las operaciones ilícitas de extracción de arena.

Hacer más sostenible el uso de la arena requiere, en resumen:

- Arena de río a ser utilizada para la construcción y no para el llenado de tierras y la recuperación.
- Nuevas tecnologías de construcción con requerimientos de arena reducidos.
- Nuevas tecnologías para el uso de todos los grados de arena en construcción.
- Alternativas del hormigón y de la mezcla cemento-arena en la tecnología de la construcción.
- Multas por uso ilegal y excesivo de la arena.

4. DESIGUALDAD DE INGRESOS Y PAUTAS DE CONSUMO INSOSTENIBLES

El crecimiento de los ingresos y la desigualdad afectan la base de la tierra en dos aspectos principales. En primer lugar, un aumento general de las clases medias en muchos países crea un grupo más amplio de personas con ingresos disponibles, lo que genera mayores niveles de consumo y, en algunos casos, una demanda de recursos escasos o con un uso desproporcionado de la tierra. En segundo lugar, se está produciendo un aumento sin precedentes de la desigualdad de los ingresos, obligando a las poblaciones más pobres a desplazarse a tierras marginales donde la degradación es más probable, al igual que los riesgos del conflicto civil.¹²⁷

El Objetivo 10 de Desarrollo Sostenible pretende "Reducir la desigualdad dentro de los países y entre ellos" y la meta 10.1 alienta a los países a "lograr y sostener progresivamente el crecimiento de los ingresos del 40 por ciento de la población más pobre a una tasa superior a la media nacional".

El aumento de los patrones de consumo está haciendo hincapié en los recursos de la tierra: el suelo, el agua, la biodiversidad y los minerales. La economía global se basa en que las personas consumen más, un fenómeno reconocido hace una generación¹²⁸ y que sigue acelerando. Los niveles de consumo tienen impactos que son más complejos que simplemente un aumento en los productos utilizados. Por ejemplo, el enorme aumento de la industria de la moda y la rápida rotación de ropa ha dado lugar a un auge de la producción de algodón, que es uno de los usuarios de pesticidas más intensos, responsable de casi una cuarta parte del uso mundial de pesticidas.¹²⁹ La explosiva demanda por alimentos de alto contenido proteínico y de uso intensivo del suelo, analizada en el Capítulo 7, ha significado, entre otras cosas, enormes pérdidas forestales para cultivar soja y crear pastizales para el ganado. El aumento de las clases medias en algunos países en desarrollo también está financiando un aumento en el comercio de carne de animales salvajes,¹³⁰ la matanza y la venta de animales salvajes: más notoriamente en el caso de depredadores grandes como el tigre, pero también nuevos mercados para mamíferos salvajes, aves y reptiles, lo que amenaza a especies enteras con extinción. Otros mercados de productos de vida silvestre, como el marfil de elefante¹³¹ o el cuerno del rinoceronte usado para la medicina,¹³² también están creando una crisis en la gestión de la conservación.¹³³

La desigualdad de ingresos es aún más complicada. El uno por ciento más rico de la población mundial ahora posee más que el resto de nosotros juntos; sólo ocho hombres tienen la misma cantidad de

riqueza que la mitad más pobre del mundo. En los últimos 30 años, el crecimiento de los ingresos de la mitad más pobre del mundo ha sido cero, mientras que los ingresos del uno por ciento superior han crecido un 300 por ciento.¹³⁴ Se impugnan los nexos causales directos entre la pobreza y la degradación de la tierra, aunque el equilibrio de las pruebas sugiere que la desigualdad social es mala para el medio ambiente, lo que a su vez puede explicar por qué las sociedades con más desigualdad parecen ser menos saludables.¹³⁵

5. MIGRACIÓN Y SEGURIDAD

Se calcula que 244 millones de personas viven y trabajan fuera de su país de nacimiento;¹³⁶ muchos más emigran dentro de sus propios países. La migración tiene lugar por muchas razones, incluyendo el deseo de una vida mejor, para escapar de los regímenes represivos, o para alejarse de condiciones ambientales difíciles. Cuando las cosas se ponen difíciles, la gente tiene dos opciones: quedarse e intentar ordenar las cosas en su lugar, o mudarse a otro lugar. Muchas personas optan por esto último aunque los más pobres y más vulnerables pueden ser incapaces de hacerlo. La movilidad y la capacidad de emigrar son estrategias de sustento importantes, especialmente entre las poblaciones rurales que dependen de bienes y servicios terrestres, pero también entre los ricos y educados que están dispuestos a moverse por oportunidades de carrera o económicas.

La meta 10.7 de Desarrollo Sostenible anima a los países a "*Facilitar la migración ordenada, segura, regular y responsable y la movilidad de las personas, incluso mediante la aplicación de políticas migratorias planificadas y bien administradas*".

Se pueden distinguir tres formas de movilidad humana: la migración de personas que se desplazan dentro o fuera de su país por razones socioeconómicas; el desplazamiento, que se refiere generalmente a movimientos forzados debidos a conflictos o desastres; y la reubicación planificada, el movimiento de las comunidades hacia un lugar más seguro en respuesta a cambios ambientales irreversibles. Si bien la migración puede ser una estrategia de adaptación positiva, el desplazamiento puede aumentar la vulnerabilidad y la reubicación planificada a menudo tiene resultados mixtos, alejando a la gente del daño inmediato, pero que a veces conduce a nuevas vulnerabilidades.¹³⁷

Como respuesta a las presiones sobre los recursos del suelo, algunas migraciones tienen lugar porque las regiones están sobre pobladas, mientras que en otras áreas la despoblación y la degradación de la tierra son un factor que contribuye. Es más probable que la migración sea una estrategia para abordar el cambio climático en ecosistemas vulnerables, como las tierras secas, las montañas y las zonas costeras de baja elevación.¹³⁸ La migración rural-urbana,

Por ejemplo, el gran aumento de la industria de la moda y la rápida rotación de ropa ha dado lugar a un auge de la producción de algodón, que es uno de los usuarios de pesticidas más intensos, responsable de casi una cuarta parte del uso mundial de pesticidas.

La mayor parte de la migración tiene lugar dentro de los países y la migración internacional ocurre principalmente entre países contiguos.

cuando las personas se trasladan del campo a los pueblos y ciudades, es la dirección más común de movimiento. En algunos países, los gobiernos alientan la migración de las áreas periurbanas atestadas hacia las fronteras naturales menos desarrolladas, lo que fomenta el desmonte y la conversión de los bosques y aumenta la degradación de la tierra en nuevas zonas: un ejemplo conocido de este enfoque con resultados mixtos es el programa de transmigración de Indonesia.¹³⁹

La mayor parte de la migración tiene lugar dentro de los países y la migración internacional ocurre principalmente entre países contiguos. La migración internacional de larga distancia de los países de ingresos bajos a altos representa un promedio de poco más de 4 millones de personas al año, lo que representa una contribución relativamente pequeña a los más de 200 millones de migrantes internacionales de todo el mundo,¹⁴⁰ aunque el número de "migrantes forzados" está aumentando.¹⁴¹ Los migrantes tienden a trasladarse a lugares a los que antes se habían trasladado personas como ellos, y así usan redes familiares o sociales para ayudar con el viaje y establecerse en su destino.¹⁴² Las preferencias migratorias cambian en el curso de la vida de una persona, los adultos jóvenes son generalmente las personas con mayor movilidad en cualquier sociedad, aunque los jubilados también emigran, a menudo regresan a su lugar de origen.¹⁴³

La migración puede ser temporal o permanente y puede tener lugar de manera ordenada o de repente debido a desastres naturales, represión política o conflicto. Las conexiones entre la degradación de la tierra y la migración son complejas, y están influenciadas por procesos sociales, económicos, políticos, demográficos y ambientales que operan de escala local a global. La mayor parte de la migración asociada a la degradación de la tierra no se produce en condiciones de absoluta angustia, sino porque los hogares aprovechan las oportunidades para generar nuevas fuentes de ingresos y reducir su exposición a los riesgos y peligros asociados con las actividades de producción de tierras. Aunque la migración puede ser voluntaria o forzada, la mayoría de las veces las decisiones son una combinación de ambas.

Se calcula que el número global de migrantes forzados (es decir, refugiados y personas desplazadas) y apátridas es de 65 millones,¹⁴⁴ dos tercios de los cuales son desplazados internos.¹⁴⁵ A veces los migrantes voluntarios se ven atraídos por beneficios económicos como los mercados laborales, los precios de los productos básicos, los costos de la vivienda y la valoración de las habilidades de los trabajadores,¹⁴⁶ y también como una manera de que los hogares reduzcan y diversifiquen su exposición a la incertidumbre económica y a las dificultades inesperadas.¹⁴⁷ Por ejemplo, las poblaciones rurales de África Occidental utilizan la migración estratégicamente para hacer frente a la estacionalidad inherente del clima,¹⁴⁸

así envían a los adultos jóvenes a las ciudades durante la estación seca para reducir las demandas en los suministros de alimentos del hogar y con la esperanza de que puedan ganar dinero.¹⁴⁹ En muchos países más pobres, el dinero enviado de los migrantes extranjeros representa una gran proporción de los ingresos de los hogares;¹⁵⁰ pero, como las personas más pobres son a menudo incapaces de emigrar, esto puede aumentar aún más la desigualdad. La migración puede ser un factor importante en las estrategias de subsistencia sostenible, particularmente en las tierras secas.¹⁵¹

¿Cómo afecta el cambio ambiental a la migración?

El término "refugiado ambiental" fue acuñado para describir a las personas desplazadas por las hambrunas y otros desastres;¹⁵² esto incluye a las personas reubicadas a la fuerza para dar paso a la construcción de presas y otras infraestructuras.¹⁵³ Se han pronosticado millones de refugiados ambientales.¹⁵⁴ Las Naciones Unidas ha hecho hincapié en vincular el movimiento y el conflicto humano con las cuestiones relativas a los recursos, incluido un análisis de las guerras civiles de los últimos 70 años que indican que al menos el 40 por ciento está vinculado al control o uso controvertido de los recursos naturales, tales como agua, minerales o petróleo.¹⁵⁵ Sin embargo, muchos analistas son cautelosos en cuanto a la realidad del medio ambiente como un conductor directo para el movimiento humano,¹⁵⁶ con una división entre "alarmistas" y "escépticos".¹⁵⁷ Los estudiosos han sido cautelosos en establecer vínculos entre el cambio ambiental y la migración humana debido al temor de ser acusados de geo-determinismo,¹⁵⁸ y argumentan que las estimaciones son exageradas,¹⁵⁹ pero los responsables de las políticas, los militares y los gobiernos tratan cada vez más este fenómeno como una realidad percibida.

Los términos *refugiado ambiental* y *refugiado climático*, utilizados por los activistas sociales, no tienen ningún estatus en virtud del derecho internacional, lo que limita el término refugiado a aquellos que se trasladan a través de las fronteras nacionales para escapar de la persecución política o religiosa. Esto ha llevado a que el medio ambiente y el clima se descuiden a menudo en las discusiones sobre la migración. El derecho internacional sigue siendo limitado en su capacidad para abordar movimientos de población inducidos por el clima y el medio ambiente, aunque el hecho de que el Acuerdo de Adaptación de Cancún reconozca la migración, el desplazamiento y la reubicación como estrategias de adaptación es un desarrollo alentador.¹⁶⁰ Más recientemente, la vulnerabilidad al cambio climático ha sido reconocida como un motor de la migración,¹⁶¹ lo que ha sido visto como una forma en que las personas se enfrentan y se adaptan al cambio ambiental.^{162,163}



© Olivier Chassot



La degradación de las tierras y la migración

La creciente población humana pone énfasis en la capacidad de sustento de la tierra. A veces, estas presiones pueden compensarse, al menos durante un tiempo, con la innovación, la intensificación o la colaboración en la producción de alimentos.¹⁶⁴ La región de Machakos, en Kenia, zona que en su día sufrió una severa erosión del suelo, fue rehabilitada por prácticas de conservación que de hecho fueron estimuladas en parte por una población creciente.¹⁶⁵ Sin embargo, en otros casos, un desequilibrio entre la población y la capacidad de sustento de la tierra puede conducir a grandes desplazamientos, como en el África Subsahariana en los años ochenta y principios de los noventa.¹⁶⁶ La innovación es más probable cuando las personas tienen una tenencia segura de la tierra e interés en permanecer en el lugar,¹⁶⁷ con numerosos ejemplos de ambos.¹⁶⁸

La degradación de la tierra puede causar migración y viceversa; a veces las dos ocurren simultáneamente. Por lo tanto, la degradación de las tierras y la migración son a menudo procesos estrechamente interconectados, que también están influenciados por el crecimiento de la población y la conversión de los derechos tradicionales o comunales de tenencia de la tierra hacia la propiedad privada. En la actualidad no hay estadísticas fiables sobre el número de personas en todo el mundo que pueden haber sido inducidas directa o indirectamente a emigrar debido a la degradación de la tierra.

Cálculos aproximados sugieren que en la actualidad el total ya está en los millones, probablemente decenas de millones de personas cada año, la mayoría de las cuales viven en áreas rurales.¹⁶⁹ Algunos proyectan que alrededor de 200 millones de personas serán desplazadas por razones ambientales para 2050.^{170,171} Otros reconocen los factores ambientales como importantes impulsores secundarios,¹⁷² o multiplicadores de amenazas,¹⁷³ con puntos conflictivos identificados en el Sahel, Oriente Medio, Asia Central y regiones costeras del este, sur y sudeste de Asia.¹⁷⁴

Los pequeños agricultores de tierras secas utilizan estratégicamente la migración estacional de mano de obra para hacer frente a la variabilidad general de las precipitaciones.¹⁷⁵ Los procesos de migración a largo plazo dentro de los países, en particular la aceleración de la migración rural-urbana, se ven impulsados principalmente por procesos sociales y económicos,¹⁷⁶ pero la degradación gradual de la tierra es también un factor que contribuye. Un impulsor clave de la degradación de la tierra en las regiones pastoriles tradicionales es el recinto de tierras y la conversión de la tenencia comunal a la privada para facilitar el desarrollo comercial y la intensificación de la producción ganadera y agrícola. En África Oriental, algunos pastores, cada vez más confinados en áreas más pequeñas, están obligados a mantener más animales en pastos degradantes y deben comprar

forrajes suplementarios o pastar sus rebaños en áreas que los ponen en conflicto con otros usuarios de la tierra.^{177,178} Las presiones se incrementan con un mayor número de existencias y pueden ser exacerbadas por los esfuerzos del gobierno para establecer a los agricultores nómadas. Esta combinación de factores crea una creciente necesidad de dinero en efectivo que estimula la emigración de los jóvenes a los centros urbanos.¹⁷⁹ Un proceso similar se está llevando a cabo en los Andes, donde el modelo de colectivo campesino de gestión de la tierra está siendo socavado por los gobiernos,¹⁸⁰ lo que fragmenta las tierras de pastoreo y resulta en mayores tasas de población,¹⁸¹ la degradación de la tierra y la emigración.¹⁸² Ha surgido un proceso de asentamiento que se refuerza a sí mismo, una migración laboral asalariada y una mayor integración de la anterior población pastoril en la economía de mercado.

Gran parte de esta migración puede ser provisional. En Etiopía, la mayoría de las migraciones han

Cuadro 5.7: Características comunes de la migración asociada a la degradación de la tierra

- La mayoría de la migración asociada a la degradación de las tierras, como ocurre con todas las formas de migración, ocurre dentro de los países o entre países contiguos
- La variabilidad de las precipitaciones, las temperaturas extremas, la deforestación, el sobrepastoreo y la sequía son importantes influencias sobre la migración en muchas áreas de tierra seca
- El tipo de migración más destacado es la migración laboral, utilizada estratégicamente para superar los riesgos asociados con la vida en un entorno desafiante
- La migración en general, pero no siempre tiende a fluir de las áreas con mayores tasas de degradación de la tierra a las zonas con tasas más bajas
- Las tasas de migración son altas en lugares donde los gobiernos no pueden o no quieren dar respuestas a la degradación de la tierra
- Las redes sociales facilitan la migración, haciéndolas menos costosas y canalizando la migración a destinos particulares
- La migración es por géneros, generalmente hay un número desproporcionado de mujeres, niños y personas mayores que no participan
- La degradación de las tierras y la migración pueden agravar las tensiones sociales existentes
- El cambio climático afectará a la migración, y probablemente aumentará los flujos de las zonas propensas a la sequía y degradación.
- La medición y el seguimiento de la migración está mejorando, pero los datos fiables siguen siendo escasos, es especial para lamigración interna.

La migración fuera de las zonas rurales ha sido típicamente una estrategia de último recurso para los hogares que experimentan la pérdida de cultivos o ganado debido a la sequía.

estado tradicionalmente dentro de las zonas rurales propensas a la sequía, incluyendo: migración temporal, estacional e indefinida.¹⁸³ La migración de las zonas rurales ha sido típicamente una estrategia de último recurso para los hogares que experimentan la pérdida de cultivos o ganado debido a la sequía.¹⁸⁴ En México, una proporción de la migración está ligada a la sequía, aunque otra motivación importante es la búsqueda de ingresos adicionales para enviar al hogar.¹⁸⁵ Mientras que la mayoría de la migración ocurre dentro de México, una proporción de hombres jóvenes también emigran a Estados Unidos,¹⁸⁶ con un aumento que generalmente ocurre un par de años después de la sequía.¹⁸⁷ Lo que subraya la importancia de la migración como estrategia de adaptación para los agricultores de las tierras secas;¹⁸⁸ por el contrario, cuando las precipitaciones están por encima del promedio y la productividad agrícola es mejor que de costumbre, la migración hacia Estados Unidos cae bruscamente.¹⁸⁹ China tiene una población flotante de unos 120 millones de inmigrantes indocumentados que viven principalmente en ciudades costeras con economías en auge, muchas de las cuales provienen de hogares pobres en regiones degradadas de tierras secas.¹⁹⁰

Junto a las discusiones acerca de dónde vienen los migrantes, está el tema igualmente importante de hacia dónde van;¹⁹¹ una afluencia repentina de personas puede causar una mayor degradación ambiental en otros lugares. En Etiopía, la migración humana es causada por el deterioro de las condiciones medioambientales y es una causa del mismo.¹⁹² En las regiones tropicales, la pérdida de los bosques está siendo cada vez más impulsada por la explotación de los bosques por intereses comerciales externos utilizando prácticas de cosecha insostenibles,¹⁹³ lo que a menudo conduce a mayores tasas de degradación que cuando se realiza la silvicultura en pequeña escala.¹⁹⁴ Las áreas despejadas a menudo son reemplazadas por la agricultura comercial o el pastoreo, desplazando a las comunidades locales e indígenas. Las empresas forestales comerciales a menudo evitan activamente emplear a la población local, pero prefieren traer trabajadores migrantes.¹⁹⁵

En muchas zonas rurales de América Central y del Sur, del sur y del sudeste de Asia y en África Subsahariana, la minería artesanal atrae a los migrantes hacia zonas donde la actividad no está regulada o se realiza clandestinamente.¹⁹⁶ Se calcula que entre 10 y 20 millones de personas se dedican a la minería artesanal en todo el mundo.¹⁹⁷ La minería artesanal es un importante impulsor de la degradación ambiental, que puede incluir la deforestación,¹⁹⁸ la erosión,¹⁹⁹ la contaminación del agua y la contaminación de los suelos y las aguas subterráneas por el mercurio.²⁰⁰

Cuando la migración resulta en la pérdida de tierras agrícolas, las causas pueden ser a veces deliberadas, o como resultado de algún desastre mayor. En 2000, se calculó que entre 20 y 40 millones de personas en todo el mundo habían sido desplazadas por proyectos de represas.²⁰⁶ El proyecto de la

Cuadro 5.8: Migración en China

China tiene controles del uso de la tierra y un registro de los hogares (*Hukou*) sistema que distingue los patrones de migración. El uso de las tierras agrícolas está regulado por el estado, y en las últimas décadas se ha intensificado más, así como grandes extensiones de tierras agrícolas han sido destinadas a proyectos de infraestructura y expansión urbana, con un estimado de 50 millones de personas directamente desplazadas de esta manera.²⁰¹ En el oeste y el centro de China, se han degradado grandes áreas de bosques secos y pastizales por el sobrepastoreo y la conversión a tierras cultivadas.²⁰² En las provincias de Xinjiang y Gansu, los gobiernos impulsaron activamente la expansión agrícola en tierras secas marginales.²⁰³ En los pastizales de Mongolia Interior y Tíbet, los gobiernos han reubicado y reasentado activamente a los pastores y poblaciones rurales a ciudades u otras zonas rurales, citando a menudo el pastoreo excesivo como una razón, con resultados mixtos en términos de bienestar de los reubicados.²⁰⁴ Los hogares utilizan la migración como un medio de adaptación, ya sea legalmente en el caso de las familias más ricas, o ilegalmente como inmigrantes indocumentados que viven principalmente en ciudades costeras.²⁰⁵ La naturaleza de los arreglos institucionales en China significa que el gobierno tiene un rol desproporcionado en la gestión de las tasas de degradación de la tierra y los flujos de población relativos a otros países. Los resultados han sido mixtos; a veces el envío de dinero por parte de los emigrantes a sus hogares ayuda a quitar la presión sobre la tierra, mientras que en otros casos, las tierras despobladas se someten a un acaparamiento de tierras domésticas y la producción se intensifica.

presa de las Tres Gargantas en China, terminado en 2012, desplazó a alrededor de 1.3 millones de personas.²⁰⁷ Muchas de las nuevas tierras en donde se reubicó a los agricultores estaban en pendientes empinadas y propensas a la erosión,²⁰⁸ lo que causó la inmigración a las ciudades.²⁰⁹

Los grandes desastres que ha causado la migración generalizada incluyen la disecación y salinización del Mar de Aral por proyectos de riego mal planeados,²¹⁰ los cuales fueron claramente deliberados pero con consecuencias imprevistas. El Mar de Aral se redujo dramáticamente, exponiendo sedimentos cargados de químicos agrícolas y otras toxinas, y la población de la región sufrió posteriormente enfermedades respiratorias crónicas y problemas renales muy por encima de los promedios nacionales.²¹¹ Las tierras de cultivo se volvieron cada vez más improductivas y las aguas freáticas se contaminaron, lo que generó migración y empobrecimiento generalizado de la población restante,²¹² problemas que en el mejor de los casos llevarán décadas para superarlos.²¹³

En el futuro, el cambio climático influirá en las interacciones dinámicas de la degradación de la tierra y la migración al exacerbar los fenómenos naturales que influyen en el suelo, el agua y la biodiversidad, tales como la variabilidad de las precipitaciones, las sequías y los fenómenos meteorológicos extremos, que, a su vez, afectan los ingresos en los hogares y el precio de los alimentos. Algunas áreas tradicionalmente productivas se volverán menos productivas, mientras que la productividad aumentará en otras; el saldo neto en términos de seguridad alimentaria es difícil de predecir.

Sequía, degradación de tierras, conflictos y migración

Existe una relación compleja y poco comprendida entre la degradación de la tierra, las sequías, la migración y los conflictos violentos. Mientras que los académicos continúan debatiendo sobre los vínculos entre la degradación de la tierra, la migración y el conflicto, las empresas se organizan en silencio. Mientras los políticos todavía discuten la realidad del cambio climático, aquellos que tienen una responsabilidad por la seguridad, como los militares, han analizado durante años las implicaciones y están planeando respuestas.²¹⁴ Se cree que los conflictos, particularmente entre las facciones rivales dentro de los estados, por ejemplo en África, se han agravado por la sequía, la migración, la competencia subsiguiente con otros grupos y las tensiones sociales resultantes.^{215,216}

Los desastres de lenta aparición, como los asociados a la sequía y la desertificación, pueden aumentar las tensiones entre los usuarios de recursos como los pastores y los agricultores, lo que puede conducir a conflictos violentos, aunque por lo general a escala local.²¹⁷ En Sudán, los agricultores quemaron pastizales y destruyeron fuentes de agua para disuadir a los pastores nómadas;²¹⁸ las tensiones también pueden aumentar entre los pastores si un grupo se ve obligado a trasladarse al territorio de otro.²¹⁹

Sin embargo, los procesos que conducen a conflictos violentos son invariablemente complejos²²⁰ y en algunos lugares la degradación de la tierra y la sequía conducen inversamente a una mayor cooperación y al intercambio de recursos.²²¹ El consenso actual es que la escasez de recursos, la degradación de la tierra y los cambios climáticos repentinos no causan conflictos por sí solos,²²² sino que son "multiplicadores de la amenaza", lo que aumenta el riesgo de que la violencia brote en áreas donde las tensiones ya son altas.²²³ Áreas de Etiopía propensas a la actividad de los rebeldes y los conflictos comunales experimentan un aumento en la actividad durante las sequías y las precipitaciones extremas,²²⁴ mientras que en todo el Cuerno de África, la escasez de vegetación puede exacerbar los conflictos existentes entre los grupos pastoriles, especialmente cuando otras influencias no ambientales son simultáneamente fuertes.²²⁵ Sin embargo, debe tenerse en cuenta

que los conflictos persistentes también ocurren en áreas sin estrés ambiental particular.

En la mayoría de los casos, la escasez ambiental se gestiona de manera pacífica, donde las normas ampliamente aceptadas conducen a resultados cooperativos de una u otra clase.^{226,227,228} Dicho esto, hay evidencia de que si se logra que la administración y la gestión de la tierra sean correctas, se puede ayudar a reducir las tensiones y evitar conflictos.^{229,230} Esas formas de gestión pueden iniciarse potencialmente en lugares donde el estado no mitiga los conflictos a través de sus propias instituciones. Por ejemplo, el establecimiento de parques de paz transnacionales (es decir, áreas protegidas en antiguas zonas de conflicto) es una forma probada de fomentar la estabilidad de la comunidad tras períodos de disturbios y violencia.²³¹ En la misma línea, la evidencia de Etiopía mostró que si bien un gran flujo de refugiados y presiones demográficas condujeron a conflictos localizados sobre los recursos naturales, los regímenes de manejo eficaces lograron aliviar estas tensiones.²³²

Es probable que la migración continúe e incluso aumente en un futuro próximo. El actual debate que convulsiona a Europa, donde las cargas de inmigrantes procedentes del África y del Oriente Medio circulan diariamente a través de las peligrosas aguas del Mediterráneo, se reflejan en las políticas cada vez más proteccionistas que emergen en una serie de economías poderosas. Algunos países han practicado políticas que han excluido a otras nacionalidades durante muchos años. Otros, incluidos algunos de éstos, en donde los temas son más polémicos, dependen en gran medida de la mano de obra migrante para mantener su economía en crecimiento. En general, las políticas migratorias han sido menos restrictivas.²³³ La presencia de una pequeña proporción de terroristas entre los migrantes crea temores que conducen al rechazo de las personas que huyen de la guerra y la persecución, lo que agrava las catástrofes humanitarias ya existentes.

Se requiere urgentemente un nuevo enfoque a la migración, que esté estrechamente vinculado con muchas de las otras cuestiones analizadas aquí. Las personas a menudo emigran porque sienten que tienen que hacerlo. Desde el punto de vista de la tierra, esto es probable porque los cultivos están fallando, tienen un acceso insuficiente a la tierra y los recursos, una mala seguridad de tenencia, o porque el clima está cambiando y ya no pueden producir cantidades adecuadas de alimentos o ingresos. La mayoría de estos temas sólo pueden ser abordados por los encargados de tomar decisiones lejos de las áreas afectadas, aunque a menudo en el mismo país. Se está llevando a cabo un cambio de escala de las zonas rurales a las urbanas con un cambio más pequeño pero más visible de los países pobres a los países ricos. Los migrantes necesitan ser acogidos una vez más por la diversidad y las habilidades que traen a sus nuevos hogares, pero, al mismo tiempo, la emigración por desesperación requiere respuestas políticas y ambientales a mayor escala.

CONCLUSIÓN

Los seres humanos siempre han tenido una relación íntima con la tierra, y los asentamientos han disminuido y fluido, han aparecido y desaparecido, en parte como resultado de la interacción entre la gestión de los recursos naturales y las condiciones climáticas. Estas relaciones son complicadas y las explicaciones fáciles usualmente inducen a error.

Hoy en día, muchos problemas ecológicos se agravan por una serie de cuestiones sociales, económicas y políticas. Demasiadas personas carecen de tierra o carecen de seguridad de tenencia, son desesperadamente pobres y carecen de una red de seguridad para resistir el cambio climático u otros factores estresantes. Las relaciones sociales y la inequidad de género dificultan aún más el progreso hacia la alimentación, el agua y la seguridad humana en general. La mayoría de las cuestiones que crean los mayores desafíos para los miembros más pobres y más vulnerables de la sociedad están totalmente fuera de control. Al mismo tiempo, todos, ricos o pobres, son vulnerables a la escasez futura en un planeta de recursos finitos. La competencia por la disminución de los recursos puede desestabilizar las comunidades y los países. Un resultado es un rápido aumento de la migración, con millones de personas en movimiento. Algunos de los resultados han sido positivos, mientras que otros aumentan la presión y aumentan las tensiones regionales.

El resultado es un aumento general de la inseguridad económica, política y social, con la ruptura de órdenes sociales y políticos establecidos, que a menudo dejan un vacío. Las personas se sienten ansiosas, asustadas y buscan chivos expiatorios. Si bien hemos subrayado que la precariedad es un vínculo simplista entre la degradación de la tierra y la inseguridad humana, el efecto catalítico de estos factores está haciéndose cada vez más claro. El hecho de que la paz y la seguridad a menudo se expresen en otros términos –como la intolerancia religiosa o étnica– no debe distraernos de los masivos efectos desestabilizadores de la pérdida de suelo, la disminución de cultivos, la desertificación y la escasez de agua. Se puede ayudar a aliviar una serie de tensiones sociales y políticas si se abordan estos temas fundamentales de la tierra.

REFERENCIAS

- 1 Cunliffe, B. 2015. *Beyond Steppe, Desert and Ocean: The birth of Eurasia*. Oxford University Press, Oxford, p. 44.
- 2 Pennington, W. *The History of the British Vegetation*. 1974 2nd edition. The English Universities Press, London.
- 3 Diamond, J. 2005. *Collapse: How societies choose to fail or survive*. Allen Lane, London.
- 4 Flannery, T. 1994. *The Future Eaters*. Reed Books, Sydney.
- 5 Crosby, A.W. 1986. *Ecological Imperialism: The biological expansion of Europe, 900–1900*.
- 6 Paul, A.J. and Røskoft, E. 2013. Environmental degradation and loss of traditional agriculture as two causes of conflicts in shrimp farming in southwestern coastal Bangladesh: Present status and probable solutions. *Ocean and Coastal Management* **85**: 19-28.
- 7 van Schaik, L. and Dinnissen, R. 2014. *Terra incognita: Land degradation as underestimated threat amplifier*. Netherlands Institute of International Relations. Clingendael, The Hague.
- 8 Hunt, T.L. and Lipo, C.P. 2008. Evidence for a shorter chronology on Rapa Nui (Easter Island). *Journal of Island and Coastal Archaeology* **3**:140-148.
- 9 Hunt, T.L. 2007. Rethinking Easter Island's ecological catastrophe. *Journal of Archaeological Science* **34**: 485-502.
- 10 Mann, D., Edwards, J., Chase, J., Beck, W., Reanier, R., et al. 2008. Drought, vegetation change and human history on Rapa Nui (Isla de Pascua, Easter Island). *Quaternary Research* **69**: 16-28.
- 11 Diamond, J. 2005. Op cit.
- 12 Hunt, T.L. 2007. Op cit.
- 13 Peiser, B. 2005. From genocide to ecocide: the rape of Rapa Nui. *Energy and Environment* **16** (3 and 4): 513-539.
- 14 Mieth, A. and Bork, H.R. 2003. Diminution and degradation of environmental resources by prehistoric land use on Poike Peninsula, Easter Island (Rapa Nui). *Rapa Nui Journal* **17** (1): 34-41.
- 15 Mieth, A. and Bork, H.R. 2005. History, origin and extent of soil erosion on Easter Island (Rapa Nui). *Catena* **63**: 244-260.
- 16 Robinson, B.E., Holland, M.B. and Naughton-Treves, L. 2014. Does secure land tenure save forests? A meta-analysis of the relationship between land tenure and tropical deforestation. *Global Environmental Change* **29**: 281-293.
- 17 Kuhn, F. 1982. *Man and Land: An introduction into the problems of agrarian structure and agrarian reform*. Breitenbach, Saarbrücken and Fort Lauderdale.
- 18 UN-HABITAT. 2008. *Secure Land Rights for All*. UN-Habitat, Nairobi.
- 19 Ostrom, A. 2001. The puzzle of counterproductive property rights reforms: A conceptual analysis. In: de Janvry, A., Girdillo, G., Platteau, J.P., and Sadoulet, E. (eds.) *Access to Land, Rural Poverty and Public Action*. UNU/WIDER Studies in Development Economics. Oxford University Press, Oxford.
- 20 UN Habitat. 2008. op cit.
- 21 Rights and Resources Initiative. 2015. *Who Owns the Land? A global baseline of formally recognized indigenous and community land rights*. RRI, Washington, DC.
- 22 Lowder, S.K., Skoet, J., and Raney, T. 2016. The number, size, and distribution of farms, smallholder farms, and family farms worldwide. *World Development* **87**: 16-29.
- 23 Samberg, L. H., Gerber, J. S., Ramankutty, N., Herrero, M., and West, P.C. 2016. Subnational distribution of average farm size and smallholder contributions to global food production. *Environmental Research Letters*, **11** (12): 124010.
- 24 Bromley, D.W. 2009. Formalising property relation in the developing world: The wrong prescription for the wrong malady. *Land Use Policy* **26** (1): 20-27.
- 25 Byamugisha, F.F.K. 2014. Introduction and overview of agricultural land redistribution and land administration case studies. In: Byamugisha, F.F.K. (ed.) *Agricultural Land Redistribution and Land Administration in Sub-Saharan Africa: Case Studies of Recent Reforms*. Directions in Development. World Bank, Washington, DC.
- 26 Cheremshynskiy, M. and Byamugisha, F.F.K. 2014. Developing land information systems in Sub-Saharan Africa: Experiences and lessons from Uganda and Ghana In: Byamugisha, F.F.K. (ed.) 2014. *Agricultural Land Redistribution and Land Administration in Sub-Saharan Africa: Case Studies of Recent Reforms*. Directions in Development. World Bank, Washington, DC.

- 27 Hanstad, T., Nielsen, R., Vhugen, D., and Haque, T. 2009. Learning from old and new approaches to land reform in India. In: Binswanger-Mkhize, H.P., Bourguignon, C. and van den Brink, R. (eds.) *Agricultural Land Distribution: Towards greater consensus*. The World Bank, Washington, DC. pp. 241-266.
- 28 De Schutter, O. 2016. Tainted Lands: Corruption in large-scale land deals. Global Witness and International Corporate Accountability Roundtable.
- 29 Besley, T. 1995. Property rights and investment incentives: theory and evidence from Ghana. *Journal of Political Economy* 103 (5): 903-936.
- 30 Brasselle, A.S., Gaspart, F., and Platteau, J.P. 2002. Land tenure security and investment incentives: Puzzling evidence from Burkina Faso. *Journal of Development Economics* 67 (2): 373-418.
- 31 Land Tenure and Development Technical Committee. 2015. Formalising Land rights in developing countries: moving from past controversies to future strategies. Ministère des Affaires étrangères et du Développement international (Maedi), Agence française de développement, Paris.
- 32 Kasanga, K. and Kotey, N.A. 2001. Land Tenure and Resource Access in West Africa. International Institute for Environment and Development, London.
- 33 Shivji, I., Moya, S., Ncube, W., and Gunby, D., 1998. National Land Policy for the Government of Zimbabwe. Discussion Paper, Harare.
- 34 Hammen, C. M. van der 2003. The Indigenous Resguardos of Colombia: their contribution to conservation and sustainable forest use. Netherlands Committee for IUCN, Amsterdam.
- 35 Binswanger-Mkhize, H.P., Bourguignon, C., and van den Brink, R. (eds.) 2009. *Agricultural Land Redistribution: Toward Greater Consensus*. The World Bank, Washington, DC.
- 36 Li, T.M. 2011. Centring labor in the land grab debate. *Journal of Peasant Studies* 38 (2): 281-298.
- 37 Cotula, L., Vermeulen, S., Mathieu, P., and Toulmin, C. 2011. Agricultural investment and international land deals: evidence from a multi-country study in Africa. *Food Security* 3 (1): 99-113.
- 38 Ibid.
- 39 International Land Coalition. 2011. Tirana Declaration: Securing land access for the poor in times of intensified natural resources competition, http://www.landcoalition.org/sites/default/files/documents/resources/aom_2011_report_web_en.pdf
- 40 Toulmin, C., Borras, S., Bindraban, P., Mwangi, E., and Sauer, S. 2011. Land Tenure and International Investments in Agriculture: A Report by the UN Committee on Food Security High Level Panel of Experts. FAO, Rome.
- 41 Rulli, M.C., Savioli, A., and D'Odorico, P. 2013. Global land and water grabbing. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 110: 892-897.
- 42 Davis, K.F., D'Odorico, P., and Rulli, M.C. 2014. Land grabbing: a preliminary quantification of economic impacts on rural livelihoods. *Population and Environment* 36 (2): 180-192.
- 43 Oliveira, G.d.L.T. 2013. Land Regularization in Brazil and the global land grab. *Development and Change* 44 (2): 261-283.
- 44 Cotula, L., et al. 2014. Op cit.
- 45 Li, T.M. 2011. Op cit.
- 46 Franchi, G., Rakotonirainy, M., Hermann, E., Raparison and Randrianarimana, P. 2013. Land grabbing in Madagascar: echoes and testimonials from the field. ReCommon, Rome.
- 47 Galaty, J.G. 2013. The collapsing platform for pastoralism: Land sales and land loss in Kajiado County, Kenya. *Nomadic Peoples* 17 (2): 20-39.
- 48 Peters, P.E., 2013. Conflicts over land and threats to customary tenure in Africa. *African Affairs* 112 (449): 543-562.
- 49 von Braun, J. and Meinzen-Dick, R. 2009. "Land Grabbing" by Foreign Investors in Developing Countries: Risks and Opportunities. IFPRI Policy Brief 13, April 2009. International Food Policy Research Institute, Washington, DC.
- 50 Nolte, K., Chamberlain, W., and Giger, M. 2016. International Land Deals for Agriculture. Fresh insights from the Land Matrix: Analytical Report II. Bern, Montpellier, Hamburg, Pretoria.
- 51 Ibid.
- 52 Zerfu Gurara, D. and Birhanu, D. 2012. Large scale land acquisitions in Africa. *Africa Economics Brief* 3 (5). African Development Bank, Abidjan, Côte d'Ivoire.
- 53 Peluso, N.L. and Lund, C. 2011. New frontiers of land control: introduction. *Journal of Peasant Studies* 38: 667-681.
- 54 McMichael P. 2012. The land grab and corporate food regime restructuring. *Journal of Peasant Studies* 39: 681-701.
- 55 Borras Jr, S.M., Fig, D., and Suárez, S.M. 2011. The politics of agrofuels and mega-land and water deals: insights from the ProCana case, Mozambique. *Review of African Political Economy* 38: 215-234.
- 56 Nolte, K., et al. 2016. Op cit.
- 57 UNEP. 2014. *Assessing Global Land Use: Balancing consumption with sustainable supply*. Nairobi, Kenya.
- 58 Nolte, K., et al. 2016. Op cit.
- 59 Aide, T. M., Montoro Jr, J. A., Borras Jr, S.M., del Valle, H.F., Devisscher, T., et al. 2012. Chapter 3: Land. Geo 5 Environment for the future we want. United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya.
- 60 Deininger, K., Hilhorst, T., and Songwe, V. 2014. Identifying and addressing land governance constraints to support intensification and land market operation: Evidence from 10 African countries. *Food Policy* 48: 76-87.
- 61 Report of the Special Rapporteur on the right to food to the Thirty-fourth session of the Human Rights Council. February 27 - March 24, 2017, A/HRC/34/48, January 24, 2017.
- 62 Nkonya, E. 2012. Sustainable Land Use for the 21st Century. Sustainable Development in the 21st century (SD21). UN Department of Economic and Social Affairs, Rome.
- 63 Report of the Special Rapporteur on the right to food to the Thirty-fourth session of the Human Rights Council. February 27 - March 24, 2017, A/HRC/34/48, January 24, 2017.
- 64 FAO and Committee on World Food Security. 2012. Voluntary Guidelines on the Responsible Governance of Tenure of Land, Fisheries and Forests in the Context of National Food Security. Rome.
- 65 Schade, J. 2016. Land matters: The role of land policies and laws for environmental migration in Kenya. Migration, Environment and Climate Change: Policy brief series Issue 7, volume 2, International Organization for Migration, Geneva.
- 66 Lastarria-Cornhiel, S., Behrman, J.A., Meinzen-Dick, R., and Quisumbing, A.R. 2014. Gender equity and land: towards secure and effective access for rural women. In: Quisumbing, A.R., Meinzen-Dick, R., Raney, T.L., Croppenstedt, A., Behrman, J.A., et al. (eds.) *Gender in Agriculture: Closing the knowledge gap*. Springer, FAO and IFPRI, Dordrecht: 117-144.
- 67 Goldstein, M. and Udry, C. 2008. The profits of power: Land rights and agricultural investment in Ghana. *Journal of Political Economy* 116 (6): 981-1022.
- 68 Williams, A. 2003. *Ageing and Poverty in Africa: Ugandan Livelihoods in a Time of HIV/AIDS*. Ashgate Publishing, Farnham, UK.
- 69 FAO. 2011. *The State of Food and Agriculture 2010-11. Women in Agriculture: Closing the Gender Gap for Development*. FAO, Rome.
- 70 Shortall, S. 2014. Farming, identity and well-being: managing changing gender roles within Western European farm families. *Anthropological Notebooks* 20 (3): 67-81.
- 71 Rosenberg, N. 2016. The endangered female farmer. National Resources Defense Council. <https://www.nrdc.org/experts/nathan-rosenberg/endangered-female-farmer> accessed January 12, 2016.
- 72 FAO. 2011. The role of women in agriculture. SOFA Working Paper 11-02. FAO, Rome.
- 73 Palacios-Lopez, A., Christiansen, L., and Kilic, T. 2015. How much of the labor in African agriculture is provided by women? Policy Research Working Paper 7282. The World Bank, Washington, DC.
- 74 Croppenstedt, A., Goldsetin, M., and Rosas, N. 2013. Gender and agriculture: inefficiencies, segregation and low productivity traps. The World Bank Research Observer, published January 20, 2013.
- 75 Vargas Hill, R. and Vigneri, M. 2009. Mainstreaming gender sensitivity in cash crop market supply chains. Background report for SOFA 2010. Overseas Development Institute, London.
- 76 Agarwal, B. 2015. Food security, productivity and gender inequality. In: Herring, R.J. (ed.) *The Oxford Handbook of Food, Politics and Society*. Oxford University Press, Oxford: 273-301.
- 77 FAO. 2011. *The State of Food and Agriculture 2010-11. Women in Agriculture: Closing the Gender Gap for Development*. FAO, Rome.
- 78 Kristjanson, P., Waters-Bayer, A., Johnson, N., Tipilda, A., Njuki, J., et al. 2010. Livestock and Women's Livelihoods: A Review of the Recent Evidence. Discussion Paper No. 20. International Livestock Research Institute, Nairobi.
- 79 Thornton P.K., Kruska R.L., Henninger N., Kristjanson P.M., Reid R.S., et al. 2002. Mapping poverty and livestock in the developing world. International Livestock Research Institute, Nairobi.
- 80 FAO. 2011. Op cit.

- 81** Asamba, I. and Thomas-Slayter, B. 1995. From cattle to coffee: Transformation in Mbusyani and Kyvaluki. In: Thomas-Slayter, B. and Rocheleau, D. (eds.) *Gender, Environment and Development in Kenya, A Grassroots Perspective*. Lynne Rienner Publishers, Boulder, CO and London, UK: p.116.
- 82** Speranza, C.I. 2011. Promoting Gender Equality in Responses to Climate Change. Discussion paper 2/2011. German Development Institute, Bonn.
- 83** Agarwal, B. 2015. Op cit.
- 84** Belobo Belibi, M., van Eijnatten, J., and Barber, N. 2015. Cameroon's community forests program and women's income generation from non-timber forest products. In: Archambault, C. and Zoomers, A. (eds.) *Gender Trends in Land Tenure Reforms*. Routledge, London, pp. 74-92.
- 85** UNDP, Gender and Poverty Reduction. http://www.undp.org/content/undp/en/home/ourwork/povertyreduction/focus_areas/focus_gender_and_poverty.html accessed January 12, 2017.
- 86** Colfer, C.J.P., Elias, M., and Jammadass, R. 2015. Women and men in tropical dry forests: a preliminary review. *International Forestry Review* **17** (s2): 70-90.
- 87** Baland, J.M. and Mookherjee, D. 2014. Deforestation in the Himalayas: myths and reality. *SANEE Policy Brief*, Kathmandu.
- 88** Verma, R. 2001. Gender, Land and Livelihoods in East Africa: Through Farmers' Eyes. International Development Research Center, Ontario, Canada.
- 89** The World Bank. 2014. *Levelling the Field: Improving opportunities for women farmers in Africa*. The World Bank, Washington, DC.
- 90** Women's UN Report Network. 2016. In Asia, supporting women farmers is crucial to fighting poverty, hunger and climate change. <http://www.wunrn.com/2016/02/asia-women-farmers-in-asia-supporting-women-farmers-is-crucial-to-fighting-poverty-hunger-climate-change/> accessed January 12, 2017.
- 91** Women Food and Agriculture Network: <https://www.wfan.org/>, accessed January 12, 2017.
- 92** UNEP 2016. *Global Gender and Environment Outlook: The Critical Issues*. United Nations Environment Programme, Nairobi.
- 93** Warren, K. 1996. Ecological feminist philosophies: An overview of the issues. In: Warren, K. (ed.) *Ecological Feminist Philosophies*. Indiana University Press, Bloomington, Indiana, USA.
- 94** Alberston Fineman, M. 2008. The vulnerable subject: Anchoring equality in the human condition, *Yale Journal of Law and Feminism* **20** (1): 1-23.
- 95** Park, C.M.Y. and Daley, E. 2015. Gender, land and agricultural investments in Lao PDR. In: Archambault, C. and Zoomers, A. (eds.) *Gender Trends in Land Tenure Reforms*. Routledge, London, pp. 17-34.
- 96** Daley, E., Dore-Weeks, R., and Umuhoza, C. 2010. Ahead of the game: land tenure reform in Rwanda and the process of securing women's land rights. *Journal of Eastern African Studies* **4** (1): 131-152.
- 97** Lawry, S., Samii, C., Hall, R., Leopold, A., Hornby, D., et al. 2014. The Impact of Land Property Rights Interventions on Investment and Agricultural Productivity in Developing Countries: A Systematic Review. *Campbell Systematic Reviews* 2014:1. DOI: 10.4073/csr.2014.1.
- 98** Fafchamps, M. and Quisumbing, A. R. 2002. Control and ownership of assets within rural Ethiopian households. *Journal of Development Studies* **38** (2): 47-82.
- 99** Ilo, J. and Pineda-Ofreneo, R. 1995. Land rights for Filipino women, the view from below, *Canadian Woman Studies* **15** (2-3): 114-116.
- 100** UNCCD. 2017. *Turning the Tide: The gender factor in achieving land degradation neutrality*. Bonn.
- 101** Agarwal, B. 2015. Op cit.
- 102** Meinzen-Dick, R., Quisumbing, A.R., and Behrman, J.A. 2014. A system that delivers: Integrating gender into agricultural research, development, and extension. In: Quisumbing, A.R., Meinzen-Dick, R., Raney, T.L., Croppenstedt, A., Behrman, J.A., et al. (eds.) *Gender in Agriculture: Closing the knowledge gap*. Springer, FAO and IFPRI, Dordrecht: 373-392.
- 103** Ragasa, C. 2014. Improving gender responsiveness of agricultural extension. In: Quisumbing, A.R., Meinzen-Dick, R., Raney, T.L., Croppenstedt, A., Behrman, J.A., et al. (eds.) *Gender in Agriculture: Closing the knowledge gap*. Springer, FAO and IFPRI, Dordrecht: 411-430.
- 104** Fletschner, D. and Kenney, L. 2011. Rural women's access to financial services: credit, savings and insurance. *ESA Working Paper number 11-07*. FAO, Rome.
- 105** Beintema, N. 2014. Enhancing female participation in agricultural research and development: Rationale and evidence. In: Quisumbing, A.R., Meinzen-Dick, R., Raney, T.L., Croppenstedt, A., Behrman, J.A. and Peterman, A. (eds.) *Gender in Agriculture: Closing the knowledge gap*. Springer, FAO and IFPRI, Dordrecht: 393-409.
- 106** Meadows, D.H., Meadows, D.L., Randers, J. and Behrens, W.W. III. 1972. *The Limits to Growth*. Universe Books, New York.
- 107** Odell, P.R. 1983. *Oil and World Power*. 7th edition. Penguin Books, Harmondsworth, UK.
- 108** Dugo, H. and Eisen, J. 2016. Famine, genocide and media control in Ethiopia. *Africology: The Journal of Pan Africa Studies* **9** (10): 334-357.
- 109** Sen, A. 1980. Famine. *World Development* **8**: 613-621.
- 110** UNEP 2016. *Global Material Flows and Resource Productivity. An Assessment Study of the UNEP International Resource Panel*. United Nations Environment Programme, Nairobi.
- 111** Leggett, J. 2005. *Half Gone: Oil, gas, hot air and the global energy crisis*. Portobello Books, London.
- 112** Clarke, D. 2007. *The Battle for Barrels: Peak oil myths and World oil futures*. Profile Books, London.
- 113** International Energy Agency. 2013. *Resources to Reserves 2013: Oil, gas and coal technologies for the energy markets of the future*. IEA, Paris.
- 114** Höök, M., Zittel, W., Schindler, J., and Aleklett, K. 2010. Global coal production outlooks based on a logistic model. *Fuel* **89** (11): 3546-3558.
- 115** FAO. 2015. *Global Forest Resource Assessment 2015: How are the world's forests changing? Rome*.
- 116** Blaser, J., Sarre, A., Poore, D., and Johnson, S. 2011. *Status of Tropical Forest Management 2011*. ITTO Technical Series No 38. International Tropical Timber Organization, Yokohama, Japan.
- 117** Lawson, S. and L. MacFaul. 2010. *Illegal Logging and Related Trade: Indicators of global response*. Chatham House, London.
- 118** Kissinger, G., Herold, M., and De Sy, V. 2012. *Drivers of Deforestation and Forest Degradation: A Synthesis Report for REDD+ Policymakers*. Lexeme Consulting, Vancouver, Canada.
- 119** Cordell, D., Drangert, J.O., and White, S. 2009. The story of phosphorus: global food security and food for thought. *Global Environmental Change* **19** (2): 292-305.
- 120** Edixhoven, J.D., Gupta, J., and Savenije, H.H.G. 2013. Recent revisions of phosphate rock reserves and resources: reassuring or misleading? An in-depth literature review of global estimates of phosphate rock reserves and resources. *Earth Systems Dynamics Discussion* **4**: 1005-1034.
- 121** Hermann, L. and Reuter, M. 2013. Environmental footprint of thermo-chemical phosphate recycling. *Journal of Earth Science and Engineering* **3**: 744-747.
- 122** Roberts, T.L. 2008. Global potassium reserves and potassium fertilizer use. International Plant Nutrition Institute Symposium on Global Nutrient Cycling, October 6, 2008. <http://www.ipni.net/ipniweb/portal.nsf/0/9c5c1f1af71db2ce852574e8004ecc00/%24FILE/Roberts%20-%20ASA%20Nutrient%20Cycling%20Symposium%20Potash.pdf> accessed January 9, 2017.
- 123** Tuck, C. 2017. Iron ore. Information sheet, US Geological Service: https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/iron_ore/mcs-2017-feore.pdf accessed May 13, 2017.
- 124** International Copper Association. 2013. *Long Term Availability of Copper*. New York.
- 125** US Geological Service. 2013. *Estimate of Undiscovered Copper Resources of the World 2013*. Washington, DC.
- 126** Padmalal, D. and Maya, K. 2014. *Sand Mining, Environmental Impacts and Selected Case Studies*. Springer Science and Business Media, Dordrecht.
- 127** Cramer, C. 2003. Does inequality cause conflict? *Journal of International Development* **15**: 397-412.
- 128** Durning, A.T. 1992. *How Much is Enough? The consumer society and the future of the Earth*. Worldwatch Environmental Alert Series, Earthscan, London.
- 129** Myers, D. and Stolton, S. (eds.) 1999. *Organic Cotton: From field to final product*. Intermediate Technology Publications, Rugby.
- 130** Brashares, J.S., Arcese, P., Sam, M.K., Coppolillo, P.B., Sinclair, A.R.E., et al. 2004. Bushmeat hunting, wildlife declines, and fish supply in West Africa. *Science* **306**: 1180-1183.
- 131** Wittemyer, G., Northrup, J.M., Blanc, J., Douglas-Hamilton, I., Omond, P. et al. 2014. Illegal killing for ivory drives global decline in African elephants. *Proceeding of the National Academy of Sciences* **111** (36): 13117-13121.
- 132** Shepherd, C.R. and Nijman, V. 2008. The trade in bear parts from Myanmar: an illustration of the ineffectiveness of enforcement of international wildlife trade regulations. *Biodiversity Conservation* **17**: 35-42.

- 133** Nasi, R., Brown, D., Wilkie, D., Bennett, E., Tutin, C., et al. 2008. Conservation and use of wildlife-based resources: the bushmeat crisis. Secretariat of the Convention on Biological Diversity and Center for International Forestry Research, Montreal and Bogor, Indonesia.
- 134** Oxfam. 2017. An economy for the 99 per cent. Briefing, Oxford. (Full references within).
- 135** Cushing, L., Morello-Frosch, R., Wander, M., and Pastor, M. 2015. The haves, the have-nots, and the health of everyone: The relationship between social inequality and environmental quality. *Annual Review of Public Health* 36: 193-209.
- 136** Office of the UN High Commission on Human Rights: <http://www.ohchr.org/EN/Issues/Migration/Pages/MigrationAndHumanRightsIndex.aspx> accessed May 13, 2017.
- 137** International Organization for Migration. 2017. Making Mobility Work for Adaptation to Environmental Changes. IOM's Global Migration Data Analysis Centre, Geneva.
- 138** Banerjee, S., Black, R., and Kniveton, D. 2012. Migration as an effective mode of adaptation to climate change. Foresight paper for the European Commission, HM Government, London.
- 139** Whitten, A.J. 1987. Indonesia's transmigration program and its role in the loss of tropical rain forests. *Conservation Biology* 1 (3): 239-246.
- 140** United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, 2015. World Population Prospects: The 2015 Revision, Key Findings and Advance Tables. Available at: https://esa.un.org/unpd/wpp/Publications/Files/Key_Findings_WPP_2015.pdf.
- 141** UNHCR, 2016. Global trends: Forced displacement in 2015, Geneva. Available at: <http://www.unhcr.org/576408cd7>.
- 142** Massey, D.S. 1990. Social structure, household strategies, and the cumulative causation of migration. *Population Index* 56: pp.3-26.
- 143** Plane, D. 1993. Demographic Influences on Migration. *Regional Studies* 27 (4): pp. 375-383.
- 144** UNHCR, 2016. Op cit.
- 145** <http://www.internal-displacement.org/globalreport2016/> accessed April 6, 2017.
- 146** Rabe, B. and Taylor, M.P. 2012. Differences in opportunities? Wage, employment and house-price effects on migration. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics* 74 (6): pp. 831-855.
- 147** Stark, O. and Bloom, D.E. 1985. The new economics of labor migration. *The American Economic Review* 75 (2): 173-178.
- 148** Barbier, B., Yacouba, H., Karambiri, H., Zoromé, M., and Somé, B. 2009. Human vulnerability to climate variability in the Sahel: Farmers' adaptation strategies in northern Burkina Faso. *Environmental Management* 43 (5): pp. 790-803.
- 149** Rain, D. 1999. Eaters of the dry season: circular labor migration in the West African Sahel. Westview Press, Boulder, Colorado.
- 150** World Bank, 2016. Migration and Remittances Data. Available at: <http://www.worldbank.org/en/topic/migrationremittancesdiasporaisues/brief/migration-remittances-data>
- 151** Abdelali-Martini, M. and Hamza, R. 2014. How do migration remittances affect rural livelihoods in drylands? *Journal of International Development* 26 (4): 454-470.
- 152** El-Hinnawi, E. 1985. Environmental Refugees. United Nations Environmental Program, Nairobi.
- 153** Cernea, M.M. 1995. Understanding and preventing impoverishment from displacement: Reflections on the state of knowledge. *Journal of Refugee Studies* 8 (3): pp. 245-264.
- 154** Myers, N. 2002. Environmental refugees: a growing phenomenon of the 21st century. *Philosophical Transactions of the Royal Society London: Biological sciences: Series B* 357 (1420): 609-613.
- 155** UNEP. 2009. From Conflict to Peacebuilding: the role of natural resources and the environment. United Nations Environment Program, Geneva.
- 156** Hartmann, B. 1998. Population, environment and security: a new trinity. *Environment and Urbanization* 10 (2): 113-127.
- 157** Morrissey, J. 2012. Rethinking the 'debate on environmental refugees': from 'maximalists and minimalists' to 'proponents and critics'. *Journal of Political Ecology* 19 (2): 36-49.
- 158** Greiner, C., Peth, S.A., and Sakdapolrak, P. 2015. Deciphering migration in the age of climate change. Towards an understanding of translocal relations in social-ecological systems. *TransRe Working Paper No. 2*, Department of Geography, University of Bonn, Bonn. DOI: 10.13140/2.1.4402.9765.
- 159** Bettini, G. 2013. Climate barbarians at the gate? A critique of apocalyptic narratives on 'climate refugees'. *Geoforum* 45: 63-72.
- 160** Gromilova, M. 2016. Finding opportunities to combat the climate change migration crisis: the potential of the "adaptation approach". *Pace Environmental Law Review* 33 (2).
- 161** McLeman, R.A. 2014. Climate and human migration: Past experiences, future challenges. Cambridge University Press, Cambridge.
- 162** Tacoli, C. 2009. Crisis or adaptation? Migration and climate change in a context of high mobility. *Environment and Urbanization* 21 (2): 513-525; Black, R. 2011. Climate change: Migration as adaptation. *Nature* 478: 447-449.
- 163** Melde, S., Laczko, F., and Gemenne, F. (eds.) 2017. Making Mobility Work for Adaptation to Environmental Changes. International Organization for Migration, Geneva.
- 164** Boserup, E. 1965. The Conditions of Agricultural Growth: The Economics of Agrarian Change under Population Pressure. Aldine, Chicago.
- 165** Tiffen, M., Mortimore, M., and Gichuki, F. 1994. More people, less erosion: Environmental Recovery in Kenya. John Wiley and Sons, Chichester.
- 166** Westing, A.H. 1994. Population, desertification and migration. *Environmental Conservation* 21 (2): 110-114.
- 167** Kabubo-Mariara, J. 2007. Land conservation and tenure security in Kenya: Boserup's hypothesis revisited. *Ecological Economics* 64 (1): 25-35.
- 168** Lambin, E.F., Turner, B.L., Geist, H.J., Agbola, S.B., Angelsen, A., et al. 2001. The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths. *Global Environmental Change* 11 (4): 261-269.
- 169** McLeman, R. 2016. Migration and land degradation: recent experience and future trends. Working paper for the Global Land Outlook.
- 170** Brown, O. 2008. 'The Numbers Game'. In: *Forced Migration Review: Climate Change and Displacement*. Refugee Studies Centre, Oxford.
- 171** Ionesco, D., Mokhnacheva, D., and Gemenne, F. 2017. The Atlas of Environmental Migration. Earthscan Oxford. Pp. 12-15.
- 172** Werz, M. and Hoffman, M. 2016. Europe's twenty-first century challenge: climate change, migration and security. *European View*. DOI 10.1007/s12290-016-0385-7.
- 173** van Schaik, L. and Dinnissen, R., 2014. Terra incognita: Land degradation as underestimated threat amplifier. Netherlands Institute of International Relations. Clingendael, The Hague.
- 174** Behrend, H. 2015. Why Europe should care more about environmental degradation triggering insecurity. *Global Affairs* 1 (1): 67-79.
- 175** Quaye, W. 2008. Food security situation in northern Ghana, coping strategies and related constraints. *African Journal of Agricultural Research* 3 (5): 334-342.
- 176** Neumann, K., Sietz, D., Hilderink, H., Janssen, P., Kok, M., et al. 2015. Environmental drivers of human migration in drylands – A spatial picture. *Applied Geography* 56: 116-126.
- 177** Wario, H.T., Roba, H.G., and Kaufmann, B. 2016. Responding to mobility constraints: Recent shifts in resource use practices and herding strategies in the Borana pastoral system, southern Ethiopia. *Journal of Arid Environments* 127: 222-234.
- 178** Goldman, M.J. and Riosmena, F. 2013. Adaptive Capacity in Tanzanian Maasailand: Changing strategies to cope with drought in fragmented landscapes. *Global Environmental Change* 23 (3): 588-597.
- 179** McCabe, J.T., Smith, N.M., Leslie, P.W., and Telligman, A.L. 2014. Livelihood diversification through migration among a pastoral people: Contrasting case studies of Maasai in Northern Tanzania. *Human Organization* 73 (4): 389-400.
- 180** Vergara, E.P. and Barton, J.R. 2013. Poverty and dependency in indigenous rural livelihoods: Mapuche experiences in the Andean foothills of Chile. *Journal of Agrarian Change* 13 (2): pp. 234-262.
- 181** López-i-Gelats, F., Contreras Paco, J.L., Huilcas Huayra, R., Siguaes Robles, O.D., Quispe Peña, E.C., et al. 2015. Adaptation strategies of Andean pastoralist households to both climate and non-climate changes. *Human Ecology* 43 (2): 267-282.
- 182** McDowell, J.Z. and Hess, J.J. 2012. Accessing adaptation: Multiple stressors on livelihoods in the Bolivian highlands under a changing climate. *Global Environmental Change* 22 (2): 342-352.
- 183** Gray, C. and Mueller, V. 2012. Drought and population mobility in rural Ethiopia. *World Development* 40 (1): 134-145.
- 184** Meze-Hausken, E. 2000. Migration caused by climate change: how vulnerable are people in dryland areas? *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 5 (4): 379-406.
- 185** de Janvry, A. and Sadoulet, E. 2001. Income strategies among rural households in Mexico: The role of off-farm activities. *World Development* 29 (3):467-480.

- 186** Kaestner, R. 2014. Self-selection and international migration: New evidence from Mexico. *The Review of Economics and Statistics* **96** (1): 78-91.
- 187** Hunter, L.M. Nawrotzki, R., Leyk, S., Laurin, G.J., Twine, W., et al. 2014. Rural outmigration, natural capital, and livelihoods in rural South Africa. *Population, Space and Place* **20** (5): 402-420.
- 188** Nawrotzki, R.J., Riosmena, F., and Hunter, L.M. 2013. Do rainfall deficits predict US-bound migration from rural Mexico? Evidence from the Mexican census. *Population Research and Policy Review* **32** (1): 129-158.
- 189** Puente, G.B., Perez, F., and Gitter, R.J. 2015. The effect of rainfall on migration from Mexico to the US. *International Migration Review: DOI: 10.1111/imre.12116*.
- 190** Hu, F., Xu, Z., and Chen, Y. 2011. Circular migration, or permanent stay? Evidence from China's rural-urban migration. *China Economic Review* **22** (1): 64-74.
- 191** Findlay, A.M. 2011. Migrant destinations in an era of environmental change. *Global Environmental Change* **21** (Supplement 1): S50-S58.
- 192** Harmans-Neumann, K., Priess, J., and Herold, M. 2017. Human migration: climate variability, and land degradation: hotspots of socio-ecological pressure in Ethiopia. *Regional Environmental Change: DOI: 10.1007/s10113-017-1108-6*
- 193** Hosonuma, N., Herold, M., De Sye, V., De Fries, R.S., Brockhaus, M., et al. 2012. An assessment of deforestation and forest degradation drivers in developing countries. *Environmental Research Letters* **7** (4). doi:10.1088/1748-9326/7/4/044009.
- 194** Rudel, T. 2015. Land-use change: Deforestation by land grabbers. *Nature Geoscience* **8**: 752-753.
- 195** Mulley, B.G. and Unruh, J.D. 2004. The role of off-farm employment in tropical forest conservation: labor, migration, and smallholder attitudes toward land in western Uganda. *Journal of Environmental Management* **71** (3): 193-205.
- 196** Bancharigah, S.M. and Hilson, G. 2010. De-agrarianization, re-agrarianization and local economic development: Re-orientating livelihoods in African artisanal mining communities. *Policy Sciences* **43** (2): 157-180.
- 197** Seccatore, J., Veiga, M., Origliasso, C., Marin, T. and De Tomi, G. 2014. An estimation of the artisanal small-scale production of gold in the world. *Science of the Total Environment* **496**: 662-667.
- 198** GFC and Pöyry 2011. Interim Measures Report. Guyana REDD+ Monitoring Reporting and Verification System (MRVS). Guyana Forestry Commission and Pöyry Management Consulting (NZ) Limited.
- 199** Mol, J.H. and Ouboter, P.E. 2004. Downstream effects of erosion from small-scale gold mining on the instream habitat and fish community of a small neotropical rainforest stream. *Conservation Biology* **18**: 201-214.
- 200** Ouboter, P.E., Landburg, G.A., Quik, J.H.M., Mol, J.H.A., and F. van der Lugt. 2012. Mercury levels in pristine and gold mining impacted aquatic systems in Suriname, South America. *Ambio* **41**: 873-882.
- 201** Siciliano, G. 2014. Rural-urban migration and domestic land grabbing in China. *Population, Space and Place* **20** (4):333-351.
- 202** Hao, H. and Ren, Z., 2009. Land use/land cover change (LUCC) and eco-environment response to LUCC in farming-pastoral zone, China. *Agricultural Sciences in China* **8** (1): 91-97.
- 203** Chen, R., Ye, C., Cai, Y., Xing, X., and Chen, Q. 2014. The impact of rural out-migration on land use transition in China: Past, present and trend. *Land Use Policy* **40**: 101-110.
- 204** Foggin, J.M. 2008. Depopulating the Tibetan grasslands. *Mountain Research and Development* **28** (1): 26-31.
- 205** Shen, J. 2013. Increasing internal migration in China from 1985 to 2005: Institutional versus economic drivers. *Habitat International* **39**: 1-7.
- 206** World Commission on Dams, 2000. *Dams and Development: A new framework for decision making*. Earthscan, London.
- 207** Xi, J. 2016. Land degradation and population relocation in Northern China. *Social Science and Medicine* **157**: 79-86.
- 208** Tan, Y., Hugo, G., and Potter, L. 2003. Government-organized distant resettlement and the Three Gorges Project, China. *Asia Pacific Population Journal* **18** (3): 5-26.
- 209** Wilmsen, B., Webber, M., and Duan, Y. 2011. Involuntary rural resettlement: Resources, strategies, and outcomes at the Three Gorges Dam, China. *Journal of Environment and Development* **20** (4): 355-380.
- 210** Micklin, P. 2007. The Aral Sea disaster. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences* **35**: 47-72.
- 211** O'Hara, S.L., Wiggs, G.F.S., Marnedov, B., Davidson, G., and Hubbard, R.B. 2000. Exposure to airborne dust contaminated with pesticide in the Aral Sea region. *The Lancet* **355** (9204): 627-628.
- 212** Small, I., Meer, J. van der, and Upshaw, R.E.G. 2001. Acting on an environmental health disaster: The case of the Aral Sea. *Environmental Health Perspectives* **109** (6): 547-549.
- 213** Lioubimtseva, E. 2015. A multi-scale assessment of human vulnerability to climate change in the Aral Sea basin. *Environmental Earth Sciences* **73** (2):719-729.
- 214** Pumphrey, C. (ed.) 2008. *Global Climate Change: National security implications*. Strategic Studies Institute, US Army War College, Carlisle, PA.
- 215** Brown, O. and McLeman, R. 2009. A recurring anarchy? The emergence of climate change as a threat to international peace and security. *Conflict, Security and Development* **9** (3): 289-305.
- 216** Homer-Dixon, T. and Deligiannis, T. 2009. Environmental scarcities and civil violence. In: Brauch, H.G., Behera, N.C., Kameri-Mbote, P., Grin, J., Oswald Spring, U., et al. (eds.) *Facing Global Environmental Change*. Springer, Berlin, pp. 309-323.
- 217** Kumssa, A. and Jones, J.F. 2010. Climate change and human security in Africa. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology* **17** (6): 453-461.
- 218** Adelphi International Alert, Woodrow Wilson International Center for Scholars, European Union Institute for Security Studies. 2015. *A new climate for peace: Taking action on climate and fragility risks. An independent report commissioned by members of the G7*. <https://www.newclimateforpeace.org/>
- 219** CARE Danmark. 2016. *Fleeing climate change: Impacts on migration and displacement*. http://careclimatechange.org/wp-content/uploads/2016/11/FleeingClimateChange_report.pdf p. 19/20.
- 220** Barnett, J. 2000. *Destabilizing the environment-conflict thesis*. *Review of International Studies* **26** (2): 271-288.
- 221** Rønnfeldt, C.F. 1997. Three generations of environment and security research. *Journal of Peace Research* **34** (4): 473-482.
- 222** Raleigh, C. and Urdal, H. 2007. Climate change, environmental degradation and armed conflict. *Political Geography* **26** (6): 674-694.
- 223** van Schaik, L. and Dinnissen, R. 2014. *Op cit*.
- 224** Raleigh, C. and Kniveton, D. 2012. Come rain or shine: An analysis of conflict and climate variability in East Africa. *Journal of Peace Research* **49** (1): 51-64.
- 225** Meier, P., Bond, D., and Bond, J. 2007. Environmental influences on pastoral conflict in the Horn of Africa. *Political Geography* **26** (6): 716-735.
- 226** Martin, A. 2005. Environmental conflict between refugee and host communities. *Journal of Peace Research* **42** (3): 329-346.
- 227** Wolf, A.T. 1998. Conflict and cooperation along international waterways. *Water Policy* **1** (2): 251-265.
- 228** Adger, W.N. 2003. Social capital, collective action and adaptation to climate change. *Economic Geography* **79** (4): 387-404.
- 229** Unruh J. and Williams R.C. 2013. *Land: A foundation for peacebuilding*. In Unruh J. and Williams R.C. (eds.) *Land and post-conflict peacebuilding*. Earthscan, London.
- 230** Bruch C., Jensen, D., Nakayama, M., Unruh, J. Gruby, R., et al 2009. *Post-conflict peace building and natural resources*. Yearbook of International Environmental Law **19** (1): 58-96.
- 231** IUCN. 1998. *Parks for Peace: International conference on transboundary protected areas as a vehicle for international cooperation*. IUCN, Gland, Switzerland.
- 232** Martin, A. 2005. *Op cit*.
- 233** De Haas, H., Natter, K., and Vezzoli, S. 2014. *Growing Restrictiveness or Changing Selection? The Nature and Evolution of Migration Policies*. Working Paper 96. International Migration Institute, University of Oxford, Oxford.





Segunda Parte

LA PERSPECTIVA

Una perspectiva es un punto de vista, una plataforma, una visión. Amplía nuestros horizontes y nos permite analizar nuestras posibilidades, tanto presentes como futuras. Dentro de este marco más amplio de reflexión, la *Perspectiva global de la tierra* tiene como objetivo presentar una visión única de uno de los bienes más preciados de nuestro planeta: la tierra. Mientras abordamos la situación actual de nuestros recursos terrestres –una sobria recapitulación del mal uso y la mala gestión del pasado– esta segunda parte presenta motivos de preocupación y oportunidades para la acción. Ofrece una breve descripción de los usos actuales de la tierra y evalúa posibles escenarios sobre cómo podemos cubrir de manera sostenible la demanda de tierras, sus bienes y servicios, en el futuro. Se centra en unas políticas y unas prácticas más amplias, cuestiones de suma importancia a las que hace ya tiempo se debería haber prestado más atención, así como nuevas preocupaciones que deben incluirse en la agenda internacional de políticas públicas.

6. Escenarios de cambio	106
7. Seguridad alimentaria y agricultura	124
8. Recursos hídricos	160
9. Biodiversidad y Suelos	190
10. Energía y Clima	212
11. Urbanización	226
12. Tierras secas	246

ESCENARIOS DE CAMBIO

Dadas las crecientes demandas de tierras y los desafíos emergentes relacionados con la degradación de la tierra y el cambio climático, los responsables de la formulación de políticas requieren información sobre las posibles consecuencias. Este capítulo analiza las tendencias hasta 2050 a través de los Escenarios Socioeconómicos Compartidos, basados en el informe *'Análisis del impacto de los cambios en el uso y las condiciones de la tierra en la alimentación, el agua, la mitigación del cambio climático y la biodiversidad: Escenarios para la Perspectiva Global de la Tierra, de la UNCCD (CNULD)*.¹

Distintos escenarios indican grandes diferencias en el uso futuro de la tierra, aunque el África subsahariana, el Oriente Medio, África del Norte, Asia Meridional y, en menor medida, el Sudeste Asiático son las regiones que soportarán el peso del crecimiento demográfico y del consumo general, con una presión cada vez mayor sobre los recursos terrestres restantes. En todos los escenarios se espera un cambio regional más fuerte con respecto al uso de la tierra en el África Subsahariana. Sin embargo, la mejor tierra ya está en uso y la expansión se llevará a cabo cada vez más en tierras menos productivas, con rendimientos más bajos. En varias regiones queda poca tierra donde pueda expandirse la agricultura o, como en el caso de Asia del Sur, solo quedan tierras más marginales,

También se prevén amplios cambios en la condición de los recursos de la tierra debido al continuo cambio del uso dado a la tierra y al deterioro del suelo, la cobertura de la tierra y la biodiversidad. Se prevé que la pérdida de biodiversidad, en términos de abundancia media de especies, continúe en un 4–12% hasta 2050, según el escenario, y prosiga hasta bien entrada la segunda mitad del ^{siglo} XXI. Los cambios en la cobertura de la tierra y la calidad del suelo tienen un efecto en la probabilidad de inundación y sequía. Los efectos se agravan en las tierras secas, que también se enfrentan a un crecimiento demográfico superior al promedio. Casi el 20% de la superficie de terreno del África Subsahariana muestra una pérdida de productividad cuando se corrigen los efectos climáticos, el porcentaje se sitúa entre el 5% y el 10% para la mayoría de las demás regiones. A nivel mundial, es posible que para 2050 haya una

expansión adicional del 5% en las tierras de cultivo para compensar estas pérdidas de productividad.

Hasta la fecha, el carbono orgánico global del suelo se ha reducido en 176 Gt en comparación con el estado natural, no perturbado. De continuar las tendencias actuales, las emisiones antropogénicas de carbono relacionadas con las tierras y procedentes del suelo y la vegetación añadirán alrededor de 80 Gt de carbono a la atmósfera en el período 2010–2050, lo que equivale a unos 8 años de las actuales emisiones globales de carbono procedentes de combustibles fósiles. La reducción de estas emisiones proyectadas de fuentes terrestres dejaría más intacto el presupuesto mundial de carbono disponible de 170–320 Gt C (es decir, la cantidad de emisiones de CO₂ que pueden emitirse todavía sin poner en peligro el objetivo de mantener el aumento promedio de la temperatura global por debajo de 2 °C). El potencial mundial para almacenar carbono en los suelos es considerable, aunque requiere el desarrollo de unos sistemas agrícolas que combinen altos rendimientos y niveles de carbono orgánico del suelo casi naturales.

INTRODUCCIÓN

Los escenarios mundiales sobre cambio en el uso de la tierra y la degradación de la misma representan posibles argumentos, descripciones y evaluaciones de lo que puede deparar el mañana, por ejemplo, el posible estado futuro del uso, la demanda y la condición de los recursos de la tierra. Los escenarios aquí presentados son una herramienta para analizar incertidumbres asociadas con posibles vías de desarrollo futuro enfocadas en las dimensiones humanas y ambientales relevantes.² La creciente demanda de alimentos, agua, energía, vivienda y otros bienes y servicios basados en la tierra, y los consecuentes impactos en la calidad y productividad de la tierra, es el eje central de estos escenarios.

El objetivo principal de un escenario en este contexto es ayudar a los organismos decisorios a explorar y moldear el futuro y materializar una visión a largo plazo de desarrollo sostenible para todos. En la tercera parte de esta *Perspectiva* los escenarios que reducen la presión sobre los recursos de nuestra tierra se traducen en principios ampliamente entendidos y en vías de respuesta. Al analizar las diversas presiones y fuerzas que impulsan el cambio en el uso de la tierra y la degradación de la misma, los escenarios también permiten que una serie de partes interesadas en diversos ámbitos comprueben cómo ayudará la demanda esperada de recursos de la tierra y la gestión de ésta a lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODG) y sus metas, concretamente la meta ODG 15.3 sobre neutralidad en la degradación de la tierra.

Trayectorias Socioeconómicas Compartidas

El modelado global requiere una metodología, basada en el desarrollo de argumentos coherentes, y posteriormente un modelado transparente.³ Recientemente se han desarrollado las Trayectorias Socioeconómicas Compartidas (SSPs, por sus siglas en inglés) con objeto de facilitar un marco para el análisis de escenarios que tiene en cuenta múltiples fuerzas impulsoras del desarrollo económico, la población, el desarrollo tecnológico, el uso de la tierra y la cooperación internacional.

Las SSPs representan caracterizaciones alternativas de posibles futuros de sociedad que pueden ser útiles a diferentes comunidades de investigación, por ejemplo, descripciones narrativas de tendencias futuras e información cuantitativa sobre algunos de los elementos clave. Este capítulo se basa en el análisis de escenarios⁴ emprendido por la Agencia de Evaluación Ambiental de los Países Bajos (PBL, por sus siglas en neerlandés) en colaboración con la Universidad de Wageningen, la Universidad de Utrecht y el Centro Común de Investigación de la Comisión Europea, y con el apoyo de muchos expertos de diferentes campos y organizaciones. Presenta los resultados de tres escenarios explorativos (SSP1–3) y una variante del escenario SSP2 (escenario de pérdida de productividad) con objeto de estimar el orden de magnitud de los cambios globales en el uso de la tierra y la condición hasta el año 2050 según diferentes trayectorias de desarrollo de sociedad.

Tabla 6.1: Hipótesis incluidas en los tres escenarios SSP.

	SSP1 Sostenibilidad	SSP2 Mitad del camino	SSP3 Fragmentación
Globalización del comercio	Alta	Medio	Bajo
Consumo de carne	Bajo	Medio	Alta
Regulación del cambio del uso de la tierra	Estricta	Moderada	Reducida
Mejora del rendimiento de los cultivos	Alta	Medio	Bajo
Eficiencia del sistema ganadero	Alta	Medio	Bajo

Estos escenarios cuantitativos integran un conjunto de suposiciones internamente consistentes dentro de un argumento coherente. El escenario «Mitad del camino» (SSP2) se caracteriza por la continuación de las tendencias actuales (lo de siempre); el escenario «Sostenibilidad» (SSP1) representa un mundo más equitativo y próspero que lucha por el desarrollo sostenible y, por último, el escenario «Fragmentación» (SSP3) retrata un mundo dividido, con un bajo desarrollo económico, alto crecimiento demográfico y escasa preocupación por el medio ambiente.

Con el fin de explorar el impacto de los cambios en la condición de la tierra, se creó una variante del escenario SSP2. El escenario «SSP2 pérdida de productividad» incluye, además del SSP2, el impacto de una disminución de la productividad, calidad del suelo o de la cobertura de la tierra consecuencia de una mala gestión de la tierra. Supone la continuación de la disminución de la productividad primaria neta entre 1982–2010, como se observa mediante técnicas de teledetección y corregida para efectos climáticos, hasta 2050. Con el fin de discernir la magnitud de los cambios en la condición de la tierra debido a su mala gestión y no al cambio climático, los datos se han corregido considerando los efectos del cambio climático para ese mismo período.

Aunque todos los escenarios son futuros potenciales, sus argumentos difieren ampliamente. Esto ayuda a explorar la gama potencial de desarrollos futuros para el uso, demanda y condición de la tierra. Estos rangos proporcionan a los organismos decisorios un ancho de banda suficiente donde pueden esperar que se produzcan cambios y surjan desafíos para materializarse. La tabla 6.1 presenta las principales diferencias en las hipótesis realizadas para cada uno de los tres argumentos del SSP. Estos escenarios se elaboran con el modelo IMAGE⁵ mediante la aplicación de proyecciones cuantitativas para poblaciones,⁶urbanización⁷ y desarrollo económico,⁸ y con la cuantificación de los parámetros de modelo para reflejar los argumentos ya descritos. Los resultados de los escenarios abarcan el sistema energético, la producción de alimentos, el uso de la tierra, las emisiones de GEI, el

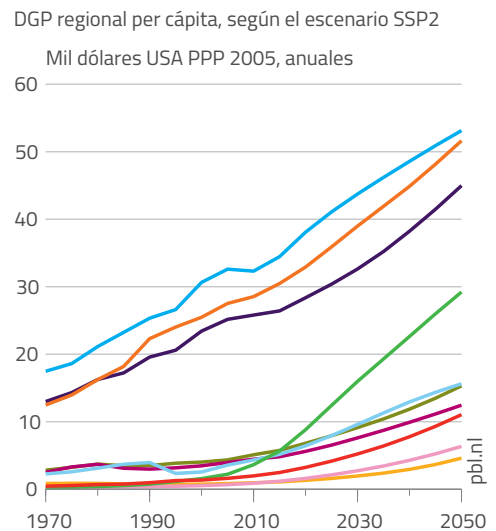
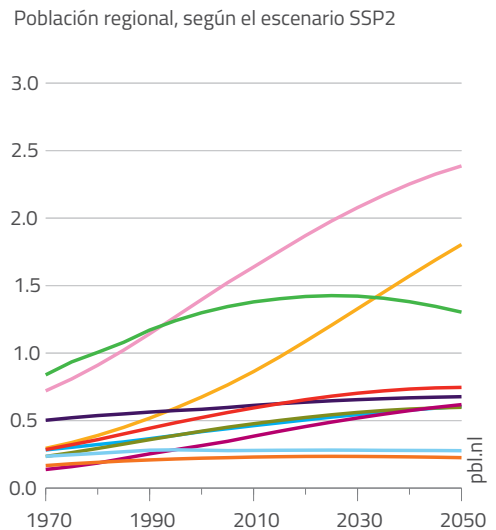
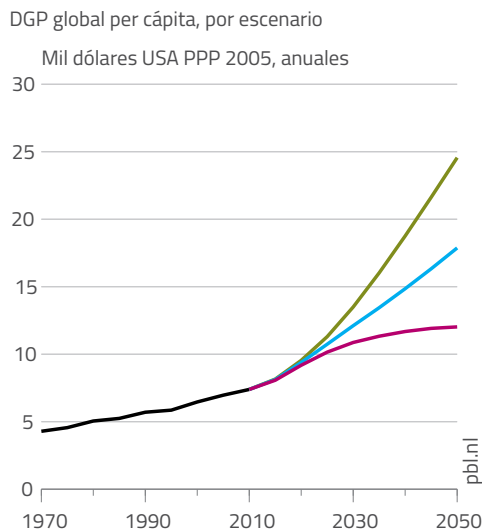
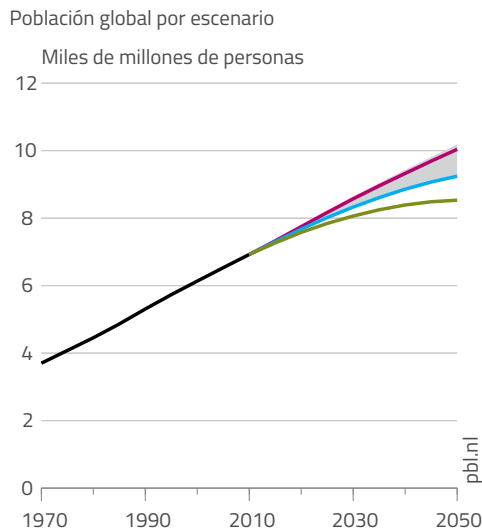
cambio climático, la biodiversidad y los impactos en las propiedades del agua y del suelo. Al evaluar las tendencias de la biodiversidad, las propiedades del suelo y los sistemas hidrológicos, tanto el cambio del uso de la tierra como del cambio climático son impulsores importantes que se tienen en cuenta en el modelado. Sin embargo, los impactos del cambio climático no se incluyen para los patrones de uso de la tierra y el sistema agroeconómico debido a las grandes incertidumbres y el diseño experimental.⁹ El cambio en las propiedades del suelo, la biodiversidad y los sistemas hidrológicos se elaboran con el modelo S–World,^{10,11}el modelo GLOBIO¹² y el modelo PCR–GLOBWB^{13,14} respectivamente.

Las Trayectorias Socioeconómicas Compartidas describen tendencias alternativas y plausibles de la evolución de la sociedad y de los sistemas naturales a lo largo del sigloXXI a nivel del planeta y en las grandes regiones del mundo. Consisten en dos elementos: un argumento narrativo y un conjunto de medidas cuantificadas de desarrollo.

Figura 6.1: Impulsores socioeconómicos (PIB y población) cuantificados para los escenarios SSP (PPA se refiere a Paridad de Poder Adquisitivo).
Fuente: PBL / IMAGE

Clave

- Historial
- Escenario SSP1
- Escenario SSP2
- Escenario SSP3
- Proyecciones de población de la ONU (95% del ámbito)
- Norteamérica
- América Central y del Sur
- Oriente Medio y Norte de África
- África subsahariana
- Europa occidental y central
- Rusia y Asia central
- Sur de Asia
- Región de China
- Sudeste asiático
- Japón y Oceanía



— Historial

— Norteamérica

— Rusia y Asia c

Crecimiento Demográfico y Económico

En los tres escenarios, los anteriores patrones de crecimiento demográfico continuarán hasta 2050, aunque a ritmos diferentes (Figura 6.1). Se asume que el crecimiento demográfico mundial empezará a estabilizarse en la SSP2. La población mundial alcanza unos 9.000 millones de personas en 2050, pero continúa creciendo a ritmo rápido en el África Subsahariana, donde dentro de 40 años la población se habrá duplicado; también se prevén altas tasas de crecimiento para África del Norte, Oriente Medio y Asia Meridional. Otras regiones muestran claros signos de estabilización o incluso disminución de la población. En SSP1, el crecimiento demográfico es más lento, alcanzando un máximo de 8.000 millones en 2050, sobre todo debido a las menores tasas de crecimiento en el África Subsahariana y el Sur y Sudeste Asiático. En SSP3, el crecimiento

demográfico mantiene el ritmo actual y supera los 10.000 millones en 2050, debido principalmente a mayores tasas de crecimiento en todas las regiones, pero especialmente en el África Subsahariana y el Sur y Sudeste Asiático.

En SSP2 el crecimiento económico sigue las tendencias históricas, mientras que en SSP1 se asume que será superior a dichas tendencias y en SSP3 que será inferior, especialmente en las regiones menos desarrolladas. Por lo tanto, en lo que respecta a la demanda de alimentos, en SSP3 las tendencias de la población y el crecimiento económico se compensan parcialmente entre sí, debido a una mayor población pero menos acomodada. En SSP1, a pesar de los mayores ingresos, la población más reducida y la atención prestada a las cuestiones ambientales mantienen la demanda de alimentos por debajo de los niveles de SSP2.

Figura 6.2: Tierras actuales en uso (línea discontinua), en 2050 y potencial de tierras restantes y aptas para la agricultura en el escenario SSP2.
Fuente: PBL / IMAGE

Clave

Superficie de tierra utilizada en 2050

- Cultivos
- Pastos

Potencial de tierras remanentes aptas para la agricultura

- Muy alto
- Alto
- Moderado
- Bajo

| Superficie de la tierra utilizada en 2010

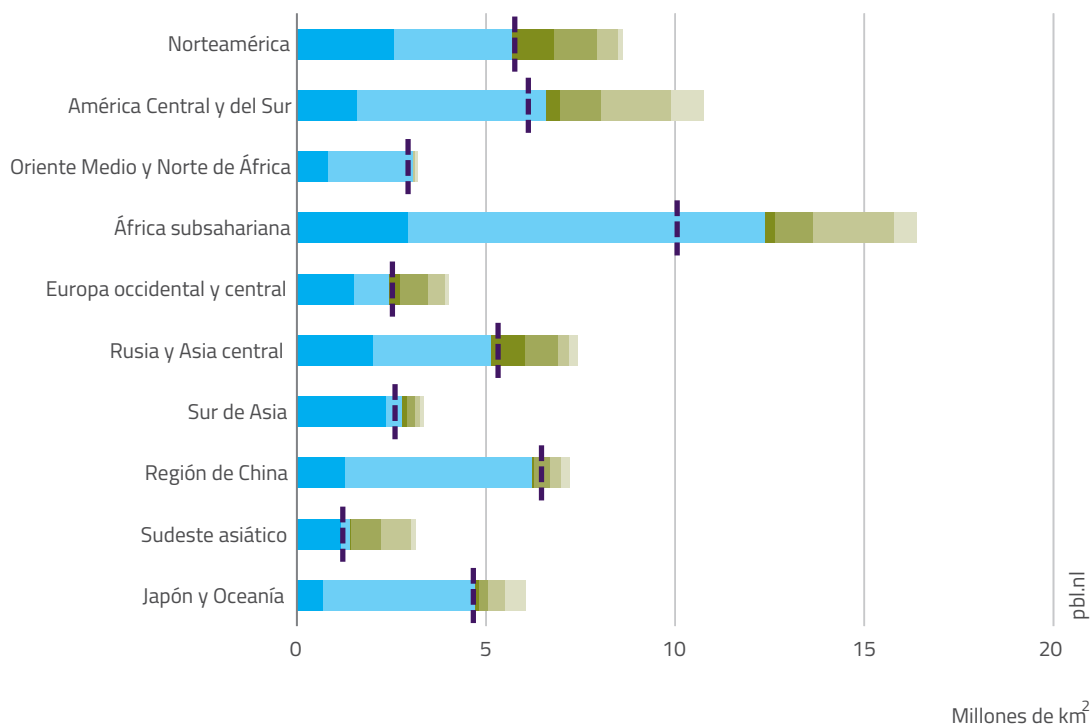
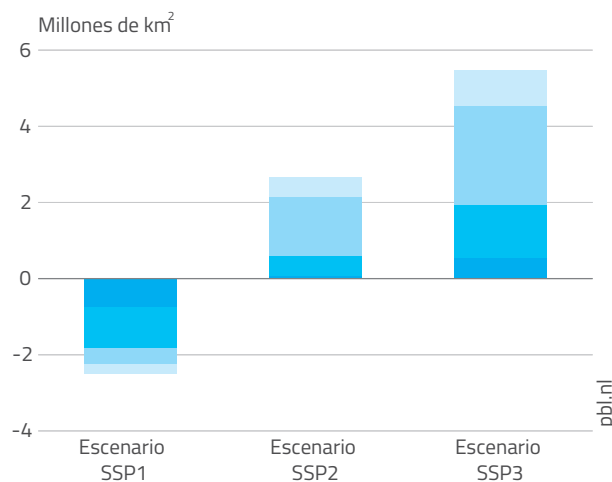


Figura 6.3: Potencial de productividad de la tierra en la nueva superficie agrícola convertida.
Fuente: PBL / IMAGE

Clave

Tipo de productividad de cultivos de la tierra convertida

- Baja
- Moderada
- Alta
- Muy alta



Resultados del análisis de escenarios de la PBL

En los tres escenarios, la demanda de bienes y servicios basados en la tierra seguirá registrando un rápido crecimiento en las próximas décadas.¹⁵

Se incluyen productos agrícolas (por ejemplo: alimentos y forrajes), fibras (por ejemplo: algodón y madera para construcción y papel) y combustibles (por ejemplo: leña, biomasa y biocombustibles líquidos). Además de la demanda de productos basados en la tierra, las ciudades, los pueblos y las infraestructuras se construyen en la tierra, y también se necesita tierra para la conservación

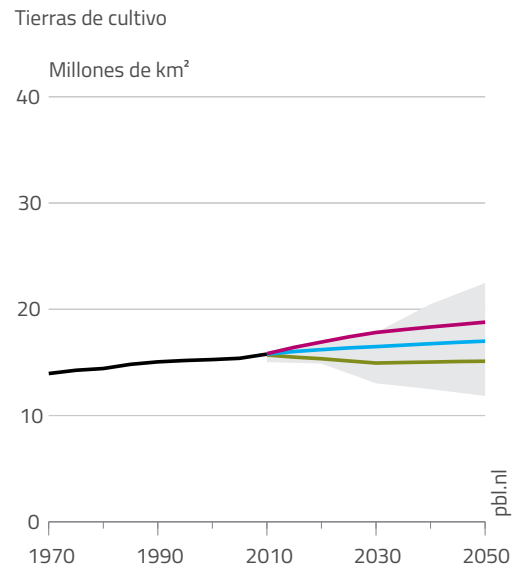
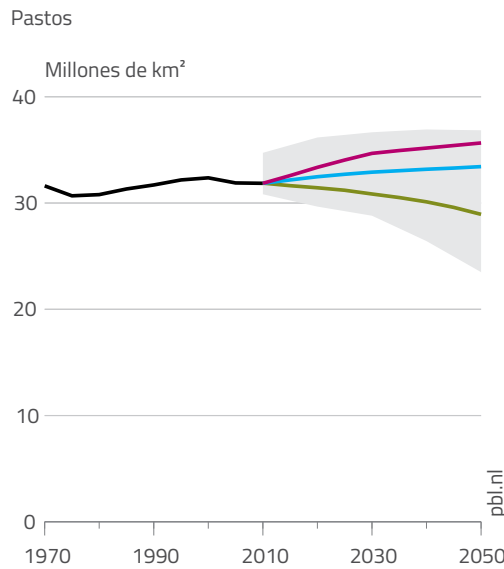
de los bosques y otras áreas naturales por su biodiversidad, los servicios ecosistémicos y la mitigación del cambio climático y adaptación al mismo.

En general, las conclusiones de los escenarios son sólidas ya que los vínculos generales entre alimentos, forraje y sus respectivos usos de la tierra se entienden bien y se apoyan en una amplia base empírica. Las principales incertidumbres sobre la dinámica futura del uso de la tierra son el cambio en la demanda de productos agrícolas y las tendencias tanto de los rendimientos de los cultivos como de

Figura 6.4: Tendencias mundiales del uso de la tierra o los SSPs (líneas de color) y el rango en otros modelos¹⁶ (área gris) para 2010–2050.
Fuente: PBL / IMAGE

Clave

- Historia
- Escenario SSP1
- Escenario SSP2
- Escenario SSP3
- Rango del modelo IAM para los escenarios SSP1, SSP2 y SSP3



los sistemas de producción ganadera. En el escenario SSP2 Mitad del Camino, e incluso más en SSP3, todos los modelos globales indican que la tendencia centenaria de convertir las áreas forestales en tierras agrícolas continuará por lo menos hasta 2050. Las futuras demandas de uso de la tierra por parte de la agricultura no solo afectarán a los bosques sino también a las sabanas y los pastizales. Por ello, se prevé una pérdida continua de hábitat con los consecuentes impactos en la biodiversidad. Las siguientes secciones muestran los próximos capítulos de la Segunda Parte de la Perspectiva, que desarrollan con mayor detalle las evidencias y posibles cuestiones normativas futuras.

Agricultura

Quedan muy pocas tierras naturales aptas para la agricultura, por lo que la expansión cada vez ocupa más tierras marginales. Como gran parte de las tierras potencialmente disponibles para la agricultura ya están en uso, bien para cultivos, ganado o áreas urbanas, la necesidad de contar con más tierras para fines agrícolas hace que la expansión se realice en áreas menos productivas (Figura 6.2). El uso de tierras menos productivas exige más área y/o insumos para lograr la misma producción. Por otra parte, las tierras marginales suelen ser más difíciles de gestionar y más proclives a la degradación: pueden estar en pendientes, tener suelos finos y menos fértiles, ser más difíciles de trabajar o verse perjudicadas por restricciones de agua o factores climáticos adversos. Así, además de sufrir condiciones menos favorables que en otros lugares, los agricultores tienen que invertir más trabajo e insumos. En varias regiones, es más probable que los pequeños productores sean desplazados a las zonas marginales y los grandes productores sigan controlando las tierras más fértiles.

Dos de los tres escenarios plantean un aumento del uso de tierras agrícolas: se prevé que aproximadamente el 50% (en SSP3) y el 80% (en SSP2) de ese incremento tenga lugar en tierras de baja o moderada productividad (Figura 6.3). Por el contrario, en el escenario SSP1, el área agrícola neta global disminuirá debido a la combinación de un bajo crecimiento demográfico, un mayor interés por el consumo y la producción sostenibles (por ejemplo, niveles más bajos de consumo de carne y desperdicio de alimentos) y una mayor eficiencia de los sistemas de cultivo y ganadería. En Europa y Rusia, que comprenden una gran parte de las tierras más fértiles del mundo, incluso las tierras altamente productivas sufrirán un cambio en su uso o serán abandonadas. Desde el punto de vista de eficiencia global del uso de la tierra, un mayor comercio de productos de la tierra ayudaría a asignar la producción a las regiones según su ventaja comparativa. Sin embargo, hay muchas otras preocupaciones, por ejemplo: la autosuficiencia alimentaria interna, el coste del transporte y las emisiones de CO₂ generadas por el transporte de larga distancia.

El escenario SSP2 supone que el cambio global en el uso de la tierra continuará con la expansión de las tierras de cultivo, de 15 millones de km² en 2010, a aproximadamente 0.9 millones de kilómetros² en 2030 y 1.2 millones de km² en 2050, aparte de 1.4 millones de kilómetros² adicionales para cultivos energéticos en 2050. Se prevé que la superficie de pastos (incluidos los pastizales para el ganado) aumente en aproximadamente 1.6 millones de km² para 2050 (Gráfico 6.4).

Figura 6.5: Cambio en el uso de la tierra y las áreas naturales, en el mundo (izquierda) y por regiones (derecha)

Fuente: PBL / IMAGE

Clave

- Otras tierras naturales
- Bosques
- Pastos
- Cultivos energéticos
- Cultivos de alimentos y piensos
- Superficie construida
- Rango entre los escenarios SSP1 y SSP3

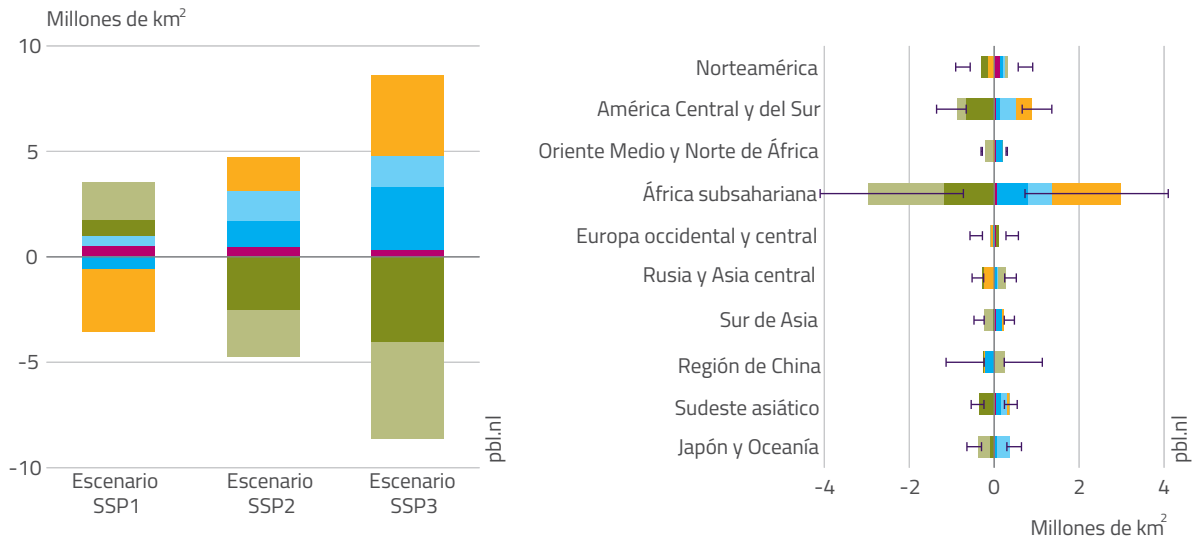


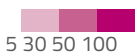
Figura 6.6: Cambio en el uso de la tierra en el período 2010–2050:

el verde indica expansión de áreas naturales; el morado indica expansión de tierras agrícolas/áreas construidas.

Fuente: PBL / IMAGE

Clave

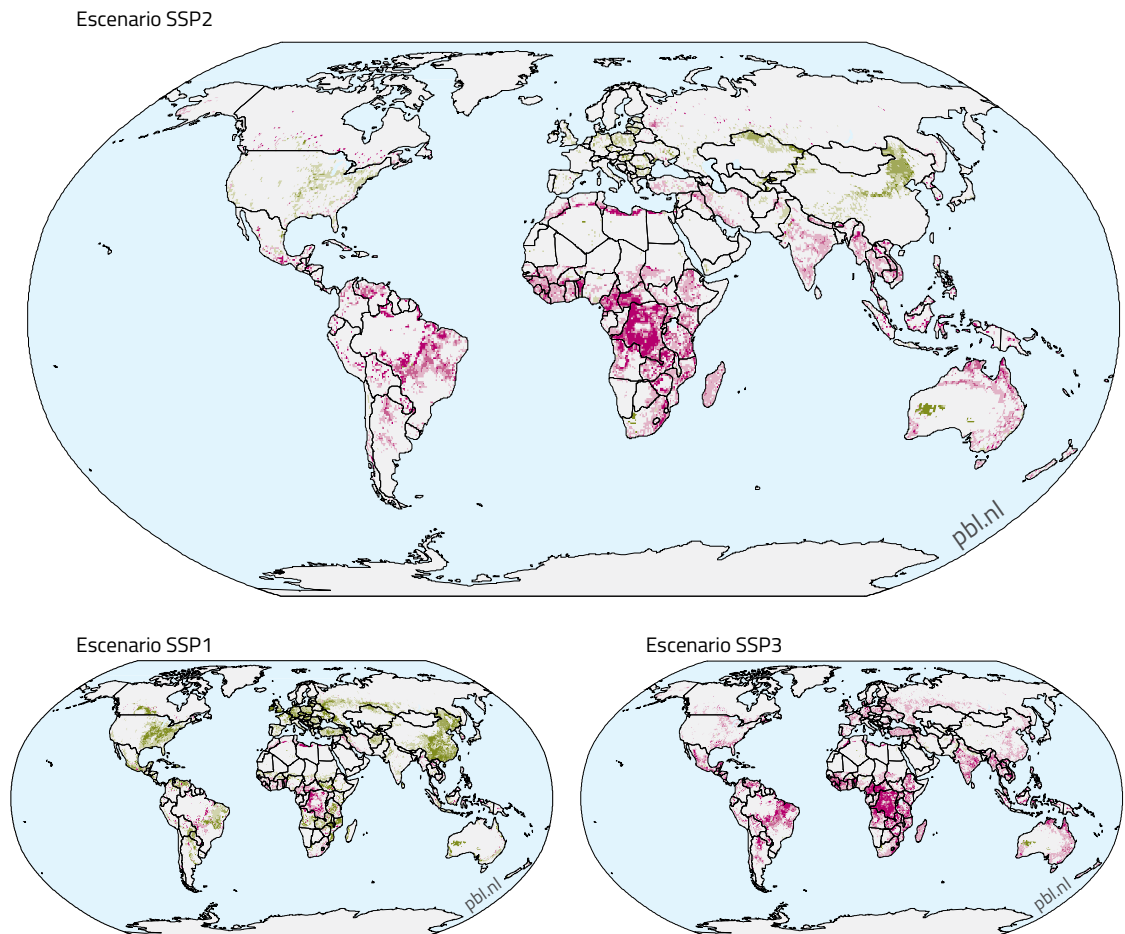
Deforestación y transformación de otras tierras naturales (cambio porcentual por celda)



Reforestación y abandono de la agricultura a otras tierras naturales (cambio porcentual por celda)



Sin cambio o con pequeño cambio (menos del 5%)



El escenario SSP3 muestra mayores expansiones para tierras de cultivo, bioenergía y pastos que SSP2, debido principalmente al lento desarrollo tecnológico. En el escenario SSP1 se propone una pérdida neta de la superficie agrícola en todo el mundo debido a pequeños aumentos demográficos, un consumo y una producción más sostenibles, y mayor eficiencia de los sistemas agrícolas y ganaderos, lo que requiere menos tierra. El África subsahariana presenta la mayor expansión de tierras agrícolas debido al alto crecimiento demográfico y la creciente demanda de alimentos y forrajes que la mayor eficiencia no logra cubrir por completo. También en la SSP1, a pesar de una disminución neta a nivel mundial, el uso de la tierra agrícola se expande en el África Subsahariana. En SSP3, la expansión es aproximadamente 40% más alta que en SSP2 debido a las lentas mejoras de los rendimientos de los cultivos y la eficiencia del sistema ganadero (Gráficos 6.5 y 6.6).

El aumento continuo de la demanda de alimentos, combustibles y fibras provoca el cambio en el uso de la tierra. La demanda mundial impulsa el aumento de la producción agrícola y maderera del 27 al 77% hasta 2050, según los distintos escenarios y dependiendo de las previsiones de población e ingresos. Se ajusta a la literatura de este ámbito.¹⁷ En las regiones en desarrollo, el aumento de la producción es moderado ya que el crecimiento de la demanda se va estabilizando, aunque se prevén grandes incrementos, sobre todo en el África Subsahariana (más del 150%), en el Sur y Sudeste Asiático y en América Latina (más de 70%), lo que genera un cambio en el uso de la tierra agrícola. La producción en otras regiones y el comercio también satisfacen parte de la creciente demanda regional.

En el escenario SSP1, la demanda registra un aumento mucho menor, o incluso se mantiene constante, en la mayoría de las regiones. En SSP3, los cambios en la demanda de alimentos suelen ser similares a los observados en SSP2 tanto a nivel global como regional, ya que la mayor población y el menor crecimiento económico se compensan entre sí: SSP3 tiene más población, lo que implicaría una mayor demanda, pero también menos ingresos, lo que supondría una menor demanda en comparación con SSP2. En cuanto al impulso del cambio en el uso de la tierra, la intensidad agrícola (cultivos y ganado) compensa la diferencia entre estos dos escenarios. En todos los escenarios, la producción de madera se mantiene en niveles elevados en las regiones desarrolladas y muestra cierto aumento en América Latina, África y el Sudeste Asiático, a menudo, debido al aumento de plantaciones forestales.

Se prevé que el uso de fertilizantes con nitrógeno y fósforo aumente rápidamente en los países donde ahora es bajo, lo que mejoraría la eficiencia del uso de la tierra pero podría acarrear efectos ambientales adversos. Gran parte de la actual producción agrícola orientada al mercado ha pasado a depender de los fertilizantes artificiales, con nutrientes naturales del suelo que no son capaces de mantener los niveles actuales de rendimiento en muchos lugares. En el escenario SSP2, el rápido crecimiento de la producción de alimentos conducirá a un aumento del uso de fertilizantes con nitrógeno y fósforo, especialmente en las regiones donde el actual uso de fertilizantes es bajo. Las anteriores hipótesis de escenarios comparables estiman un aumento del 36% en el uso global de fertilizantes nitrogenados y del 44% en el uso de fertilizantes con fósforo entre 2005 y 2050, aunque el uso de este segundo grupo de fertilizantes se cuadruplica en el África Subsahariana.¹⁸

Todos los escenarios SSP presentan una significativa expansión de la agricultura en suelos tropicales que son vulnerables a la erosión. Los suelos en los bosques tropicales suelen ser pobres y estar erosionados, con una larga historia de abundantes precipitaciones y altas temperaturas que han eliminado la mayoría de los nutrientes. La alta productividad de la vegetación natural se mantiene por medio de un ciclo casi cerrado en el que la mayoría de los nutrientes se encuentran en la biomasa y en la capa de materia muerta y en descomposición del suelo forestal. La mayor expansión de tierras de cultivo se proyecta en la cuenca del Congo debido al gran aumento de la demanda en el África Subsahariana, incluso bajo la hipótesis relativamente optimista del escenario SSP2 de que la productividad agrícola en esta región aumente alrededor del 200%. Sin unos sistemas sostenidos y efectivos de gestión de suelos, el desmonte de estas tierras para su uso agrícola podría conllevar una rápida pérdida de producción agrícola debido a la falta de nutrientes y la exposición a la erosión hídrica.

En general, la pérdida continua de productividad en determinadas zonas puede implicar una mayor expansión de las tierras de cultivo a modo de compensación para 2050. Al tomar las tendencias negativas locales de la productividad primaria neta como un indicador de la pérdida de productividad en las tierras de cultivo, se puede establecer una primera estimación de las tierras de cultivo adicionales que se necesitan para compensar dicha pérdida. Según este escenario SSP2 de pérdida de productividad, el resultado sería un área de cultivo un 5% más grande para 2050, además de la expansión del 8% del escenario SSP2 basado solamente en el crecimiento de la demanda de alimentos. Con estas hipótesis, las regiones que muestran una mayor expansión son África del Norte, el Oriente Medio, Rusia y Asia Central, África Subsahariana, Japón y Oceanía.

Recursos Hídricos

La futura seguridad hídrica se enfrenta a una multitud de riesgos provocados por la escasez de agua. Estos riesgos están relacionados con el fuerte aumento de la demanda de agua, la incertidumbre sobre el agotamiento de las aguas freáticas no renovables, la menor calidad del agua y los cambios en los patrones de precipitaciones, así como los cambios en la profundidad, textura y carbono orgánico del suelo. La disminución de la condición del suelo conlleva una reducción de la capacidad de los suelos para retener el agua. La capacidad de retención de agua es especialmente relevante para la producción agrícola de secano en las tierras secas, donde las precipitaciones pueden ser irregulares y la función reguladora de los suelos de almacenar agua ayuda a las plantas a sobrevivir temporadas de sequía más largas. Los bajos rendimientos en los sistemas de tierras secas suelen atribuirse a la excesiva evaporación de agua de la superficie del suelo, donde las cantidades más altas de acolchado orgánico pueden mejorar –aunque no en todos los casos– la infiltración y el almacenamiento de agua y, por lo tanto, aumentar la productividad.¹⁹ Cuando es posible almacenar más agua en el suelo (por ejemplo, gracias al acolchado), la liberación aplazada de humedad a los sistemas de aguas freáticas puede suavizar la descarga fluvial.

En el escenario SSP2, la demanda total de agua en el mundo pasa de 2.056 km³ a 2.445 km³. El Sudeste Asiático y el África Subsahariana muestran el mayor aumento de la demanda de agua, debido en gran







parte a la demanda de la industria y los hogares. La escasez de agua hace referencia a su limitada disponibilidad teniendo en cuenta la demanda total de los diferentes usuarios. La escasez de agua, ahora y en el futuro, está muy extendida en regiones densamente pobladas tales como India, Asia, el oeste de los Estados Unidos y España (Figura 6.7). Estas regiones consisten en grandes áreas áridas y semiáridas. La Figura 6.7 también muestra las regiones que experimentarán un aumento de la escasez de agua. La escasez de agua puede frenar el crecimiento económico, por ejemplo, en la costa este central de África, las Grandes Llanuras de los Estados Unidos, alrededor del Mar Mediterráneo y en algunas partes de la cuenca del Yangtsé.

Hasta qué punto la escasez local de agua pueda ser problemática también depende del almacenamiento local, el bombeo de aguas freáticas o las medidas aguas arriba para prevenir la escasez de aguas abajo. Los escenarios aquí explorados solo bosquejan los riesgos y no incluyen esas posibles medidas de mitigación y adaptación.

En el escenario SSP2, muchas cuencas hidrográficas con niveles más altos de precipitaciones a consecuencia de los cambios climáticos muestran unos aumentos de la escorrentía superiores a los esperados cuando solo se tiene en cuenta el aumento de las precipitaciones; el cambio de la cobertura terrestre parece reducir la capacidad de los ecosistemas para regularizar los caudales de agua, lo que da lugar a una de escorrentía más alta.

Figura 6.7: Proyecciones mundiales de escasez dinámica de agua, entre 2010 y 2050, en el escenario SSP2: el mapa dinámico del índice de escasez de agua se basa en una escala de tiempo mensual y explica la frecuencia y la continuidad de las condiciones de escasez de agua en un año. Fuente: UU

Clave

-  Bajo (0,1 – 0,2)
-  Moderado (0,2 – 0,4)
-  Alto (0,4 – 0,8)
-  Muy alto (0,8 o más)
-  Sin estrés hídrico (menos de 0,1%)
-  Aumento previsto del estrés hídrico, en comparación con 2010

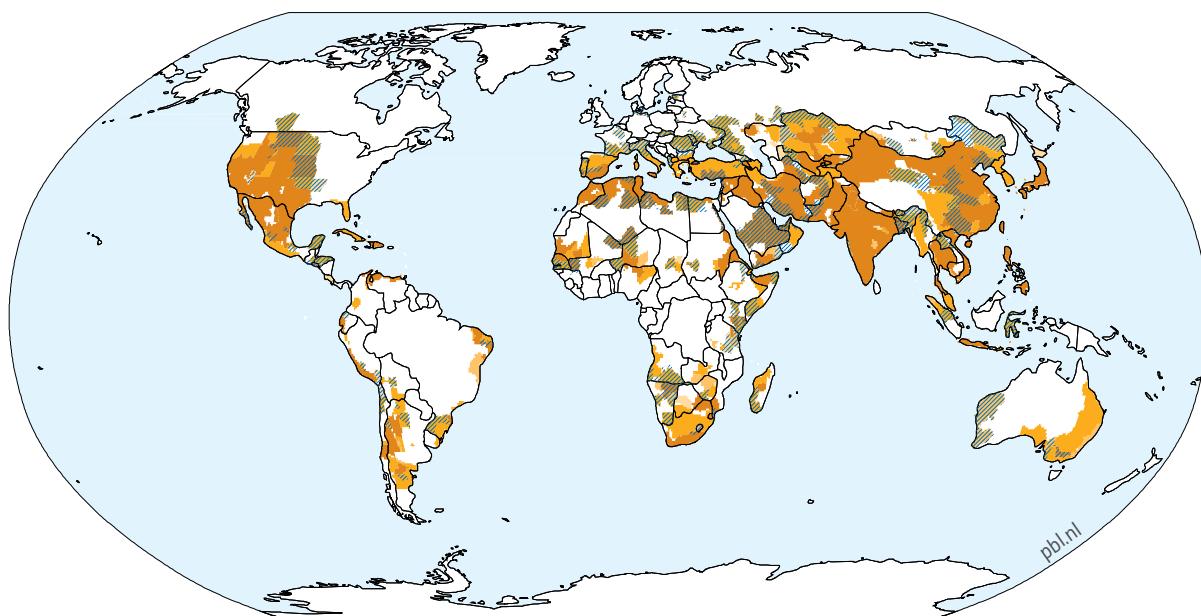
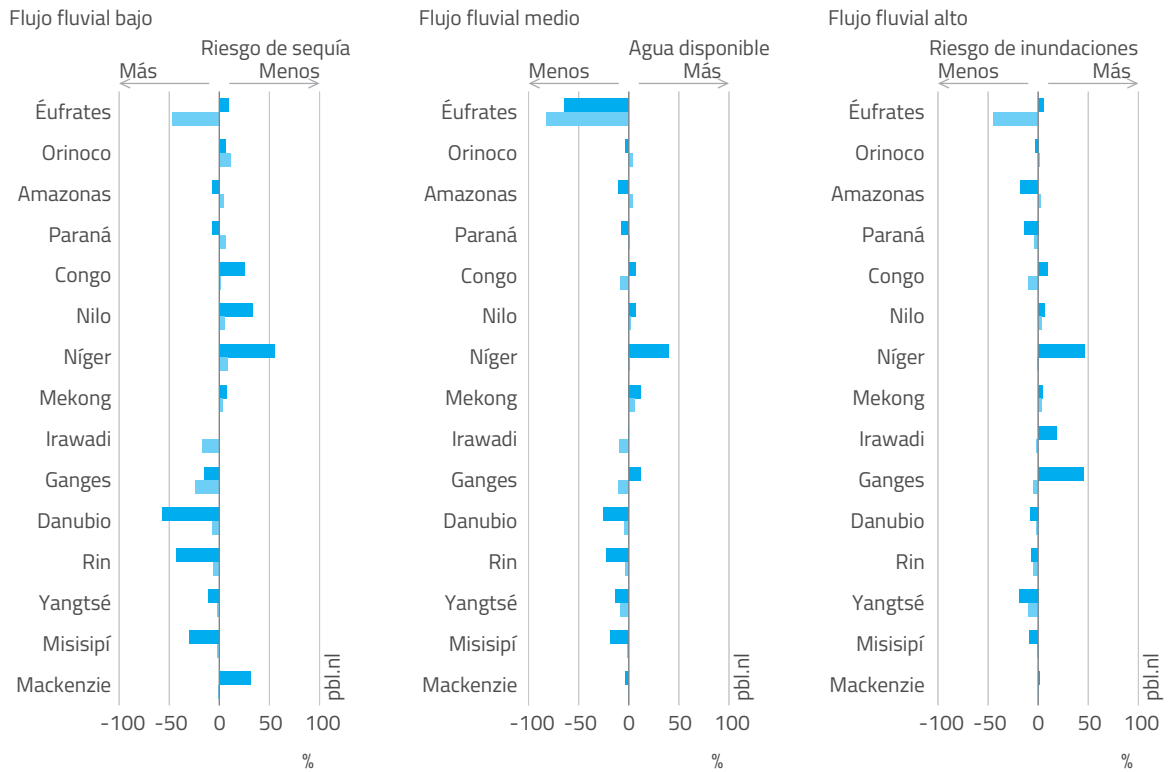


Figura 6.8: Cambios en los índices de caudal medio, alto y bajo para las principales cuencas hidrográficas entre 2010 y 2050 en el escenario SSP2 y SSP2 sin cambio climático. Cabe señalar que no se tiene en cuenta el cambio en las propiedades del suelo, como en el escenario SSP2 de pérdida de productividad, y SSP2 sin cambio climático (por lo que únicamente se muestra el efecto del cambio de uso de la tierra).

Fuente: UU; PBL

Clave

- Escenario SSP 2
- Escenario SSP 2 sin cambio climático



Los efectos se agravan en las regiones de tierras secas, donde una pequeña intensificación del uso de la tierra puede causar un cambio significativo en la escorrentía para muchas cuencas pequeñas.

El cambio climático y el cambio en la cobertura de la tierra provocan cambios en la escorrentía, con el consiguiente impacto en los volúmenes de los caudales fluviales. Según el caudal medio, las cuencas hidrográficas pueden estar más o menos húmedas o secas. Sin embargo, como los caudales fluviales generalmente suelen presentar una alta variabilidad natural, los volúmenes de caudales altos y bajos aportan más información sobre los peligros de inundación y sequía que los caudales medios de descarga. La Figura 6.8 muestra el cambio relativo de los caudales bajos, medios y altos en el escenario SSP2, con y sin cambio climático, para algunas de las cuencas hidrográficas más grandes del mundo. Diferentes variantes pueden intensificarse o regularse mutuamente y el alcance varía según la cuenca hidrográfica, dependiendo de la situación local. Un cambio negativo en un caudal bajo implica que su volumen se reducirá, lo que indica que la cuenca hidrográfica será más vulnerable a la sequía hidrológica. Ocurre lo contrario en el caso de caudales altos.

Biodiversidad

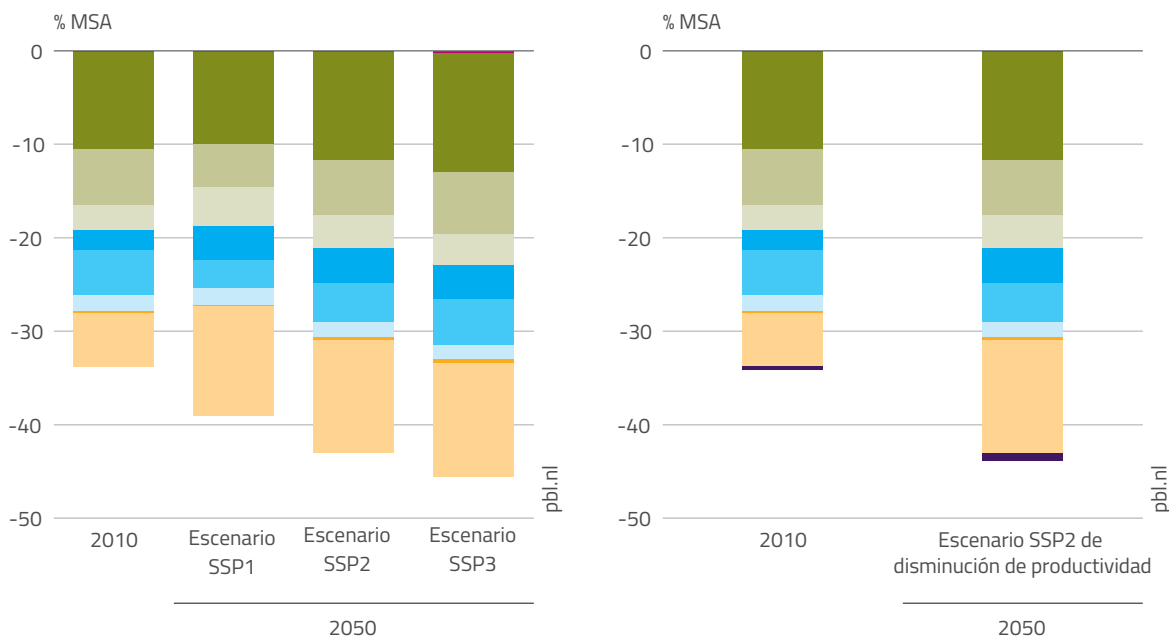
Se prevé que la pérdida de biodiversidad, medida por la abundancia media de especies (MSA, por sus siglas en inglés), pase del 34% en 2010 al 38, 43 y 46% en los escenarios SSP1, 2 y 3, respectivamente (Figura 6.9). En SSP1, la tasa de pérdida se ralentiza al detenerse la expansión de las tierras de cultivo, aunque esto conduce a un mayor impacto de la silvicultura. Se trata de un ejemplo típico de compensaciones entre diferentes desarrollos de los sectores. Por ejemplo, el área forestal tiene que expandirse más que en SSP2 y SSP3 para compensar la ausencia de producción maderera debido al desmonte de bosques para expandir tierras de cultivo. SSP2 y SSP3 muestran las mayores pérdidas de biodiversidad como un efecto acumulativo del aumento de las tierras de cultivo, incluidos los cultivos bioenergéticos, las infraestructuras, el establecimiento de asentamientos humanos, la silvicultura y el cambio climático. Estos escenarios continuarán o incluso acelerarán el índice de pérdida registrado en el siglo XX. En todos los escenarios, la pérdida de biodiversidad continúa mucho más allá de 2050, mientras que los efectos del cambio climático se aceleran en todos los escenarios.

Gráfico 6.9: Pérdida global de biodiversidad relativa a la situación natural en 2010 y 2050 en los escenarios SSP1, SSP2 y SSP3 (izquierda), y para 2010 y 2050 en el escenario SSP2 de pérdida de productividad (derecha).

Fuente: PBL / IMAGE

Clave

- Urbanización
- Cultivos
- Biocombustibles
- Pastos
- Silvicultura
- Infraestructuras
- Invasión
- Fragmentación
- Deposition de nitrógeno
- Cambio climático
- Disminución de la productividad



El escenario SSP2 de pérdida de productividad muestra una pérdida adicional de biodiversidad de alrededor del 1% en 2050 (Figura 6.9). La mayor parte hace referencia a la pérdida de productividad en las tierras de cultivo, lo que conduce a una mayor expansión de las tierras de cultivo para compensar la pérdida. Una parte más pequeña hace referencia al uso anterior de la tierra, ahora abandonado, y al uso informal y extenso de la tierra, como pastoreo extensivo, forraje y recolección de madera. Aunque un punto porcentual parece relativamente pequeño, en términos absolutos es una cantidad considerable. A modo de referencia: un 1 por ciento de pérdida de MSA equivale a una pérdida completa de biodiversidad en un área virgen 2,4 veces el tamaño de Francia continental.

Suelo, Vegetación y Carbono

El total de pérdidas antropogénicas históricas de carbono orgánico del suelo (COS), principalmente de la conversión de ecosistemas naturales en agricultura, ha generado una pérdida estimada de 176 Gt de COS, equivalente al 8 por ciento de las reservas totales de alrededor de 2,200 Gt de COS disponibles en condiciones naturales.^{19,20} Lo que coincide con las estimaciones de la literatura.^{21,22,23} Se estima que gran parte de estas pérdidas han tenido lugar en Europa, el subcontinente Indio, el Sahel, el sureste de Sudamérica y grandes áreas de China (Figura 6.10, centro).

En el escenario SSP2 de disminución de la productividad, las emisiones acumuladas procedentes de COS se estiman en alrededor de 27 gigatoneladas de carbono (Gt C) para el periodo 2010–2050 (Figura 6.11). De éstas, 16 Gt C provienen de la futura conversión de tierras naturales en tierras agrícolas y 11 Gt C de la pérdida

continua de cobertura y productividad de la tierra, aparte de la conversión de la tierra. Se prevé que la mayor parte de estas pérdidas futuras tengan lugar en las regiones del hemisferio sur, especialmente el África Subsahariana (Figura 6.10, abajo). Cuando se convierten en tierras de cultivo, los suelos de productividad media y baja, a menudo con bajo contenido de carbono, pueden perder una parte relativamente alta de su (ya pequeña) reserva total de carbono en un corto período de tiempo.

Se estima que el drenaje continuo de los suelos de turba y los subsiguientes incendios de turba aportarán de forma acumulativa unas emisiones de 9 Gt C (± 2) entre 2010 y 2050. Esta cantidad se basa en proyecciones de las emisiones en el Sudeste Asiático²⁴ y la extrapolación de las emisiones actuales de Europa, incluida la Rusia europea²⁵ Para el año 2050, se estima que las emisiones acumuladas de carbono causadas por la pérdida de vegetación sean alrededor de 45 Gt C; se trata de una pérdida de biomasa provocada por la expansión agrícola, la degradación de los bosques y el manejo forestal (Figura 6.11). Este es el saldo neto de, en particular, la forestación en las regiones del norte y la continua deforestación en las regiones del sur.²⁶

Las mencionadas emisiones antropogénicas relacionadas con la tierra suman alrededor de 80 Gt C para 2050, lo que equivale a unos ocho años de emisiones anuales de carbono procedentes de combustibles fósiles, estimadas en 9,9 Gt C / año²⁷ (Figura 6.11). Estas estimaciones no incluyen las consecuencias del cambio climático (temperatura y precipitación) en las reservas de COS ni los impactos de la fertilización con CO₂ sobre las reservas de carbono en la vegetación.

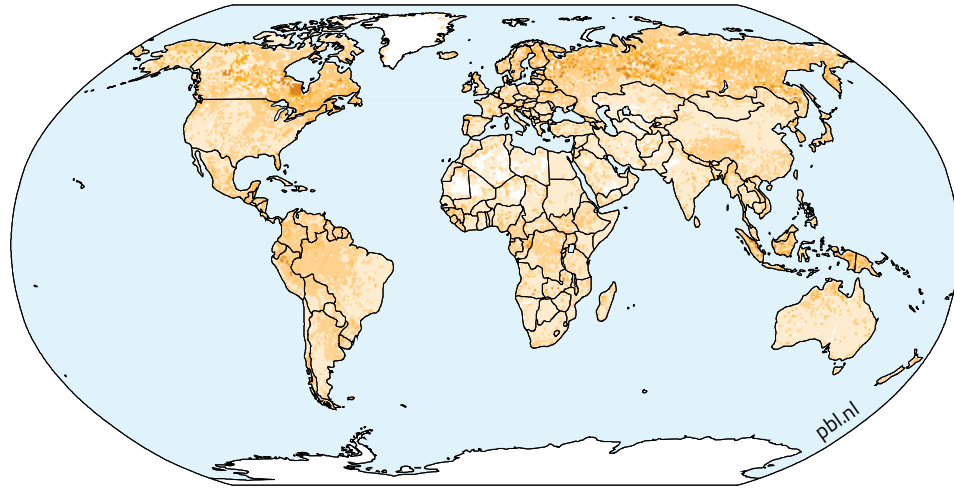
Figura 6.10: Contenido de COS actual (arriba); Pérdida histórica de COS como porcentaje de COS en un estado natural (centro); Pérdida futura de COS como porcentaje del estado actual en el escenario SSP2 de pérdida de productividad (abajo).

Fuente: Stoorvogel et al. 2017; Schut et al. 2015; PBL

Clave

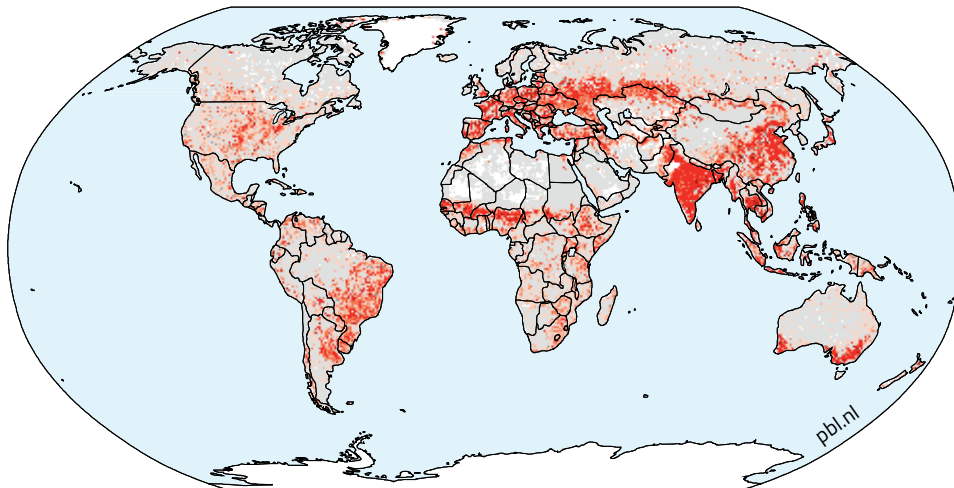
- Bajo (1,5% o menos)
- Moderado (1,5 – 3,0%)
- Alto (3,0 – 5,0%)
- Humus (5,0 – 12,0%)
- Organo-mineral (12,0 – 35%)
- Orgánica (más de 35%)

2010



Cambio en comparación con la situación natural, 2010

- 50 y más
- 30 – 50
- 20 – 30
- 10 – 20
- 2 – 10
- 2% de pérdida – 2% de crecimiento
- Más de 2% de crecimiento



Cambio según el escenario SSP2 de disminución de la productividad

- Sin datos

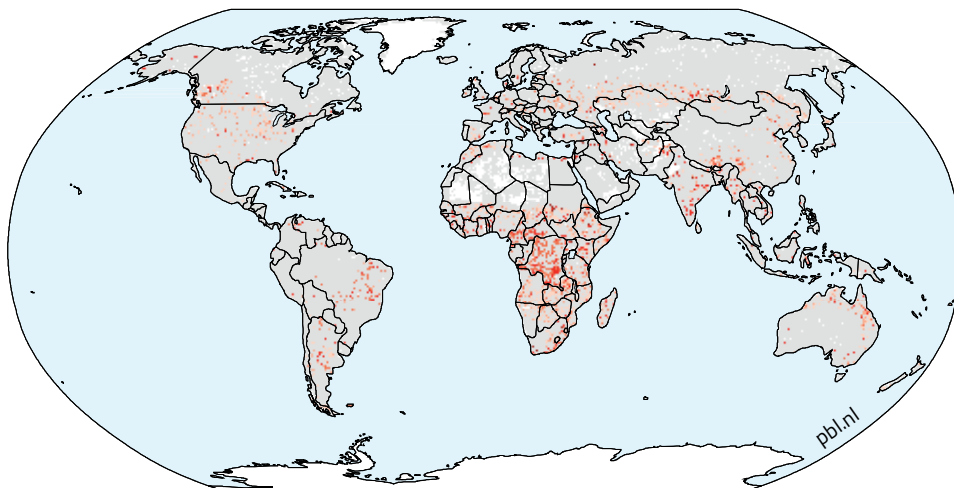


Figura 6.11: Emisiones acumuladas de carbono procedentes de combustibles fósiles del sector energético e industrial (izquierda); Emisiones acumuladas relacionadas con la tierra procedentes de la vegetación (cambio de uso de la tierra) y los suelos (centro); Potencial de almacenamiento de carbono en el suelo superficial (<30 cm) de tierras naturales y agrícolas (derecha).
Fuente: PBL

Clave

■ Vegetación

■ total

Carbono orgánico del suelo

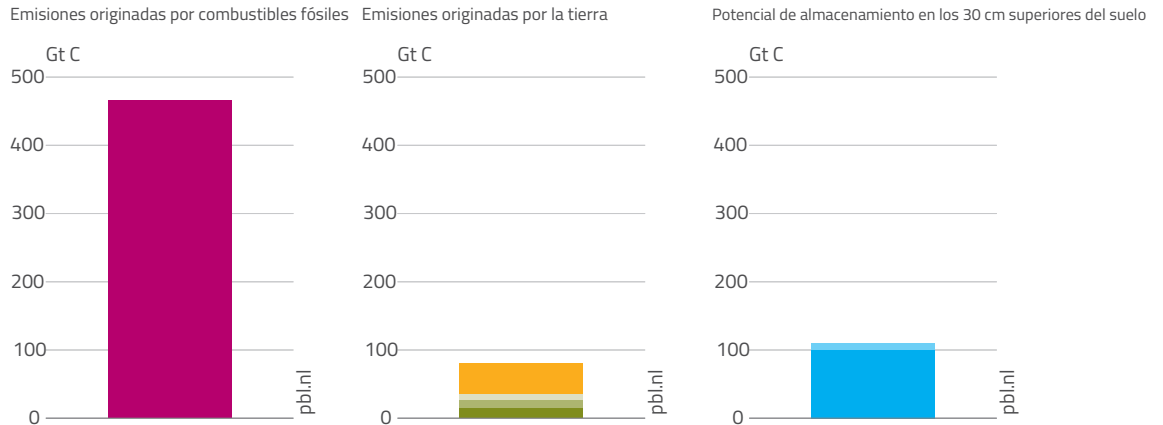
■ Turbera (drenaje, quema)

■ Pérdida de productividad

■ Cambio en el uso de la tierra

■ Área natural

■ Área agrícola



Dado que la mayor parte de la pérdida histórica de COS procede de los 30 cm de suelo más superficiales de las tierras agrícolas, el mayor potencial de recuperación se encuentra en las tierras agrícolas actuales. Se trata de un potencial global considerable, pero exige el desarrollo de unos sistemas agrícolas que combinen altos rendimientos con niveles de COS casi naturales (Figura 6.11).

Las futuras emisiones de carbono relacionadas con la tierra son relativamente pequeñas en comparación con las emisiones procedentes de los combustibles fósiles (Figura 6.11). Aun así, desde el punto de vista de mitigación del cambio climático, sería importante reducir las futuras emisiones relacionadas con la tierra y utilizar el potencial de captura de carbono en las tierras agrícolas. Los escenarios con una probabilidad verosímil de mantener el aumento de la temperatura global por debajo de 1,5 ° C – 2 ° C deben limitar las futuras emisiones acumuladas de CO₂ a 170–320 Gt C.^{28,29,30}

Cambio Climático

Es probable que el impacto del cambio climático en la agricultura reduzca los rendimientos y la disponibilidad de tierras agrícolas adecuadas en algunas regiones, y que aumente los rendimientos en otras con niveles moderados de calentamiento. Lo que probablemente dé lugar a modificaciones de los modelos comerciales y a la expansión de las áreas agrícolas, aunque el margen de incertidumbre de los efectos del cambio climático en el uso de la tierra agrícola es muy amplio.³¹ El impacto varía mucho entre las regiones: si bien es probable que algunas regiones templadas se beneficien de una temperatura más alta y períodos de crecimiento más largos, se prevé que regiones como el África Subsahariana y la India experimenten un descenso de los rendimientos debido a una mayor restricción de agua y –lo que es más importante– temperaturas más elevadas.³²

Las tierras secas son especialmente vulnerables. La figura 6.12 muestra un mapa global de la aridez actual y el cambio futuro en el escenario SSP2. Una mayor productividad generada por la fertilización con CO₂ puede compensar algunos de los efectos adversos, pero aún no está claro hasta qué punto es posible poner en práctica estos beneficios. A nivel mundial, los rendimientos de las tierras de cultivo existentes podrían disminuir en un 10–15 por ciento, mientras que la superficie apta como tierra de cultivo podría aumentar aproximadamente un 10 por ciento, en particular en el hemisferio norte. Esto daría como resultado una ligera pérdida porcentual de producción global para el año 2050 en comparación con una situación sin cambio climático, aunque el panorama es significativamente más diverso a escala regional y moderado en todo el comercio.

Además de afectar a la capacidad de la tierra para producir alimentos, el cambio climático también afectará a la disponibilidad de agua y, por lo tanto, puede generar efectos más amplios como conflictos, especialmente en tierras secas donde se prevé un fuerte aumento demográfico y la escasez de agua es ya una cuestión polémica.^{33,34,35,36} Por último, el calentamiento también puede acelerar la descomposición de la materia orgánica del suelo, por lo que la condición de la tierra en regiones ya de por sí cálidas estará bajo mayor presión y las emisiones de carbono³⁷ así como la migración de plagas y enfermedades subirán aún más.

Gráfico 6.12: Índice de aridez en 2010 y cambio en el escenario SSP2

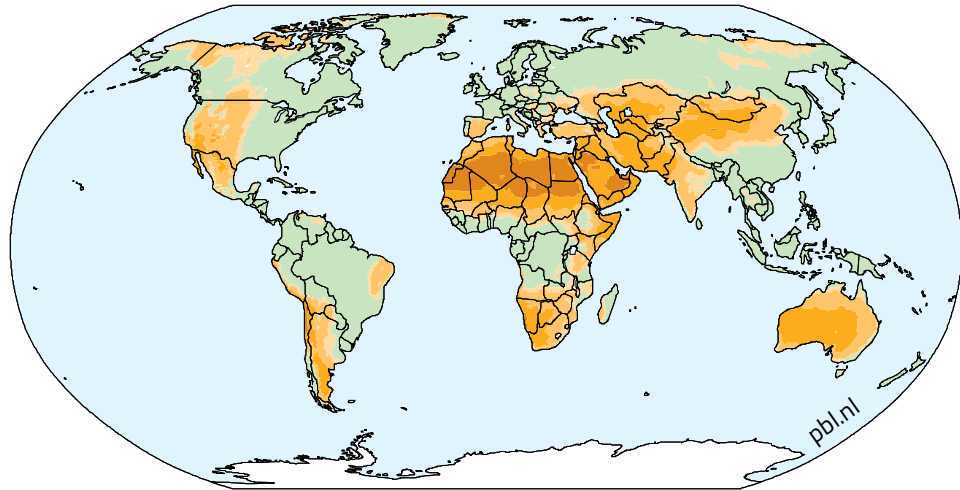
Fuente: PBL / IMAGE

Clave

Índice de aridez

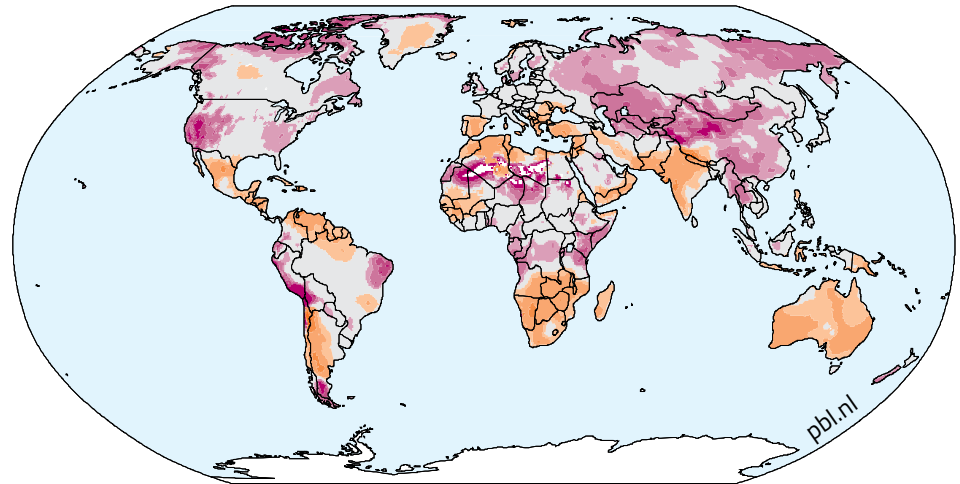
- Hiperárido < 0,03
- Árido (0,03 – 0,2)
- Semiárido (0,2 – 0,5)
- Seco-subhúmedo (0,5 – 0,65)
- Húmedo > 0,65

Índice de aridez, 2010



Cambios en la aridez según el escenario SSP2, 2010 - 2050

- Más árido
- Sin cambios
- Más húmedo



Urbanización

La expansión de las infraestructuras y las áreas urbanas, aunque pequeñas en comparación con la conversión de la tierra para fines agrícolas, desplaza cada vez más las tierras agrícolas fértiles. El mundo cada vez está más urbanizado, lo que afecta directa e indirectamente al uso de la tierra. Tradicionalmente, los asentamientos humanos se han desarrollado en las zonas más fértiles y en tierras accesibles. Su crecimiento está empezando a desplazar significativamente las tierras agrícolas fértiles. En una región de China, más del 70 por ciento del aumento de la superficie urbana tuvo lugar en tierras que antes se cultivaban.³⁸

La expansión urbana se desarrolla principalmente en las zonas periurbanas, va fragmentándose lentamente y ocupando paisajes agrícolas y

naturales. A menudo, la agricultura se desplaza a otros lugares, a veces menos productivos. Las poblaciones urbanas cada vez tienen menos contacto con las zonas rurales y con las formas de producir alimentos y otros productos obtenidos de la tierra. En el escenario SSP2 se prevé que la extensión de la superficie construida aumente en 0,4 millones de km². Gran parte de ese aumento tiene lugar en áreas agrícolas muy productivas (véase el capítulo 11), lo que provoca el desplazamiento de la agricultura a regiones menos productivas donde se necesita más superficie para obtener la misma producción. En general, esta conclusión encaja con lo que afirman otros trabajos, aunque algunos prevén la mayor expansión de la superficie urbana en otras regiones, como China.³⁹

Figura 6.13: Población en tierras secas por categoría de tierra seca (izquierda) y por región (derecha) en 2010 y 2050 según el escenario SSP2.

Fuente: PBL / IMAGE

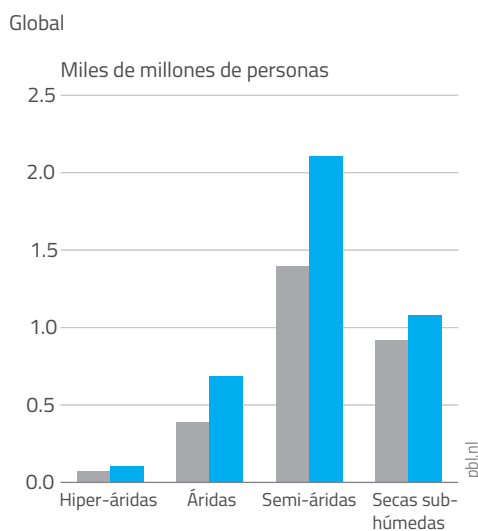
Clave

Mundial

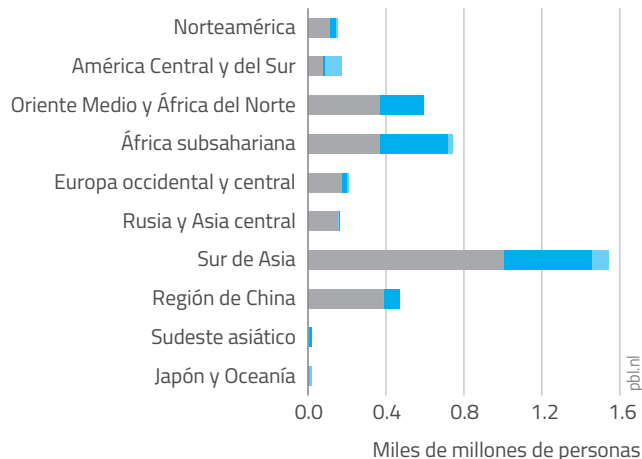
- 2010
- 2050

Regional

- Población en 2010
- Crecimiento demográfico en las tierras secas existentes, 2010-2050
- Población en tierras secas nuevas 2050



Regional



Tierras secas

El escenario SSP2 prevé que la población de las tierras secas crezca en un 43% para 2050, un aumento muy superior a la tasa de crecimiento demográfico mundial, que se sitúa en torno al 33%. En general, se prevé que la población de las tierras secas pase de 2.700 millones en 2010 a 4.000 millones en 2050 (Figura 6.13).

En las tierras secas, el agua suele ser el factor limitante del crecimiento de las plantas. Con el crecimiento demográfico del escenario SSP2, la escasez de agua se convertirá en una cuestión aún más acuciante en muchas de estas regiones. Se prevé que los mayores crecimientos demográficos tengan lugar en tierras secas áridas y semiáridas. Por regiones, se prevé que Asia Meridional experimente el mayor aumento de personas que viven en tierras secas (más de 500 millones) y que el África Subsahariana duplique el número de habitantes de tierras secas. Aunque menor en términos absolutos, también se espera una duplicación en América Central y del Sur. Mientras que en el África subsahariana el aumento se deba principalmente al crecimiento demográfico, en América Central y del Sur la causa principal será la expansión de las tierras secas como consecuencia de los cambios climáticos. Por lo tanto, aunque muchas regiones se vuelvan algo más secas y otras más húmedas, los problemas generales en las tierras secas se agravarán más por el aumento de la demanda de poblaciones más grandes que por el cambio climático. Aun así, en el futuro los efectos del cambio climático, como un clima cada vez más impredecible, especialmente las sequías, afectarán en el futuro a muchas más personas en las tierras secas.

Perspectivas regionales

El análisis de los cambios en el uso de la tierra y las funciones de los ecosistemas desde una perspectiva regional indica que el África Subsahariana, Asia Meridional, Oriente Medio y África del Norte se enfrentarán a los mayores desafíos. Estas regiones se caracterizan por una combinación de los siguientes factores: altos niveles de crecimiento demográfico (especialmente en las tierras secas), bajo PIB per cápita, altos niveles de malnutrición, intensificación del estrés hídrico, ingesta limitada de proteínas, menores tasas de autosuficiencia, expansión en el área agrícola, rápido descenso del suelo potencialmente disponible como tierra de cultivo, caída continua de los rendimientos de los cultivos, pérdida continuada de la productividad y elevadas pérdidas de biodiversidad. Al mismo tiempo, actualmente los medios económicos e institucionales con los que se cuenta para hacer frente a estos cambios son limitados y, aunque puede que el desarrollo mejore esta situación en el futuro, por el momento puede conducir a unos problemas incontrolables y al riesgo de conflictos y migraciones masivas, dentro y fuera de la región.

El Sudeste Asiático se enfrenta a cuestiones similares, pero en menor intensidad. Se caracteriza por un aumento relativamente fuerte de la demanda de agua, baja autosuficiencia, expansión agrícola continua, mayor descenso del suelo potencialmente disponible como tierra de cultivo y grandes pérdidas de biodiversidad. En comparación, las demás regiones presentan un número menor, aunque aún numeroso, de problemas. Además, cuentan con más medios económicos e institucionales para hacer frente a estos cambios.



CONCLUSIÓN

Este análisis de escenarios señala que en las próximas décadas muchas regiones experimentarán cambios significativos en el uso, demanda y condición de la tierra, principalmente debido a la combinación del aumento de la población y la riqueza (con el consiguiente incremento de la demanda de alimentos), un mayor número de alimentos de origen animal o un uso intensivo de la tierra, el incremento de la demanda de fibras y energía, la urbanización, la aceleración del cambio climático y la pérdida continua de cobertura de la tierra, productividad y carbono orgánico del suelo.

Estos factores se observarán en los caudales fluviales altos y bajos, la escasez de agua, la aridez, los rendimientos de los cultivos, la expansión de las tierras agrícolas, la tierra como fuente y sumidero de carbono y la biodiversidad. El África Subsahariana, Oriente Medio, Norte de África, Asia Meridional y, en menor medida, el Sudeste Asiático se enfrentan a una alarmante combinación de cuestiones ambientales y socioeconómicas que en el futuro intensificarán las

presiones sobre los bienes y servicios de la tierra. En consecuencia, los efectos multidimensionales para la seguridad humana (véase el capítulo 5) pueden conducir a problemas y riesgos incontrolables.

Las vías de respuesta (véase la tercera parte) deben ayudar a aliviar las presiones sobre la tierra y lograr un equilibrio más equitativo entre las compensaciones socioeconómicas. Es la suma total de nuestras decisiones individuales –como cabezas de familia, consumidores, productores, empresarios y responsables políticos– lo que está generando un fracaso global a la hora de lograr una seguridad alimentaria, hídrica y energética para todos que vaya acompañada de una mitigación del cambio climático y un freno a la pérdida de biodiversidad. Al igual que ocurre con nuestra respuesta al cambio climático, seguir con las prácticas y actitudes de siempre no basta para hacer frente a la magnitud de este desafío. Se necesitan respuestas que aborden el crecimiento demográfico, los niveles de consumo, las dietas, las brechas de rendimiento de todas las materias primas, el uso eficiente del espacio, el agua, los materiales y la energía, la deforestación, el desperdicio de alimentos, las pérdidas postcosecha, el cambio climático y la transformación de áreas naturales. La gobernanza de la tierra a escala local, nacional e internacional, junto con unos sistemas inteligentes de planificación del uso y gestión de la tierra serán esenciales para guiar una transición de tal envergadura.



REFERENCIAS:

- 1 PBL Netherlands Environmental Assessment Agency (2017). Exploring the impact of changes in land-use and land condition on food, water, climate change mitigation and biodiversity; Scenarios for the UNCCD Global Land Outlook. PBL Report. Den Haag.
- 2 Van Vuuren, D.P., Kriegler, E., O'Neill, B.C., Ebi, K.L., Riahi, K., et al. 2014. A new scenario framework for climate change research: Scenario matrix architecture. *Climatic Change* **122** (3): 373-386.
- 3 Alcamo, J. and Ribeiro, T. 2001. Scenarios as tools for international environmental assessments. *Environmental Issues Report* number 24. European Environment Agency, Copenhagen.
- 4 O'Neill, B.C., Kriegler, E., Riahi, K., Ebi, K.L., Hallegatte, S., et al. 2014. A new scenario framework for climate change research: The concept of shared socioeconomic pathways. *Climatic Change* **122** (3): 387-400.
- 5 Stehfest, E., van Vuuren, D., Bouwman, L., and Kram, T. 2014. Integrated assessment of global environmental change with IMAGE 3.0: Model description and policy applications. PBL Netherlands Environmental Assessment Agency.
- 6 Lutz, W., Butz, W.P., and Samir, K.E. (eds.). 2014. *World population and human capital in the twenty-first century*. OUP, Oxford.
- 7 Jiang, L. and O'Neill, B.C. 2015. Global urbanization projections for the Shared Socioeconomic Pathways. *Global Environmental Change* **42**: 192-199.
- 8 Dellink, R., Chateau, J., Lanzi, E., and Magné, B. 2015. Long-term economic growth projections in the Shared Socioeconomic Pathways. *Global Environmental Change* **42**: 200-214.
- 9 O'Neill, B.C., et al. 2014. Op. cit.
- 10 Stoorvogel, J.J., Bakkenes, M., Temme, A.J., Batjes, N.H., and Brink, B.J.E. ten. 2017a. 5 World: A global soil map for environmental modelling. *Land Degradation and Development* **28**: 22-33.
- 11 Stoorvogel, J.J., Bakkenes, M., Brink, B.J.E ten, and Temme, A.J. 2017b. To what extent did we change our soils? A global comparison of natural and current conditions. *Land Degradation and Development*. DOI: 10.1002/ldr.2721.
- 12 www.globio.info
- 13 Sutanudjaja, E.H., van Beek, L.P., Wada, Y., Wisser, D., de Graaf, I.E., et al. 2014. Development and validation of PCR-GLOBWB 2.0: A 5 arc min resolution global hydrology and water resources model. *Geophysical Research Abstracts* **16**: EGU20149993.
- 14 De Graaf, I.E.M., Sutanudjaja, E.H., van Beek, L.P.H., and Bierkens, M.F.P. 2014. A high resolution global scale groundwater model. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions* **11** (5): 5217-5250.
- 15 Doelman, J.C., Stehfest, E., Tabeau, A., Van Meijl, H., Lassaletta, L., et al. (forthcoming). Exploring SSP land-use dynamics using the IMAGE model: Regional and gridded scenarios of land-use change and landbased climate change mitigation. *Global Environmental Change*.
- 16 Popp, A., Calvin, K., Fujimori, S., Havlik, P., Humpenöder, F., et al. 2017. Land-use futures in the shared socio-economic pathways. *Global Environmental Change* **42**: 331-345.
- 17 Ibid.
- 18 PBL. 2012. *Roads from Rio+ 20: Pathways to achieve global sustainability goals by 2050*. PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, The Hague, The Netherlands.
- 19 Jägermeyr, J., Gerten, D., Schaphoff, S., Heinke, J., Lucht, W., and Rockström, J. 2016. Integrated crop water management might sustainably halve the global food gap. *Environmental Research Letters* **11** (2): 025002.
- 20 The numbers are derived by applying Stoorvogel et al. 2017a and Stoorvogel et al. 2017b in the IMAGE model.
- 21 Houghton, R.A. 2003. Revised estimates of the annual net flux of carbon to the atmosphere from changes in land-use and land management 1850–2000. *Tellus B* **55** (2): 378-390.
- 22 Levy, P., Friend, A., White, A., and Cannell, M. 2004. The influence of land-use change on global-scale fluxes of carbon from terrestrial ecosystems. *Climatic Change* **67** (2-3): 185-209.
- 23 Kaplan, J.O., Krumhardt, K.M., Ellis, E.C., Ruddiman, W.F., Lemmen, C., and Goldewijk, K.K. 2011. Holocene carbon emissions as a result of anthropogenic land cover change. *The Holocene* **21** (5): 775-791.
- 24 Hooijer, A., Page, S., Canadell, J.G., Silvius, M., Kwadijk, J., et al. 2010. Current and future CO2 emissions from drained peatlands in Southeast Asia. *Biogeosciences* **7**: 1505-1514.
- 25 Drösler, M., Freibauer, A., Christensen, T.R., and Friborg, T. 2008. Observations and status of peatland greenhouse gas emissions in Europe. In: Dolman, A.J., Valentini, R., and Freibauer (eds.) *The Continental-Scale Greenhouse Gas Balance of Europe*. Springer, New York, pp. 243-261.
- 26 PBL. 2017. Op. cit.
- 27 Olivier, J.G.J., Janssens-Maenhout, G., Muntean, M., and Peters, J.A.H.W. 2015. Trends in global CO2 emissions: 2013/2014/2015 Report: PBL Netherlands Environmental Assessment Agency and European Commission Joint Research Centre, The Hague and Ispra, Italy.
- 28 Intergovernmental Panel on Climate Change. 2014. *Climate Change 2014. Mitigation of Climate Change Working Group III Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. Table 6.3, p. 431.
- 29 See also UNFCCC Paris agreement art. 2 p.: Holding the increase in the global average temperature to well below 2°C above pre-industrial levels and to pursue efforts to limit the temperature increase to 1.5°C above pre-industrial levels. Scenarios with a likely (>66%) probability to keep global temperature change below 2°C should limit future cumulative CO2 emissions to 630-1180 GtCO2 (170-320 Gt C).
- 30 Rogelj, J., Den Elzen, M., Höhne, N., Fransen, T., Fekete, H., et al. 2016. Paris Agreement climate proposals need a boost to keep warming well below 2°C. *Nature* **534** (7609): 631-639.
- 31 Nelson, G.C., Valin, H., Sands, R.D., Havlik, P., Ahammad, H., et al. 2014. Climate change effects on agriculture: Economic responses to biophysical shocks. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **111** (9): 3274-3279.
- 32 Joint Research Centre of the European Commission. 2017. *Challenges of Global Agriculture in a Climate Change Context by 2050*; Authors: Van Meijl, H., Lotze-Campen, H., Havlik, P., Stehfest, E., Witzke, P., Pérez-Domínguez, I., Levin-Koopman, J., Fellmann, T., and Tabeau, A.; Editors: Pérez-Domínguez, I. and Fellmann, T.; JRC Technical Reports.
- 33 Burke, M.B., Miguel, E., Satyanath, S., Dykema, J.A., and Lobell, D.B. 2009. Warming increases the risk of civil war in Africa. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **106** (49): 20670-20674.
- 34 Gleditsch, N.P. 2012. Whither the weather? Climate change and conflict. *Journal of Peace Research* **49** (1): 3-9.
- 35 Kelley, C.P., Mohtadi, S., Cane, M.A., Seager, R., and Kushnir, Y. 2015. Climate change in the Fertile Crescent and implications of the recent Syrian drought. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **112** (11): 3241-3246.
- 36 Van Schaik, L. and Dinnissen, R. 2014. *Terra Incognita: Land degradation as underestimated threat amplifier*. Clingendael, Netherlands Institute of International Relations, The Hague.
- 37 Crowther, T., Todd-Brown, K., Rowe, C., Wieder, W., Carey, J., et al. 2016. Quantifying global soil carbon losses in response to warming. *Nature* **540** (7631): 104-108.
- 38 Hao, P., Sliuzas, R., and Geertman, S. 2011. The development and redevelopment of urban villages in Shenzhen. *Habitat International* **35** (2): 214-224.
- 39 d'Amour, C.B., Reitsma, F., Baiocchi, G., Barthel, S., Güneralp, B., et al. 2016. Future urban land expansion and implications for global croplands. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 201606036.

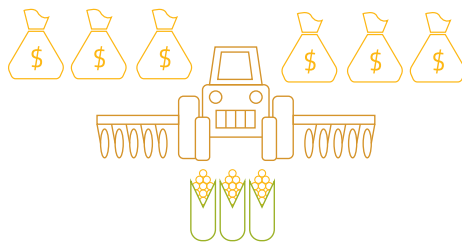
SEGURIDAD ALIMENTARIA Y AGRICULTURA

La agricultura y la ganadería cubren más de un tercio de la superficie terrestre del mundo y eclipsan todos los demás usos de la tierra. La intensificación, impulsada por un sistema alimentario lucrativo pero en gran medida ineficiente, ha incrementado la producción. Sin embargo, también ha alterado los paisajes culturales con un pasado milenario y ha acelerado la degradación de la tierra y el suelo, la escasez de agua y la contaminación. La expansión agrícola está precipitando la pérdida de especies y hábitats naturales. A pesar de los aumentos en la producción de alimentos, ahora experimentamos una inseguridad alimentaria generalizada en lo que debería ser un mundo de abundancia.

Ya existen alternativas probadas y rentables para minimizar estos impactos. En general, la agricultura debe integrarse mejor con otros sectores de uso de la tierra. La producción de alimentos precisa unos enfoques multifuncionales y reconocer que la tierra proporciona muchos otros servicios vitales. Algunos elementos clave incluyen el aumento de la productividad y los valores nutricionales de una determinada superficie de tierra, la reducción de impactos aguas abajo o externos sobre el medio ambiente, la promoción de más producción local y menos dietas que impliquen un uso intensivo de tierra y, por último, la reducción del desperdicio de alimentos.

Figura 7.1:
Presiones contrapuestas
sobre las tierras agrícolas

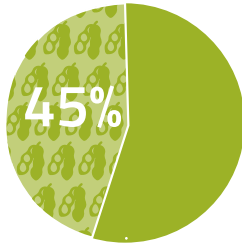
1. Malas prácticas de gestión



Durante las pasadas décadas, las prácticas de gestión agrícola de los países desarrollados han dado prioridad a la producción por encima de la sostenibilidad y la resiliencia

3. Cambios en la dieta

La producción de ganado precisa un 45% de los cereales de todo el mundo, que supone el uso de un 25% de toda la superficie de la tierra



La reducción del consumo medio de carne de 100 g a 90 g por persona y día supondría un impacto importante tanto en la salud humana como en la mitigación del cambio climático



Pero representa sólo el 17% de la ingesta humana de energía



5. Acaparamiento de tierras

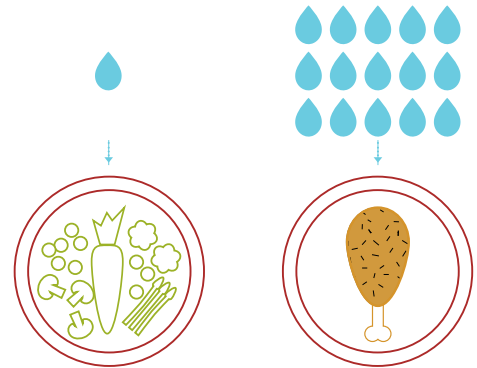
Ha conducido a la pérdida de ingresos en los hogares de



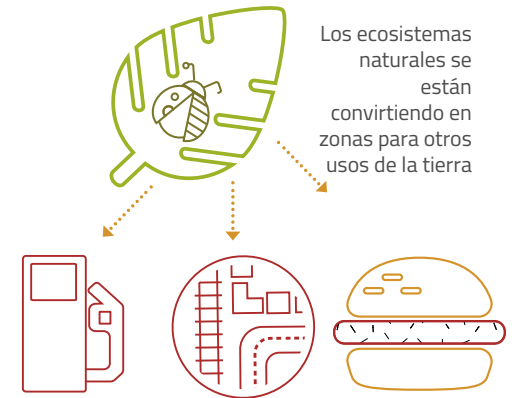
2. Demanda y desperdicio de alimentos

Una dieta basada en vegetales precisa ~1 m³ diario de agua

Una dieta basada en carne precisa ~15 m³ diarios de agua



4. Competencia entre usos de la tierra



Los ecosistemas naturales se están convirtiendo en zonas para otros usos de la tierra



Responsabilidad del sector ganadero en cuanto a las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero:



6. Cambio climático

INTRODUCCIÓN

El mayor uso que se da a la tierra es la agricultura: cubre más de un tercio de la superficie terrestre del mundo, sin incluir Groenlandia y la Antártida. Gran parte de las mejores tierras ya están cultivadas y la mayoría de las que aún quedan libres son demasiado altas, empinadas, someras, secas o frías como para producir alimentos.¹ La cantidad y calidad de la tierra disponible para producir alimentos está sometida a la presión que ejercen consumidores, productores y gobiernos con sus decisiones y demandas. Las presiones más significativas sobre los recursos de tierra utilizados para la producción de alimentos incluyen:

- 1. Malas prácticas de gestión** que generan rendimientos bajos, sobre todo debido a deficiencias en el uso de recursos relacionadas con el riego, los fertilizantes, la ganadería, la selección de cultivos, etc.
- 2. Rápido incremento de la demanda y del desperdicio de** alimentos debido al crecimiento demográfico, los ingresos más altos y la globalización.²
- 3. Los cambios en la dieta** promueven aún más la expansión agrícola ya que los consumidores demandan cada vez más alimentos cuya producción exige mucha tierra, especialmente los alimentos procesados y la carne.³
- 4. Los usos contrapuestos de la tierra** reducen la superficie disponible para la producción de alimentos,⁴ incluidos los relacionados con los servicios de la biodiversidad y los ecosistemas, la urbanización,⁵ las infraestructuras, el turismo, la energía, los biocombustibles⁶ y otros cultivos no alimentarios.
- 5. La apropiación de tierras** y el comercio virtual de recursos naturales menoscaban la seguridad alimentaria y nutricional, así como los derechos de los pequeños propietarios en comunidades pobres y vulnerables a la tenencia de tierras y los recursos.
- 6. El cambio climático**, que se prevé que reduzca los rendimientos de los cultivos en muchos países, lo que provocará una mayor inseguridad alimentaria.⁷

Estas y otras presiones están exprimiendo un recurso limitado que se precipita a sus límites. La escasez de tierras es ya motivo de gran preocupación⁸ y existe un creciente consenso de que no debemos tocar los bosques y pastizales que nos quedan para así conservar su biodiversidad, reservas de carbono y otros servicios ecosistémicos básicos. Algunos hablan de un «trilema» formado por alimentos, energía y medio ambiente: los alimentos y la energía compiten por la tierra, dañando aún más al medio ambiente.⁹ La maximización de la productividad de la tierra sin menoscabar los servicios ecosistémicos asociados, a menudo denominada «intensificación sostenible», es uno de los mayores desafíos del ^{siglo} XXI.

El Objetivo de Desarrollo Sostenible 2 aspira a «*poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible*», y el ODS 2.4 a «*garantizar la sostenibilidad de los sistemas de producción de alimentos y aplicar prácticas agrícolas resilientes que aumenten la productividad y la producción, contribuyan al mantenimiento de los ecosistemas, fortalezcan la capacidad de adaptación al cambio climático, los fenómenos meteorológicos extremos, las sequías, las inundaciones y otros desastres, y mejoren progresivamente la calidad de la tierra y el suelo*».

En 1996, la Cumbre Mundial sobre la Alimentación estableció que: «*La seguridad alimentaria existe cuando todas las personas tienen, en todo momento, acceso físico, social y económico a alimentos suficientes, inocuos y nutritivos que satisfagan sus necesidades energéticas diarias y preferencias alimentarias para llevar una vida activa y sana*».¹⁰ Lo que también supone que el suministro de alimentos es sostenible a largo plazo y que la agricultura no menoscaba la prestación de servicios ecosistémicos ni sobrepasa los límites ecológicos.



© Neil Palmer (CIAT).

Figura 7.2: Presiones contrapuestas sobre los recursos de la tierra



1. Malas prácticas de gestión

En las últimas décadas, las prácticas de gestión agrícola en los países desarrollados han priorizado la productividad a corto plazo por encima de la resiliencia y la sostenibilidad a largo plazo. La «revolución verde» de la década de 1970 fomentó variedades de cultivos de alto rendimiento, como el arroz, que se basaban en un mayor número de insumos, principalmente fertilizantes y pesticidas químicos. Aunque se ha conseguido un aumento de la producción de alimentos muy necesario, también se ha generado una acumulación de problemas a largo plazo relacionados con la salud del suelo, la salud humana, el aumento de plagas y enfermedades en los cultivos, la contaminación externa y la pérdida de diversidad genética. Al mismo tiempo, en algunas partes del mundo que no han adoptado prácticas modernas la agricultura sigue siendo ineficiente y, además, puede obstaculizar la sostenibilidad a largo plazo del sistema de producción de alimentos.

La agricultura itinerante o de tala y quema depende del desmonte y la quema de bosques o pastizales para crear espacios para los cultivos. Tras unos años de cultivo, la productividad del suelo baja y la presión de la maleza aumenta, lo que lleva a los agricultores a desmontar otras superficies. La agricultura itinerante puede ser sostenible si solo un pequeño porcentaje del paisaje (inferior al 5 por ciento) se desmonta y, después de un periodo dado, se abandona. Sin embargo, a medida que el número de agricultores sube y el espacio va escaseando, los ciclos son cada vez más frecuentes. Lo que puede llevar a una degradación más o menos definitiva de la tierra y a una frecuente transformación de los bosques en monte bajo o pastizales de baja productividad.¹¹ Del mismo modo, una carga ganadera que supera la capacidad de carga de la tierra da lugar al sobrepastoreo y reduce la salud de los pastizales.¹²

Aunque es difícil generalizar, parece que en las últimas décadas la agricultura en general se ha vuelto más productiva pero menos sostenible¹³ y ahora supera los límites del planeta en cuanto a agentes estresantes, como los niveles de nitrógeno en el ecosistema.¹⁴ Las malas prácticas de gestión no suelen estar motivadas por la ignorancia o la irresponsabilidad sino por presiones políticas, económicas y demográficas que no dejan mucha opción a los agricultores.

2. Demanda y desperdicio de alimentos

Cada vez hay más incertidumbres sobre la seguridad alimentaria, ya que es muy probable que en unos pocos años la demanda mundial de alimentos supere la oferta. Hoy por hoy, el mundo cuenta con tierras agrícolas más que suficientes para alimentar a su población. Sin embargo, ciertas cuestiones económicas y de distribución provocan que un gran número de personas siga sufriendo hambre y desnutrición. Si dichas cuestiones se mantienen en un futuro cercano, es probable que la demanda supere nuestra capacidad de aumentar la producción neta.¹⁵ Hay quienes sugieren que el mundo puede alimentar a 10 000 millones de personas con la actual área de tierras agrícolas.¹⁶ Otros argumentan que, incluso si el aumento anual de los rendimientos de los principales cultivos sigue las últimas tendencias, la producción de alimentos no alcanzará el incremento del 70 por ciento que se estima necesario para alimentar a 9 000 millones de personas en 2050.^{17,18,19} Además, debido al creciente consumo de proteínas animales, se prevé que la demanda de carne y de piensos para ganado basados en cultivos (especialmente cereales y soja) suba en casi un 50 por ciento para 2050.²⁰

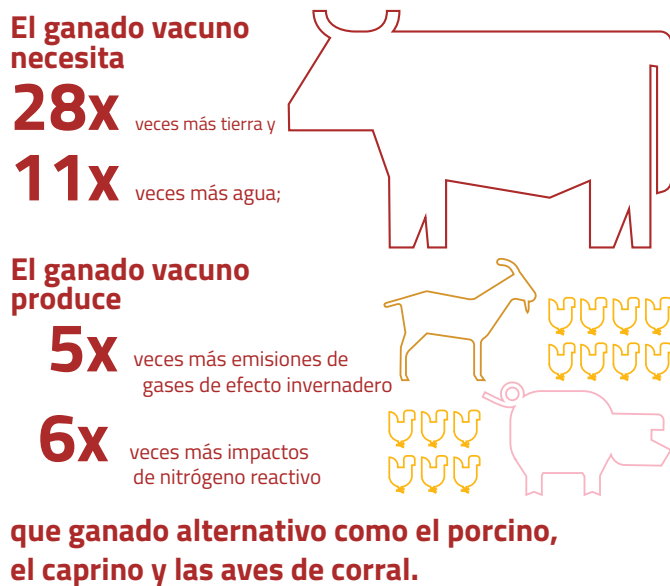


Figura 7.3: El caso de la carne de vacuno

Una razón por la que el mundo se enfrenta a presiones tan graves sobre los recursos de tierras son las alarmantes deficiencias en nuestra forma de producir y consumir alimentos. Se estima que un tercio de todos los alimentos producidos se desperdicia: el equivalente a 1,3 Gt de alimentos comestibles al año que se cultivan en 1400 millones de hectáreas de tierra (una superficie mayor que la de China). Esos desperdicios anuales de alimentos también incluyen el desperdicio de 250 km³ de agua y el derroche de 750 000 millones de dólares (el equivalente al PIB de Suiza), con una huella de carbono acumulada de 3,3 Gt anuales de CO₂ equivalente, lo que convierte al despilfarro de alimentos en el tercer mayor emisor después de Estados Unidos y China.²¹

La eliminación de los desperdicios de alimentos reduciría la necesidad prevista de aumentar la eficiencia de la producción de alimentos en un 60 por ciento para satisfacer las demandas previstas para 2050.²² Otros estudios han calculado pérdidas aún mayores y hablan del desperdicio de hasta la mitad de todos los alimentos producidos.²³ Los puntos conflictivos de desperdicio de alimentos incluyen las partes industrializadas de Asia, donde principalmente se desperdician cereales, frutas y verduras; Europa, frutas y hortalizas; y América Latina, frutas. Además, las regiones con una renta alta desperdician más de dos tercios de la carne que se produce.²⁴

Los impulsores del desperdicio de alimentos varían: en los países pobres, el principal factor es la falta de capacidad para almacenar y transportar alimentos en las primeras etapas del proceso, mientras que en los países ricos las causas más importantes son las decisiones por razones de marketing de los comercios minoristas, el despilfarro por parte de los consumidores y las deficiencias de la producción en masa hacia el final de la cadena de suministro de alimentos. En 2005, se estimó que entre el 25 y el 50 por ciento del valor económico total de

los alimentos se perdía en las etapas de transporte y almacenamiento debido a una reducción de la calidad.²⁵

La combinación de la falta de transporte refrigerado, las malas carreteras y las inclemencias del tiempo generan grandes cantidades de desperdicios de alimentos en muchos países tropicales. Por otro lado, el almacenamiento deficiente es un importante factor que contribuye al deterioro en muchos países de la antigua Unión Soviética, como Ucrania.²⁶ En China, alrededor del 8 por ciento del grano se pierde en la etapa de almacenamiento, el 2,6 por ciento en la elaboración y el 3 por ciento en la distribución; un total combinado anual de 35 millones de toneladas.²⁷ En muchos países desarrollados, los desperdicios de alimentos por parte de comercios y consumidores se ven exacerbados por el rechazo de las frutas y hortalizas deformadas o manchadas, pero perfectamente comestibles, las fechas de consumo preferente cortas y las ofertas de muchos productos que fomentan la sobrecompra. En los Estados Unidos, cada año se desperdician unos 70 millones de toneladas de alimentos comestibles.²⁸ Con casi 1000 millones de personas consideradas obesas, algunos piensan que hoy en día el consumo excesivo de alimentos también es una forma de desperdiciar comida.²⁹

3. Cambios en la dieta

La escasez de tierras y la inseguridad alimentaria se agravan debido a la creciente demanda de carne y otros alimentos de uso intensivo de la tierra, como los alimentos procesados con soja y aceite de palma, que son una manera ineficaz y poco saludable de atender las necesidades nutricionales humanas. El consumo mundial de carne prácticamente se ha duplicado desde la década de 1960³⁰ y su producción exige alrededor de cinco veces más tierra por unidad de valor nutricional que su equivalente en vegetales.³¹ En el último medio siglo, la producción de productos de origen animal ha protagonizado el cambio, la expansión y la intensificación del uso de las tierras agrícolas.³² Existen desproporciones similares con respecto al uso del agua: el uso medio de agua para el maíz, el trigo y el arroz descascarillado es de 900, 1300 y 3000 m³ por tonelada, respectivamente, mientras que para el pollo, el cerdo y la carne de vacuno es de 3900, 4900 y 15 500 m³ por tonelada.³³

La ineficiencia en el uso de recursos y la huella ambiental de la producción ganadera son dos factores menos preocupantes si los animales pastan siempre, o muy a menudo, en zonas de vegetación natural no aptas para la producción de cultivos. En muchos casos, el ganado ayuda a mantener el hábitat semi-natural y aporta valiosas proteínas.³⁴ Los costes en cuanto a pérdida de biodiversidad y de servicios ecosistémicos aumentan enormemente si los bosques se desmontan para crear pastizales, como es el caso de muchos de los nuevos pastizales de América Latina.³⁵ Si el ganado vive en lugares cerrados o en cercados y su alimentación se basa en piensos cultivados en otros lugares, la cantidad de tierra necesaria es incluso mayor. Si bien la producción de ganadería industrial puede ser una forma económicamente eficiente de producir grandes cantidades de productos de origen animal, es una manera

Cuadro 7.1: El caso de la carne de vacuno

De todo el ganado que se cría, la carne de vacuno es de lejos la más costosa en términos de ineficiencia e impactos en el uso de la tierra y contaminación, puesto que precisa muchos más recursos que otros tipos de ganado. En promedio, la carne de vacuno requiere 28 veces más tierra y 11 veces más agua de regadío; produce cinco veces más emisiones de gases de efecto invernadero y seis veces los impactos de nitrógeno reactivo que el ganado alternativo como los cerdos y las aves de corral.⁴² No hay mucho que discutir de que reducir el consumo de carne de vacuno tendría un impacto positivo inmediato tanto en materia de seguridad alimentaria como de emisiones de gases de efecto invernadero.⁴³

La ineficiencia en la producción de carne de vacuno también genera cambios directos en el uso de la tierra. En Queensland, Australia, los desmontes y quemas forestales principalmente para habilitar pastos para el ganado vacuno promediaban entre 300,000–700,000 hectáreas por año en la década de 1990,⁴⁴ hasta que en el año 2006 se prohibió realizar más desmontes. La prohibición redujo notablemente las pérdidas de bosques, pero se flexibilizó en 2013 por la oposición de los grupos ganaderos. Aparte de la pérdida de vegetación natural, el reinicio de los desmontes continúa reduciendo dramáticamente los servicios ecosistémicos en la región. Por ejemplo, el escurrimiento superficial ha aumentado un 40% debido a la deforestación. Según el último análisis de datos de satélite (2015–16) realizado por el Sistema de Inventario Nacional Australiano, la transformación de bosques primarios y maduros para otros usos de la tierra se ha reducido en un 90% desde los niveles registrados en 1990 y ahora se sitúa en unas 56.000 hectáreas. El grado de desmonte del bosque primario ha sido relativamente constante en los últimos años (independientemente de los cambios normativos). La mayor parte de la tala forestal –alrededor del 85% en 2015– está referida a nuevos desmontes (bosque secundario) de tierras previamente despejadas. Actualmente, la regeneración de los bosques secundarios está superando la actividad de re–tala –en 2015, en términos netos, hubo un incremento neto de 225,000 hectáreas de bosques secundarios en tierras previamente despejadas para pastoreo. Aunque más del 40% del terreno de cultivo de Queensland está dedicado a la producción de alimento para ganado, todavía se requieren piensos adicionales importados.⁴⁵

muy ineficiente de convertir la energía solar en alimentos densos en nutrientes para los seres humanos.

Cuando se combinan la cantidad de tierra utilizada para el pastoreo y los cultivos forrajeros, la producción pecuaria representa alrededor del 70 por ciento de las tierras agrícolas³⁶ y es quizás el factor principal de la pérdida de biodiversidad y de la reducción de los servicios de los ecosistemas. El uso de cultivos tradicionalmente consumidos solo por seres humanos para alimentar al

ganado, como cereales y legumbres, aumenta directamente los precios al consumidor, mina la seguridad de los alimentos locales y propicia indirectamente el cambio del uso de la tierra.³⁷

El mercado mundial de productos de origen animal está en auge. Entre 1967 y 2007, la producción de cerdo aumentó en un 294 por ciento, la de huevos en un 353 por ciento y la de carne de aves en un 711 por ciento, mientras que los costes relativos de estos productos disminuyeron en el mismo período.³⁸ Las predicciones respecto al África subsahariana indican que se triplicará el consumo de leche en 2050, particularmente en África oriental, y que el consumo de carne de aves de corral y cerdo y huevos puede multiplicarse por seis en África occidental y por cuatro en África meridional y oriental.³⁹ Junto con los cambios de dieta asociados a mayores ingresos, los cultivos de piensos baratos (especialmente de soja) han sido un factor enorme que contribuye al aumento de la producción de carne. Hoy en día, la mayoría de cerdos y aves de corral se mantienen en interiores y dependen únicamente de una alimentación rica en proteínas y productos farmacéuticos para mejorar su crecimiento,⁴⁰ lo que aumenta las preocupaciones por la sostenibilidad, el medio ambiente y el bienestar animal. En la actualidad, el 36 por ciento de las calorías producidas por los cultivos del mundo se desvían a la alimentación animal, y solo el 12 por ciento de esas calorías contribuyen en última instancia a la dieta humana como carne y otros productos animales. Este hecho implica que casi una tercera parte del valor total de los alimentos de la producción mundial de cultivos se pierde al «procesarla» en sistemas ganaderos ineficientes.⁴¹

La producción ganadera también es una de las causas principales del cambio climático, que produce alrededor de 7,1 Gt de CO₂-eq al año, o alrededor del 14,5 por ciento de las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero. La producción y el procesamiento de piensos, junto con la fermentación entérica generada por rumiantes (liberación de metano), son las dos principales fuentes de emisiones; la producción de carne de vacuno y leche de vaca aporta el 41 y el 20 por ciento de las emisiones del sector, respectivamente.⁴⁶ En la simulación de los efectos de los aumentos previstos en la producción ganadera se encontró que para 2050 las emisiones de gases de efecto invernadero provenientes de la producción de carne, leche y huevos podrían aumentar un 39 por ciento.⁴⁷ Actualmente, el consumo medio mundial de carne es de 100 gramos por persona y día; incluso reducirlo a 90 gramos por persona y día tendría un efecto significativo tanto en la salud humana como en las emisiones de GEI.⁴⁸

En las últimas cinco décadas, las dietas humanas han tendido a un mayor consumo de alimentos procesados, que son bajos en nutrientes esenciales y contienen un alto porcentaje de azúcares refinados, aceites, sal y grasas.⁴⁹ Los factores comunes que llevan a esta situación son los alimentos más procesados, el acceso a los alimentos más baratos y el marketing agresivo de algunos de los alimentos más insanos.⁵⁰ Los principales puntos de venta de alimentos basan sus ganancias en la venta de grandes cantidades de alimentos ricos en grasa y alto contenido en proteínas que,

Figura 7.4: Los cultivos globales (áreasombreada en verde) ocupan aproximadamente el 14% del terreno de la Tierra que no está cubierto de hielo⁶³



si se consumen con frecuencia, conducen a la obesidad,⁵¹ un problema que actualmente afecta a prácticamente todos los países del mundo.⁵² Sobre la base de los recientes cambios alimentarios anuales promedio y la contribución del aceite de palma y habas de soja a la producción y el consumo de aceite vegetal, este hecho llevará a la conversión de otras ~0,5 a 1,3 millones de hectáreas en plantaciones de palma aceitera y de ~5,0 a 9,3 millones de hectáreas en plantaciones de habas de soja en 2050.⁵³ Gran parte de esta expansión ocurrirá a expensas de los bosques tropicales, a menos que se apliquen normas estrictas de uso de la tierra e iniciativas de mercado para evitar la deforestación.⁵⁴

Existen costes significativos asociados a la expansión de las plantaciones de palma aceitera en los bosques tropicales de Indonesia. Esto a veces conlleva el drenaje de las turberas, que en consecuencia pueden incendiarse. Los riesgos para la salud derivados de la contaminación del aire son graves, especialmente en niños y personas mayores. Según el Banco Mundial, la interrupción de la actividad económica en 2015 costó a la economía indonesia unos 16 000 millones de dólares, más que el valor anual nacional añadido por el aceite de palma.⁵⁵ El drenaje de turbas genera una huella de carbono enorme: la reducción del nivel de agua en el sistema de praderas de turba de los Países Bajos es comparable a las emisiones medias de 2 millones de automóviles.⁵⁶

4. Usos competitivos de la tierra

La demanda de alimentos (que incluye más carne y alimentos procesados), el desarrollo urbano y de infraestructuras y los biocombustibles tendrán un efecto creciente en la disponibilidad total de la tierra. La superficie terrestre no cubierta de hielo se estima en 13 200 millones de hectáreas, de las cuales el 12 por ciento (1600 millones de hectáreas) actualmente se destina a la plantación de cultivos agrícolas, el 28 por ciento (3700 millones de ha) se encuentra bajo cubierta forestal y el 35 por ciento (4600 millones de hectáreas) está compuesto por pastizales y ecosistemas de bosques, gran parte de los cuales se usa para el pastoreo y equivale a por lo menos el doble de la tierra de cultivo.⁵⁷

El área global de tierra cultivada ha aumentado casi un 12 por ciento en las últimas décadas,⁵⁸ o 159 millones de hectáreas desde 1961, muchas de las cuales han sido convertidas a partir de ecosistemas naturales.⁵⁹ Las tierras de cultivo ocupan alrededor del 14 por ciento de la superficie total del planeta no cubierta de hielo, mientras que los pastos ocupan alrededor del 26 por ciento.⁶⁰ Alrededor del 44 por ciento del suelo agrícola del mundo se encuentra en tierras secas, principalmente en África y Asia, y suministra alrededor del 60 por ciento de la producción mundial de alimentos.⁶¹ La mayor parte de las tierras agrícolas nuevas provienen de la destrucción de bosques naturales; de 2010 a 2015, la superficie de los bosques tropicales disminuyó en 5,5 millones de hectáreas al año.⁶²

Las previsiones indican que será necesario convertir más tierras para satisfacer la demanda mundial de alimentos.⁶⁴ La futura expansión de las tierras de cultivo no se distribuirá de manera uniforme. Según una estimación, para 2050, el 55 por ciento de la expansión prevista ocurrirá en África y Oriente Medio, el 30 por ciento en América Latina y solo el 4 por ciento en Europa.⁶⁵ Los usos competitivos de la tierra con frecuencia suponen compensaciones entre las necesidades de producción (es decir, los servicios de abastecimiento) y las necesidades de la biodiversidad, los habitantes de bosques nativos y los servicios de apoyo y regulación que proporcionan los hábitats naturales.

La producción de alimentos es un factor crucial, particularmente de la pérdida de bosques tropicales,⁶⁶ donde los bosques eran la fuente primaria de tierras agrícolas nuevas a lo largo de los años ochenta y noventa,⁶⁷ y en la actualidad continúan convirtiéndose a pastos⁶⁸ y tierras de cultivo nuevas. Un análisis de los 11 frentes de deforestación más importantes halló que la agricultura era el motor principal de cambio, y habitualmente el mayor, en el uso de la tierra.⁶⁹ Además, el tipo de agricultura está cambiando de la agricultura campesina a pequeña escala a la ganadería y las plantaciones de monocultivo a gran escala.⁷⁰ La superficie plantada de habas de soja⁷¹ y

Cuadro 7.2: La rápida expansión del cultivo de soja

La soja o soya (*Glycine max*) es una leguminosa anual que se cultiva por su grano comestible. Durante las últimas décadas, la soja ha experimentado una expansión superior a la de cualquier otro cultivo mundial, lo que ha generado la transformación de bosques y otros importantes ecosistemas naturales. La soja es muy atractiva para la industria alimentaria ya que produce más proteínas por hectárea que cualquier otro cultivo importante⁹⁵ y se ha convertido en una pieza clave del suministro mundial de alimentos especialmente, en la producción de alimentos para ganado. En efecto, tres cuartas partes de la cosecha mundial se utiliza para pienso, principalmente para aves de corral y cerdos, especialmente en China.⁹⁶ La soja también se está convirtiendo en una fuente cada vez más importante de biocombustibles.⁹⁷

En los últimos 50 años, el área plantada con soja se ha multiplicado por diez, a más de 1 millón de kilómetros²: superficie total de Francia, Alemania, Bélgica y los Países Bajos juntos. Se espera que en 2016/17 se produzcan alrededor de 328 millones de

toneladas,⁹⁸ con la mayor parte de la producción procedente de Brasil, Estados Unidos, Argentina, China, India y Paraguay.⁹⁹ Como resultado de este auge global, millones de hectáreas de bosques, pastizales y sabana se han transformado directa o indirectamente.¹⁰⁰ El mayor crecimiento se ha registrado en Sudamérica, donde el área de tierra dedicada a la soja se incrementó de 17 millones de hectáreas en 1990 a 46 millones en 2010, principalmente en detrimento de los ecosistemas naturales. La transformación no siempre es directa; el terreno que primero se despeja para pastos para el ganado se utiliza después para plantar soja.¹⁰¹ Los cambios del uso del suelo también generan un notable malestar social. La producción de soja se ha relacionado con la expulsión y desplazamiento de comunidades indígenas en Argentina¹⁰² y Paraguay.¹⁰³ Y el auge está lejos de terminar: se estima que la producción de soja continuará creciendo, casi duplicándose para el año 2050,¹⁰⁴ esto sin contar su potencial para una mayor expansión debido a la demanda de biocombustibles.

palma aceitera⁷² ha aumentado radicalmente y los biocombustibles están comenzando a intensificar la competencia por las tierras escasas.⁷³ El crecimiento de la población urbana se correlaciona más estrechamente con la deforestación que el crecimiento de la población rural, lo cual señala el papel crucial que las demandas urbanas de alimentos y fibras tienen en el cambio de uso de la tierra para la agricultura.⁷⁴

La deforestación en América del Sur es impulsada principalmente por la agricultura comercial⁷⁵ y la ganadería a gran escala,⁷⁶ predominantemente bovina;⁷⁷ esta tendencia se ve alimentada por los precios bajos de los piensos,⁷⁸ dado que muchas granjas plantan hierbas exóticas africanas.⁷⁹ La expansión de la agricultura de plantación también es importante, especialmente para el pienso⁸⁰ y los biocombustibles,⁸¹ como la soja,⁸² el aceite de palma⁸³ y otros cultivos⁸⁴ cuya producción a menudo se relaciona con reasentamientos subvencionados.⁸⁵ También está ocurriendo un cambio indirecto en el uso de la tierra,⁸⁶ por ejemplo, cuando las habas de soja sustituyen al pasto,⁸⁷ lo que fuerza a ganaderos a desplazarse a áreas de bosque nuevas.⁸⁸ En África, la agricultura campesina y la tala de árboles para leña y producción de carbón vegetal siguen siendo los agentes predominantes del cambio, como en la cuenca del Congo,⁸⁹ donde se estima que el 90 por ciento de la madera recolectada es para combustible.⁹⁰ En el sur de África, el 80 por ciento de la agricultura es de pequeña escala,⁹¹ incluidos el reasentamiento en las zonas rurales de Angola después de los conflictos⁹² y el aumento de la producción de tabaco en Malawi.⁹³ También está habiendo un crecimiento en los cultivos de plantaciones y biocombustibles para el mercado de exportación, especialmente en Mozambique.⁹⁴

En Asia, la agricultura de plantación, a menudo precedida por la tala, es el principal impulsor de cambio en el uso de la tierra, aunque existen grandes diferencias regionales. La conversión para palma aceitera es la mayor causa de deforestación en toda Indonesia,¹⁰⁵ donde algunas áreas aún están en expansión,¹⁰⁶ y las plantaciones de caucho también aumentan.¹⁰⁷ La conversión de bosques primarios y secundarios para cultivos alimentarios y no alimentarios, que incluyen azúcar, arroz, caucho,¹⁰⁸

Figura 7.5: La nueva competencia por la tierra, interacciones y observaciones: Adaptado de¹³⁴





© CIMMYT / P. Lowe

y biocombustibles¹⁰⁹, cada vez es más frecuente en la cuenca del Mekong. Los cambios políticos en Myanmar alimentan rápidamente el cambio en el uso de la tierra,¹¹⁰ donde más de 2 millones de hectáreas de bosques se destinan a la conversión a la agricultura.¹¹¹ Por el contrario, mientras las plantaciones emergen en Papúa Nueva Guinea,¹¹² la agricultura a pequeña escala sigue siendo el principal impulsor de cambio en el uso de la tierra.

La expansión de las tierras agrícolas en muchos países en desarrollo solo ha llevado a aumentos marginales en la producción ganadera. Los sistemas ganaderos en estas situaciones suelen ser de bajos ingresos y relativamente ineficientes y la productividad a menudo se reduce aún más por la degradación de la tierra y del suelo.¹¹³

Los retos asociados con los combustibles fósiles, que incluyen tanto su naturaleza finita como su papel central en el cambio climático, han estimulado la búsqueda de fuentes alternativas de energía. Los bosques naturales y las plantaciones de madera suministran biomasa que se puede procesar para su uso en estufas domésticas, plantas combinadas de calor y electricidad, así como materia prima para combustibles líquidos;¹¹⁴ se estima que el potencial de procesamiento de residuos y tala es de 2400 millones m³ al año a nivel mundial.¹¹⁵ Los cultivos, como la soja y el aceite de palma, se transforman cada vez más en combustibles, lo cual reduce su disponibilidad como

alimentos. Las calorías de los cultivos utilizados para la producción de biocombustibles aumentaron del 1 al 4 por ciento entre 2000 y 2010.¹¹⁶ En Argentina, la producción de biodiesel de soja alcanzó los 2,7 millones de toneladas en 2016, un 50 por ciento más que el año anterior. Argentina espera reanudar las exportaciones de soja a Europa después de una sentencia judicial que puso fin a los derechos antidumping,¹¹⁷ y se prevé que el aceite de soja suministrará alrededor del 10 por ciento de la producción de biocombustibles de la Unión Europea para 2020.¹¹⁸

Los defensores de las alternativas energéticas de origen vegetal afirman que si se pudiera aumentar aún más la eficiencia de los sistemas alimentarios, sería posible una producción sustancial de biocombustibles sin afectar a la seguridad alimentaria.¹¹⁹ Esta afirmación se basa en el supuesto de que los cultivos de biocombustibles se cultivarán principalmente en tierras degradadas, en tierras no aptas para la agricultura y en tierras facilitadas por la intensificación de la producción ganadera y, por tanto, «se liberaría» la tierra.¹²⁰ Sin embargo, en la práctica, hoy en día la mayoría de los cultivos de biocombustibles se cultivan en suelos fértiles, generalmente con graves impactos sociales y ambientales negativos, que amenazan con bloquear algunas de las mejores tierras agrícolas para la producción de energía.¹²¹ Otras preocupaciones se centran en la cantidad de bosque natural desbrozado para los biocombustibles,¹²² que

incluye el cambio indirecto del uso de la tierra;¹²³ la pérdida de biodiversidad;¹²⁴ los efectos a largo plazo de las plantaciones de árboles en los suelos y la hidrología;¹²⁵ los efectos de la intensificación de la producción agrícola mediante el uso de agroquímicos;¹²⁶ las consecuencias sociales de un aumento rápido de los biocombustibles¹²⁷ y el potencial del aumento de la desigualdad;¹²⁸ así como el efecto sobre el equilibrio global del carbono.

Aunque en teoría un sistema de energía de biocombustible de alta eficacia podría ayudar a reducir las emisiones de dióxido de carbono, el desbroce de la vegetación natural puede dar lugar a un pulso de carbono que puede tardar décadas en recuperarse. Por ejemplo, se necesitarían unos 420 años de producción de biocombustibles para reemplazar el carbono perdido por el desbroce de los bosques de turberas,¹²⁹ lo cual agravaría los efectos sobre la biodiversidad y el clima.¹³⁰ Un cambio sustancial en los biocombustibles fácilmente podría tener consecuencias climáticas negativas a causa del cambio de uso de la tierra y la intensificación agrícola.¹³¹ La expansión de los biocombustibles en los ecosistemas tropicales productivos siempre conducirá a emisiones netas de carbono durante décadas o siglos, mientras que el aumento de la producción de biocombustibles en tierras agrícolas degradadas o abandonadas podría ofrecer una reducción neta casi inmediata de las emisiones de carbono.¹³² Están empezando a emerger directrices sobre prácticas sostenibles de producción,¹³³ si bien la cuestión de cuánta tierra se puede utilizar de manera sostenible para los biocombustibles sigue siendo polémica y cada vez se reconocen más los efectos negativos potenciales.

5. Acaparamiento de tierras y comercio de tierras virtuales

A medida que la tierra se agota, los pequeños agricultores pobres suelen salir perdiendo, ya que otros actores más poderosos obtienen el control sobre una mayor proporción de la tierra que queda. Los «acaparadores de tierras» son un fenómeno creciente en América Central y del Sur, África y Asia sudoriental. El término hace referencia a la adquisición, por intereses externos, de los derechos de recolección de madera o el establecimiento de granjas comerciales, plantaciones o explotaciones ganaderas a gran escala en tierras donde la tenencia ha sido históricamente comunal o consuetudinaria.¹³⁵ No se conoce el tamaño exacto y el número de apropiaciones de tierras globales, ya que muchas transacciones se realizan sin aviso público y contra la voluntad de la población local.¹³⁶ Las apropiaciones de tierras aumentan las tensiones y el potencial de conflicto en las comunidades y entre los grupos afectados y los gobiernos que facilitan el proceso.¹³⁷

Aumenta la preocupación por los efectos de estas adquisiciones a gran escala en la seguridad alimentaria, la hidrología, el cambio en el uso de la tierra,¹³⁸ lo que incluye la deforestación,¹³⁹ y las pérdidas

en oportunidades de empleo rural.¹⁴⁰ Aunque las apropiaciones de tierras aún representan una pequeña proporción del total de tierras agrícolas, tienden a controlar las tierras más productivas, que normalmente cuentan con la infraestructura y las conexiones de transporte más avanzadas.¹⁴¹ En el capítulo 5 se incluye un análisis más completo del acaparamiento de tierras y la seguridad de la tenencia.

Cuando un gobierno lleva a cabo grandes programas de reasentamiento o desplaza a comunidades para proyectos de desarrollo, los resultados pueden ser los mismos que un acaparamiento de tierras. En los pastizales de Mongolia Interior y Tíbet, los gobiernos han reasentado activamente a los pastores y poblaciones rurales en ciudades u otras zonas rurales para liberar tierras que se han destinado a proyectos de desarrollo, citando a menudo el pastoreo excesivo como una razón, con resultados mixtos en términos de bienestar.¹⁴² El proyecto de la presa de las Tres Gargantas en China, terminado en 2012, inundó 600 km² de tierra y desplazó a unos 1,3 millones de personas, que se trasladaron a otras zonas rurales y centros urbanos en la misma región, así como a otras provincias de China.¹⁴³

Alrededor de una quinta parte de la superficie de los cultivos mundiales, y su uso asociado, genera productos agrícolas que se consumen en el extranjero. La demanda de exportación es uno de los principales impulsores de la expansión de tierras de cultivo.¹⁴⁴ La separación física de la producción y el consumo tiene implicaciones tanto para los países exportadores como para los importadores. Las cargas ambientales asociadas a la producción de alimentos se desplazan desproporcionadamente a las regiones productoras de exportación, lo que socava su seguridad alimentaria a largo plazo, mientras que las naciones importadoras a su vez dependen progresivamente de los recursos terrestres extranjeros, como el suelo y el agua.

«Tierra virtual» es un término utilizado para caracterizar los aspectos subyacentes del comercio internacional de productos alimenticios que compensan la falta de tierra productiva en el país importador, es decir, el área de tierra y los recursos necesarios para el cultivo de los alimentos importados.¹⁴⁵ El comercio en tierras virtuales ofrece a quienes tienen gran poder económico la capacidad de explotar los recursos de tierras de otros países para producir sus importaciones de alimentos y biocombustibles, un fenómeno que ha alimentado aún más el acaparamiento de tierras. Al igual que con otros aspectos de la globalización, el crecimiento de este tipo de comercio implica que el equilibrio de poder puede cambiar radicalmente en relativamente poco tiempo. En 1986, la importación de tierras virtuales de China fue de 4,4 millones de hectáreas, pero en 2009 había aumentado a 28,9 millones de hectáreas, principalmente de América del Norte y del Sur.¹⁴⁶ Del mismo modo, la Unión Europea requiere un 43 por ciento más de tierras agrícolas que las disponibles en la propia UE para satisfacer sus necesidades alimentarias.¹⁴⁷

Como resultado del cambio climático la agricultura presenta grandes desafíos y al mismo tiempo, es también una fuente importante de gases de efecto invernadero que están causando dicho cambio climático.

6. Cambio climático

Como resultado del cambio climático, la agricultura presenta grandes desafíos y, al mismo tiempo, es también una fuente importante de gases de efecto invernadero que causan dicho cambio climático.¹⁴⁸ Este hecho incorpora dos factores complicados a las predicciones sobre la seguridad alimentaria: 1) los cambios a largo plazo en el clima promedio están trasladando gradualmente las áreas óptimas para que los cultivos específicos se desarrollen, y 2) un aumento de fenómenos climáticos extremos está reduciendo la seguridad alimentaria a causa de lluvias o cambios de temperatura¹⁴⁹ y el aumento de enfermedades de las plantas,¹⁵⁰ enfermedades del ganado¹⁵¹ y ataques de plagas.¹⁵²

La mayoría de las predicciones indican que el cambio climático reducirá la seguridad alimentaria¹⁵³ y aumentará el número de personas malnutridas en el futuro.¹⁵⁴ El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) encuentra más efectos negativos que positivos, y pronostica riesgos graves para la seguridad alimentaria, especialmente en los trópicos, donde las temperaturas promedio tienden a aumentar 3–4 °C. Como resultado, los precios de los alimentos aumentarán vertiginosamente y las malas hierbas se volverán más problemáticas, pues el aumento de los niveles de dióxido de carbono reducirá la eficacia de algunos herbicidas.¹⁵⁵

Por otra parte, el IPCC concluye que: «En escenarios de altos niveles de calentamiento, que conducen a incrementos de la temperatura media local de 3–4 °C o más, los modelos que se basan en los sistemas agrícolas actuales apuntan a grandes efectos negativos sobre la productividad agrícola y riesgos sustanciales para la producción de alimentos y seguridad mundial (confianza media). Dichos riesgos serán mayores para los países tropicales, dados los mayores efectos en estas regiones, que van más allá de la capacidad de adaptación prevista, y mayores tasas de pobreza en comparación con las regiones templadas».

Es probable que el cambio climático tenga efectos variables en los rendimientos de regadíos y que los del sur de Asia experimenten reducciones especialmente grandes. Según una predicción, la disponibilidad de calorías en 2050 podría disminuir respecto de 2000 en todo el mundo en desarrollo, por lo que la malnutrición infantil aumentaría un 20 por ciento.¹⁵⁶ Sin embargo, las predicciones sobre la agricultura y el clima son difíciles: los efectos en los sistemas alimentarios serán complejos, variarán geográfica y temporalmente, y estarán fuertemente influenciados por las condiciones socioeconómicas. La mayoría de los estudios se centran en la disponibilidad, mientras que los problemas relacionados con la estabilidad de la oferta, la distribución y el acceso pueden verse afectados por los cambios climáticos.¹⁵⁷ Es probable que los productores y consumidores de bajos ingresos sean los más afectados debido a la falta de recursos para invertir en medidas de adaptación y diversificación para afrontar los aumentos de precios.¹⁵⁸

Cuadro 7.3: Impactos de la gestión del suelo en las comunidades marinas

La Gran Barrera de Coral, frente a la costa de Queensland, Australia, es el arrecife de coral más grande del mundo, declarado Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO, y una atracción turística de enorme valor económico. Investigaciones han estimado que la más amplia contribución de valor económico agregado generada por la cuenca del Arrecife aportó en 2012 a la economía de Australia en general, USD 4,400 millones, con poco menos del equivalente a 69,000 empleados trabajando a tiempo completo. Alrededor del 90% de la actividad económica directa provino del turismo.¹⁸⁴ Sin embargo, en las últimas dos décadas los corales vivos del arrecife han disminuido casi un 50%. La contaminación agrícola es un factor clave, incluyendo el exceso de nitrógeno y fósforo que llega a partes costeras del arrecife,¹⁸⁵ los sedimentos en suspensión por la erosión de zonas ganaderas, y los herbicidas.¹⁸⁶ A esto hay que sumar el hecho de que estamos ante una de las tasas de deforestación más altas del mundo debido a la tala forestal para la habilitación de zonas de pasto, otro importante factor que contribuye a la contaminación con sedimentos.¹⁸⁷ Estos problemas están cada vez más presentes en todo el mundo. En el Golfo de México, una «zona muerta» creada por el exceso de escorrentía agrícola cubría 13,080 km² en 2014.¹⁸⁸ Se han identificado alrededor de 30 puntos de acceso a espacio muerto, principalmente en Europa y Asia, siendo las más significativas las de Mississippi, Ganges, Mekong, Po, Río de las Perlas, Volga, Rin y Danubio.¹⁸⁹

Los gases de efecto invernadero se liberan en casi todas las etapas del ciclo agrícola. Según el informe del IPCC de 2014, los sectores de agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU) son responsables de poco menos de una cuarta parte de las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero, que en gran parte se deben a la deforestación, las emisiones pecuarias y la gestión del suelo y los nutrientes (evidencia sólida, alto acuerdo).¹⁵⁹ Las emisiones de AFOLU se han duplicado en los últimos cincuenta años y podrían aumentar otro 30 por ciento para 2050.¹⁶⁰ La producción agrícola y ganadera recientemente ha superado el cambio de uso de la tierra y la deforestación en cuanto al nivel de las emisiones de gases de efecto invernadero, que ahora representan el 11,2 por ciento del total.¹⁶¹ Los efectos del cambio climático de la expansión de las tierras de cultivo en los ecosistemas naturales varían notablemente en todo el mundo. Por cada unidad de terreno desbrozada, los trópicos pierden casi el doble de carbono y producen menos de la mitad del rendimiento anual de las cosechas que las regiones templadas, lo que incrementa la necesidad de aumentar los rendimientos de las tierras de cultivo actuales en lugar de desbrozar áreas nuevas.¹⁶² Un análisis reciente ha estimado que el sector ganadero es responsable del 39 por ciento de las emisiones antropogénicas de metano y del 65 por ciento de las emisiones antropogénicas de óxido nitroso.¹⁶³ Los AFOLU también son sumideros



de carbono que pueden aumentar su capacidad de retención mediante la conservación, restauración y prácticas sostenibles de gestión de tierras que aumentan las reservas de carbono orgánico.¹⁶⁴

ASPECTOS DEL SISTEMA ALIMENTARIO MODERNO

Hasta la fecha, los esfuerzos para afrontar una inminente crisis de tierras se han centrado en la intensificación: producir más alimentos por hectárea de tierra mediante el aumento de los rendimientos, las frecuencias de cultivo y la intensificación de la producción ganadera mediante alimentación complementaria, programas de cría y alojamiento interior controlado.¹⁶⁵ La «revolución verde»¹⁶⁶ promovió variedades mejoradas de cultivos con la ayuda de fertilizantes químicos y una gama de pesticidas y herbicidas; un resultado no planificado fue la consolidación de una unidad agrícola y monocultivos industriales más grandes.

En general, estos cambios han aumentado la productividad neta, han bajado los precios de los alimentos y han ayudado a reducir la desnutrición infantil en los países pobres desde los años sesenta.¹⁶⁷ Los aumentos han sido mayores en los cultivos más comunes (por ejemplo, cereales, oleaginosas, frutas y hortalizas), con incrementos que se estiman en un 47 por ciento entre 1985 y 2005 gracias a variedades de mayor rendimiento, menos malas cosechas y cultivos anuales múltiples. La producción agrícola promedio mundial aumentó un 28 por ciento en los 174 cultivos relevantes que se evaluaron.¹⁶⁸ Las tierras de cultivo solo aumentaron un 2,4 por ciento en el mismo período,¹⁶⁹ lo que implica una mayor producción por hectárea. Más a fondo, la agricultura se fue centralizando

cada vez más y había un pequeño grupo de corporaciones multinacionales que controlaban prácticamente todos los aspectos de la producción de alimentos: desde las semillas, los materiales genéticos, la maquinaria y los agroquímicos hasta la producción agrícola y el transporte, el procesamiento y la comercialización de alimentos. Las distancias en el transporte de alimentos han aumentado radicalmente al igual que los insumos y la energía utilizados en la agricultura.

El impulso en la producción y los beneficios se ha igualado con una acumulación constante de efectos secundarios y un número creciente de «necesitados» que están abandonados y continúan sufriendo desnutrición. Las desventajas de la agricultura moderna se reconocen desde hace medio siglo, cuando Rachel Carson escribió sobre el efecto de los pesticidas en el medio ambiente,¹⁷⁰ y Susan George identificó los efectos secundarios involuntarios de la «revolución verde»,¹⁷¹ que incluían:

- contaminación por productos agroquímicos como fertilizantes de nitrato y fosfato, herbicidas y pesticidas;
- irrigación y salinización que conducen a la degradación de la tierra y del suelo;
- enfermedades de cultivos, plagas invasoras y enfermedades, así como pérdida de diversidad genética que afectan a la seguridad alimentaria;
- la degradación del suelo y la tierra en una zona en crecimiento del planeta;
- kilometraje de alimentos y la distancia creciente en el transporte de alimentos;
- salud humana y nutrición con la hambruna y la obesidad como desafíos inversos;
- selección de cosechas y cultivos modificados genéticamente

1. Contaminación por agroquímicos

Los métodos modernos de producción de alimentos se basan en la capacidad de añadir suficientes nutrientes, principalmente nitrato, fosfato y potasio (que suelen denominarse como NPK) al suelo para fomentar el crecimiento de las plantas y aumentar los rendimientos. Los tres conllevan una serie de impactos ambientales negativos, algunos de los cuales todavía no se comprenden plenamente.

Aunque los fertilizantes han conseguido incrementar los rendimientos de los cultivos, la ineficiencia en su aplicación da lugar a un importante daño en el medio ambiente global, generando contaminación del aire y el agua, daños al ecosistema y riesgos para la salud humana:¹⁷³ se estima que en algunos casos se abusa del uso de fertilizantes en un 30–60%.¹⁷⁴ La lixiviación de las zonas agrícolas acarrea nitratos y fosfatos que contaminan la superficie y las provisiones de aguas subterráneas; el exceso de nutrientes promueve el rápido crecimiento de algas y, cuando mueren, la pérdida de oxígeno cuando la materia vegetal se descompone. Este proceso, llamado eutrofización, mata peces y otras especies acuáticas. Hace tiempo que las floraciones de algas representan un serio problema ambiental en lagos y ríos, y cada vez más en aguas marinas donde crean zonas muertas, es decir, agua sin oxígeno resultante de un enriquecimiento excesivo de nitrógeno y fósforo. El número de casos denunciados de zonas costeras muertas se ha duplicado en cada una de las cuatro últimas décadas; actualmente hay más de 500 identificadas.¹⁷⁵ El óxido nitroso es un gas de efecto invernadero cada vez más importante cuyas emisiones provienen principalmente de la agricultura.¹⁷⁶ El nitrógeno excesivo presente en aire y agua se ha relacionado con trastornos respiratorios, enfermedades cardíacas y varios tipos de cáncer.¹⁷⁷ Los niveles elevados de nitrato en el agua y los vegetales¹⁷⁸ también pueden ser un factor contribuyente¹⁷⁹ al aumento del riesgo de metahemoglobinemia (síndrome del bebé azul) tanto en regiones agrícolas templadas como tropicales¹⁸⁰.

El uso mundial de fertilizantes sigue acelerándose rápidamente y es probable que supere los 200 millones de toneladas al año para 2018, aproximadamente un 25% más que en 2008.¹⁸¹ El nitrógeno reactivo añadido a la biosfera por la acción humana ya supera el generado por los procesos naturales.¹⁸² Siendo aún relativamente bajo en África, el uso de fertilizantes nitrogenados está aumentando en todas partes; el este y el sudeste asiático juntos concentran el 60% del uso total.¹⁸³

La estrecha base genética de los monocultivos crea condiciones ideales para el desarrollo de especies no deseadas, exponiendo la agricultura a ataques de una multitud de invertebrados, plagas y enfermedades fúngicas que la mayoría de los agricultores controlan usando pesticidas. El uso de pesticidas está extendiéndose rápidamente; su valor en 2015 se estimó en 65.300 millones de dólares y se prevé que continúe creciendo aproximadamente un 6% al año hasta 2020.

¿Sabías que los agricultores de trigo británicos suelen tratar cada cosecha durante el ciclo de crecimiento con cuatro fungicidas, tres herbicidas, un insecticida y un producto químico para controlar los moluscos? Compran semillas previamente recubiertas con productos químicos contra insectos. Rocían la tierra con el herbicida antes y después de la plantación. Emplean reguladores químicos de crecimiento que alteran el equilibrio de las hormonas de la planta para controlar la altura y la fuerza del tallo del grano. Pulverizan para evitar pulgones y moho. Y luego, justo antes de la cosecha, suelen rociar nuevamente con el herbicida glifosato para secar el cultivo, ahorrándose los costos de energía del secado mecánico.¹⁷²

Cada vez existen más evidencias de que se han subestimado las repercusiones ambientales negativas de los pesticidas, particularmente en los trópicos.¹⁹⁰ Existe una gran preocupación por la disminución de las poblaciones de insectos a nivel mundial (es decir, no sólo de las especies plaga), incluidos los impactos catastróficos para las abejas melíferas y los polinizadores silvestres, con las consecuentes repercusiones económicas.¹⁹¹ Dos informes recientes han resumido más de mil estudios independientes revisados por expertos. Ambos concluyen que los neonicotinoides y otros insecticidas sistémicos tienen graves impactos negativos en los polinizadores y otros invertebrados terrestres y acuáticos, anfibios y aves, además de causar daños significativos al funcionamiento y servicios del ecosistema.^{192, 193} La significativa pérdida de biodiversidad¹⁹⁴ se está vinculando con el uso creciente de insecticidas,¹⁹⁵ fungicidas¹⁹⁶ y herbicidas,¹⁹⁷ a menudo en combinación con otros aspectos de la agricultura moderna. Las especies ni siquiera están a salvo en las áreas protegidas porque muchos pesticidas se propagan más allá del lugar donde se han aplicado.¹⁹⁸ Estas observaciones nos ayudan a explicar por qué la biodiversidad sigue disminuyendo en los paisajes agrícolas, incluso en Europa, donde la pérdida de hábitat y la presión de la caza furtiva se han reducido y donde se ha invertido en programas destinados a aumentar la vida silvestre en los paisajes agrícolas.¹⁹⁹ Muchos de estos efectos, incluido el impacto de las mezclas de pesticidas en la salud humana, se han estudiado muy poco.²⁰⁰ Sin embargo, es probable que acarreen unos costes elevados en cuanto a su impacto tanto en la salud humana como en los servicios de los ecosistemas.²⁰¹ Por ejemplo, se estima que el valor económico total de la polinización en todo el mundo asciende a 165.000 millones de dólares anuales.²⁰² En algunas partes de China los agricultores polinizan las plantas manualmente debido a la desaparición de insectos polinizadores.²⁰³

Los métodos modernos de agricultura también dependen mucho de los herbicidas para controlar las malas hierbas. La ingeniería genética se está aplicando cada vez más para que los cultivos toleren mejor los herbicidas. Actualmente, estos cultivos genéticamente modificados (GM) y resistentes a los herbicidas representan el 56% del uso total de glifosato,²⁰⁴ y el aumento de la tolerancia a los herbicidas significa que

Cuadro 7.4: Estimaciones de las pérdidas económicas causadas por la degradación de la tierra²²⁹

Las estimaciones de los costos globales de la degradación de la tierra presentan grandes variaciones.²³⁰ Los métodos de valoración difieren mucho, yendo desde enfoques simplistas que utilizan datos de uso y cobertura de la tierra como indicador de los servicios ecosistémicos a métodos que integran una gama de variables espaciales que son validadas comparándolas con datos primarios para obtener modelos de servicios ecosistémicos y funciones de mayor valor.

A nivel mundial, los costos anuales estimados de degradación de la tierra oscilan de 18.000 millones²³¹ a 20 mil millones de dólares.²³² Según la Iniciativa Economía de la Degradación de la Tierra («ELD»), por sus siglas en inglés, la pérdida de servicios ecosistémicos generada por la degradación de la tierra cuesta entre 6,3 y 10,6 mil millones de dólares al año, equivalente al 10–17% del PIB mundial.²³³ Estos costos se distribuyen de manera desigual, con impactos negativos que afectan principalmente a las comunidades locales y a la población rural pobre. El costo global anual de la degradación de la tierra generada por el cambio en el uso de la tierra y la reducción de la productividad de las tierras de cultivo y los pastos se ha estimado en más o menos USD 300.000 millones de dólares; la mayoría de los costos los cubren quienes se benefician de los servicios ecosistémicos, es decir, los agricultores.²³⁴

La Iniciativa «ELD» estimó el valor futuro de los servicios ecosistémicos²³⁵ considerando diferentes escenarios futuros.²³⁶ Tanto un futuro dominado por la economía neoliberal de libre mercado como uno con altos niveles de proteccionismo conducen a pérdidas dramáticas del valor de los servicios ecosistémicos estimadas en 36,4 y 51,6 mil millones de dólares al año, respectivamente. En condiciones de crecimiento económico continuo, pero en base a suposiciones sobre la necesidad de intervención gubernamental y unas políticas territoriales efectivas, se registraba un aumento relativamente pequeño del valor de los servicios ecosistémicos de 3,2 mil millones de dólares por año. Por último, al amparo de futuras políticas transformadoras que superan los límites del crecimiento convencional del PIB y se centran en el bienestar ambiental y social así como en la sostenibilidad, el valor aumentó en 39,2 mil millones de dólares por año. Estos resultados sugieren la necesidad de fomentar acciones políticas adecuadas para mantener el valor socioeconómico de la tierra.²³⁷

Ciertos estudios nacionales reflejan los resultados globales al estimar los altos costos de la degradación. Por ejemplo, en Tanzania y Malawi los costos anuales de la degradación suponen, respectivamente, 2500 y 300 millones de dólares, aproximadamente el 15 y 10% de su PIB. Por su parte, en Asia Central los costos anuales de la degradación en Kazajistán, Kirguistán, Tayikistán, Turkmenistán y Uzbekistán se estiman en 6000 millones de dólares.²³⁸

probablemente los agricultores aumenten la cantidad aplicada.²⁰⁵ Herbicidas como el glifosato y la atrazina están sometidos a un control continuo en cuanto a sus efectos en la salud y el medio ambiente, y la prohibición del glifosato está siendo objeto de debate en la Unión Europea. En los países en desarrollo, el bajo nivel de alfabetización, la pobreza y las condiciones imperantes de uso de pesticidas continúan suponiendo grandes riesgos para los agricultores, los trabajadores, sus familias, los consumidores y el medio ambiente. Desde 2006, los organismos de las Naciones Unidas han identificado la necesidad de que las partes interesadas adopten medidas para reducir los riesgos asociados con el uso de Plaguicidas Altamente Peligrosos, incluidas las eliminaciones graduales.²⁰⁶ Los responsables políticos a menudo suponen que los niveles actuales o incluso mayores de uso de plaguicidas son esenciales para garantizar la seguridad alimentaria. El último informe del Relator Especial de las Naciones Unidas sobre el derecho a la alimentación cuestiona esta suposición y resalta la necesidad de un tratado mundial que rijan el uso de pesticidas.²⁰⁷

Los efectos secundarios perjudiciales del uso de pesticidas también conllevan un coste económico importante que suele ignorarse. Por ejemplo, ONU Medio Ambiente estima que entre 2005 y 2020 el costo acumulado de enfermedades y lesiones relacionadas con los pesticidas en la agricultura a pequeña escala en el África Subsahariana podría alcanzar los 90.000 millones de dólares si no se toman medidas para controlar los pesticidas peligrosos y las malas prácticas.²⁰⁸

2. Riego y salinización

La salinización implica la acumulación en el suelo de sales solubles en agua, lo que tiene un impacto negativo en la salud y la productividad de la tierra. La mayoría de los países presentan suelos afectados por la salinización, aunque son más comunes en tierras secas. La salinización dificulta la germinación y finalmente merma la capacidad del suelo para ofrecer apoyo al crecimiento de la planta.

Las pérdidas agrícolas ocasionadas por la salinización no están bien documentadas, pero se calcula que al menos el 20% de las tierras de regadío están afectadas por este proceso, aunque algunas estimaciones establecen un porcentaje mucho mayor.²⁰⁹ Los investigadores sugieren que la mitad de la tierra cultivable podrá verse afectada para el año 2050.²¹⁰ Se estima que la salinización afecta a 2,7 millones de hectáreas de campos de arrozales del mundo.²¹³





Figura 7.6: El triple efecto de pérdida de diversidad, nuevas enfermedades emergentes en cultivos y ganado, y cambio climático

Aparte de su impacto directo en la producción agrícola y la seguridad alimentaria, la salinización también afecta a los acuíferos subterráneos. Cuando la cantidad de agua que llega a los acuíferos es mayor que el flujo de salida, la capa freática aumenta y transporta sales a la superficie del suelo,²¹⁴ lo que merma la futura capacidad de riego y pone en peligro los suministros de agua potable doméstica.²¹⁵ La salinidad es difícil de revertir y a menudo suele dar lugar a una degradación de la tierra a largo plazo. Como las áreas irrigadas se encuentran entre las tierras más productivas, los llamados graneros, la salinización está perjudicando la seguridad alimentaria y el suministro de agua a nivel global (véase también el Capítulo 8).

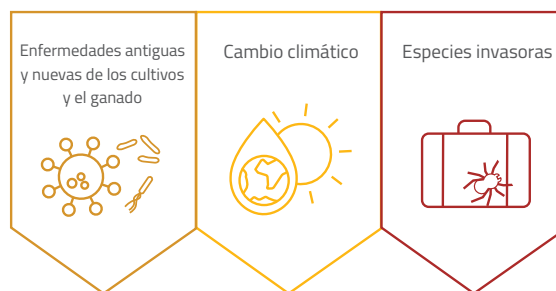
3. Enfermedades de los cultivos, enfermedades y plagas invasoras, y pérdida de diversidad genética

Las enfermedades de los cultivos han sido un problema para los agricultores a lo largo de la historia. Hoy en día, el aumento del movimiento de cultivos por todo el mundo crea problemas adicionales, generando la propagación de plagas y enfermedades no nativas así como la creación de nuevos retos para aumentar la producción de alimentos. Al mismo tiempo, el cambio climático está generando nuevas dificultades para muchas especies, mientras que la reducción significativa de la diversidad genética dentro de los cultivos está reduciendo su capacidad de adaptarse a las presiones emergentes.

El desarrollo de variedades de cultivos de alto rendimiento y la creciente intensificación de la ganadería basada en poblaciones genéticas seleccionadas han reducido drásticamente la diversidad. Se estima que en el último siglo se ha perdido alrededor del 75% de la diversidad genética de los cultivos al sustituir variedades tradicionales por variedades de cultivos uniformes.²¹⁶ Si bien estas últimas suelen ser más productivas, su variación genética más estrecha dificulta la adaptación. Un estudio ha puesto de manifiesto que el 97% de las variedades de cultivos que figuran en los antiguos registros del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, han desaparecido.²¹⁷ De manera similar, en Alemania se ha perdido cerca del 90% de la diversidad histórica de cultivos, mientras que en el sur de Italia ha desaparecido aproximadamente el 75% de las variedades de cultivos.²¹⁸ Además, muchos parientes silvestres de cultivos, importantes recursos genéticos para la reproducción, también están disminuyendo o se encuentran amenazados,²¹⁹ y alrededor del 70% de importantes especies de parientes silvestres de cultivos necesitan protección.²²⁰ Dichas pérdidas reducen las posibilidades de los productores de ayudar a los cultivos a adaptarse a un clima cambiante, dan lugar a la aparición de nuevas enfermedades y facilitan la propagación de especies invasoras que limitan la producción.

A pesar del creciente uso de plaguicidas, las plagas y las enfermedades siguen haciendo mella en los cultivos de todo el mundo. En promedio, el 35% de los rendimientos

Colapso de la diversidad de cultivos y ganado



de los cultivos se pierde por las plagas antes de la cosecha,²²¹ aunque hay quienes argumentan que estas pérdidas se duplicarían si no se emplearan pesticidas.²²² También se observa que las nuevas enfermedades infecciosas generadas por hongos presentan cada vez más riesgos para la seguridad alimentaria²²³ dado que las actividades humanas están intensificando la dispersión de hongos.²²⁴ La globalización y el transporte a larga distancia de productos alimenticios han aumentado la propagación de especies invasoras. Sin la presencia de depredadores naturales, a veces las especies no autóctonas pueden prosperar y causar grandes daños a los cultivos y el ganado. Solo en los Estados Unidos, las pérdidas de cultivos y bosques causadas por insectos y patógenos invasores se han estimado en casi 40.000 millones de dólares al año.²²⁵ Un estudio reciente de 1,300 patógenos y plagas de insectos en 124 países ha evaluado los riesgos futuros y se concluyó que el África Subsahariana es el más vulnerable a los ataques, debido principalmente a la falta de recursos para controlar tales situaciones, mientras que los Estados Unidos y China son los países que parecen sufrir más pérdidas en términos económicos.²²⁶

Mientras tanto, el cambio climático agravará aún más todos estos problemas, por ejemplo, ayudando a los patógenos a extenderse a nuevas áreas, aumentando el número de generaciones por temporada y alterando los mecanismos de defensa de las plantas.²²⁷

4. Degradación de la tierra y pérdida de suelo

La UNCCD (CNULD) define la degradación de la tierra como la reducción o pérdida de productividad biológica o económica en tierras de cultivo de secano, tierras de cultivo de regadío, o cordilleras, pastos y bosques debido a los usos de la tierra o a un proceso o combinación de procesos, entre ellos, procesos generados por las actividades humanas y modelos de asentamiento, tales como:

- erosión del suelo causada por el viento y / o el agua;
- deterioro de las propiedades físicas, químicas y biológicas o económicas del suelo; y
- pérdida a largo plazo de la flora natural.²²⁸

El desarrollo de variedades de cultivos de alto rendimiento y la creciente intensificación de la cría de ganado basada en poblaciones genéticas seleccionadas han reducido drásticamente la diversidad.

Tabla 7.1: Personas que viven en tierras agrícolas degradadas (DAL, por sus siglas en inglés):
Adaptado de²⁴⁷

	Porcentaje correspondiente a la población rural en «DAL» en el año 2000	Cambio de 2000 a 2010 de la población rural en «DAL».	Porcentaje correspondiente a la población rural en «DAL» remotas	Cambio de 2000 a 2010 de la población rural en «DAL» remotas
Países desarrollados	17,9%	-2,8%	0,8%	-1,8%
Países en desarrollo	32,4%	+13,3%	5,5%	+13,8%
Asia Oriental y el Pacífico	50,8%	+8,4%	9,0 %	+6,8%
Europa y Asia Central	38,5%	+1,0%	3,6%	+4,4%
América Latina y el Caribe	13,0%	+18,4%	1,9%	+17,1%
Oriente Medio y África del Norte	22,3%	+14,3 %	2,8%	+5,9%
Asia del Sur	26,2%	+17,8%	2,5%	+18,9%
África Subsahariana	20,6	+37,8%	5,8 %	+39,3%
El mundo	34,0%	12,4%	5,0%	+13,6%

Hoy en día, los consumidores de los países ricos esperan poder comprar fruta, como tomates y fresas, durante todo el año, con la aparente paradoja de que los productos transportados cientos de millas son a menudo más baratos que los cultivados localmente.

Puede referirse a una pérdida temporal o permanente de la capacidad productiva, una pérdida o cambio en la cobertura vegetal, una pérdida de nutrientes del suelo o de biodiversidad, o una mayor vulnerabilidad a los riesgos ambientales y de desastre. Como hemos visto en el Capítulo 4, está aumentando el número de zonas que sufren una disminución continua de la productividad de la tierra, lo que afecta a la producción y seguridad de los alimentos. Aunque las estimaciones globales de los costos de la degradación de la tierra varían mucho, todas muestran valores altos.

La degradación de la tierra se debe principalmente a las fuerzas socioeconómicas que ponen a las personas en situaciones vulnerables e inciertas, obligándolas a explotar excesivamente la tierra,²³⁹ acortando así las temporadas en que dejan los campos en barbecho o eliminando los barbechos por completo. La privatización de la tierra puede restringir la actividad de los pastores²⁴⁰ a áreas más pequeñas donde tienen que tener más animales en pastos que sufren una degradación²⁴¹ y se ven obligados a comprar forraje o llevar el ganado a pastar a zonas que pueden generar conflictos con otros usuarios del terreno.²⁴² Estos impactos se pueden observar en África, los altos Andes²⁴³ y Mongolia, donde los cambios demográficos han llevado a la concentración de pastores cerca de las poblaciones y el consiguiente sobrepastoreo en la parte central y occidental del país.²⁴⁴ Cambios similares están aumentando la degradación de la tierra en el norte de Vietnam.²⁴⁵

En general, la degradación de la tierra significa una menor producción de alimentos, lo que tiene un impacto directo en la salud y bienestar de las comunidades locales y vecinas. El aumento de la población rural en las tierras agrícolas afectadas por la degradación es considerado un obstáculo importante para las estrategias de reducción de la pobreza.²⁴⁶

5. Millas de alimentos

Los residuos y las deficiencias de nuestro sistema alimentario aumentan aún más cuando se tiene

en cuenta el transporte. Los alimentos han sido transportados desde que se abrieron las rutas comerciales, pero en el pasado el transporte de larga distancia se limitaba a unos alimentos de alto valor que podían conservarse durante mucho tiempo, como las especias que llegaban a Europa por las famosas rutas que cruzaban Asia Central.²⁴⁸ Para la mayoría de la gente, la comida era predominantemente local y de temporada: frutas y verduras cuando maduraban, ganado sacrificado los días festivos, cereales y tubérculos cuidadosamente almacenados, y el excedente envasado o fermentado para su debida conservación.²⁴⁹ Con la llegada de buques de carga refrigerada y, más recientemente, de flete aéreo barato, el factor económico del transporte de alimentos por todo el mundo cambió radicalmente. Hoy en día, los consumidores de los países ricos esperan poder comprar fruta, como tomates y fresas, durante todo el año, con la aparente paradoja de que los productos transportados cientos de millas son a menudo más baratos que los cultivados localmente.

El concepto de «millas de alimentos» fue creado para describir y cuantificar este fenómeno, ahora esencial en la base comercial de la agroindustria. De forma resumida, las millas de alimentos se refieren a la distancia que recorre la comida desde el productor hasta llegar al consumidor;²⁵⁰ en el caso de los alimentos procesados, esta cifra puede ser la suma del transporte de múltiples ingredientes.

A menudo, las millas de alimentos se han utilizado como una alternativa para entender la huella de carbono de los alimentos, aunque puede ser demasiado simplista: trabajos de investigación en los Estados Unidos han demostrado que aunque la comida se transporta a distancias considerables (en promedio de 1.640 kilómetros para la entrega y 6.760 kilómetros para la cadena de suministro del ciclo de vida), el 83% de las emisiones promedio de CO₂ relacionadas con los alimentos de un hogar se genera en la fase de producción. El transporte representa solo el 11% de las emisiones de gases de efecto invernadero del ciclo de

Una de cada nueve personas en el mundo sigue sufriendo desnutrición crónica y aproximadamente el mismo número es considerada seriamente obesa.

vida de los alimentos y la entrega final del productor en los puntos de venta solo el 4%.²⁵¹ El sistema centralizado de distribución de las principales cadenas de supermercados que dominan la comercialización al por menor implica que el grueso del transporte está realmente en el país de venta, incluso para las mercancías importadas. Un estudio realizado por el gobierno británico ha puesto de manifiesto que el transporte de alimentos alcanzó los 30.000 millones de kilómetros en 2002, de los cuales un 82% se recorrió en el Reino Unido. El estudio calculó que las emisiones globales de gases de efecto invernadero de los tomates y las fresas de España, las aves de corral de Brasil y el cordero de Nueva Zelanda eran inferiores al equivalente producido en el Reino Unido, incluso a pesar del transporte de larga distancia. En general, es probable que el balance de carbono de los alimentos esté influenciado en gran medida por una combinación de rendimiento, almacenamiento refrigerado y distancia de transporte.²⁵² En el Reino Unido, las investigaciones realizadas en 2005 revelaron que los alimentos y productos agrícolas representaban el 28% de las mercancías transportadas por carretera, imponiendo unos costes externos estimados de 2.940 millones de dólares al año.²⁵³

Así, aunque sin duda el transporte de alimentos tiene repercusiones importantes, abordar la cuestión de las millas de alimentos sigue siendo un tema complejo. Para quienes están preocupados por reducir su huella, no se trata simplemente de no comprar alimentos importados sino de analizar toda la estructura de la industria alimentaria en los países más desarrollados.

6. Salud humana y nutrición

Una de cada nueve personas del mundo sigue sufriendo desnutrición crónica y aproximadamente el mismo número es considerada obesa. Estas deficiencias alimentarias están causando una crisis de salud mundial que amenaza con colapsar los servicios médicos, debilitar las economías, acortar vidas y reducir el bienestar general del ser humano.

Si bien el porcentaje de personas con desnutrición crónica en los países en desarrollo ha disminuido del 34% registrado a mediados de la década de 1970 al 15% actual, unos 788 millones de personas continúan sufriendo desnutrición crónica. Se espera que en la próxima década el total sea inferior a los 650 millones, aunque el porcentaje que represente el África Subsahariana en ese total aumentará.²⁵⁴ Regiones como América Latina han hecho grandes progresos, mientras que otras partes del mundo todavía no logran aliviar el hambre generalizada y la malnutrición en sus países. La desnutrición es más alta en el sur de Asia (India, Pakistán y Bangladesh), mientras que el progreso es más lento en el África Subsahariana, donde una de cada cuatro personas sigue pasando hambre.²⁵⁵

Hay dos tipos principales de malnutrición: la desnutrición proteico-energética, que conduce a la emaciación y el crecimiento reducido, lo que comúnmente se denomina «hambre mundial»; y la deficiencia de micronutrientes,²⁵⁶

que puede conducir a problemas de salud como anemia, retraso del crecimiento y deterioro cognitivo.

El hambre afecta más severamente a los más jóvenes.²⁵⁷ En 2013, se consideró que el 15% de los niños menores de cinco años del mundo estaban desnutridos, aunque esta cifra alcanzaba el 22% en el África Subsahariana y el 32,5% en el sur de Asia.²⁵⁸ De los 6,9 millones de niños menores de cinco años que murieron en 2011, un tercio se atribuyó a la malnutrición subyacente, principalmente en estas dos regiones. Esto no significa que más de dos millones de niños murieran literalmente de hambre, aunque muchos lo hicieron. El hambre debilita la resistencia a enfermedades e infecciones. La diarrea crónica a menudo coincide con las deficiencias de micronutrientes, de modo que la falta de acceso al agua limpia junto con la falta de alimentos crea un círculo vicioso de malnutrición e infecciones que conducen a la muerte prematura.²⁵⁹

Las principales causas del hambre son la pobreza (por mucho, la más importante a nivel mundial),²⁶⁰ el impacto de los sistemas económicos desiguales y los conflictos.²⁶¹ El problema clave es que casi mil millones de personas no tienen ingresos suficientes para comprar cantidades adecuadas de alimentos nutritivos o tierra donde producir o recolectar alimentos. Las poblaciones en rápido crecimiento también están forzando los sistemas de producción de alimentos aunque, como ya se ha mencionado, todavía se producen suficientes alimentos a nivel mundial para alimentar a todos adecuadamente.

Al mismo tiempo, el número de personas con sobrepeso está aumentando dramáticamente. En 1995, se reconoció que el sobrepeso era un problema mayor que la desnutrición, incluso en muchos países en desarrollo y, tras una consulta sobre obesidad realizada por la Organización Mundial de la Salud en 1997, se reconoció por primera vez su rol fundamental en la escalada de problemas médicos y gastos sanitarios.²⁶² En 2014, más de 1.900 millones de personas mayores de 18 años tenían sobrepeso (39% de la población mundial) y 600 millones (13%) eran obesos, incluidos 41 millones de niños menores de cinco años con sobrepeso u obesidad. La mayor parte de la población mundial vive en países donde el sobrepeso mata a más personas que estar bajo de peso.²⁶³

7. Selección de cultivos y cultivos genéticamente modificados

La selección de cultivos ha sido una característica de la agricultura desde tiempos prehistóricos. De hecho, la idea de identificar las características de los cultivos deseados y mejorarlas mediante una reproducción selectiva es uno de los principales escalones de la evolución de la civilización.²⁶⁴ Más recientemente, las sofisticadas técnicas de selección han dado lugar a variedades de alto rendimiento que dependen de aplicaciones más pesadas de agroquímicos, lo que conduce a aumentos de productividad en cultivos importantes, pero también a una serie de impactos perjudiciales para la salud humana



y ambiental. El equilibrio entre la producción de alimentos y la degradación de la tierra es objeto de largos debates políticos así como de muchas leyes y políticas.²⁶⁵

Los organismos genéticamente modificados (OGM) son aquellos cuyo material genético ha sido modificado usando una variedad de técnicas de ingeniería llevadas a cabo en un laboratorio. Un tipo específico de OGM es un organismo transgénico que ha sido alterado mediante la adición de material genético de un organismo no relacionado. El uso de OGMs, y particularmente de organismos transgénicos, sigue siendo muy polémico; los países y regiones han respondido de formas muy diferentes. La Unión Europea insiste en que todos los productos alimenticios que contengan OGMs deben estar debidamente etiquetados, algo que no ocurre en los Estados Unidos,²⁶⁶ donde la industria alimentaria empresarial se opone enérgicamente al etiquetado.

Algunos detractores destacan cuestiones de seguridad relacionadas con la posibilidad de que las alteraciones genéticas tengan consecuencias imprevistas, mientras que otros se oponen por motivos éticos o religiosos. Algunos expresan su inquietud sobre cómo se ha utilizado la modificación genética; por ejemplo, la soja y algunos otros cultivos se han modificado para aumentar su resistencia a los herbicidas, potenciando aplicaciones más pesadas en los cultivos y, por lo tanto, generando una mayor contaminación ambiental.

Al hacer que los cultivos sean resistentes a las plagas e inmunes a los efectos de los herbicidas, la promesa de la modificación genética es aumentar la productividad de los cultivos y alimentar a la creciente población mundial, al tiempo que se utilizan menos pesticidas. Sin embargo, algunos estudios extensos, incluidas las investigaciones realizadas por la propia industria de OGMs, revelan que la modificación genética en los Estados Unidos y Canadá no ha acelerado el aumento de los rendimientos de los cultivos (en comparación con Europa Occidental) ni ha conducido a una reducción global del uso de pesticidas químicos.²⁶⁷ Un informe reciente ha concluido que «había poca evidencia» de que la introducción de cultivos genéticamente modificados en los Estados Unidos hubiera producido rendimientos superiores a aquellos vistos mediante el empleo de cultivos convencionales.²⁶⁸

Cuadro 7.5: Cultivo tradicional para tolerancia a la sequía – Años por delante de los esfuerzos de modificación genética (GM, por sus siglas en inglés).

La ingeniería genética va a la zaga del cultivo convencional en los esfuerzos para crear un maíz resistente a la sequía. La necesidad de contar con cultivos más resistentes es especialmente apremiante en África, donde la sequía puede reducir los rendimientos del maíz hasta en un 25%. El Proyecto Maíz Tolerante a la Sequía para África, que arrancó en 2006 con USD 33 millones de dólares, ha desarrollado 153 nuevas variedades para mejorar los rendimientos en 13 países. En pruebas de campo, estas variedades igualan o superan los rendimientos de las semillas comerciales cuando las precipitaciones son adecuadas y producen hasta un 30% más en condiciones de sequía. Los mayores rendimientos del maíz tolerante a la sequía podrían ayudar a reducir hasta en un 9% el número de personas que viven en la pobreza en esos 13 países.²⁶⁹ Solo en Zimbabwe, ese efecto alcanzaría a más de medio millón de personas. Desde su lanzamiento en 2010, el proyecto ha desarrollado 21 variedades cultivadas convencionalmente en pruebas de campo que produjeron hasta 1 tonelada más por hectárea en suelos pobres en nitrógeno que las variedades disponibles en el mercado. Los investigadores del proyecto afirman que se tardará 10 años como mínimo para desarrollar una variedad modificada genéticamente similar.²⁷⁰

CONCLUSIÓN: TRANSFORMANDO NUESTROS SISTEMAS ALIMENTARIOS

Es obvio que algo no funciona en nuestra forma de producir, comercializar y consumir alimentos. Mil millones de personas no tienen lo suficiente para comer, mientras que otros mil millones sufren sobrepeso.

Nuestras prácticas agrícolas actuales utilizan grandes cantidades de recursos de agua y energía que son escasos, y agravan el cambio climático que precisamente amenaza todo el sistema alimentario.

Tiramos al menos un tercio de la comida y cada año, tierras agrícolas insustituibles se degradan o se pierden por una mala gestión. Se están destruyendo nuestros menúes ecosistemas en pro de la agricultura y la industria alimentaria sigue actuando como si los recursos de tierras fueran inagotables. En muchos lugares la contaminación que genera la agricultura está alcanzando niveles críticos pero, a pesar de ello, la mayoría de los estudios de investigación se centran en encontrar formas de utilizar más agroquímicos en vez de menos. Nuestras prácticas agrícolas actuales utilizan grandes cantidades de unos recursos de agua y energía limitados, y agravan el cambio climático que precisamente amenaza todo el sistema alimentario.

La mayoría de los agricultores tienen un interés genuino por la salud y productividad a largo plazo de sus tierras. El hecho de que muchos se vean atrapados en una espiral de gestión insostenible genera mucha angustia. Los agricultores están atrapados entre las demandas de un sistema alimentario que los exprime económicamente, un público que exige alimentos baratos y los múltiples usos contradictorios de las tierras. Así, no es de extrañar que en muchos países los agricultores se encuentren entre los grupos con un riesgo más alto de suicidio.²⁷¹ Hace tiempo que necesitamos una transformación radical de todo nuestro sistema alimentario. Esta transición hacia unos sistemas alimentarios netos positivos depende del desarrollo e implementación de una agenda proactiva.²⁷²

Un plan de diez puntos que abarque la gestión de las tierras y la seguridad humana y se base en derechos, incentivos y responsabilidades

En el futuro, habrá que alimentar a más gente. La seguridad alimentaria está amenazada y no hay una única solución al problema. Sin embargo, el mundo tendrá que trabajar y hacer un esfuerzo conjunto para abordar los problemas de escasez, degradación, desigualdad y residuos. Serán esenciales diez pasos clave; éstos se enumeran a continuación y se desarrollarán más adelante con mayor detalle. Algunos de ellos ya están en marcha y necesitan el respaldo de las políticas nacionales y las decisiones de los consumidores; otros requieren un replanteamiento radical de nuestra manera de enfocar todo el sistema alimentario, desde la producción y la distribución hasta el consumo. Hasta ahora, la respuesta se ha centrado principalmente en la intensificación, lo que ha impulsado la producción de alimentos pero también ha generado una amplia gama de efectos secundarios, entre ellos: contaminación, salinización, degradación de la tierra, plagas, enfermedades, especies invasoras y pérdida de la variabilidad genética y el potencial evolutivo.

Estos diez pasos nos acercarán a un enfoque multifuncional de la producción de alimentos que hace hincapié en la salud humana, los servicios ecosistémicos, la eficiencia de los recursos y, sobre todo, la sostenibilidad para las generaciones futuras.

1. Reducir la diferencia entre el rendimiento real y el potencial en todos los entornos
2. Usar la tierra, el agua, los nutrientes y pesticidas de manera más eficiente
3. Reducir los impactos externos de la producción tanto alimentaria como no alimentaria
4. Dejar de ampliar la frontera agropecuaria
5. Pasar a consumir dietas con una mayor presencia de alimentos integrales y vegetales
6. Sensibilizar sobre la salud, la sostenibilidad y la responsabilidad
7. Recompensar las prácticas de manejo sostenible de la tierra
8. Reducir el desperdicio de comida y las pérdidas posteriores a la cosecha
9. Mejorar la seguridad de la tenencia de la tierra, el acceso a alimentos nutritivos y la equidad de género
10. Implementar enfoques integrados de manejo del paisaje

1. Reducir la distancia entre el rendimiento real y potencial en todos los entornos

La idea de que contamos con suficiente comida para alimentar a la población mundial hasta finales del siglo^{XXI} suele basarse en el supuesto de que es posible seguir aumentando los rendimientos de los cultivos. Sin embargo, muchos expertos se mantienen escépticos y consideran que muchas de las predicciones sobre el aumento de los rendimientos son excesivamente optimistas.²⁷³

La brecha de rendimiento se refiere a la diferencia entre los rendimientos reales de los cultivos y los rendimientos potenciales en un lugar teniendo en cuenta las prácticas y tecnologías agrícolas existentes. Es mucho más fácil impulsar la producción de cultivos con una gran brecha de rendimiento que aumentar la producción en granjas que ya ofrecen un alto rendimiento. Sin embargo, gran parte de la investigación y extensión agrícola sigue centrándose en este último factor. Dirigiendo la atención a cerrar las brechas de rendimiento, sin incurrir en unos costos ambientales y de recursos excesivos, se generarían ganancias más inmediatas y rentables en la producción de alimentos en gran parte del mundo en desarrollo. Si 16 cultivos importantes de alimentos o forraje logran acercarse al 95% de su rendimiento potencial,

se incrementaría la producción en 2.300 millones de toneladas o, en términos porcentuales, se conseguiría un aumento del 58%. Incluso si los rendimientos alcanzaran solo el 75% de su potencial, la producción mundial aumentaría en 1.100 millones de toneladas.²⁷⁴

La variabilidad del rendimiento de los cultivos depende principalmente de los niveles de nutrientes, la disponibilidad de agua y el clima. Es posible lograr un gran aumento de la producción, del 45 al 70% para la mayoría de los cultivos, principalmente con un mayor acceso a los nutrientes, y en algunos casos al agua, junto con una reducción de los desequilibrios y deficiencias de los nutrientes. Las investigaciones sugieren que hay grandes oportunidades para reducir el uso excesivo de nutrientes y, al mismo tiempo, dejar margen para aumentar la producción de cereales importantes (por ejemplo, maíz, trigo y arroz) en aproximadamente un 30%.²⁷⁵

Los responsables de cerrar las brechas de rendimiento no son tanto los científicos e investigadores, sino los extensionistas, los gobiernos, las organizaciones agrícolas, la industria alimentaria y la sociedad civil, con capacidad de compartir conocimientos y experiencias, facilitar recursos y proporcionar una infraestructura comercial. También son responsables los propios agricultores y productores.

Incluso si los rendimientos alcanzan solo el 75% de su potencial, la producción mundial aumentaría en 1100 millones de toneladas.



© CIMMYT / P. Lowe

2. Usar la tierra, el agua, los nutrientes y pesticidas de manera más eficiente

La inseguridad alimentaria puede reducirse simplemente eliminando gran parte de la pérdida y el desperdicio del sistema, por ejemplo: desarrollando capacidades entre los productores de alimentos, estableciendo compromisos para mejorar la gestión y protección, e introduciendo tecnologías mejoradas. Estos esfuerzos, por supuesto, deben contar con el respaldo de políticas de incentivos y una reducción de los subsidios que son nocivos y que fomentan el uso de agua y agroquímicos.

Actualmente, muchos agricultores utilizan pesticidas de manera ineficiente,²⁷⁷ sin entender los efectos secundarios,²⁷⁸ quedando así atrapados en un ciclo creciente de uso²⁷⁹ de productos que a veces pueden incluso estar prohibidos.²⁸⁰ Además, gran parte del equipo utilizado para aplicar pesticidas sigue siendo muy rudimentario, lo que da lugar tanto a un flujo de gotas excesivamente pequeñas o a una pérdida de producto por la generación de gotas de mayor tamaño.²⁸¹ Las tecnologías mejoradas y los procedimientos de aplicación inteligente pueden reducir drásticamente los volúmenes de pesticidas²⁸² y, por lo tanto, los impactos externos y cargas tóxicas. Existen opciones técnicas mejoradas, pero su uso sigue siendo muy limitado,²⁸³ los vacíos legales en muchos países fomentan su uso indebido.²⁸⁴ La mejora de la eficiencia también precisará una mayor inversión en la investigación. En muchos países se ha reducido la financiación pública para la investigación con el argumento de que las empresas de plaguicidas deberían pagarla. Sin embargo, obviamente dichas empresas no tienen grandes incentivos para invertir en sistemas que reducirían sus ventas.

Existen opciones similares para reducir los insumos de fertilizantes y el uso de agua, especialmente mediante planes nacionales o regionales integrados.²⁸⁵ Las pruebas de nutrientes en suelos y cultivos, un mayor control del momento propicio de aplicación (identificando las condiciones meteorológicas adecuadas), los fertilizantes de liberación lenta y controlada, el uso de inhibidores de la ureasa y la nitrificación para disminuir las pérdidas de nitrógeno, y la aplicación dirigida más que al voleo, son medidas que pueden reducir los desechos de fertilizantes.²⁸⁶ Existe una serie de técnicas de gestión conocidas para conservar el agua, como la agricultura de conservación, el uso de estiércol y compost, franjas vegetales para controlar la escorrentía, la agrosilvicultura, la recolección de agua, la rehabilitación de zanjas y las terrazas.²⁸⁷

El concepto de «intensificación sostenible» está ganando terreno. Se define como todo esfuerzo para «intensificar» la producción de alimentos que vaya acompañado de un enfoque coordinado para hacerla «sostenible», es decir, minimizar las presiones en la tierra y el medio ambiente. Ahora millones de fincas utilizan los enfoques de manejo integrado de plagas: la investigación demuestra que se pueden lograr mayores

Cuadro 7.6: Cerrando la brecha de rendimiento en Brasil

En el caso de Brasil, un país rico en carbono terrestre y biodiversidad, se prevé que la producción agrícola aumente significativamente durante los próximos 40 años. Un estudio reciente ha presentado la primera estimación de la capacidad de carga de 115 millones de hectáreas de pastizales cultivados en Brasil, por el cual los investigadores analizaron si un uso más sostenible de estas tierras de producción podría cubrir el aumento previsto de la demanda de carne, cultivos, madera y biocombustibles. Concluyeron que la productividad actual está al 32-34% de su potencial y que una intensificación sostenible para elevar dicha productividad al 49-52% proporcionaría un suministro adecuado de estos bienes hasta al menos el año 2040, sin que ello implique una mayor degradación de tierras o ecosistemas y con notables beneficios para el almacenamiento de carbono.²⁷⁶

rendimientos con reducciones del uso de pesticidas así como²⁸⁸ una mayor diversidad intraespecífica de cultivos para el manejo de plagas.²⁸⁹ También sugiere que una agricultura eficiente no requiere la adopción de monocultivos de gran escala.²⁹⁰ Los sistemas agrícolas de pequeña escala, con mucha mano de obra y bajos insumos suelen generar mayores rendimientos que los sistemas convencionales.²⁹¹ Los enfoques de extensión como las Escuelas de Campo de Agricultores, la promoción de la educación, el co-aprendizaje y el aprendizaje empírico pueden ayudar a reducir el uso inútil e innecesario de pesticidas.²⁹² Sin embargo, se invierte mucho menos en investigar sistemas de bajos insumos, y este enfoque continúa siendo infravalorado.

3. Reducir los impactos externos de la producción tanto alimentaria como no alimentaria

Los efectos secundarios del actual sistema alimentario amenazan con socavar los mismos procesos que pretende mantener debido a la emisión de gases de efecto invernadero y la degradación del potencial biológico y económico de la tierra. Los esfuerzos para mitigar los impactos externos de la producción de alimentos deben centrarse en establecer prácticas de manejo que garanticen un suministro más eficaz de los agroquímicos para evitar que se propaguen por el entorno, así como el desarrollo y aplicación de alternativas más seguras y eficaces. Los esfuerzos para cerrar la brecha de rendimiento (paso 1) solo producirán un beneficio neto si al mismo tiempo se reducen los impactos externos, es decir: intensificación sostenible.

Un análisis de 85 proyectos en 24 países estimó que la mitad de todos los plaguicidas utilizados son innecesarios.²⁹³ Los agricultores suelen guiarse por el asesoramiento que les ofrecen las empresas

Existen una serie de técnicas de gestión conocidas para conservar el agua, como la agricultura de conservación, el uso de estiércol y compost, franjas vegetales para controlar la escorrentía, la agrosilvicultura, la recolección de agua, la rehabilitación de zanjas y las terrazas.

Cuadro 7.7: Agricultura de precisión

La agricultura ha sido una de las últimas industrias en adoptar un enfoque empresarial orientado a la información y en tiempo real. La agricultura de precisión utiliza una sofisticada tecnología de monitoreo que evalúa variables como las condiciones meteorológicas y del suelo y, combinada con herramientas de modelado, para ayudar a los productores a ajustar las operaciones agrícolas como respuesta a la variabilidad entre campos.²⁹⁶ La introducción de un asesoramiento objetivo en tiempo real a lo largo del ciclo de cultivo ayuda a los productores a optimizar las opciones sobre qué, cuándo y dónde plantar, así como qué aplicar a la planta y al suelo. Ayuda a aumentar la eficiencia de la producción al tiempo que se reduce la degradación in situ del suelo y los impactos ambientales externos. La agricultura de precisión se basa en la capacidad de captar, interpretar y evaluar los beneficios económicos y ambientales de determinadas acciones de gestión.²⁹⁷

agroquímicas o sus agentes.²⁹⁴ En 2014, la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos concluyó que la aplicación de revestimientos de semillas de neonicotinoides a la soja ofrecían «un beneficio limitado o nulo», sin embargo, su uso generalizado suponía un costo para los agricultores de 176 millones de dólares al año.²⁹⁵ Se podría tomar la iniciativa de reducir el uso de agroquímicos y las fugas utilizando la tecnología actual, elaborando también una lista detallada de las necesidades y condiciones de los cultivos, como en la agricultura de precisión. El asesoramiento claro e

imparcial y el apoyo a los agricultores es un paso básico en este proceso.

A corto plazo, los esfuerzos por reducir la contaminación externa deben centrarse donde puedan generarse mayores beneficios o donde los impactos sean más severos. China, India y Estados Unidos, juntos, representan el 65% del uso excesivo de nitrógeno y fósforo a nivel mundial. Si se concentran los esfuerzos en mejorar la eficiencia de los fertilizantes para un pequeño número de cultivos y países, se podría reducir potencialmente la contaminación global por nitrógeno y fósforo, lográndose mejoras de eficiencia al modificar el momento de aplicación, la ubicación y el tipo de fertilizante utilizado.²⁹⁸

Un impacto externo crítico son las emisiones de gases de efecto invernadero generadas por la agricultura. En algunos casos, es posible que sea difícil reducirlas sin realizar grandes cambios en los sistemas de producción, como la reducción de las emisiones de los rumiantes. En otros sistemas de producción de alimentos, la introducción de unos pequeños cambios en las prácticas puede marcar la diferencia, por ejemplo: usando diferentes especies o variedades de cultivos, sembrando en diferentes épocas del año y prestando atención a los pronósticos del tiempo.²⁹⁹ La selección de especies, junto con la debida gestión del agua, el suelo y la gestión de rastrojos, pueden reducir las emisiones de la producción de arroz.³⁰⁰ Las formas regenerativas de la agricultura, que utilizan procesos naturales para ayudar a crear suelos, retener el agua, capturar el carbono y aumentar la biodiversidad, son objeto de una atención creciente.

Tabla 7.2: Elementos de la agricultura de precisión

Categorías	Asesoramiento Ofrecido	Descripción
Cultivos	Selección de variedades	Selección de variedades de semillas
	Mejores épocas de siembra	Momento y condiciones adecuadas para plantar
	Densidad de siembra variable	Siembra basada en la variabilidad entre campos
Uso de fertilizantes	Dosis de fertilizante variable	Aplicación de nutrientes basada en la variabilidad entre campos
	Mapas del terreno	Mapas del terreno para favorecer una aplicación precisa
	Dosis de aplicación variable	Aplicación de químicos basada en la variabilidad entre campos
	Asesoramiento en materia de sostenibilidad	Pasos hacia la optimización sostenible de los recursos
Manejo de plagas y enfermedades	Diagnóstico de enfermedades	Evaluación predictiva o diagnóstica
	Escala de problema de plagas	Modelos predictivos y de diagnóstico
	Asesoramiento sobre protocolos	Escalabilidad para diagnósticos por imágenes; algoritmos basados en modelos
Salud de los cultivos	Índices IVDN / EVI	Imágenes de satélites/drones utilizando el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada («IVDN,» por sus siglas en inglés), y el Índice de Vegetación Mejorado («EVI,» por sus siglas en inglés) para evaluar las condiciones de campo.
	Alertas meteorológicas/de campo	Modelos predictivos basados en una planificación agronómica con base climática
	Control de los nutrientes del suelo	Mapeo de los nutrientes del terreno basado en algoritmos
	Mapeo de la biomasa	Monitoreo en campo de la materia orgánica

Cuadro 7.8: Agricultura orgánica y sistemas integrados de producción

Son varios los tipos de agricultura que pueden tener cabida a la hora de alimentar al mundo según la disponibilidad de la tierra, el grado de autosuficiencia de los sistemas agrícolas en términos de insumos críticos en las cadenas de valor, tales como los nutrientes y otros recursos, la escala de la producción de alimentos, y el comercio deseado y factible de los productos agrícolas.³⁰¹ Los alimentos de cultivo orgánico, bebidas, suplementos, cosméticos y otros bienes están experimentando un fuerte crecimiento en los países desarrollados y entre las clases medias emergentes del mundo en desarrollo. Los beneficios percibidos tanto para el medio ambiente como para la salud humana (nutricionales) son los principales impulsores del crecimiento de este mercado. Más de una cuarta parte de las tierras agrícolas orgánicas del mundo y más de 1,9 millones de productores orgánicos a nivel mundial, es decir, el 86%, se encuentran en países en desarrollo o en mercados emergentes, particularmente en India (650,000), Uganda (189,610) y México (169,703).³⁰² La agricultura orgánica está definida y verificada por una serie de normas nacionales y globales.

Aborda muchos de los factores causantes de la degradación de la tierra y sus impactos externos al eliminar el uso de fertilizantes químicos y la mayoría de los pesticidas, ayudando a crear materia orgánica en el suelo y poner en práctica métodos de conservación del agua. En el mundo ya hay más de 43 millones de hectáreas de producción orgánica, y otros 35 millones de hectáreas de áreas

naturales o seminaturales utilizadas para la recolección de productos «silvestres» biológicamente certificados, como miel y hierbas.³⁰³ En la mayoría de los casos, los sistemas orgánicos a gran escala producen rendimientos más bajos que los sistemas convencionales, sin embargo, suelen generalmente proteger los servicios ecosistémicos vinculados, y el crecimiento de la demanda ha aumentado constantemente: en 2013, las ventas mundiales alcanzaron los 72 mil millones de dólares y se prevé que dupliquen para 2018.³⁰⁴ Hay pruebas fehacientes de que la agricultura orgánica apoya más biodiversidad.³⁰⁵ La agricultura orgánica se centra en aumentar la materia orgánica del suelo, conservar la biodiversidad de las explotaciones agrícolas y usar menos energía.³⁰⁶ Sin embargo, en algunos casos, puede minar los nutrientes del suelo y, a largo plazo, mermar la materia orgánica del mismo.³⁰⁷ Un meta-análisis realizado recientemente muestra que en algunos casos la agricultura orgánica se acerca a los rendimientos de la agricultura convencional, pero en otros casos no.^{308 309} La productividad de la agricultura orgánica se está potenciando aún más gracias a la introducción de una mayor diversidad de cultivos con un manejo integrado de plagas, sustituyendo así plaguicidas por plantas complementarias.³¹⁰ En la actualidad, el papel de la agricultura orgánica está infravalorado cuando se abordan los problemas de seguridad alimentaria y ofrece oportunidades significativas para el desarrollo futuro.

4. Detener la expansión de la frontera agrícola

Una mayor expansión de la agricultura en los ecosistemas naturales, principalmente a través de la deforestación y otros cambios en el uso de la tierra, como la conversión de pastizales en cultivos, conlleva unos costos inadmisiblemente altos que se traducen en una pérdida de biodiversidad y servicios ecosistémicos, y a menudo, en retornos muy modestos en términos de los alimentos producidos.³¹¹ Cuando la expansión es absolutamente necesaria, ello debería ocurrir en áreas ya degradadas, donde ya exista poco lo que se pueda recuperar o perder,³¹² o en tierras abandonadas donde los servicios ecosistémicos puedan recuperarse convirtiéndolos en tierras de cultivo. Incluso en estos casos, la selección de los sitios debe realizarse con sumo cuidado. Por ejemplo, muchos pastizales de Imperata en Asia se desarrollaron como resultado de prácticas de quema insostenibles y parecen estar degradados, sin embargo, continúan apoyando la agricultura de subsistencia.³¹³

Planificar y gestionar el cambio en el uso de la tierra requiere un liderazgo e instituciones fuertes, pero también las empresas y los consumidores tienen mucho que aportar; por ejemplo, varios sistemas de certificación estipulan que los productos que cubren, tales como el aceite de palma y la soja, no proceden de plantaciones establecidas en bosques recientemente despejados (ver Paso 6).

5. Cambiar las dietas enteras a más alimentos vegetales.

Introducir cambios en la dieta, especialmente en los países más ricos, podría tener importantes impactos positivos tanto en la salud de las personas como en las condiciones de la tierra. Prácticamente todas las hipótesis sobre la disponibilidad futura de alimentos muestran que reducir el consumo de carne, especialmente la de vacuno, es la forma más rápida y eficaz de aumentar la seguridad alimentaria y reducir las emisiones de carbono y los impactos externos.³¹⁴ Incluso reducir ese consumo ligeramente hasta el nivel recomendado por las autoridades sanitarias³¹⁵ supondría un gran ahorro de tierra y recursos. Por ejemplo, la reasignación de las tierras que actualmente se utilizan para alimentar el ganado en los Estados Unidos y pasar a producir piensos para aves de corral cubriría las necesidades calóricas y proteicas de 120-140 millones de personas más.³¹⁶

Los cambios en las dietas deben abordar la bomba de tiempo que representa la obesidad crónica y sus impactos en el bienestar y esperanza de vida de las personas, los servicios de salud y las economías.³¹⁷ Las malas dietas, muchas de ellas promovidas implícitamente por los grandes minoristas,³¹⁸ ya han minado la salud de mil millones de personas. Las campañas de salud pública se han esforzado por



concienciar a una generación enganchada a la comida rápida y a una dieta alta en proteínas y grasas. Se precisa una formación sobre salud basada en el estímulo positivo, no en «humillar a la persona obesa»,³¹⁹ hacer más ejercicio,³²⁰ subir los impuestos que gravan la comida poco saludable (en la región, en al menos un 20%)³²¹ y, cuando se estime necesario, marcos legislativos. La aparición de impuestos sobre el azúcar, un impuesto a las gaseosas en México³²² e iniciativas similares muestran que muchos gobiernos cada vez son más conscientes de la magnitud del problema.

Una manera de subrayar las marcadas diferencias es evaluar la productividad agrícola en términos de personas alimentadas por hectárea en vez de toneladas por hectárea. Según la actual mezcla de usos de los cultivos, la producción de alimentos exclusivamente para consumo humano directo tendría el potencial de aumentar la producción de calorías hasta en un 70%, lo suficiente para alimentar a cuatro mil millones de personas, e incluso pequeños cambios en la asignación de cultivos para producir piensos y biocombustibles aumentarían notablemente los alimentos disponibles en el mundo.³²³ Un cambio hacia el consumo de alimentos menos procesados

y menos carne a la larga nos conducirá a prácticas más sostenibles en la producción de alimentos.

6. Sensibilizar sobre la salud, la sostenibilidad y la responsabilidad

La experiencia demuestra que muchas personas están preparadas para tomar decisiones saludables y éticas sobre los alimentos cuando se les facilita información precisa y oportuna. Tanto los programas obligatorios como los voluntarios tienen un rol que desempeñar. Los programas obligatorios de etiquetado ecológico conducidos por el gobierno que ofrecen datos sobre información nutricional, contenido calórico, consejos dietéticos y riesgos para la salud pueden persuadir a muchos consumidores, como se ha comprobado, por ejemplo, con los controles de la publicidad sobre cigarrillos.

Al mismo tiempo, el aumento de los programas voluntarios de certificación de productos supone un apoyo para los consumidores dispuestos a elegir e invertir en productos que minimicen la degradación ambiental y sus emisiones de carbono. El rápido crecimiento en las dos últimas décadas de los programas de comercio real y certificación ambiental proporcionan la base para una producción más sostenible, ya que existen sistemas y normas de buena gestión para garantizar que quienes participan en dichos programas cumplan sus compromisos. La tabla 7.3 presenta algunos de los programas más destacados.

7. Recompensar las prácticas de manejo sostenible de la tierra

La agricultura representa el mayor uso de la tierra del planeta y las tierras agrícolas son escasas. En el futuro, las tierras de cultivo deberán administrarse de una forma mucho más consciente a fin de ofrecer una amplia gama de servicios ecosistémicos, no solo comida, fibras y combustibles.³³⁵ La agricultura requiere transformarse de ser una fuente del cambio climático a un sumidero de carbono. Muchos de los pasos que llevan a una reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero son los mismos que los ya identificados: menos fertilizantes a base de nitrógeno, menor consumo de energía fósil, mejor manejo de residuos, aumento de la materia orgánica del suelo, restauración ecológica y mejoras en el riego.³³⁶ Los suelos agrícolas deben ser conservados, tanto en aras de la productividad como para evitar impactos posteriores. Los polinizadores, que se enfrentan a amenazas extremas en algunas áreas, precisan unos enfoques de conservación especializados.³³⁷ En algunos casos, esta forma de gestión más holística ha estado en vigor durante décadas o siglos; en otros, precisará un cambio radical en las actitudes.

También implicará un cambio en la forma de trabajar y hacer negocios de los agricultores. Si se espera que las granjas ofrezcan múltiples beneficios, deben pagar algo por ellos, por ejemplo, una mayor diversificación puede significar que una mayor proporción de los ingresos agrícolas provenga de fuentes de financiación innovadoras, como los esquemas de Pago por Servicios Ecosistémicos («PES,» por sus siglas en inglés).

El diseño de un giro hacia recompensas para los administradores de tierras basado en múltiples funciones y servicios precisará acciones a todos los niveles: subsidios e incentivos a nivel local, nacional y, algunas veces, internacional; plataformas equitativas para las partes interesadas que vinculen a empresas, autoridades locales, extensionistas agrícolas y ONGs con proveedores de ecosistemas takes como administradores de tierras, agricultores individuales o cooperativas; sistemas de valoración para garantizar precios justos y mecanismos financieros para la recaudación y el desembolso de compensaciones financieras y de otra índole. Aunque cada vez se cuenta con más experiencia, aún queda mucho por aprender.

8. Reducir el desperdicio de comida y las pérdidas posteriores a la cosecha

Dado que un tercio de los alimentos producidos nunca llega al estómago de los consumidores, a primera vista la reducción de desperdicios parecería ser una victoria fácil en términos de seguridad alimentaria y nutricional. Sin embargo, en la práctica no es tan fácil ya que una cultura de residuos se ha asentado en la estructura de nuestros sistemas alimentarios mediante políticas adquisitivas y comerciales, normativas alimentarias, y la economía de la distribución y el comercio minorista. Esto supondrá un cambio en las normas sobre fechas de caducidad y la actitud de los consumidores hacia las frutas y hortalizas deformes, una importante campaña pública de reeducación sobre nuestra

Cuadro 7.9: Pago por Servicios Ecosistémicos (PSE)

En teoría, es posible cobrar cuotas de usuario a las personas y empresas que se benefician de los servicios ecosistémicos con el objeto de ayudar a compensar los posibles beneficios a los que renuncian quienes gestionan los ecosistemas generadores de dichos servicios. Los sistemas PSE (también denominados PSA: Pago por Servicios Ambientales) pueden brindar una forma importante de apoyo a los agricultores y administradores de tierras que ofrecen estos servicios,³³⁸ por ejemplo, protegiendo los bosques para mantener la calidad del agua o reduciendo los niveles de adquisición y existencias en las zonas montañosas para fomentar el crecimiento de la vegetación y así reducir el riesgo de inundaciones. Aproximadamente el 80% del millón y medio de habitantes de Quito recibe agua potable de dos áreas protegidas: la Reserva Ecológica Antisana (120.000 ha) y el Parque Nacional Cayambe-Coca (403,103 ha). El gobierno está trabajando con una ONG local y las comunidades agrícolas para proteger las cuencas, introduciendo una aplicación más estricta de la protección en las cuencas superiores así como medidas para mejorar o proteger las funciones hidrológicas y los pozos de agua, prevenir la erosión y estabilizar las riveras y laderas.³³⁹ Actualmente, los sistemas de PSE adecuados para los agricultores se centran en la captura de carbono, la conservación forestal, la protección de cuencas hidrográficas y la reducción del riesgo de desastres; los pagos pueden realizarse en efectivo o en especie, tales como equipos, colmenas, etc.³⁴⁰ El valor de los servicios ecosistémicos de la agricultura es enorme; el desafío consiste en encontrar formas política y socialmente aceptables de garantizar que los agricultores que protegen estos valores reciban una compensación adecuada.³⁴¹

cultura de residuos y lo que constituye un alimento aceptable o recomendable y, por último, cambios en la estructura de una industria alimentaria basada en el movimiento constante y a gran escala de los productos alimenticios.

Sin embargo, es muy fácil empezar. Existen muchas opciones técnicas, políticas y de estilo de vida para reducir los desechos, incluyendo, el facilitar

Figura 7.7: Pérdidas de alimentos a lo largo de la cadena alimentaria: Rediseñado de³⁴⁵

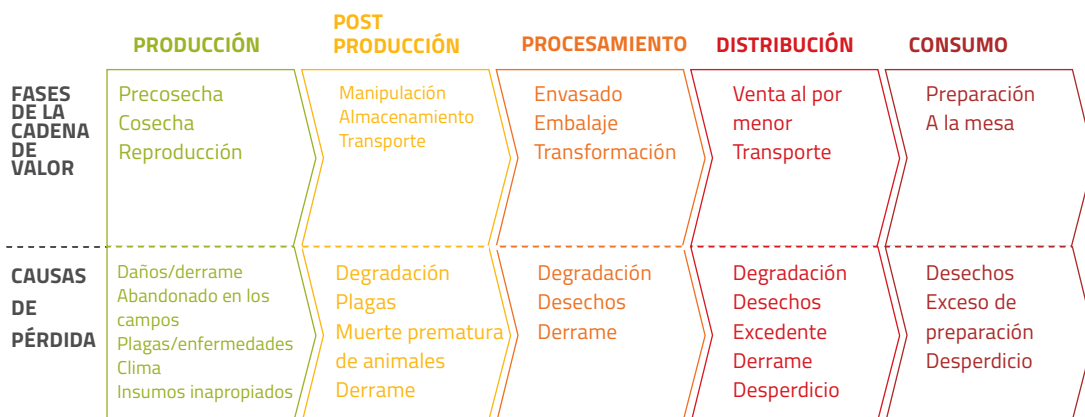


Tabla 7.3: Programas de certificación voluntaria

Plan de certificación voluntaria	Competencia y antecedentes
Bonsucro Iniciativa para una Mejor Caña de Azúcar	En su labor por fomentar la sostenibilidad del sector de caña de azúcar, Bonsucro cuenta con casi 200 miembros en 27 países. ³²⁴
Alianza para el Clima, la Comunidad y la Biodiversidad («CCBA,» por sus siglas en inglés)	Iniciativa multi-organizacional que promueve actividades de gestión de tierras que mitiguen con credibilidad el cambio climático, incluyendo los proyectos REDD+. ³²⁵
Comercio Equitativo Internacional («FLO,» por sus siglas en inglés)	Establece estándares internacionales para garantizar un comercio que brinde a los agricultores una vida digna con numerosas normas específicas para productores y grupos de comerciantes así como para determinados productos. ³²⁶
Consejo de Administración Forestal («FSC,» por sus siglas en inglés)	Uno de los varios programas de certificación forestal que impone controles sobre la tala de bosques naturales. ³²⁷
Mesa Redonda Internacional para una Carne de Vacuno Sostenible («GRSB,» por sus siglas en inglés)	Promueve la producción responsable de carne de vacuno a través de toda la cadena de suministro. ³²⁸
Iniciativa para Garantizar la Minería Responsable («IRMA,» por sus siglas en inglés)	Desarrollando un programa de certificación para las actividades mineras. ³²⁹
Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica («IFOAM,» por sus siglas en inglés)	Organismo internacional que establece normas generales para la agricultura orgánica con normas nacionales a las que deben ajustarse aquellos vinculados al IFOAM. ³³⁰
ProTerra	Grupo holandés que certifica todos los aspectos de la cadena alimentaria. ³³¹
Mesa Redonda sobre Soja Responsable («RTRS,» por sus siglas en inglés)	Su objetivo es reducir los impactos ambientales de la soja: en la actualidad la RTRS cuenta con 181 miembros y 1.3 millones de toneladas de soja certificada vendida en 2014. ³³²
Mesa Redonda sobre Aceite de Palma Sostenible («RSPO,» por sus siglas en inglés)	Con el objetivo de reducir los impactos ambientales y sociales de la producción de aceite de palma, la RSPO tiene más de 2,000 miembros y más de 3 millones de hectáreas certificadas. ³³³
Red de Agricultura Sostenible (RAS)	Una coalición de organizaciones sin fines de lucro que promueve la sostenibilidad ambiental y social de la agricultura mediante el desarrollo de estándares de buenas prácticas, certificación y capacitación. ³³⁴

la donación y redistribución de alimentos, usando enfriadores evaporativos en lugares donde no hay acceso a la refrigeración, introduciendo bolsas de plástico de cierre hermético o cajas de plástico para cultivos, usando silos metálicos más pequeños, reduciendo la confusión que existe con las etiquetas de la fecha de los alimentos, organizando campañas de sensibilización para los consumidores y reduciendo el tamaño de las porciones en restaurantes y cafeterías. Los gobiernos deben fijar metas de reducción de residuos; si la tasa actual de pérdidas y desperdicios de alimentos pudiera reducirse a la mitad para el año 2050, por ejemplo, produciría aproximadamente el 22% de la brecha entre los alimentos producidos hoy y la demanda proyectada para mediados del siglo.³⁴²

En los países en desarrollo, los desperdicios y pérdidas de alimentos se generan principalmente en las primeras etapas de la cadena de valor de los alimentos y tienen su origen en las limitaciones financieras, gerenciales y técnicas de los métodos de recolección, así como de las instalaciones para distribución, almacenamiento y refrigeración. La cooperación entre los agricultores podría reducir el riesgo de sobreproducción al permitir que los excedentes de cultivos de una granja equilibren la

escasez de cultivos en otra.³⁴³ En los trópicos, las malas instalaciones de almacenamiento y la falta de infraestructura causan pérdidas de alimentos después de la cosecha; para superar este reto se precisará una infraestructura mejorada para carreteras, energía, mercados y, en última instancia, para instalaciones de almacenamiento y de la cadena de refrigeración.³⁴⁴ La falta de instalaciones de procesamiento también da lugar a pérdidas de alimentos debido a la estacionalidad de la producción y el costo de invertir en instalaciones de procesamiento que no se utilizarán el año entero.

9. Mejorar la seguridad de la tenencia de la tierra y la equidad de género

La mayoría de los pasos anteriores son relevantes para todo el sistema alimentario y, de hecho, para todo el planeta. Sin embargo, en el contexto de la seguridad alimentaria, son los más pobres los que más sufren, incluidos los habitantes rurales sin acceso a la tierra y los habitantes de las zonas urbanas pobres para comprar suficiente comida para alimentar a sus familias. Reconocer que tenemos un enorme problema de obesidad no debe eclipsar

el hecho de que casi la misma cantidad de personas están por debajo de su peso apropiado por carecer de suficiente nutrición y, si se verifican las actuales proyecciones, este número es probable que aumente en el futuro. Un sistema alimentario que no logra atender las necesidades de los pobres, sin tierra e impotentes, tampoco logrará garantizar la seguridad alimentaria³⁴⁶ y, observando las tendencias recientes, esa vulnerabilidad tiende a crecer.

Un elemento crítico del éxito es el reconocimiento de los derechos de las mujeres para garantizar la tenencia de la tierra, independientemente de los miembros masculinos de la familia. Tales derechos deben establecerse por ley en los países donde esto aún no sucede, y deben ser difundidos, explicados e implementados en lugares donde los cambios legales no han hecho mucha diferencia en las prácticas cotidianas. Las cuestiones de género van más allá de la mera propiedad e influyen en el tipo de agricultura practicada. En los países donde el trabajo agrícola recae principalmente en los hombros de las mujeres, también se debe fomentar una mayor equidad en las condiciones de trabajo, tanto para aumentar el bienestar general- como para garantizar la máxima eficiencia.

La justicia alimentaria es mucho más que el volumen de alimentos producidos. Las estrategias que buscan desarrollar sistemas alimentarios resilientes necesitan ir más allá de las cuestiones agrícolas tradicionales y tener en cuenta, por ejemplo, los temas de equidad de género y justicia social que determinan el acceso a la tierra y los recursos naturales; adoptar enfoques agroecológicos integrados para producir más alimentos con un menor impacto ambiental; apoyar más sistemas alimentarios organizados a nivel regional; e incorporar en las políticas de producción el acceso a alimentos saludables y culturalmente relevantes.³⁴⁷

La redistribución de la tierra perteneciente a los propietarios ricos de las grandes explotaciones agrícolas a los agricultores, inquilinos o trabajadores agrícolas pobres puede fomentar el crecimiento económico, la reducción de la pobreza y la equidad de género si se gestiona bien y se cuenta con el respaldo de unas políticas firmes y el desarrollo de capacidades. Por ejemplo, la reforma agraria de base comunitaria en Malawi dio lugar a mejoras en las tenencias de tierras, la seguridad de dichas tenencias, la producción de cultivos, la productividad, así como un aumento de los ingresos y la seguridad alimentaria.³⁴⁸

Las reformas agrarias que buscan distribuir tierra a los pobres necesitan acometer la tarea con sumo cuidado de forma que se redistribuya la tierra sin provocar tensiones políticas ni dañar la posición de

los pequeños agricultores existentes. Lo que debe incluir, por ejemplo, factores para mejorar el poder adquisitivo de los pobres, eliminar los incentivos que fomentan la concentración parcelaria y proporcionar suficientes subsidios y servicios de extensión.³⁴⁹

10. Implementar enfoques integrados de manejo del paisaje

Hasta cierto punto, el Paso 10 es la suma de los nueve anteriores. El aumento de las presiones en las tierras agrícolas, la extensión de la degradación y desertificación de la tierra, el aumento de la contaminación, el cambio climático y el crecimiento de las poblaciones humanas significan que el mundo necesita dejar de centrarse en la producción de alimentos para pasar a considerar las tierras agrícolas como parte de un paisaje multifuncional que suministra alimentos pero que también es responsable de una amplia gama de servicios de apoyo, regulación y culturales.

Gestionar la creciente competencia por los productos y servicios de la tierra, su comercio y los intereses de las distintas partes interesadas, implica una planificación del uso de la tierra que asegure una asignación eficiente de la misma, promueva opciones sostenibles de uso de la tierra y ayude a equilibrar la competencia entre los diversos usos. La planificación del uso de la tierra no es una simple valoración de ésta, algo que puede resultar muy atractivo para los desarrolladores urbanísticos y perjudicial para la agricultura; tampoco se trata de una clasificación de la capacidad de la tierra. Una planificación integral del uso de la tierra abarca todos los usos potenciales de la misma, por ejemplo, zonas aptas para la agricultura, la silvicultura, la expansión urbana, la vida silvestre, las tierras de pastoreo y las áreas recreativas. Al modificar la estructura espacial de un paisaje y asignar las actividades de uso del suelo a lugares adecuados del paisaje, es posible mejorar la producción de múltiples servicios y la resiliencia del sistema de tierras.³⁵⁰ De esta manera, los sistemas diseñados responderían mejor a los intereses locales y la demanda de servicios ecosistémicos, serían sostenibles desde el punto de vista tanto local como paisajístico, y quedarían implementados en el contexto de gobernanza local y socioeconómica de la tierra.³⁵¹ Otro aspecto importante de estos cambios sistémicos incluye los aspectos psicológicos y sociales que conllevan el cambio de prácticas que a veces han sido aceptadas durante siglos, que requieren de enfoques colaborativos con una amplia gama de actores interesados,³⁵² incluida la industria.³⁵³



REFERENCIAS

- 1 Foley, J.A. 2011. Sustain the planet? *Scientific American*, November 2011, pp. 60–65.
- 2 FAO. 2009. *How to Feed the World in 2050*. FAO, Rome.
- 3 Rivers Cole, J. and McCoskey, S. 2013. Does global meat consumption follow an environmental Kuznets curve? *Sustainability: Science, Practice, and Policy* **9** (2): 26-36.
- 4 Overseas Development Group. 2006. *Global Impacts of Land Degradation*. Paper for the GEF. ODG, University of East Anglia, Norwich, UK.
- 5 Oxford Economics. 2016. *Future trends and market opportunities in the world's largest 750 cities: How the global urban landscape will look in 2030*. Oxford.
- 6 Harvey, M. and Pilgrim, S. 2010. The new competition for land: food, energy and climate change. *Food Policy* **36** (Supplement 1): S40-S51.
- 7 IFPRI. 2009. *Climate Change: Impact on Agriculture and Costs of Adaptation*, International Food Policy Research Institute, Washington, DC.
- 8 Lambin, E.F. and Meyfroidt, P. 2011. Global land use change, economic globalisation and the looming land scarcity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **108** (9), pp. 3465-3472.
- 9 Harvey, M. and Pilgrim, S. 2010. Op cit.
- 10 FAO. 2006. *Policy Brief: Food security*. FAO, Rome.
- 11 Celentano, D., Rousseau, G.X., Lex Engel, V., Zelarayán, M., Oliveira, E.C., et al. 2016. Degradation of riparian forest affects soil properties and ecosystem services provision in Eastern Amazon of Brazil. *Land Degradation and Development* **28** (2): 482-493.
- 12 Pulido, M., Schnabel, S., Lavado Contado, J.F., Lozano-Parra, J., and González, F. 2016. The impact of heavy grazing on soil quality and pasture production in rangelands of SW Spain. *Land Degradation and Development*. DOI: 10.1002/ldr.2501.
- 13 DeWitt, C.B. 2009. Unsustainable agriculture and land use: restoring stewardship for biospheric integrity. In: Robert S. White, FRS (ed.) *Crisis in Creation*. London: SPCK publishers, pp.137-156.
- 14 Rockstrom, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, A., Chapin III, F.S., et al. 2009. A safe operating space for humanity. *Nature* **464**: 472-475.
- 15 Ibarrola Rivas, M.J. and Nonhebel, S. 2016. Assessing changes in availability of land and water for food (1960-2050): An analysis linking food demand and available resources. *Outlook on Agriculture* **45** (2), 124-131.
- 16 FAO and World Water Council. 2015. *Towards a water and food secure future: Critical perspectives for policy-makers*. FAO and WWC, Rome and Marseille.
- 17 Ray, D.K., Mueller, N.D., West, P.C., and Foley, J.A. 2013. Yield trends are insufficient to double global crop production by 2050. *PLoS ONE* **8** (6): e66428. doi:10.1371/journal.pone.0066428.
- 18 United Nations. 2009. *World Population Prospects. The 2008 Revision*, United Nations, Department of Economic and Social Affairs Population Division, New York.
- 19 FAO. 2009. Op cit.
- 20 Herrero, M. and Thornton, P.K. 2013. Livestock and global change: Emerging issues for sustainable food systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **110** (52): 20878-20881.
- 21 FAO. 2013. *Food Wastage Footprint: Impacts on natural resources – summary report*. FAO, Rome, pp. 6-7.
- 22 FAO. 2013. *Food Wastage Footprint: Impacts on natural resources – summary report*. FAO, Rome, pp. 6-7.
- 23 Institute of Mechanical Engineers. 2013. *Global Food: Waste not, want not*. IME, London. p. 2; Lundqvist, J., C. de Fraiture and D. Molden (2008). *Saving Water: From Field to Fork – Curbing Losses and Wastage in the Food Chain*, SIWI Policy Brief, SIWI.
- 24 FAO. 2013. Op cit.
- 25 Kader, A.A. 2005. Increasing food availability by reducing postharvest losses of fresh produce. *Proceedings of the 5th International Postharvest Symposium*, Mencarelli, F. (Eds.) and Tonutti P. *Acta Horticulturae*, 682, ISHS.
- 26 Institute of Mechanical Engineers. 2013. Op cit.
- 27 Liu, G. and Liu, S. 2013. Curb China's rising food wastage. *Nature* **489**: 170.
- 28 Dou, Z., Ferguson, J.D., Galligan, D.T., Kelly, A.M., Finn, S.M. et al. 2016. Assessing US food wastage and opportunities for reduction. *Global Food Security* **8**: 19-26.
- 29 Porter, S.D. and Reay, D.S. 2015. Addressing food supply chain and consumption inefficiencies: potential for climate change mitigation. *Regional Environmental Change* **16** (8): 2279-2290.
- 30 FAO. 2013. 'FAOSTAT' (<http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/home/E>) accessed November 11, 2016.

- 31 UNEP. 2009. Towards sustainable production and use of resources: Assessing biofuels, United Nations Environment Programme, Division of Technology Industry and Economics, Paris, France.
- 32 Alexander, P., Rounsevell, M.D.A., Dislich, C., Dodson, J.R., Engström, K., et al. 2015. Drivers for global agricultural land use change: The nexus of diet, population, yield and bioenergy. *Global Environmental Change* **35**: 138-147.
- 33 Hoekstra, A.Y. and Chapagain, A.K. 2007. Water footprint of nations: water use by people as a function of their consumption pattern. *Waters Resources Management* **21**: 35-48.
- 34 Reynolds, L. and Nierenberg, D. 2012. Innovations in Sustainable Agriculture: Supporting climate-friendly food production. Worldwatch Report 188. Worldwatch Institute, Washington, DC.
- 35 Geist, H.J. and E.F. Lambin. 2002. Proximate causes and underlying driving forces of tropical deforestation. *BioScience* **52**: 143-150.
- 36 FAO. 2006. Livestock's Long Shadow: Environmental issues and options. Rome.
- 37 Garnett, T., Rös, E., and Little, D. 2015. Lean, green, mean, obscene...? What is efficiency? And is it sustainable? Food Climate Research Network, Oxford.
- 38 WWF. 2013. Soy and Biodiversity Loss: Expanding markets, declining ecosystems and what we can do about it. WWF International, Gland, Switzerland.
- 39 Herrero, M., Havlik, P., McIntire, J., Palazzo, A., and Valin, H. 2014. African Livestock Futures: Realizing the Potential of Livestock for Food Security, Poverty Reduction and the Environment in Sub-Saharan Africa. Office of the Special Representative of the UN Secretary General for Food Security and Nutrition and the United Nations System Influenza Coordination (UNSCIC), Geneva, Switzerland.
- 40 Schneider, M. 2011. Feeding China's Pigs: Implications for the Environment, China's Smallholder Farmers and Food Security. Institute for Agriculture and Trade Policy.
- 41 Cassidy, E.S., West, P.C., Gerber, J.S., and Foley, J.A. 2013. Redefining agricultural yields: From tonnes to people nourished per hectare. *Environmental Research Letters* **8**: doi:10.1088/1748-9326/8/3/034015
- 42 Eshel, G., Shepon, A., Makov, T., and Milo, R. 2014. Land, irrigation water, greenhouse gas, and reactive nitrogen burdens of meat, eggs, and dairy production in the United States. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **111** (33): 11996-12001.
- 43 Stehfest E., Bouwman, L., van Vuuren, D.P., den Elzen, M.G.J., Eikhout, B., et al. 2009. Climate benefits of changing diet. *Climate Change* **95**: 83-102.
- 44 McAlpine, C.A., Etter, A., Fearnside, P.M., Seabrook, L., and Laurance, W.F. 2009. Increasing world consumption of beef as a driver of regional and global change: A call for policy action based on evidence from Queensland (Australia), Colombia and Brazil. *Global Environmental Change* **19**: 21-33.
- 45 Siriwardena, L., Finlayson, B.L., and McMahon, T.A. 2006. The impact of land use change on catchment hydrology in large catchments: The Comet River, Central Queensland, Australia. *Journal of Hydrology*, **326** (1): 199-214.
- 46 Gerber, P.J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., et al. 2013. Tackling climate change through livestock – A global assessment of emissions and mitigation opportunities. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome.
- 47 Pelletier, N. and Tyedmers, P. 2010. Forecasting potential global costs of livestock production 2010-2050. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **107** (43): 18371-18374.
- 48 McMichael, A.J., Powles, J.W., Butler, C.D., and Uauy, R. 2007. Food, livestock production, energy, climate change, and health. *The Lancet* **370**: 1253-1263.
- 49 Monteiro, C.A., Moubarac, J.C., Cannon, G., Ng, S.W., and Popkin, B. 2013. Ultra processed products are becoming dominant in the global food system. *Obesity Reviews* **14** (S2): 21-28.
- 50 Malik, V.S., Willett, W.C., and Hu, F.B. 2013. Global obesity: Trends, risk factors and policy implications. *Nature Reviews Endocrinology* **9**: 13-27.
- 51 Swinburn, B.A., Sacks, G., Hall, K.D., McPherson, K., Finegood, D.T., et al. 2011. The global obesity pandemic: shaped by global drivers and local environments. *Lancet* **378**: 804-814.
- 52 Popkin, B.M. and Slining, M.M. 2013. New dynamics in global obesity facing low- and middle-income countries. *Obesity Reviews* **14** (S2): 11-20.
- 53 Lee, J.S.H., Koh, L.P., and Wilcove, D.S. 2016. Junking tropical forests for junk food? *Frontiers in Ecology and the Environment* **14** (7): 355-356.
- 54 CARLSON, K.M., CURRAN, L.M., ASNER, G.P., PITTMAN, A.M., TRIGG, S.N., ET AL. 2013. CARBON EMISSIONS FROM FOREST CONVERSION BY KALIMANTAN OIL PALM PLANTATIONS. *NATURE CLIMATE CHANGE* **3** (3): 283-287.
- 55 WORLD BANK. 2016. THE COST OF FIRE: AN ECONOMIC ANALYSIS OF INDONESIA'S 2015 FIRE CRISIS. WASHINGTON, DC.
- 56 Schrier-Uijl, A.P., Kroon, P.S., Hendriks, D.M.D., Hensen, A., Huissteden, J. van, et al. 2014. Agricultural peat lands: towards a greenhouse gas sink – a synthesis of a Dutch landscape study. *Biogeosciences* **11**: 4559-4576.
- 57 Hooke R.LeB., Martin-Duque, J.F., and de Pedraza, J. 2012. Land transformation by humans: A review. *GSA Today* **22**: 4-10.
- 58 Foley, J.A., DeFries, R., Asner, G.P., Barford, C., Bonan, G., et al. 2005. Global consequences of land use. *Science* **309**: 570-574.
- 59 FAO. 2011. The state of the world's land and water resources for food and agriculture (SOLAW) – Managing systems at risk. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome and Earthscan, London.
- 60 Foley, J.A., Ramankutty, N., Brauman, K.A., Cassidy, E.S., Berber, J.S., et al., Solutions for a cultivated planet. *Nature*. **478**: 337-342 (2011).
- 61 Stewart, B., Koohafkan, P., and Ramamoorthy, K. 2006. Dryland agriculture defined and its importance to the world. In: Peterson, G., Unger, U.P., and Payne, P.W. (eds.) *Dryland Agriculture*, 2nd edition, pp. 1-24.
- 62 Keenan, R.J., Reams, G.A., Achard, F., de Freitas, J.V., Grainger, A., et al. 2015. Dynamics of global forest area: Results from the FAO Global Forest Resources Assessment 2015. *Forest Ecology and Management* **352**, 9-20.
- 63 Joint Research Centre of the European Commission. 2017. World Atlas of Desertification, 3rd edition. Ispra <http://wad.jrc.ec.europa.eu/>
- 64 Obersteiner, M., Kraxner, F., Mosnier, A., Bocqueho, G., Khabarov, N., and Havlik, P. 2014. Addressing the drivers of deforestation: Exploring synergies between REDD (plus) and forest policy. *Proceedings, XXIV IUFRO World Congress, October 5-11, 2014, Salt Lake City, USA The International Forestry Review* **16** (5): 545.
- 65 Herrero, M., et al. 2014. Op cit.
- 66 Barraclough, S.L. and Gimire, K.B. 2000. Agricultural Expansion and Tropical Deforestation: Poverty, International Trade and Land Use. Earthscan, London.
- 67 Gibbs, H.K., Ruesch, A.S., Achard, F., Clayton, M.K., Holmgren, P., et al. 2010. Tropical forests were the primary sources of new agricultural land in the 1980s and 1990s. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **107** (38): 16732-16737.
- 68 Wassenaar, T., Gerber, P., Verburg, P.H., Rosales, M. Ibrahim, M., et al. 2006. Projecting land use changes in the Neotropics: The geography of pasture expansion into forest. *Global Environmental Change* **17** 86-104.
- 69 Taylor, R., Dudley, N., Stolton, S., and Shapiro, A. 2015. Deforestation fronts: 11 places where most forest loss is projected between 2010 and 2030. Paper presented at the XIV World Forestry Congress, Durban, South Africa, September 7-11, 2015.
- 70 Rudel, T., DeFries, R., Asner, G.P., and Laurance, W.F. 2009. Changing drivers of deforestation and new opportunities for conservation. *Conservation Biology* **23** (6): 1396-1405.
- 71 Kruglianskas, I. Undated. Soy production in South America: Key issues and challenges. ProForest, Oxford.
- 72 Pacheco, P. 2012. Soybean and oil palm expansion in South America: A review of main trends and implications. Working Paper 90. CIFOR, Bogor, Indonesia.
- 73 Danielsen, F., Beukema, H., Burgess, N.D., Parish, F., Bruhl, C.A., et al. 2009. Biofuel plantations on forested lands: Double jeopardy for biodiversity and climate. *Conservation Biology* **23** (2): 348-358.
- 74 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.
- 75 Hosonuma, N., Herold, M., De Sy, V., De Fries, R.S., Brockhaus, M., et al. 2012. An assessment of deforestation and forest degradation drivers in developing countries. *Environmental Research Letters* **7** (4): 044009. doi:10.1088/1748-9326/7/4/044009.
- 76 Killeen, T.J., Guerra, A., Calzada, M., Correa, L., Calderon, V., et al. 2008. Total historical land-use change in eastern Bolivia: Who, where, when, and how much? *Ecology and Society* **13**(1): 36. [online] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol13/iss1/art36/>
- 77 Wassenaar, T., et al. 2006. Op cit.
- 78 Chomitz, K. 2007. At Loggerheads: Agricultural expansion, poverty reduction and environment in tropical forests. The World Bank, Washington, DC.
- 79 Klink, C. and Machado, R.B. 2005. Conservation of the Brazilian Cerrado. *Conservation Biology* **19** (3): 707-713.

- 80** Macedo, M.N., DeFries, R.S., Morton, D.C., Stickler, C.M., Galford, G.L., et al. 2012. Decoupling of deforestation and soy production in the southern Amazon during the late 2000s. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* **109** (4): 1341-1346.
- 81** Walker, R. 2011. The impact of Brazilian biofuel production on Amazonia. *Annals of the Association of American Geographers* **101**(4): 929-938.
- 82** Brown, J.C., Koeppe, M., Coles, B., and Price, K.P. 2005. Soybean production and conversion of tropical forest in the Brazilian Amazon: The case of Vilhena, Rondonia. *Ambio* **34** (6): 462-469.
- 83** Butler, R.A. and Laurance, W.F. 2009. Is oil palm the next emerging threat to the Amazon? *Tropical Conservation Science* **2**(1): 1-10.
- 84** Zac, M.R., Cabido, M., Cáceres, D., and Díaz, S. 2008. What drives accelerated land cover change in central Argentina? Synergistic consequences of climatic, socioeconomic and technological factors. *Environmental Management* **42**: 181-189.
- 85** Peres, C.A. and Schneider, M. 2011. Subsidized agricultural resettlements as drivers of tropical deforestation. *Biological Conservation* **151** (1): 65-68.
- 86** Arima, E.Y., Richards, P., Walker, R., and Caldas, M.M. 2011. Statistical confirmation of indirect land use change in the Brazilian Amazon. *Environmental Research Letters* **6**: 7pp.
- 87** Morton, D.C., DeFries, R.S., Shimabukuro, Y.E., Anderson, L.O., Arai, E., et al. 2006. Cropland expansion changes deforestation dynamics in the southern Brazilian Amazon. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **103**: 14637-14641.
- 88** Soares Domingues, M. and Bermann, C. 2012. The arc of deforestation in the Amazon: The livestock to soy. *Ecology and Society* **15** (2).
- 89** Lambin, E.F. and H.J. Geist. 2003. Regional differences in tropical deforestation. *Environment* **45** (6): 22-36.
- 90** Marien, J.-N. 2009. Peri-urban forests and wood energy: What are the perspectives for Central Africa? In: de Wasseige, C., Devers, D., de Marcken, P., Eba'a, R., Nasi, R., et al. (eds.) *The Forests of the Congo Basin—State of the Forest 2008*. Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- 91** Bond, I., Chambwera, M., Jones, B., Chundama, M., and Nhantumbo, I. 2010. REDD+ in dryland forests: Issues and prospects for pro-poor REDD in the Miombo woodlands of southern Africa. *Natural Resource Issues No. 21*. IIED, London.
- 92** Cabral, A.I.R., Vasconcelos, M.J., Oom, D., and Sardinha, R. 2010. Spatial dynamics and quantification of deforestation in the central-plateau woodlands of Angola (1990-2009). *Applied Geography* **31**: 1185-1193.
- 93** Geist, H., Otanez, M., and Kapito, J. 2008. The tobacco industry in Malawi: A globalized driver of local land change. In: Millington, A. (ed.) *Land Change Science in the Tropics: Changing Agricultural Landscapes*, Springer.
- 94** Von Maltitz, G. and Setzkorn, K. 2012. Potential impacts of biofuels on deforestation in Southern Africa. *Journal of Sustainable Forestry* **31**: 80-97.
- 95** Boucher, D., Elias, P., Liningner, K., May-Tobin, C., Roquemore, S., et al. 2011. *What's Driving Tropical Deforestation Today?* Union of Concerned Scientists, Washington, DC.
- 96** Schneider, M. 2011. Feeding China's pigs: Implications for the environment, China's smallholder farmers and food security. Institute for Agriculture and Trade Policy. Accessed October 11, 2013.
- 97** Hart Energy. 2013. Global biofuels outlook to 2025. globalbiofuelscenter.com/spotlight.aspx?ID=32#KeyFindings, accessed February 27, 2013.
- 98** <http://www.platts.com/latest-news/agriculture/london/global-soybean-demand-to-exceed-production-in-26442275>, accessed January 4, 2017.
- 99** USDA (United States Department of Agriculture, Foreign Agricultural Service). 2013.
- 100** WWF. 2013. Op cit.
- 101** Pacheco, P. 2012. Soybean and Oil Palm Expansion in South America: A review of main trends and implications. Working Paper 90. CIFOR, Bogor, Indonesia.
- 102** Kruglianskas, I. Undated. Soy production in South America: Key issues and challenges. ProForest, Oxford.
- 103** Hobbs, J. 2012. Paraguay's destructive soy boom. *New York Times* July 2, 2012. http://www.nytimes.com/2012/07/03/opinion/paraguays-destructive-soy-boom.html?_r=0 accessed October 12, 2013.
- 104** Bruinsma, J. 2009. The resource outlook to 2050: By how much do land, water and crop yields need to increase by 2050? Paper presented at the FAO Expert Meeting on «How to Feed the World in 2050.» FAO, Rome.
- 105** CARLSON, K.M., CURRAN, L.M., RATNASARI, D., PITTMAN, A.M., SOARES-FILHO, B.S., ET AL. 2012. COMMITTED CARBON EMISSIONS, DEFORESTATION, AND COMMUNITY LAND CONVERSION FROM OIL PALM PLANTATION EXPANSION IN WEST KALIMANTAN, INDONESIA. *PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES* **109**: 7559-7564.
- 106** Environmental Protection Agency. 2012. Notice of data availability concerning renewable fuels produced from palm oil under the RFS Program, Federal Register **77**, 18, 4300-4318.
- 107** van Beukering, P.J.H., Cesar, H.S.J., and Janssen, M.A. 2003. Economic valuation of the Leuser National Park on Sumatra, Indonesia. *Ecological Economics* **44**, 4: 62.
- 108** Baumüller, H. 2008. Prospects and Drivers for Agricultural Change in the Mekong Region: The case of sugar, rice and rubber, WWF Greater Mekong Programme, Vientiane.
- 109** Yang, J., Huang, J., Qui, H., Rozelle, S., and Sombilla, M.A. 2009. Biofuels and the Greater Mekong subregion: Assessing the impact on prices, production and trade. *Applied Energy* **86**: 537-546.
- 110** Webb, E.L., Jachowski, N.R.A., Phelps, J., Friess, D.A., Than M.M., et al. 2014. Deforestation in the Ayeyarwady Delta and the conservation implications of an internationally-engaged Myanmar. *Global Environmental Change* **24**: 321-333.
- 111** Woods, K. 2013. Timber trade flows and actors in Myanmar. *Forest Trends*, Washington, DC
- 112** Koh, L.P. and Wilcove, D.S. 2008. Oil palm: Disinformation enables deforestation, *Trends in Ecology and Evolution* **24**: 2: 67-68.
- 113** Herrero, M., Havlík, P., McIntire, J.M., Palazzo, A., and Valin, H. 2014. African Livestock Futures: Realizing the Potential of Livestock for Food Security, Poverty Reduction and the Environment in Sub-Saharan Africa. Office of the Special Representative of the UN Secretary General for Food Security and Nutrition and the United Nations System Influenza Coordination (UNSIC), Geneva, Switzerland.
- 114** FAO. 2008. *Forests and Energy: Key issues*. FAO Forestry Paper 154. FAO, Rome.
- 115** Smeets, E.M.W. and Faaji, A.P.C. 2007. Bioenergy potential from forestry in 2050: An assessment of the drivers that determine the potentials. *Climatic Change* **81**: 353-390.
- 116** Cassidy, E.S., et al. 2013. Op cit.
- 117** Sapp, M. 2016. Argentine biodiesel production to hot record 2.7 million tons in 2016. *Biofuels Digest* December 28, 2016. <http://www.biofuelsdigest.com/bdigest/2016/12/28/argentine-biodiesel-production-to-hit-record-2-7-million-tons-in-2016/> accessed January 4, 2017.
- 118** Laborde, D. 2011. Assessing the Land Use Change Consequences of European Biofuel Policies. International Food Policy Institute for the ATLASS Consortium, Washington, DC.
- 119** Johnston, M., Licker, R., Foley, J., Holloway, T., Mueller, N.D., et al. 2011. Closing the gap: Global potential for increasing biofuel production through agricultural intensification. *Environmental Research Letters* **6** (3): 034028.
- 120** Woods, J., Lynd, L.R., Laser, M., Batistella, M., Victoria, D. de C., et al. 2015. Land and bioenergy. In Souza, G.M., Victoria, R.L., Joly, C.A., and Verdade, L.M. (eds.), *Bioenergy and Sustainability: Bridging the gaps*. Paris: Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE). pp. 259-300.
- 121** Nyantakyi-Frimpong, H. 2013. Biofuels, land grabbing and food security in Africa. *African Geographical Review* **32** (2): 190-192.
- 122** von Maltitz, G. and Setzkorn, K. 2012. Potential impacts of biofuels on deforestation in Southern Africa. *Journal of Sustainable Forestry* **31** (1-2): 80-97.
- 123** Lahl, U. 2011. An Analysis of iLUC and Biofuels: Regional quantification of climate-relevant land use change and options for combating it. BZL Kommunikation und Projektsteuerung GmbH, Oyten, Germany.
- 124** Webb, A. and Coates, D. 2012. Biofuels and Biodiversity. Technical Series No. 65. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal.
- 125** Fingerman, K.R., Berndes, G., Orr, S., Richter, B.D., and Vugteveen, P. 2011. Impact assessment at the bioenergy-water nexus. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining* **5**: 375-386.
- 126** Altieri, M. The ecological impacts of large-scale agrofuel monoculture production systems in the Americas. *Bulletin of Science, Technology and Society* **29** (3): 236-244.
- 127** Global Forest Coalition. 2010. *Wood-Based Energy: The green lie*. Asuncion, Paraguay.
- 128** Dauvergne, P. and Neville, K.J. 2010. Forests, food, and fuel in the tropics: The uneven social and ecological consequences of the emerging political economy of biofuels. *Journal of Peasant Studies* **37** (4): 631-660.
- 129** Fargione, J., Hill, J., Tilman, D., Polasky, S., and Hawthorne, P. 2008. Land clearing and the biofuel carbon debt. *Science* **319**: 1235-1238.

- 130** Danielsen, F., et al. 2009. Op cit.
- 131** Melillo, J.M., Gurgel, A.C., Kicklighter, D.W., Reilly, J.M., Cronin, T.W., et al. 2009. Unintended environmental consequences of a global biofuels program. MIT Joint Program on the Science and Policy of Global Change. Report number 168. MIT, Cambridge, MA, USA.
- 132** Gibbs, H.K., et al. 2008. Op cit.
- 133** Keam, S. and McCormick, N. 2008. Implementing Sustainable Bioenergy Production: A compilation of tools and approaches. IUCN, Gland, Switzerland.
- 134** Harvey, M. and Pilgrim, S. 2011. The new competition for land: Food, energy, and climate change. *Food Policy* **36**: 540-551.
- 135** Cotula, L., Vermeulen, S., Mathieu, P., and Toulmin, C. 2011. Agricultural investment and international land deals: Evidence from a multi-country study in Africa. *Food Security* **3** (1): 99-113.
- 136** Galat, J.G. 2013. The collapsing platform for pastoralism: Land sales and land loss in Kajiado County, Kenya. *Nomadic Peoples* **17** (2): 20-39.
- 137** Peters, P.E. 2013. Conflicts over land and threats to customary tenure in Africa. *African Affairs* **112** (449): 543-562.
- 138** Rulli, M.C., Savioli, A., and D'Odorico, P. 2013. Global land and water grabbing. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **110** (3): 892-897.
- 139** Rudel, T. 2015. Land-use change: Deforestation by land grabbers. *Nature Geoscience* **8**: 752-753.
- 140** Li, T.M. 2011. Centering labor in the land grab debate. *Journal of Peasant Studies* **38** (2): 281-298.
- 141** Cotula, L., Oya, C., Codjoe, E.A., Eid, A., Kakraba-Amph, M., et al. 2014. Testing claims about large land deals in Africa: Findings from a multi-country study. *The Journal of Development Studies* **50** (7): 905-925.
- 142** Foggini, J.M. 2008. Depopulating the Tibetan grasslands. *Mountain Research and Development* **28** (1): 26-31.
- 143** Xi, J. 2016. Land degradation and population relocation in Northern China. *Social Science & Medicine* **157**: 79-86.
- 144** MacDonald, G.K., Brauman, K.A., Sun, S., Carlson, K.M., Cassidy, E.S., et al. 2015. Rethinking agricultural trade relationships in an era of globalization. *BioScience* **65** (3): 275-289.
- 145** Würtenberger, L., Koelner, T., and Binder, C.R. 2006. Virtual land use and agricultural trade: Estimating environmental and socio-economic impacts. *Ecological Economics* **57**: 679-697.
- 146** Qiang, W., Liu, A., Cheng, S., Kastner, T., and Xie, G. 2013. Agricultural trade and virtual land use: The case of China's crop trade. *Land Use Policy* **33**: 141-150.
- 147** De Schutter, L. and Lutter, S. 2016. The True cost of Consumption. Friends of the Earth Europe, Brussels, Belgium.
- 148** Kang, M.S. and Banga, S.S. 2013. Global agriculture and climate change. *Journal of Crop Improvement* **27** (6): 667-692.
- 149** Gregory, P.J., Ingram, J.S.I., and Brklacich, M. Climate change and food security. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* **360**: 2139-2148.
- 150** Garrett, K.A., Dendy, S.P., Frank, E.F., Rouse, M.N., and Travers, S.E. 2006. Climate change effects on plant disease: Genomes to ecosystems. *Annual Review of Environment and Resources* **44**: 489-509.
- 151** Grace, D., Bett, B., Lindahl, J., and Robinson, T. 2015. Climate and livestock disease: Assessing the vulnerability of agricultural systems to livestock pests under climate change scenarios. CCAFS Working Paper no. 116. CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security, Copenhagen, Denmark.
- 152** Jaramillo, J., Muchugu, E., Vega, F.E., Davis, A., Borgmeister, C., et al. 2011. Some like it hot: The influence and implications of climate change on coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*) and coffee production in East Africa. *PLoS One* **6** (9): e24528. doi:10.1371/journal.pone.0024528.
- 153** Wheeler, T. and von Braun, J. 2013. Climate change impacts on global food security. *Science* **341**: 508-513.
- 154** Dawson, T.P., Perryman, A.N., and Osborne, T. 2014. Modelling impacts of climate change on global food security. *Climatic Change* **134** (3): 429-440.
- 155** IPCC, 2014. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E., et al. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- 156** Nelson, G.C., Rosegrant, M.W., Koo, J., Robertson, R., Sulser, T., et al. 2009. Climate Change: Impact on Agriculture and Costs of Adaptation. International Food Policy Research Institute, Washington, DC.
- 157** Schmidhuber, J. and Tubiello, F.N. 2007. Global food security under climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **104** (50): 19703-19708.
- 158** Vermeulen, S.J., Campbell, B.M., and Ingram, J.S.I. 2012. Climate change and food systems. *Annual Review of Environment and Resources* **37**: 195-222.
- 159** Smith P., Bustamante, M., Ahammad, H., Clark, H., Dong, H., et al. 2014. Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU). In: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Edenhofer, O., Pichs-Madruga, R., Sokona, Y., Farahani, E., Kadner, S., et al. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- 160** Tubiello, F.N., Salvatore, M., Córdar Golec, R.D., Ferrara, A., Rossi, S., et al. 2014. Agriculture, Forestry and Other Land Use Emissions by Sources and Removals by Sinks: 1990-2011 Analysis. FAO, Rome.
- 161** Tubiello, F.N., Salvatore, M., Ferrara, A.F., House, J., Federici, S., et al. 2015. The contribution of agriculture, forestry and other land use activities to global warming, 1990-2012. *Global Change Biology* **21** (7): 2655-2660.
- 162** West, P.C., Gibbs, H.K., Monfreda, C., Wagner, J., Barford, C.C., et al. 2010. Trading carbon for food: Global comparison of carbon stocks vs. crop yield on agricultural lands. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **107** (46): 19645-19648.
- 163** Bailey, R., Froggatt, A., and Wellesley, L. 2014. Livestock: Climate change's forgotten sector. Global public opinion on meat and dairy consumption. Chatham House, the Royal Institute of International Affairs, London.
- 164** Bernoux, M. and Paustian, K. 2014. Climate change mitigation. In: Banwart, S.A., Noellemeier, E. and Milne, E. (eds.), Soil Carbon: Science, Management and Policy for Multiple Benefits (pp. 119-131). CABI, Oxfordshire.
- 165** Davis, K. F., Gephart, J. A., Emery, K. A., Leach, A. M., Galloway, J. N., et al. 2016. Meeting future food demand with current agricultural resources. *Global Environmental Change* **39**: 125-132.
- 166** Brown, L.R. 1972. *Seeds of Change: The Green Revolution and Development in the 1970s*. Praeger Publishing, Santa Barbara, California.
- 167** Evenson, R.E. and Gollin, D. 2003. Assessing the impact of the green revolution, 1960 to 2000. *Science* **300** (5620): 758-762.
- 168** Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAOSTAT). <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>
- 169** Foley, J.A., Ramankutty, N., Brauman, K.A., Cassidy, E.S., Gerber, J.S., et al. 2011. Op cit.
- 170** Carson, R. 1962. *Silent Spring*. Houghton Mifflin, Boston.
- 171** George, S. 1976. *How the Other Half Dies: The real reasons for world hunger*. Penguin, Harmondsworth, Middlesex, UK.
- 172** <https://secure.fera.defra.gov.uk/pusstats/surveys/documents/arable2014v2.pdf>
- 173** UNEP. 2014. Op cit.
- 174** Ju X-T, Xing G-X, Chen X-P, Zhang S-L, Zhang L-J, Liu X-J, Cui Z-L, Yin B, Christie P, Zhu Z-L, and Zhang F-S. 2009. Reducing environmental risk by improving N management in intensive Chinese agricultural systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **106**: 3041-3046. doi: 10.1073/pnas.0813417106 PMID: 19223587.
- 175** UNEP. 2014. Op cit.
- 176** Reay, D.S., Davidson, E.A., Smith, K.A.S., Smith, P., Melillo, J.M., et al. 2012. Global agriculture and nitrous oxide emissions. *Nature Climate Change* **2**: 410-416.
- 177** Townsend, A.R., Howarth, R.W., Bazzaz, F.A., Booth, M.S., Cleveland, C.C., et al. 2003. Human health effects of a changing global nitrogen cycle. *Frontiers in Ecology* **1** (5):240-246.
- 178** Martínez, A., Sanchez-Valverde, F., Gil, F., Clerigué, N., Aznal, E., et al. 2013. Methemoglobinemia induced by vegetable intake in infants in northern Spain. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition* **56** (5): 573-577.
- 179** Lorna Fewtrell, L. 2004. Drinking-water nitrate, methemoglobinemia, and global burden of disease: A discussion. *Environmental Health Perspectives* **112** (14): 1371-1374.
- 180** Conway, G.R. and Pretty, J.N. 1988. Fertilizer risks in the developing countries. *Nature* **334**: 207-208.
- 181** FAO. 2015. *World Fertilizer Trends and Outlooks to 2018*. FAO, Rome.
- 182** UNEP. 2014. *UNEP Year Book 2014: Emerging issues in our global environment*. United Nations Environment Programme, Nairobi, pp. 6-11.
- 183** FAO. 2015. Op cit.

- 184** Deloitte Access Economics. 2013. Economic contribution of the Great Barrier Reef. Great Barrier Reef Marine Park Authority, Townsville.
- 185** Thorburn, P.J., Wilkinson, S.N., and Silburn, D.M. 2013. Water quality in agricultural lands draining to the Great Barrier Reef: A review of causes, management and priorities. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **180**: 4-20.
- 186** Brodie, J.E., Kroon, F.J., Schaffelke, B., Wolanski, E.C., Lewis, S.E., et al. 2012. Terrestrial pollutant runoff from the Great Barrier Reef: An update of issues, priorities and management responses. *Marine Pollution Bulletin* **65** (4-9): 81-100.
- 187** Joo, M., Raymond, M.A., McNeil, V.H., Huggins, R., Turner, R.D., et al. 2012. Estimates of sediment and nutrient loads in 10 major catchments draining to the Great Barrier Reef during 2006-2009. *Marine Pollution Bulletin* **65** (4): 150-166.
- 188** Porter, P.A., Mitchell, R.B., and Moore, K.J. 2015. Reducing hypoxia in the Gulf of Mexico: Reimagining a more resilient agricultural landscape in the Mississippi River watershed. *Water, Air and Soil Pollution* **70** (3): 63A-68A.
- 189** Halpern, B.S., Ebert, C.M., Kappel, C.V., Madin, E.M.P., Michel, F., et al. 2009. Global priority areas for incorporating land-sea connections in marine conservation. *Conservation Letters* **2**: 189-196.
- 190** Costantini, D. 2015. Land-use changes and agriculture in the tropics: Pesticides as an overlooked threat to wildlife. *Biodiversity Conservation* DOI 10.1007/s10531-015-0878-8.
- 191** Goulson, D., Nicholls, E., Botias, C., and Rotheray, E.L. 2015. Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides and lack of flowers. *Science*, **347** (6229), DOI: 10.1126/science.1255957.
- 192** Chagnon, M., Kreuzweiser, D., Mitchell, E.A.D., Morrissey, C.A., Noome, D.A., et al. 2015. Risks of large-scale use of systemic insecticides to ecosystem functioning and services. *Environmental Science and Pollution Research* **22** (1): 119-134.
- 193** European Academies Science Advisory Council. 2015. Ecosystem services, agriculture and neonicotinoids. EASAC Policy report 26.
- 194** Mason, R., Tennekes, H., Sánchez-Bayo, F., and Jepsen, P.U. 2013. Immune suppression by neonicotinoid insecticides at the root of global wildlife declines. *Journal of Environmental Immunology and Toxicology* **1** (1): 3-12.
- 195** Luzardo, O.P., Ruiz-Suárez, N., Valerón, P.F., Camacho, M., Zumbado, M., et al. 2014. Methodology for the identification of 117 pesticides commonly involved in the poisoning of wildlife using GC-MS-MS and LC-MS-MS. *Journal of Analytical Toxicology* **38** (3): 155-163.
- 196** Geiger, F., Bengtsson, J., Berendse, F., Weisser, W.W., and Emmerson, M. 2010. Persistent negative effects of pesticides on biodiversity and biological control potential on European Farmland. *Basic and Applied Ecology* **11**: 97-105.
- 197** Chiron, F., Chargé, R., Julliard, R., Jiguet, F., and Muratet, A. 2014. Pesticide doses, landscape structure and their relative effects on farmland birds. *Agriculture, Ecosystems and the Environment*, **185**, 153-160.
- 198** Martín-López, B., García-Llorente, M., Palomo, I., and Montes, C. 2011. The conservation against development paradigm in protected areas: Valuation of ecosystem services in the Doñana social-ecological system (southwestern Spain). *Ecological Economics* **70**: 1481-1491.
- 199** Donald, P.F., Sanderson, F.J., Burfield, I.J., and van Bommel, F.P.J. 2006. Further evidence of continent-wide impacts of agricultural intensification on European farmland birds, 1999-2000. *Agriculture, Ecosystems and the Environment* **116** (3-4): 189-196.
- 200** Hernández, A.F., Parrón, T., Tsatsakis, A.M., Requena, M., Alarcón, R., et al. 2013. Toxic effects of pesticides mixtures at a molecular level: Their relevance to human health. *Toxicology* **307**: 136-145.
- 201** Pretty, J. and Bharucha, Z.P. 2014. Sustainable intensification in agricultural systems. *Annals of Botany-London* **114** (8): 1571-1596.
- 202** Gallai, N., Salles, J.M., Settele, J., and Vaissière, B.E. 2009. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecological Economics* **68**: 810-821.
- 203** Partap, U. and Ya, T. 2012. The human pollinators of fruit crops in Maoxian County, Sichuan, China: A case study of the failure of pollination services and farmers' adaptation strategies. *Mountain Research and Development* **32** (2): 176-186.
- 204** Benbrooke, C.M. 2016. Trends in glyphosate herbicide use in the United States and globally. *Environmental Sciences in Europe* **28** (3): DOI: 10.1186/s12302-016-0070-0.
- 205** Tanentzap, A.J., Lamb, A., Walker, S., and Farmer, A. 2015. Resolving conflicts between agriculture and the natural environment. *PLoS Biology* **13** (9): e1002242.
- 206** <http://www.fao.org/agriculture/crops/thematic-sitemap/theme/pests/code/hhp/en/>
- 207** Human Rights Council. 2017. Report of the Special Rapporteur on the Right to Food. A/HRC/34/48 <http://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/1701059.pdf>
- 208** UNEP 2012. Synthesis Report for Decision-Makers – Global Chemical Outlook: Towards Sound Management of Chemicals. Nairobi.
- 209** Pitman, M.G. and Lächli, A. 2002. Global impact of salinity and agricultural ecosystems. In: Lächli, A. and Lüttge, U. (eds.) *Salinity: Environment – Plants – Molecules*. Kluwer Academic Publishers, Netherlands, pp. 3-20.
- 210** Butcher, K., Wick, A.F., DeSutter, T., Chatterjee, A., and Harmon, J. 2016. Soil salinity: A threat to global food security. *Agronomy Journal* **108**: 2189-2200.
- 211** Rengasamy, P. 2006. World salinization with emphasis on Australia. *Journal of Experimental Botany* **57** (5): 1017-1023.
- 212** Merz, S.K., Rowley, T., and Powell, J. 2006. Evaluation of salinity outcomes of regional investment. Report to the Department of the Environment and Heritage and Department of Agriculture, Fisheries and Forestry, April 2006. Available from: <http://nrnonline.nrm.gov.au/downloads/mql:452/PDF>.
- 213** Haefele, S.M., Nelson, A., and Hijmans, R.J. 2014. Soil quality and constraints in global rice production. *Geoderma* **235**: 250-259.
- 214** Clay, D.E., Clay, S.A., Reitsma, K.D., Dunn, B.H., Smart, A.J., et al. 2014. Does the conversion of grassland to row crop production in semi-arid areas threaten global food supplies? *Global Food Security* **3**: 22-30.
- 215** Green, R., Timms, W., Rengasamy, P., Arshad, M., and Cresswell, R. 2016. Soil and aquifer salinization: toward an integrated approach for salinity management of groundwater. In: Jakeman, A.J., Barreteau, O., Hunt, R.J., Rinaudo, J.D., and Ross, A. (eds.) *Integrated Groundwater Management: Concepts, Approaches and Challenges*. Springer, Switzerland.
- 216** FAO. 1998. Crop Genetic Resource. In: *Special: Biodiversity for Food and Agriculture*, FAO, Rome.
- 217** Fowler, C. and Mooney, P. 1990. *The Threatened Gene – Food, Politics, and the Loss of Genetic Diversity*, The Lutworth Press, Cambridge, UK.
- 218** Hammer, K., Gladis, T., and Diederichsen, A. 2002. In situ and on-farm management of plant genetic resources. *European Journal of Agronomy* **19**: 509-517.
- 219** Meilleur, B.A. and Hodgkin, T. 2004. In situ conservation of crop wild relatives: Status and trends. *Biodiversity and Conservation* **13**: 663-684.
- 220** Castañeda-Álvarez, N.P., Khoury, C.K., Achicanoy, H.A., Bernau, V., Dempewolf, H., et al. 2016. Global conservation priorities for crop wild relatives. *Nature Plants* **2**: 16022.
- 221** Oerke, E.C. 2005. Crop losses to pests. *Journal of Agricultural Science* **144**: 31-43.
- 222** Popp, J., Petö, K., and Nagy, J. 2013. Pesticide productivity and food security. A review. *Agronomy and Sustainable Development* **33**: 243-255.
- 223** IOM (Institute of Medicine). 2011. *Fungal Diseases: An Emerging Threat to Human, Animal, and Plant Health*. The National Academies Press, Washington, DC.
- 224** Fisher, M.C., Henk, D.A., Briggs, C.J., Brownstein, J.S., Madoff, L.C., et al. 2012. Emerging fungal threats to animal, plant and ecosystem health. *Nature* **484** (7393): doi:10.1038/nature10947.
- 225** Pimentel, D., Zuniga, R., and Morrison, D. 2005. Update on the environmental and economic costs associated with alien-invasive species in the United States. *Ecological Economics* **52** (3): 273-288.
- 226** Paini, D.R., Sheppard, A.W., Cook, D.C., de Barro, P.J., Worner, S.P., et al. 2016. Global threat to agriculture from invasive species. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **113** (27): 7575-7579.
- 227** DeLucia, E.H., Nobby, P.D., Zavala, J.A., and Berenbaum, M.R. 2012. Climate Change: Resetting Plant-Insect Interactions. *Plant Physiology* **160**: 1677-1685.
- 228** UNCCD. 1994. Final text of the Convention, Article 1 (f). <http://www.unccd.int/Lists/SiteDocumentLibrary/conventionText/conv-eng.pdf>
- 229** Favretto, N., Dallimer, M., Johnson, I., Kubiszewski, I., Etter, H., et al. 2016. ELI: The economics of land policy, planning and practice. *Global Land Outlook (GLO) Working Paper Series*, UNCCD, Bonn, Germany.
- 230** Schägner, J.P., Brander, L., Maes, J., Hartje, V. 2013. Mapping ecosystem services' values: Current practice and future prospects. *Ecosystem Services* **4**: 33-46.
- 231** Basson, G. 2009. Sedimentation and Sustainable use of reservoirs and river systems. International Commission on Large Dams (ICOLD) Bull. Available at <http://www.icold-cigb.org/userfiles/files/CIRCULAR/CL1793Annex.pdf>
- 232** Costanza, R., de Groot, R., Sutton, P., van der Ploeg, S., Anderson, S., Kubiszewski, I., Farber, S., and Turner, R.K. 2014. Changes in the global value of ecosystem services. *Global Environmental Change* **26**: 152-158.

- 233** ELD Initiative. 2015. The value of land: Prosperous lands and positive rewards through sustainable land management. Bonn: GLZ.
- 234** Nkonya, E., Anderson, W., Kato, E., Koo, J., Mirzabaev, A., et al. 2015. The global costs of land degradation. In: Nkonya, E., Mirzabaev, A., and von Braun, J. (eds.) *The Economics of Land Degradation and Improvement*: Springer.
- 235** Costanza, R., Kubiszewski, I., Cork, S., Atkins, P.W.N., and Bean, A., et al. 2015. Scenarios for Australia in 2050: A synthesis and proposed survey. *Journal of Future Studies* **19** (3): 49-76.
- 236** Hunt, D.V.L., Lombardi, D.R., Atkinson, S., Barber, A.R.G., Barnes, M., et al. 2012. Scenario archetypes: Converging rather than diverging themes. *Sustainability* **4** (4): 740-772.
- 237** ELD Initiative. 2015. Op cit.
- 238** Kirui, O. and Mirzabaev, A., 2015. Economics of land degradation and improvement in Tanzania and Malawi. In: Nkonya, E., Mirzabaev, A., and von Braun, J. (eds.) *The Economics of Land Degradation and Improvement*: Springer.
- 239** Blaikie, P. 1985. *The Political Economy of Soil Erosion in Developing Countries*. Longman, London.
- 240** Kiage, L.M. 2013. Perspectives on the assumed causes of land degradation in the rangelands of Sub-Saharan Africa. *Progress in Physical Geography* **37** (5): 664-684.
- 241** Goldman, M.J. and Riosmena, F. 2013. Adaptive capacity in Tanzanian Maasailand: Changing strategies to cope with drought in fragmented landscapes. *Global Environmental Change* **23** (3): 588-597.
- 242** Place, F. 2009. Land tenure and agricultural productivity in Africa: A comparative analysis of the economics literature and recent policy strategies and reforms. *World Development* **37** (8): 1326-1336.
- 243** López-i-Gelats, F., Contreras Paco, J.L., Huicas Huayra, R., Sigvas Robles, O.D., Quispe Peña, E.C., et al. 2015. Adaptation strategies of Andean pastoralist households to both climate and non-climate changes. *Human Ecology* **43** (2): 267-282.
- 244** Gao, W., Angerer, J.P., Fernandez-Gimenez, M.E., and Reid, R.S. 2015. Is overgrazing a pervasive problem across Mongolia? An examination of livestock forage demand and forage availability from 2000 to 2014. In: *Proceedings of the Trans-disciplinary Research Conference: Building Resilience of Mongolian Rangelands*, June 9-10, 2015. Ulaan Baatar.
- 245** Vu, Q.M. Le, Q.B., Frossard, E., and Viek, P.L.G. 2014. Socio-economic and biophysical determinants of land degradation in Vietnam: An integrated causal analysis at the national level. *Land Use Policy* **36**: 605-617.
- 246** Barbier, E.B. and Hochard, J.P. 2016. Does land degradation increase poverty in developing countries? *PLoS One* **11** (5): 0152973.
- 247** Barbier, E. B., and Hochard, J. P. 2016. Op. cit.
- 248** Cunliffe, B. 2016. *By Steppe, Desert and Ocean: The birth of Eurasia*. Oxford University Press, Oxford.
- 249** Mollison, B. 1993. *The Permaculture Book of Ferment and Human Nutrition*. Tagari Publications, Tyalgum, NSW, Australia.
- 250** Paxton, A. 1994. *The Food Miles Report: The dangers of long-distance food transport*. SAFE Alliance, London, UK.
- 251** Weber, C.L. and Matthews, H.S. 2008. Food miles and the relative climate impacts of food choices in the United States. *Environmental Science and Technology* **42**: 3508-3513.
- 252** DEFRA. 2008. *Comparative Life Cycle Analysis of food commodities procured for UK consumption through a diversity of supply chains*.
- 253** Pretty, J., Ball, A.S., Lang, T., and Morison, J.L.L. 2005. Farm costs and food miles: An assessment of the full cost of the UK weekly food basket. *Food Policy* **30** (1): 1-19.
- 254** OECD/FAO. 2016. *OECD-FAO Agricultural Outlook 2016-2025*, OECD Publishing, Paris.
- 255** FAO, IFAD and WFP. 2015. *The State of Food Insecurity in the World 2015. Strengthening the enabling environment for food security and nutrition*. FAO, Rome.
- 256** World Health Organization. Micronutrient deficiencies. <http://www.who.int/nutrition/topics/micronutrients>
- 257** World Health Organization Comparative Quantification of Health Risks: Childhood and Maternal Undernutrition <http://www.who.int/publications/cra/en/>
- 258** World Bank. 2015. *The Little Data Book 2015*. World Bank Group, Washington, DC. [Doi.10.1596/978-1-4648-0550-9](https://doi.org/10.1596/978-1-4648-0550-9)
- 259** Bhutta, Z.A. and Salam, R.A. 2012. Global nutrition epidemiology and trends. *Annals of Nutrition and Metabolism* **61** (supplement 1): 19-27.
- 260** World Bank. 2013. *The State of the World's Poor: Where are the Poor and where are they the Poorest?* World Bank, Washington, DC.
- 261** Van Grebmer, K., Bernstein, J., Prasai, N., Yin, S., Yohannes, Y., et al. 2015. *2015 Global Hunger Index: Armed Conflict and the Challenge of Hunger*. International Food Policy Research Institute, Concern Worldwide, Welthungerhilfe and World Peace Foundation, Washington, DC, Bonn and Dublin.
- 262** James, W.P.T. 2008. WHO recognition of the global obesity epidemic. *International Journal of Obesity* **32**: S120-S126.
- 263** World Health Organization. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/> accessed November 3, 2016.
- 264** Sauer, C.O. 1952. *Agricultural Origins and Dispersals*. The American Geographical Society, New York.
- 265** Madeley, J. 2002. *Food for All: The need for a new agriculture*. Zed Books, London and New York.
- 266** <https://www.food.gov.uk/science/novel/gm/gm-labelling> accessed February 21, 2017.
- 267** Hakim, D. 2016. Doubts about the promised bounty of genetically modified crops. *New York Times* October 29, 2016. <http://www.nytimes.com/2016/10/30/business/gmo-promise-falls-short.html>
- 268** National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. 2016. *Genetically Engineered Crops: Experiences and Prospects*. The National Academies Press, Washington, DC.
- 269** La Rovere, R., Abdoulaye, T., Kostandini, G., Guo, Z., Mwangi, W., et al. 2014. Economic, production, and poverty impacts of investing in maize tolerant to drought in Africa: An ex-ante assessment. *Journal of Developing Areas* **48** (1): 199-225.
- 270** Gilbert, N. 2016. Cross-bred crops get fit faster. *Nature* **513**: 292.
- 271** Fraser, C.E., Smith, K.B., Judd, F., Humphreys, J.S., and Fragar, L.J. 2005. Farming and mental health problems and mental illness. *International Journal of Social Psychiatry* **51** (4).
- 272** New Foresight and Commonland with contributions from The Boston Consulting Group. 2017. *New Horizons for the Transitioning of our Food System: Connecting Ecosystems, Value Chains and Consumers* Discussion paper.
- 273** WRI. 2014. *Creating a Sustainable Food Future*. World Resources Institute, Washington, DC.
- 274** Foley, J.A., et al. 2011. Op cit.
- 275** Mueller, N.D., Gerber, J.S., Johnston, M., Ray, D K., Ramankutty, N., et al. 2012. Closing yield gaps through nutrient and water management. *Nature*, **490** (7419): 254-257.
- 276** Strassburg, B.B.N., Latawiec, A.E., Barioni, L.G., Nobre, C.A., Da Silva, V.P., et al. 2014. When enough should be enough: Improving the use of current agricultural lands could meet production demands and spare natural habitats in Brazil. *Global Environmental Change* **28**: 84-97.
- 277** Skevas, T. and Lansink, A.O. 2014. Reducing pesticide use and pesticide impact by productivity growth: The case of Dutch arable farming. *Journal of Agricultural Economics* **65** (1): 191-211.
- 278** Banerjee, I., Tripathi, S.K., Roy, A.S., and Sengupta, P. 2014. Pesticide use pattern among farmers in a rural district of West Bengal, India. *Journal of Natural Science, Biology and Medicine* **5** (2): 313-316.
- 279** Wilson, C. and Tisdell, C. 2001. Why farmers continue to use pesticides despite environmental, health and sustainability costs. *Ecological Economics* **39**: 449-462.
- 280** Ruiz-Suárez, N., Boada, L.D., Henríquez-Hernández, L.A., González-Moreo, F., Suárez-Pérez, A., et al. 2015. Continued implication of the banned pesticides carbofuran and aldicarb in the poisoning of domestic and wild animals of the Canary Islands (Spain). *Science of the Total Environment* **505**: 1093-1099.
- 281** Al Heidary, M., Douzals, J.P., Sinfort, C., and Vallet, A. 2014. Influence of spray characteristics on potential spray drift of field crop sprayers: A literature review. *Crop Protection* **63**: 1-11.
- 282** Zhao, H., Xie, C., Liu, F., He, X., Zhang, J., et al. 2014. Effects of sprayers and nozzles on spray drift and terminal residues of imidacloprid on wheat. *Crop Protection* **60**: 78-82.
- 283** Matthews, G. 2014. A retrospective: the impact of research on cotton pest control in Central Africa and development of ultra-low volume spraying for small scale farmers between 1958-72. *Outlooks on Pest Management* **25** (1): 25-28.
- 284** Centner, T.J. 2014. Damages from pesticides spray drift under trespass law. *Ecology Law Currents* **41** (1): 1-17.
- 285** de Heer, M., Roozen, F., and Maas, R. 2017. The integrated approach to nitrogen in the Netherlands: A preliminary review from a societal, scientific, juridical and practical perspective. *Journal for Nature Conservation* **35**: 101-111.
- 286** Mosier, A.R., Syers, J.K., and Freney, J.R. (eds.) 2004. *Agriculture and the Nitrogen Cycle*. Scope 65. Island Press, Covelo, Washington and London.
- 287** WRI. 2014. Op cit.

- 288** Pretty, J. and Bharucha, Z.P. 2015. Integrated pest management for sustainable intensification of agriculture in Asia and Africa. *Insects* **6**: 152-182.
- 289** Bommarco, R., Kleijn, D., and Potts, S.G. 2013. Ecological intensification: Harnessing ecosystem services for food security. *Trends in Ecology & Evolution* **28** (4): 230-238.
- 290** Mulumba, J.W., Nankya, R., Adokorach, J., Kiwuka, C., Fadda, C., et al. 2012. A risk-minimizing argument for traditional crop varietal diversity use to reduce pest and disease damage in agricultural ecosystems in Uganda. *Agriculture, Ecosystems and the Environment* **157**: 70-86.
- 291** Pretty, J. 2008. Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence. *Proceedings of the Royal Society B* **363**: 447-465.
- 292** Waddington, H., Snilstveit, B., Hombrados, J., Vojtkova, M., Phillips, D., et al. 2014. Farmer Field Schools for improving farmer outcomes: A systematic review. *Campbell Systematic Reviews* 2016:6.
- 293** Pretty, J. and Bharucha, Z.P. 2014. Op. cit.
- 294** Brooks, A., Candolfi, M., Kimmel, S., Poulsen, V., Cresswell, J., et al. 2015. The Challenge: Pollinator risk assessment – past, present and future. *Environmental Toxicology and Chemistry* **34**: 1454-1456.
- 295** Calculated from EPA 2014. Benefits of neonicotinoid seed treatments to soybean production. United States Environmental Protection Agency.
- 296** Zuckerberg, K.S. 2016. Why Precision Ag Matters: Precision AgVision Conference.
- 297** Fontana, G., Capri, E., Marchis, M., Rossi, V., De Vivo, R., et al. 2011. IPM seen from the perspective of Sustainable Use Directive Objectives. OPERA Research Center. Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza, Italy.
- 298** West, P.C., Gerber, J.S., Engstrom, P.M., Mueller, N.D., Brauman, K.A., et al. 2014. Leverage points for improving global food security and the environment. *Science* **345** (6194): 325-328.
- 299** Howden, S.M., Soussana, J.F., Tubiello, F.N., Chhetri, N., Dunlop, M., et al. 2007. Adapting agriculture to climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **104** (50) 19691-19696.
- 300** WRI. 2014. Op. Cit.
- 301** Dobermann, A. 2012. Getting back to the field. *Nature* **485**: 176.
- 302** Willer, H. and Lernoud, J. (eds.) 2016. *The World of Organic Agriculture: Statistics and Emerging Trends 2016*. Research Institute of Organic Agriculture, Frick, and IFOAM-Organics International, Bonn.
- 303** Willer, H. and Lernoud, J. (eds.) 2015. *The World of Organic Agriculture: Statistics and emerging trends 2015*. FiBL-IFOAM Report. Research Institute of Organic Agriculture (FiBL) and IFOAM Organics International, Bonn.
- 304** Reaganold, J.P. and Wachter, J.M. 2016. Organic agriculture in the twenty-first century. *Nature Plants* **2**. DOI: 10.1038/nplants.2015.221.
- 305** Stolton, S., Geier, B., and McNeely, J.A. (eds.) 2000. *The relationship between nature conservation, biodiversity and organic agriculture*. IFOAM, IUCN, and WWF, Tholey-Theley, Germany.
- 306** Gomiero, T., Pimental, D., and Paoletti, M.G. 2011. Environmental impact of different agricultural management practices: Conventional vs. organic agriculture. *Critical Review in Plant Sciences* **30**: 95-124.
- 307** Leifeld, J. 2012. How sustainable is organic farming? *Agriculture, Ecosystems and Analysis* **150**: 121-122.
- 308** Regangold, J.P. 2012. The fruits of organic farming. *Nature* **485**: 176.
- 309** Seufert, V., Ramankutty, N., and Foley, J.A. 2012. Comparing the yields of organic and conventional agriculture. *Nature* **485**: 229-234.
- 310** Jarvis, D.I., Hodgkin, T., Brown, A.H.D., Tuxill, J., Lopez Noriega, I., et al. 2016. *Crop Genetic Diversity in the Field and on the Farm: Principles and Applications in Research Practices*. Yale University Press, New Haven, NY.
- 311** Foley, J.A., et al. 2011. Op. cit.
- 312** Monteiro de Carvalho, C., Silveira, S., Lèbre la Rovere, E., and Iwama, A.Y. 2015. Deforested and degraded land available for the expansion of palm oil for biodiesel in the state of Pará in the Brazilian Amazon. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* **44**: 867-876.
- 313** Fairhurst, T. and McLaughlin, D. 2009. Sustainable Oil Palm Development on Degraded Land in Kalimantan. World Wildlife Fund, Washington, USA.
- 314** Bajželj, B., Richards, K.S., Allwood, J.M., Smith, P., Dennis, J.S., Curmi, E., and Gilligan, C.A. 2014. Importance of food-demand management for climate mitigation. *Nature Climate Change* **4**: 924-929.
- 315** von Witzke, H., Noleppa, S., and Zhirkova, I. 2011. *Meat Eats Land*. WWF Germany, Berlin.
- 316** Shepon, A., Eshel, G., Noor, E., and Milo, R. 2016. Energy and protein feed-to-food conversion efficiencies in the US and potential food security gains from dietary changes. *Environmental Research Letters* **11**.
- 317** Seidell, J.C. and Halberstadt, J. 2015. The global burden of obesity and the challenge of prevention. *Annals of Nutrition and Metabolism* **66** (Supplement 2): 7-12.
- 318** Nestle, M. 2013. *Food Politics: How the food industry influences nutrition and human health*. University of California Press, Berkeley and Los Angeles.
- 319** Puhl, R., Peterson, J.L., and Luedicke, J. 2013. Fighting obesity or obese persons? Public perceptions of obesity-related health messages. *Journal of Obesity* **37**: 774-782. doi:10.1038/ijo.2012.156.
- 320** Ladabaum, U., Mannalithara, A., Myer, P.A., and Singh, G. 2014. Obesity, abdominal obesity, physical activity, and caloric intake in US adults: 1988 to 2010. *American Journal of Medicine* **127** (8): 717.
- 321** Encarnação, R., Lloyd-Williams, F., Bromley, H., and Capewell, S. 2016. Obesity prevention strategies: Could food or soda taxes improve health? *Journal of the Royal College of Physicians, Edinburgh* **46**: 32-38.
- 322** Martin, E. and Cattán, N. 2013. Mexico tackles obesity epidemic with tax on junk food. Bloomberg. <https://www.bloomberg.com/news/articles/2013-10-29/mexico-tackles-obesity-epidemic-with-tax-on-junk-food> accessed January 10, 2017.
- 323** Cassidy, E.S., et al. 2013. Op. cit.
- 325** Swinton, S.M., Lupi, F., Robertson, G.P., and Hamilton, S.K. 2007. Ecosystem services and agriculture. *Cultivating agricultural systems for diverse benefits*. *Ecological Economics* **64** (2): 245-252.
- 326** Padgham, J. 2009. *Agricultural Development under a Changing Climate: Opportunities and challenges for adaptation*. Agriculture and Rural Development and Environment Departments Joint Departmental Discussion Paper Issue 1. The World Bank, Washington, DC.
- 327** Garratt, M.P.D., Coston, D.J., Lappage, M.G., Polce, C., Dean, R., et al. 2014. The identity of crop pollinators helps target conservation for improved ecosystem services. *Biological Conservation* **169**: 128-135.
- 328** Pagiola, S., Bishop, J., and Landell-Mills, N. (eds.) 2002. *Selling Forest Environmental Services: Market-based mechanisms for conservation and development*. Earthscan, London.
- 329** Troya, R. and Curtis, R. 1998. *Water: Together we can care for it!* The Nature Conservancy, Arlington, VA, USA.
- 330** Wunder, S. 2005. *Payment for environmental services: Some nuts and bolts*. CIFOR Occasional Paper number 42. CIFOR, Bogor, Indonesia.
- 331** Power, A. 2010. Ecosystem services and agriculture: Tradeoffs and synergies. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* **365**: 2959-2971.
- 332** Lipinski, B., Hanson, C., Lomax, J., Waite, R., and Searchinger, T. 2013. *Reducing food loss and waste*. Working paper, Instalment 2 of *Creating a Sustainable Food Future*. World Resources Institute, Washington, DC.
- 333** Stuart, T. 2009. *Waste uncovering the global food scandal*. Penguin, London, ISBN: 978-0-14-1-03634-2
- 334** Choudhury, M. L. 2006. Recent developments in reducing postharvest losses in the Asia-Pacific region. In: Rolle, R.S. *Postharvest management of fruit and vegetables in the Asia-Pacific region*, 15-22.
- 335** International Food Policy Research Institute. 2016. *2016 Global Food Policy Report*. International Food Policy Research Institute, Washington, DC.
- 336** Pretty, J.N., Morison, J.I.L., and Hine, R.E. 2003. Reducing food poverty by increasing agricultural sustainability in developing countries. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **95**: 217-234.
- 337** Schipanski, M.E., MacDonald, G.K., Rosenzweig, S., Chappell, M.J., and Bennett, E.M., et al. 2016. Realizing Resilient Food Systems. *BioScience* **66** (7): 600-610.
- 338** Byamugisha, F.F.K. (ed.). 2014. *Agricultural Land Redistribution and Land Administration in Sub-Saharan Africa: Case Studies of Recent Reforms*. The World Bank, Washington, DC.
- 339** Binswanger-Mkhize, H.P., Bourguignon, C., and van den Brink, R. (eds.) 2009. *Agricultural Land Redistribution: Toward Greater Consensus*. The World Bank, Washington, DC.
- 340** Bryan, B.A., Crossman, N.D., King, D., and Meyer, W.S. 2011. Landscape futures analysis: Assessing the impacts of environmental targets under alternative spatial policy options and future scenarios. *Environmental Modelling and Software* **26** (1): 83-91.
- 341** Bryan, B.A., Crossman, N.D., Nolan, M., Li, J., Navarro, J., et al. 2015. Land use efficiency: Anticipating future demand for land-sector greenhouse gas emissions abatement and managing trade-offs with agriculture, water, and biodiversity. *Global Change Biology* **21** (11): 4098-4114.
- 342** Scharmer, O. 2009. *Theory U: Leading from the Future as It Emerges*. Berrett-Koehler Inc., San Francisco.
- 343** Ferwerda, W.H. 2016. *4 returns, 3 zones, 20 years: A Holistic Framework for Ecological Restoration by People and Business for Next Generations*. 2nd edition. Rotterdam School of Management – Erasmus University and IUCN Commission on Ecosystem Management, Gland, Switzerland.

RECURSOS HÍDRICOS

El aumento de la demanda de agua crea escasez, agota las fuentes de agua subterránea y se traduce en altos niveles de sal en los suelos. Al mismo tiempo, los humedales están desapareciendo rápidamente debido al drenaje, la conversión y la alteración de las corrientes naturales. Estas tendencias tienen serias repercusiones en la salud y el medio ambiente: la reducción de los servicios ecosistémicos y la biodiversidad, y en consecuencia altas emisiones de carbono, hundimiento del suelo, pérdida de tierras productivas e inseguridad hídrica. El actual modelo de negocio de la agricultura, la energía y la industria, incluyendo el precio del agua y el comercio, crea incentivos perversos para el desperdicio de agua. La rápida urbanización no planificada y el cambio climático empeoran las cosas.

Es esencial un enfoque integrado de la gestión de los recursos terrestres e hídricos: esto implica reducir la demanda y aumentar la eficiencia de la utilización, proteger y restaurar los humedales y las cuencas en nuestros paisajes funcionales, incentivar el uso sostenible y diseñar ciudades más sostenibles. Tenemos el conocimiento técnico-sobre cómo gestionar de manera sostenible el suministro mundial de agua, pero necesitamos una acción coordinada y la voluntad política de incentivar el reparto equitativo del agua y mejorar las prácticas de gestión a escalas progresivamente mayores.

INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia, el éxito y el fracaso de las comunidades humanas han estado estrechamente vinculados a la eficacia de la gestión del agua. Las primeras grandes civilizaciones se desarrollaron en las riberas de los principales ríos –como el Nilo en Egipto,¹ el Tigris y el Éufrates en Mesopotamia, el Indus en India y Pakistán, y el Río Amarillo en China– aprovechando la abundancia estacional para abastecer sistemas de irrigación y crear excedentes agrícolas. Los sistemas de irrigación también ayudaron a los agricultores a mudarse a las zonas áridas, o a sobrevivir a los cambios en las pautas meteorológicas.² El eventual colapso de estas civilizaciones fue provocado en parte por el fracaso de sus sistemas de agua,³ donde la mala gestión condujo a problemas como la desecación, el anegamiento y la salinización.⁴

Hoy en día el mundo se enfrenta a problemas cada vez mayores relacionados con las interacciones tierra-agua y la seguridad hídrica, que han alcanzado niveles de crisis en muchos países y regiones. Las cuestiones clave incluyen el uso excesivo y el desperdicio; fluctuaciones en la abundancia, con una frecuencia creciente de sequías e inundaciones; una mala calidad del agua, con impactos en la salud ambiental y humana; y los efectos en cadena de la degradación de la tierra. El mundo se está volviendo más urbano y la mitad de la población ya vive en ciudades y es probable que esta tasa aumente al 66 por ciento en 2050,⁵ ejerciendo aún más presión sobre los sistemas urbanos de abastecimiento de agua y saneamiento. Si bien la escasez extrema de agua y las inundaciones son en muchos casos inducidas por el ser humano, los impactos del cambio climático

añaden un nuevo y potente factor que empeora una situación que ya era precaria.

Los bienes y servicios de agua procedentes de los humedales contribuyen significativamente a la economía mundial. Un análisis reciente de más de 300 evaluaciones de servicios ecosistémicos estimó una contribución media de 25 682 dólares por hectárea y año de las aguas continentales y 4 267 dólares USA por hectárea y año de los lagos y ríos,⁶ a menudo considerados «bienes gratuitos» en el análisis económico convencional. Los humedales continentales y costeros continúan degradándose o perdiéndose a un ritmo alarmante;⁷ son fundamentales para el ciclo global del agua y para regular la disponibilidad y calidad del agua local. El valor total de los servicios que prestan los humedales en Asia se estima en 70 000 millones de dólares anuales.⁸ Mientras que algunos países reconocen la naturaleza de los riesgos y beneficios y realizan inversiones estratégicas en sus sistemas de gestión del agua, otros han hecho poco para abordar el estrés hídrico por medio de políticas o la innovación.

A pesar de los cambios demográficos y ambientales masivos, los problemas del agua están más arraigados en los enfoques de gestión, modelos de negocios y políticas y prácticas anticuadas que en limitaciones físicas. La base técnica para la gestión sostenible del agua se comprende bien, lo que sugiere que las soluciones deben orientarse principalmente a cambiar el comportamiento y alentar un enfoque de sistemas multifuncionales para la gestión del agua.⁹ Conseguir la correcta gestión del agua es absolutamente crucial para el futuro bienestar de las personas y el medio ambiente.

© UN Photo/Albert Gonzalez Farran



1. ESCASEZ DE AGUA

Conduce a impactos temporales o a largo plazo en el suministro



2. Mala calidad del agua

Para el consumo humano y a nivel medioambiental



3. Número creciente de eventos climáticos extremos, incluidas inundaciones y sequías



SIETE ASPECTOS DE LA INSEGURIDAD HÍDRICA

A pesar de los años de esfuerzo durante el Decenio para la Acción (2005–2015) «Agua para la Vida» de la ONU, el *Informe Global de Riesgo 2016* del Foro Económico Mundial identificó las posibles crisis de agua entre los diez principales riesgos a los que se enfrenta el mundo y las clasificó como el tercer riesgo mundial términos de impacto potencial.¹⁰ Sin embargo, el agua sigue siendo marginada en las discusiones sobre el papel de los recursos de tierras y naturales en el desarrollo económico.

El Objetivo de Desarrollo Sostenible 6, «*Agua potable y saneamiento: garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos*,» esperamos que sirva para atraer más atención sobre estas cuestiones.¹³ Un ciclo del agua saludable es quizás el componente más crucial de las políticas y prácticas sostenibles y equitativas de gestión de la tierra.

*La seguridad hídrica se define como la capacidad de una población para salvaguardar el acceso sostenible a cantidades adecuadas de agua de calidad aceptable para sustentar los medios de subsistencia, el bienestar humano y el desarrollo socioeconómico, para garantizar la protección contra la contaminación del agua y los desastres relacionados con el agua, y para preservar los ecosistemas en un clima de paz y estabilidad política.*¹⁴

El Congreso Mundial del Agua de 2015 señaló: «A pesar de su importancia en términos de seguridad, a menudo el agua no es considerada como un factor determinante para el desarrollo y está ausente de muchas agendas políticas».¹¹ El *Informe Mundial sobre el Desarrollo del Agua 2012* reconoció que «los riesgos relacionados con el agua representan el 90% de todos los riesgos naturales, y su frecuencia e intensidad está aumentando». Además, el informe correspondiente de 2015 subrayó los vínculos entre el agua y la pobreza, el medio ambiente y la gobernanza: la mala gestión del agua tiene un impacto negativo en los tres temas.¹²

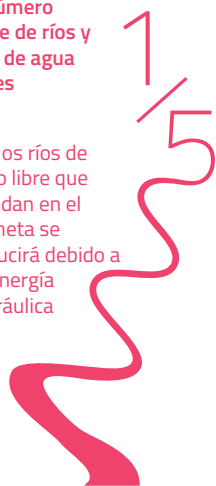
Aquí analizamos siete aspectos distintos de la inseguridad hídrica:

1. **La escasez de agua** produce impactos temporales o prolongados en el suministro
2. **Baja calidad del agua** para el consumo humano y en el medio ambiente en general
3. **Aumento del número de eventos climáticos extremos**, incluyendo inundaciones y sequías
4. **Interrupción de las corrientes naturales** en un número creciente de ríos y masas de agua interiores
5. **Degradación de la tierra** como consecuencia de la alteración de la hidrología y la mala gestión del riego
6. **Impactos del cambio climático** debido a emisiones de gases de efecto invernadero desde los sistemas hídricos y los humedales
7. **Pérdida de biodiversidad** y de servicios ecosistémicos relacionados con el agua

4. Alteración de los cursos naturales

En un número creciente de ríos y cuerpos de agua interiores

De los ríos de flujo libre que quedan en el planeta se reducirá debido a la energía hidráulica



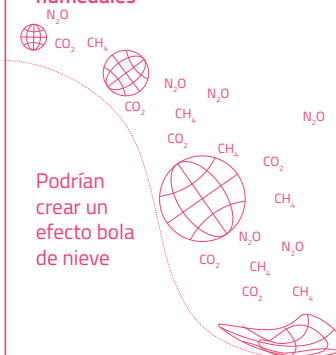
5. Degradación de la tierra

Como resultado de la alteración de la hidrología y la mala gestión de riegos



6. Los impactos del cambio climático

A causa de la emisión de gases de efecto invernadero debida a sistemas hídricos y humedales



7. Pérdida de biodiversidad

Y servicios ecosistémicos relacionados con el agua



1. Escasez de agua

Más de 1700 millones de personas viven en cuencas hidrográficas donde el uso del agua es mayor que la tasa de reposición natural; si esta tendencia continúa, dos tercios de la población mundial vivirá en países afectados por el estrés hídrico en 2025.¹⁵ Otras estimaciones son aún más pesimistas, ya que hasta 4000 millones de personas, más de la mitad de la población del planeta, ya sufren estrés hídrico durante al menos un mes al año y 500 millones sufren estrés hídrico permanente;¹⁶ El 71 por ciento de la superficie irrigada del mundo y el 47 por ciento de las grandes ciudades experimentan como mínimo escasez periódica de agua.¹⁷

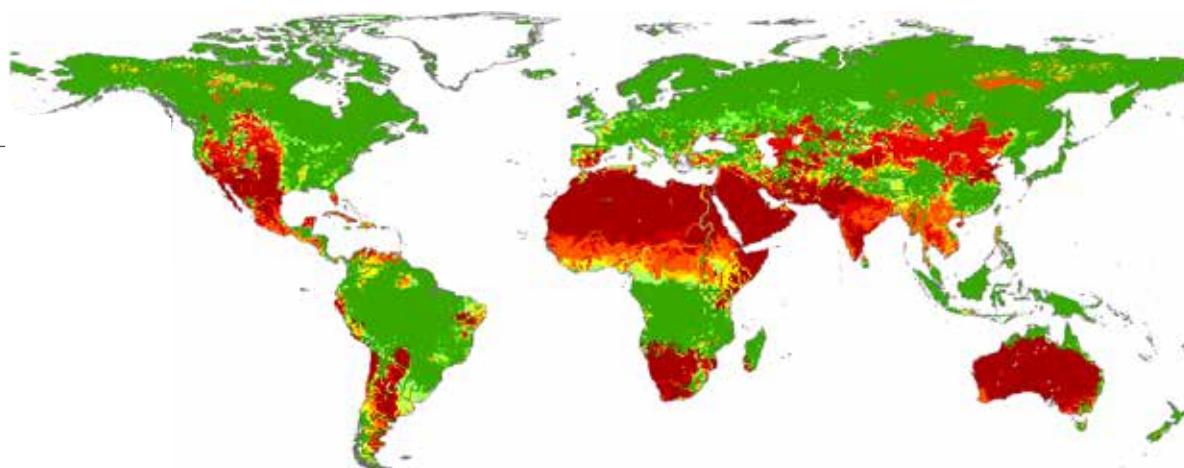
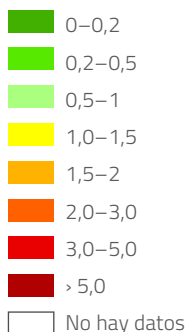
La escasez se debe no sólo a una población creciente, sino también al aumento desproporcionado de los niveles de uso y desperdicio, así como a la pérdida de la capacidad de retención de agua y de suministro de los humedales. A medida que los seres humanos se desconectan más de los recursos hídricos, generalmente se vuelven más descuidados en su utilización. Al mismo tiempo, la falta de regímenes de fijación de precios en muchos sistemas de producción industrial, energética y agrícola trata efectivamente al agua como un insumo libre o muy barato, lo que fomenta aún más el desperdicio. En el último siglo, la población mundial se triplicó mientras que el consumo de agua se multiplicó por seis,¹⁸ en gran parte debido al uso agrícola.¹⁹ Varias previsiones indican que la demanda de agua pronto superará el suministro fiable de agua a escala mundial.^{20,21,22} Nuestra comprensión de la gravedad y localización del estrés hídrico está mejorando; modelos cada vez más sofisticados pueden identificar puntos críticos en el sistema fluvial y de captación, así como áreas críticas de escasez.^{23,24,25}

La escasez de agua es una función tanto de la disponibilidad como de uso: algunas regiones muy secas no aparecen como puntos críticos debido a la baja densidad de población o las prácticas de gestión eficientes, mientras que las regiones muy pobladas o industrializadas pueden sufrir escasez de agua incluso si tienen más lluvias. Algunos de los eventos de desecación más dramáticos del mundo, como la notoria pérdida del mar de Aral entre Kazajistán y Uzbekistán²⁷ y la desecación del lago Chad entre Chad, Níger y Nigeria,²⁸ se deben casi exclusivamente a la desviación de las corrientes de agua río arriba. Los lugares con escasez crítica actualmente incluyen gran parte de la India y China, grandes áreas del centro y oeste de los Estados Unidos, el sur de África, la región mediterránea, Asia Central y el margen occidental de América del Sur. Se prevé que algunas zonas que todavía tienen que hacer frente a la escasez, como grandes partes de África, van a tener que enfrentarse a problemas importantes debido al crecimiento demográfico y la urbanización.²⁹ Los lugares críticos de escasez o inundaciones pueden estar relacionados con la pérdida estacional de la capacidad de retención de agua en las cuencas debido a la degradación de los humedales, en particular los humedales o turberas de alta montaña en el sudeste de Asia y Rusia, que provocan una escasez de agua extrema en los años secos y aumentan el riesgo de incendios.³⁰

La inseguridad hídrica puede contribuir a la inestabilidad social y a la inseguridad política, causando tensiones dentro³¹ y entre países. Varias cuencas hidrográficas están particularmente en peligro, como el Ganges–Brahmaputra, Han, Incomati, Kunene, Kura–Araks, Lago Chad, La Plata, Lempa, Limpopo, Mekong, Ob (Ertis), Okavango, Orange, Salween, Senegal, Tumen y Zambezi.³² Mientras que algunos creen que las

Figura 8.1: Puntos conflictivos de escasez de agua:
Uso autorizado²⁶
Clave

Promedio anual de la escasez mensual de agua azul



tensiones podrían eventualmente crear un conflicto abierto, las llamadas «guerras del agua»,^{33,34} otros ponen en duda que las tensiones puedan convertirse en conflictos entre estados.³⁵ El debate continúa, ya que algunos señalan que la variabilidad de las precipitaciones es un factor más importante en promover conflictos, o incluso la abundancia de agua como causa, mientras que otros se centran en el papel de las presas en la interrupción de las corrientes de agua entre países. Las naciones son muy conscientes de las tensiones y desde 1820 se han firmado más de 680 tratados sobre el agua para explorar enfoques negociados de las disputas sobre los recursos de agua dulce, y el número de tratados va en aumento.³⁶ La mayoría de los analistas coinciden en que la probabilidad de que las tensiones den lugar a conflictos son mayores a nivel local que a escala mundial;³⁷ de hecho, la realidad de un conflicto localizado, a menudo violento, debido en parte a la degradación ambiental, ya está bien reconocida.³⁸

Uno de los resultados del estrés hídrico, en países con cada vez menos recursos de agua de superficie, es el aumento del uso de las aguas subterráneas. Algunos de estas se están explotando más rápido de lo que se reponen; aunque esto puede deberse en parte a la reducción en la recarga del sistema de aguas subterráneas como resultado de la variación climática, la llamada «minería» de fuentes de agua no renovables no se considera una opción sostenible. Mientras que algunos depósitos de agua subterránea siguen siendo muy grandes, con reservas que se prevé que duren muchas décadas en el futuro, la seguridad del agua está siendo amenazada por el rápido agotamiento de otros,³⁹ particularmente en las tierras secas,⁴⁰ incluyendo la llanura del Norte de China, partes de Australia, el sistema acuífero del Noroeste del Sáhara, el Acuífero Guaraní en América del Sur, los acuíferos de las Altas Planicies y del Valle Central de los Estados Unidos y los acuíferos del noroeste de la India y Oriente Medio.⁴¹ A nivel mundial, 1700 millones de personas viven en zonas donde los recursos de agua subterráneas o los ecosistemas dependientes

de las aguas subterráneas están amenazados.⁴² El agua subterránea representa hasta un tercio de la extracción mundial de agua, abasteciendo a 2000 millones de personas y más del 40 por ciento del agua de riego.⁴³ Los países con las áreas más extensas que usan sistemas de riego de aguas subterráneas son India (39 millones de hectáreas), China (19 millones de hectáreas) y Estados Unidos (17 millones de hectáreas).⁴⁴ El conocimiento sobre el nivel de las reservas sigue siendo muy limitado en algunas áreas,⁴⁵ y la falta de regulación ha llevado a menudo a un uso no regulado.

La agricultura es, con diferencia, el motor más importante de la escasez de agua en todo el mundo; el riego representa el 70 por ciento de las extracciones de agua en el mundo, e incluso más en ciertos lugares que se enfrentan a una apremiante escasez de agua.⁴⁶ La mayoría de los terrenos nuevos que se han introducido en la producción en los últimos cincuenta años se riegan,⁴⁷ y de acuerdo con algunos cálculos la demanda de agua en la agricultura podría duplicarse para 2050 debido a las crecientes demandas de alimentos.⁴⁸ La agricultura intensiva o de monocultivo generalmente usa más agua; otros usos se dividen entre la demanda de los sectores industrial y energético (20 por ciento) y municipios (10 por ciento). Los factores típicos que contribuyen al uso excesivo del agua en la agricultura son los sistemas de riego con fugas, el derroche en la aplicación en los campos y el cultivo de cosechas con altas necesidades de agua. Entre los cultivos más intensivos en agua del mundo están el algodón (7000–29 000 litros por kilo); arroz (3000–5000 litros por kg); caña de azúcar (1500–3000 litros por kg), soja (2000 litros por kg) y trigo (900 litros por kg).⁴⁹ Debido a la gran cantidad cultivada, el arroz representa el 21 por ciento del agua total utilizada por los cultivos, mientras que el trigo representa el 12 por ciento.⁵⁰

Cuadro 8.1: Agua azul, verde y gris



El término «agua azul» se refiere al agua de los ríos, lagos y embalses subterráneos que se usan comúnmente para el riego de cultivos mediante la construcción de infraestructuras como presas, canales de riego y pozos. «Agua verde» es el agua que cae como la lluvia, entra en la zona de raíces del suelo y regresa a la atmósfera como vapor a partir de evaporación o transpiración de las plantas. Después del riego con agua azul, la porción consumida utilizada por un cultivo retorna a la atmósfera como la porción de agua verde del ciclo hidrológico. El agua verde es libre, ya que no requiere construir una gran infraestructura para suministrarse, si bien su disponibilidad varía dentro y entre años. El agua azul, por naturaleza, tiene más capacidad de almacenamiento y, por tanto, menos fluctuación a corto plazo, especialmente en el caso de lagos y aguas subterráneas, pero su uso excesivo puede agotar el recurso a largo plazo. El «agua gris» o aguas residuales domésticas puede reciclarse y utilizarse debidamente con un tratamiento adecuado. Estos usos incluyen el agua para las funciones domésticas y el riego de cultivos, tanto alimenticios como no alimenticios, que pueden aprovechar los nutrientes contenidos en el agua gris, como el fósforo y el nitrógeno.

La producción ganadera es aún menos eficiente en el uso del agua, sobre todo si se alimenta a los animales con grano y se crían en espacios confinados. La producción de carne de vacuno utiliza la mayor cantidad de agua. De acuerdo con mediciones en los Estados Unidos, la carne de vacuno requiere 11 veces la cantidad promedio de agua utilizada en otras formas de producción ganadera.⁵¹ También se crea una huella hídrica considerable al drenar los humedales para la agricultura, incluido el uso intensivo de turberas para el pastoreo del ganado (por ejemplo, en los Países Bajos y la meseta tibetana) y para el aceite de palma y la celulosa. Además de la pérdida de agua, el drenaje a menudo causa degradación de la tierra y, en última instancia, pérdida de la capa de turba (a causa de la oxidación), lo que afecta a la productividad biológica.⁵²

La evaluación del grado de utilización de agua se complica aún más porque el uso del agua en un país puede fomentar estilos de vida en otro cuando se exportan productos agrícolas. El concepto de *huella hídrica* identifica el grado de utilización de agua por país en relación con el consumo de su población. La huella hídrica interna de un país es el volumen de agua doméstica utilizada, mientras que la huella hídrica externa es el volumen de agua utilizada en otros países para producir bienes y servicios importados y consumidos por dicho país. La suma representa la huella hídrica nacional total. Existen cuatro factores principales que influyen en la huella hídrica nacional:

volumen de consumo (relacionado con el ingreso nacional bruto); patrones de consumo (por ejemplo, consumo de carne alto o bajo); clima (condiciones de crecimiento de las plantas); y prácticas agrícolas (eficiencia en el uso del agua).⁵³ Las ineficiencias en la agricultura son probablemente el factor más importante que afecta a la seguridad hídrica y, por tanto, se deben considerar una alta prioridad para la reforma de las políticas y prácticas.

2. Mala calidad del agua

La cuestión de la calidad del agua es igualmente compleja, tanto en términos del acceso al agua potable como de las repercusiones más amplias de la contaminación en el medio ambiente. Casi 3000 millones de personas tienen problemas para acceder al agua potable. El Objetivo de Desarrollo del Milenio, de la ONU, *de reducir a la mitad la proporción de personas sin acceso sostenible al agua potable para 2015*⁵⁴, se alcanzó en 2010, cuando se midió según el acceso al agua potable.⁵⁵ Este objetivo fue apoyado por una vigorosa campaña de las Naciones Unidas y la creación del Acuerdo de Asociación Mundial de Operadores de Agua para construir plataformas regionales de cooperación y asociaciones de servicios públicos destinadas a suministrar agua potable a los más pobres.⁵⁶ Si bien el objetivo se alcanzó en general, lo que demuestra que es posible realizar mejoras importantes a escala mundial, no fue así en casi la mitad de los países de ingresos bajos o medianos de los que se dispone de datos. Ni siquiera existen datos claros sobre cuánta agua es segura de los lugares donde se introdujo agua corriente.⁵⁷ La falta de acceso al agua potable sigue siendo un grave peligro para la salud; en 2014, se estimó que 1,8 mil millones de personas todavía usaban suministros inseguros y que otros 1,1 mil millones usaban fuentes con un riesgo al menos moderado.^{58,59} En África, más de 300 millones de personas carecen de acceso al agua potable,⁶⁰ incluido el 17 por ciento de los ciudadanos al sur del Sáhara.⁶¹

El agua potable insegura tiene un coste enorme en términos de enfermedades y muertes. La diarrea es causada principalmente por agua potable y preparados alimenticios para lactantes contaminados con desperdicios humanos o animales. Esto puede atribuirse a una serie de factores subyacentes: pozos poco profundos y contaminados; el carácter ilegal o ad hoc de los asentamientos nuevos, lo que dificulta la inversión del gobierno; gobiernos abrumados por la creciente población urbana; transferencia inadecuada de fondos del gobierno central a los gobiernos locales; así como la financiación escasa debido a la deuda.⁶² En 2013, más de medio millón de niños menores de cinco años murieron de diarrea, lo que representa un descenso de más del 4 por ciento desde 2000⁶³ pero sigue constituyendo un número de víctimas mortales enorme que en gran parte es evitable.

El agua no solo está contaminada por desechos humanos y ganaderos, sino también y de manera creciente por fertilizantes y pesticidas de nitrato y fosfato, productos farmacéuticos, metales pesados



© Sudipto Das

Las lluvias son cada vez más aisladas debido al cambio climático que, a su vez, incrementa el riesgo de inundaciones y sequías que a menudo afectan a los mismos lugares en épocas diferentes.

y otros contaminantes industriales. Desde los años 60, el uso de fertilizantes nitrogenados sintéticos se ha multiplicado por nueve, y se prevé que siga aumentando en un 40–50 por ciento en el próximo medio siglo, mientras que el uso de fosfato se ha triplicado.⁶⁴ El aumento del uso de fertilizantes, la producción ganadera y la quema de combustibles fósiles lleva a niveles más altos de nitrógeno reactivo en el medio ambiente, lo que a su vez eleva los niveles de nitratos por encima de los umbrales seguros para la salud humana y de los ecosistemas,⁶⁵ incluso en el agua potable⁶⁶ y a través de la eutrofización de las aguas frescas y costeras.⁶⁷ Se estima que la escorrentía de nitrógeno y la lixiviación total en todo el mundo es de 32,6 millones de toneladas al año, cuya mayor parte procede de prácticas agrícolas deficientes.⁶⁸ El exceso de fosfato exagera los efectos de la contaminación por nitratos.⁶⁹ Otras formas de escorrentía agrícola, como plaguicidas, herbicidas y fungicidas que entran en los ecosistemas de agua dulce y marina, tienen efectos nocivos sobre la biodiversidad,⁷⁰ los cuales a veces están presentes en concentraciones que la legislación actual de muchos países considera segura.⁷¹ Por tanto, aunque ha habido mejoras en la calidad del agua potable en términos de contaminación grave, todavía queda mucho camino por recorrer, mientras que otros aspectos de la calidad, como la contaminación con productos químicos agrícolas, parecen estar empeorando.

3. Aumento del número de las manifestaciones climáticas extremas

Las lluvias son cada vez más aisladas debido al cambio climático que, a su vez, incrementa el riesgo de inundaciones y sequías que a menudo afectan a los mismos lugares en épocas diferentes.⁷² Ya existe un incremento de las precipitaciones en las latitudes más altas del hemisferio norte, una disminución de las precipitaciones en partes de China, Australia y las islas del Pacífico, así como una mayor variabilidad en las regiones ecuatoriales⁷³ que afecta a la frecuencia y gravedad de las inundaciones y sequías.⁷⁴ En 2000, el 30 por ciento de las tierras urbanas a nivel mundial estaban situadas en zonas de inundaciones de alto riesgo y probablemente llegarán al 40 por ciento en 2030.⁷⁵ También es probable que la intensidad y la frecuencia de los episodios de precipitaciones extremas aumenten la magnitud y la frecuencia de los desprendimientos.⁷⁶ Al igual que los efectos de la escasez y la mala calidad del agua, las inundaciones afectan de forma desproporcionada a los más pobres y vulnerables en muchas sociedades.⁷⁷

Las ráfagas irregulares de altas precipitaciones crean mayores peligros para las comunidades que viven cerca de ríos y humedales. Desde 1900, el 90 por ciento de los desastres causados por peligros naturales han estado relacionados con el agua.⁷⁸ De 1995 a 2005, las inundaciones representaron el 47 por ciento de los desastres relacionados con el clima, a saber, hubo más de 3000 desastres causados por inundaciones que afectaron



Si se gestiona de manera inadecuada, la sequía se convierte en una catástrofe humanitaria que amenaza la seguridad a todos los niveles.

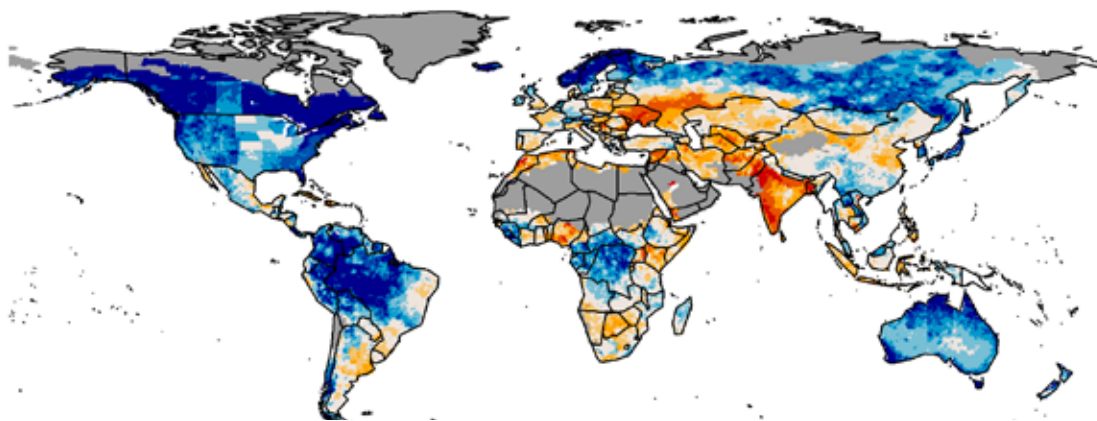
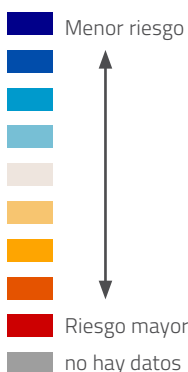
a 2300 millones de personas y mataron a otras 157 000 personas; los efectos fueron mucho mayores en Asia.⁷⁹ Los desastres relacionados con el agua son los más frecuentes de todos los denominados desastres naturales.⁸⁰ Las inundaciones también implican costes económicos elevados: por ejemplo, las inundaciones del Danubio de 2006 en Europa han costado más de 630 millones de dólares en daños a infraestructuras y cultivos.⁸¹

La falta de precipitaciones es otro problema grave. Más de 50 millones de personas en todo el mundo se vieron afectadas por sequías en 2015.⁸² Es probable que la frecuencia y la intensidad de las sequías aumenten debido al cambio climático, al igual que sus efectos a medida que continuamos utilizando más agua. La sequía puede causar enormes daños al medio ambiente, la economía y la estabilidad social. De 1950 a 2000, hubo 296 episodios de sequía a gran escala (es decir, en más de 500 000 km² y durante más de 3 meses) registrados en todo el mundo,⁸³ y la frecuencia, intensidad, longitud y extensión de las sequías aumenta constantemente,⁸⁴ especialmente en los trópicos y subtropicos. Por ejemplo, en Somalia las sequías fueron las causas principales de alrededor de 258 000 muertes humanas entre 2011 y 2013.⁸⁵ Entre 1900 y 2013, se registraron pérdidas económicas a nivel mundial por un total de 135 000 millones de dólares a causa de los desastres causados por la sequía.⁸⁶ Cuando se gestiona mal, la sequía se convierte en una catástrofe humanitaria que amenaza la seguridad a todos los niveles. Las sequías suelen estar asociadas con la migración y los conflictos, sobre todo en las zonas donde ya existen tensiones políticas, instituciones débiles, problemas económicos y rivalidades entre grupos.

El cambio climático puede empeorar dichos problemas en el futuro.⁸⁷ El año 2015 fue el más seco desde que se creó el mantenimiento de registros hace más de un siglo y uno de los más calurosos, en el que se produjeron situaciones de sequía en gran parte del mundo, con más del 50 por ciento de las personas afectadas en África.⁸⁸ La sequía de 2015 se vio agravada por uno de los fenómenos más fuertes jamás registrados de El Niño.⁸⁹ En África, Oriente Medio y el Mediterráneo, la gravedad de los efectos de la sequía se ve exacerbada por las mayores demandas de agua.⁹⁰ Las sequías causan dificultades humanas y deterioro ambiental; cuando ocurren en comunidades y ecosistemas inadaptados, como ha ocurrido recientemente en ciertas partes de la Amazonía, también pueden dar lugar a grandes cambios a largo plazo en la ecología.⁹¹ Las sequías relacionadas con el fenómeno de El Niño–Oscilación Austral (ENSO) están cada vez más vinculadas a los principales incendios que afectan a millones de hectáreas de turberas en el sudeste asiático, que causan problemas importantes de niebla tóxica. En 2015, Indonesia tuvo pérdidas económicas de más de 16 000 millones de dólares⁹² y más de 106 000 muertes prematuras⁹³ a consecuencia de los incendios de turberas y niebla tóxica. La aparición de sequías inesperadamente graves en muchas partes del mundo, como la «sequía del milenio» de 2001–2009 en el sudeste de Australia,⁹⁴ obliga a replantearse las estrategias agrícolas y la viabilidad de algunas sociedades tradicionales muy antiguas. El cambio en las normas en materia de clima junto con el aumento en la frecuencia e intensidad de las condiciones climáticas extremas en conjunto tienen efectos importantes en el agua y en la seguridad alimentaria.

Figura 8.2: Mapa mundial del riesgo de sequía: Uso autorizado⁹⁶

Clave



Tipos de sequía

Sequía meteorológica: la falta de precipitaciones/humedad, agravada por los vientos secos y las altas temperaturas, puede crear una crisis hídrica si se prolonga, y comenzar y terminar súbitamente.

Sequía agrícola: los cambios en la humedad atmosférica pueden reducir la humedad del suelo, lo que afecta a cultivos y animales, así como a la evapotranspiración.

Sequía hidrológica: disminución de la cantidad y calidad de las aguas superficiales y subterráneas debido a la falta de precipitaciones y su uso excesivo para la agricultura y, a menudo, como consecuencia de la sequía meteorológica.

Sequía socioeconómica: el suministro de bienes y servicios como energía, alimentos y agua potable se ven reducidos o amenazados por cambios en las condiciones meteorológicas, hidrológicas y del suelo.⁹⁵

Gestión proactiva de la sequía

Los pilares fundamentales para mejorar la preparación y la resiliencia a la sequía son:

Sistemas de vigilancia y alerta temprana de la sequía: Evaluar la adecuación de las estaciones meteorológicas, los recursos hídricos, las redes hidrológicas, la información de satélites, etc.; establecer un sistema integral de vigilancia y alerta temprana de la sequía que integre los parámetros del clima, agua y suelo, así como indicadores socioeconómicos a nivel nacional y subnacional; generar datos sobre precipitaciones en cuadrícula de alta resolución sobre el país y crear un mapa de las zonas de riesgo mediante sistemas de alerta temprana de sequía, calculando los índices estándar de sequía.

Riesgo de vulnerabilidad y evaluación de los efectos: identificar los procesos que contribuyen a la vulnerabilidad y la resiliencia de la comunidad; desarrollar el perfil de riesgo de las comunidades y regiones vulnerables antes del comienzo de las sequías; registrar los efectos de la sequía después de la incidencia de las sequías.

Medidas para la mitigación del riesgo de sequía: aumentar el suministro de agua a través de la recogida del agua de lluvia, la rehabilitación de tierras, la reposición de aguas subterráneas, fuentes potenciales nuevas, etc.; reducir la demanda mediante el uso eficiente del agua, como la revisión de la asignación de agua, la adopción/ revisión de las tarifas del agua, el ajuste del marco legal e institucional, la fijación de precios del agua, el tratamiento del agua y el uso de aguas residuales/reciclaje, etc. Pero especialmente, aumentar la resiliencia a la sequía de la producción ganadera mediante el equilibrio del ganado en las zonas de regadío, la gestión de la capacidad de apoyo de pastizales y praderas, el uso de piensos y forrajes autóctonos, genotipos de mamíferos/bajo uso de agua, etc.



© Jacinto Luch Valero

4. Perturbación de los caudales naturales

Los cambios hidrológicos acelerados en muchos de los principales sistemas fluviales del mundo, que principalmente se deben a la construcción de presas para obtener energía hidroeléctrica y al almacenamiento de aguas superficiales, causan tensiones adicionales en los ecosistemas de agua dulce y las comunidades circundantes. La construcción de presas proporciona grandes beneficios en términos de poder, si bien tiene importantes efectos secundarios en la sociedad y en el medio ambiente, que se hacen más evidentes con el tiempo⁹⁷ y provocan una creciente resistencia por parte de las comunidades locales y de las organizaciones de la sociedad civil.⁹⁸ A nivel mundial, al menos 3700 grandes presas, cada una con capacidad de al menos un megavatio, están planificadas o en construcción. En teoría, aumentarán la energía hidroeléctrica a escala mundial en un 73 por ciento, hasta alrededor de 1700 GW, pero reducirán los ríos de caudal libre en más de una quinta parte.⁹⁹

La gestión de las presas puede dar lugar a condiciones extremas de sequía aguas abajo. Por ejemplo, en la cuenca alta del Níger se calcula que el efecto combinado de las desviaciones de agua por los planes de hidroelectricidad y riego podría reducir la captura de pescado en el delta en un 31 por ciento y los pastos en un 28 por ciento, lo que tendría consecuencias desastrosas para las comunidades que dependen de estos recursos. A menos que existan desbordamientos de presas por

inundaciones lo bastante grandes y correctamente previstas, estas medidas crearían condiciones similares a las de la última gran sequía de 1984, cuando tres cuartas partes del delta se secaron y las personas huyeron *en masa*.¹⁰⁰

El bloqueo del caudal libre de los ríos tiene una serie de efectos perjudiciales, dada la pérdida de conectividad longitudinal y lateral de los ecosistemas de agua dulce. Las presas afectan negativamente a los peces y otras especies acuáticas, la sedimentación aguas abajo y a la disponibilidad de agua, los medios de subsistencia y el transporte. El almacenamiento de agua en los embalses también puede alterar las temperaturas del agua corriente abajo.¹⁰¹ La construcción de presas causa pérdidas directas de ecosistemas y promueve asentamientos que a su vez provocan más conversiones de tierras y pérdidas de ecosistemas.¹⁰² La deforestación, asociada o no a la construcción de presas, genera una retroalimentación negativa, incrementa la sedimentación y cambia la hidrología, lo que reduce la producción y vida útil del sistema de energía hidroeléctrica.¹⁰³ Las presas también están asociadas con emisiones elevadas de metano que contribuyen significativamente al cambio climático.¹⁰⁴ La reducción de las inundaciones en los terrenos inundables aguas abajo también puede reducir la recarga de las aguas subterráneas y contribuir a la disminución de las precipitaciones regionales. Pero el atractivo de estas fuentes de energía implica que a menudo se presta poca atención a las compensaciones más amplias.

Cuadro 8.2: Cambios de la hidrología de la Amazonia¹⁰⁵

Un aumento masivo en la construcción de presas para energía hidroeléctrica está cambiando el flujo y la integridad de los ríos de toda la Amazonia.¹⁰⁶ El impacto en la ecología, los bagres migratorios y los delfines de río; bloqueo de pulsos críticos de agua anuales; captura de larvas y alevines de peces;¹⁰⁷ interrupción del transporte fluvial y el suministro de alimentos; y reducción de la sedimentación aguas abajo y costera.¹⁰⁸ Ya existen 154 grandes presas en funcionamiento, principalmente en Brasil, que generan 18.000 MW,¹⁰⁹ junto con decenas de miles de pequeñas represas para recolectar agua para el ganado.¹¹⁰ Se estima que 277 presas más grandes están en las etapas iniciales de planificación,¹¹¹ incluso en áreas protegidas y tierras indígenas,¹¹² con una potencia instalada de alrededor de 95.000 MW.¹¹³ Si todas ellas siguen adelante, sólo quedarán tres afluentes que fluyan libremente en la cuenca del Amazonas,¹¹⁴ lo que afectará permanentemente a la ecología, la economía y el clima.¹¹⁵ Un estudio concluyó que debido a las proyecciones de pérdidas forestales, el rendimiento máximo de la energía hidroeléctrica producida podría reducirse hasta un 75% en 2050.¹¹⁶ Es precisa la planificación de la cuenca y la incorporación de criterios sociales y ambientales en la toma de decisiones para garantizar que la producción de energía no menoscabe otros servicios de los ecosistemas.¹¹⁷

5. Degradación de la tierra

Los sistemas de riego con gestión deficiente dañan directamente la tierra, lo cual a su vez reduce el rendimiento, eleva las capas freáticas y aumenta la salinidad y la alcalinidad (por ejemplo, suelos sódicos). Aunque la escasez de agua es un problema mundial, la conversión de bosques y pastizales naturales en tierras agrícolas ha aumentado el agua en los suelos a escala local. Incluso si no se riegan los cultivos, la conversión de la vegetación natural puede afectar a la disponibilidad y calidad del agua. En los últimos 300 años, las tierras de cultivo de secano han aumentado en un 460 por ciento y los pastizales en un 560 por ciento, lo que ha causado la disminución de la evapotranspiración y el aumento de la recarga (dos órdenes de magnitud) y los caudales (un orden de magnitud).¹¹⁸

Al mismo tiempo, el aumento de la cantidad de agua en los sistemas agrícolas ha degradado aún más la calidad del agua a causa de la movilización de sales y el aumento de la salinización, debido a la poca profundidad de las capas freáticas y la lixiviación de los fertilizantes en acuíferos y aguas superficiales.¹¹⁹ El riego con agua subterránea mineralizada también aumenta la salinidad del suelo y disminuye la productividad de los cultivos. Ya en 1993, el Banco Mundial estimó que el 20 por ciento de la superficie de tierras de regadío sufría una reducción en el rendimiento de los cultivos debido a la salinidad,¹²⁰ y se estima que hasta la mitad de las tierras de regadío

se ven afectadas por niveles anormales de sal.¹²¹ Por ejemplo, en la actualidad, la salinidad afecta al 70–80 por ciento de la cuenca Murray–Darling, la mitad de la cuenca del mar de Aral, un tercio del Delta del Nilo,¹²² el 28 por ciento de los Estados Unidos y una cuarta parte de Pakistán y Uzbekistán.¹²³

El drenaje de las turberas está vinculado a diversas formas de degradación de la tierra.¹²⁴ En algunas regiones de Asia Central y China ha conducido a la desertificación de antiguos paisajes donde predominan las turberas, la erosión importante del suelo por sobrepastoreo y la subsiguiente pérdida de productividad. El drenaje de turberas genera de forma inevitable la compactación del suelo y la oxidación del carbono de la turba, lo que ocasiona un hundimiento del suelo que presenta riesgos significativos en las regiones de tierras bajas. Dado que la base de la capa de turba a menudo se encuentra en o por debajo del nivel del mar o río, con el tiempo, el hundimiento del suelo incrementa el riesgo de inundación. En numerosos países, esto se ha mitigado mediante la construcción de diques y sistemas de bombeo; sin embargo, dada la inevitable continuación del hundimiento de los suelos drenados de turba, paisajes enteros pueden llegar a situarse por debajo del nivel del mar. Por ejemplo, la mitad de los Países Bajos se encuentra por debajo del nivel del mar debido a siglos de drenaje de turberas, lo que ha ocasionado riesgos significativos en términos de seguridad del agua e intrusión de agua salada, así como costes elevados en el mantenimiento de infraestructuras (previstos en 25 000 millones de euros entre 2010 y 2050 para las 200 000 hectáreas de turberas restantes en Holanda).¹²⁵ Mientras que los Países Bajos hace mucho tiempo que llegaron a un punto de no retorno, en el sudeste asiático el drenaje de las turberas de tierras bajas apenas comenzó en los años setenta. En los trópicos, el drenaje de turberas da lugar a emisiones de CO₂ 126, que causan hundimientos de 3 a 6 cm al año.¹²⁷ Sin embargo, los altos niveles y el patrón estacional de precipitaciones pueden excluir opciones de mitigación mediante sistemas de bombeo y diques. El drenaje continuo puede llevar a consecuencias devastadoras, que incluyen riesgos de inundaciones masivas y pérdida de tierras productivas.¹²⁸

La degradación de la tierra afecta directamente a la seguridad del agua al reducir la calidad general del agua: desde los altos niveles de sal en las aguas subterráneas hasta el aumento de la circulación de sólidos en suspensión y productos agroquímicos, tanto en aguas superficiales como subterráneas. La pérdida de vegetación y la subsiguiente erosión del suelo alrededor de los embalses pueden conducir a la sedimentación inmediata y al acortamiento radical de la vida útil de los embalses y las centrales hidroeléctricas.¹²⁹ La erosión puede llevar a la degradación radical de paisajes de barrancos y depósitos de arena arrastrados por el viento. Asimismo, puede reducir la productividad agrícola de maneras más sutiles. El suelo desprotegido, degradado y erosionado tiene menos capacidad de retención de agua, ya sea para almacenar agua durante todo el año o para absorber excesos repentinos y minimizar las inundaciones después de lluvias intensas.¹³⁰

Aunque la escasez de agua es un problema mundial, la conversión de bosques y pastizales naturales en tierras agrícolas ha aumentado el agua en los suelos a escala local.



6. Efectos del cambio climático

La gestión de los humedales tiene un efecto significativo en el clima. En general, los humedales tienden a ser sumideros de carbono y nitrógeno, pero pueden ser fuentes de otros gases de efecto invernadero como el metano;¹³¹ el equilibrio determina si un humedal es una fuente neta o un sumidero de gases de efecto invernadero.¹³² Si bien se debe tener cuidado al estimar la medida en que los humedales contribuyen a la mitigación del cambio climático mediante la retención de estos gases,¹³³ resulta evidente que su capacidad para almacenar carbono proporciona una reserva de carbono sustancial a escala mundial. Los humedales costeros desempeñan un papel especialmente importante en la absorción del dióxido de carbono y la retención en los sedimentos, construyendo así grandes reservas de carbono. A escala mundial, los humedales contienen una cantidad desproporcionada de carbono total contenido en el suelo de la Tierra, alrededor del 30 por ciento del total, a pesar de ocupar solo el 5–8 por ciento de su superficie de tierras.¹³⁴ Por el contrario, el drenaje o la quema de turbas aumenta las emisiones de carbono y humo,¹³⁵ al igual que el drenaje o la alteración de otros tipos de humedales. La destrucción de los humedales en última instancia conduce a la liberación de carbono,¹³⁶ y la mala gestión de los humedales también puede dar lugar

a grandes pérdidas de carbono¹³⁷ aunque subsisten incertidumbres sobre las cantidades totales de las reservas de carbono contenidas en los humedales.¹³⁸

Si bien las turberas sólo cubren alrededor del 3 por ciento de la superficie terrestre, contienen la mayor reserva de carbono del planeta, la cual se cree que es equivalente a la contenida en todos los demás biomas terrestres,¹³⁹ especialmente en la tundra boreal. Las turberas intactas contienen hasta 1,300 toneladas de carbono por hectárea¹⁴⁰, y se estima que en las turberas de todo el mundo se encuentran almacenadas 550 Gt de carbono.¹⁴¹ Los «puntos calientes» de turba incluyen bosques tropicales del sudeste asiático y tundra de Rusia, Canadá, Alaska y Escandinavia. El drenaje para el establecimiento de las plantaciones, como la palma, produce un fuerte incremento de emisiones.¹⁴² Se estima que ya se están perdiendo 0,5–0,8 Gt de carbono anuales como resultado de la conversión de turberas, principalmente en los trópicos.¹⁴³ Por ejemplo, en los primeros años del siglo XX las emisiones de turba drenada en el sudeste asiático fueron de 355–874 Mt anuales, con un aumento de 1.400 Mt en las emisiones anuales entre 1997 y 2006 debido a los incendios de turberas, ocurridos principalmente en Indonesia.¹⁴⁴ Si bien las pérdidas de carbono de la tundra boreal son actualmente mucho más bajas, tienen el potencial de superar a las de los trópicos a

La pérdida de humedales es más rápida que la de otros ecosistemas, junto con una pérdida desproporcionada de servicios de los ecosistemas.

medida que el calentamiento derrite el hielo y seca la turba. Algunos sitios de Alaska ya han pasado de ser sumideros de carbono a ser fuentes de carbono,¹⁴⁵ y existen temores de que se produzca alguna liberación repentina de carbono del Ártico.¹⁴⁶

La experiencia de Canadá ha demostrado que las pérdidas de CO₂ procedentes de zonas de turbas cortadas podrían verse frenadas a través de la restauración y la revegetación.¹⁴⁷ Después de las talas industriales ocurridas en Irlanda, se ha conseguido recuperar turberas con éxito,¹⁴⁸ y se comunican resultados positivos similares en el sudeste de Asia, Rusia, Argentina y el Himalaya.¹⁴⁹ Los esfuerzos para restaurar los humedales costeros (p. ej., marismas, manglares, lechos de pastos marinos) están aumentando como forma de recuperar su capacidad natural de retener carbono. Por ejemplo, la restauración a gran escala de manglares está actualmente en curso en países como Kenia, Tanzania, Sri Lanka e India.¹⁵⁰

7. Pérdida de la biodiversidad y servicios ecosistémicos relacionados con el agua

A pesar de los esfuerzos por conservar y utilizar sabiamente los humedales,¹⁵¹ desde 1900 se han perdido entre un 64 y un 71 por ciento de ellos,¹⁵² y muchos otros se han degradado por la contaminación, las interrupciones del flujo, la sobre-cosecha, y las especies invasoras.¹⁵³ La pérdida de humedales sigue a un ritmo mayor que la de otros ecosistemas, junto con una pérdida desproporcionada en los servicios de los ecosistemas.¹⁵⁴ Entre 1970 y 2008, la extensión de los humedales naturales disminuyó de promedio alrededor del 30% a nivel global.¹⁵⁵

Estas pérdidas tienen efectos posteriores sobre la biodiversidad de agua dulce, así como sobre la salud y la productividad de las tierras circundantes y sus comunidades. Los cuerpos abiertos de agua dulce ocupan menos del 1% de la superficie de la Tierra, pero contienen alrededor del 12% de todas las especies conocidas, incluyendo un tercio de todas las especies de vertebrados.¹⁵⁷ La biodiversidad de agua dulce está disminuyendo¹⁵⁸, y una de cada tres especies de peces de agua dulce¹⁵⁹ y el 30% de los anfibios¹⁶⁰ están amenazados de extinción. Por ejemplo, el bagre constituye el 39 por ciento de las especies de peces amazónicas conocidas, que dependen de la integridad de las áreas críticas de desove en la cuenca alta,¹⁶¹ pero su supervivencia está amenazada por las propuestas de construir presas en los grandes ríos¹⁶² y la sobreexplotación.¹⁶³ Más allá de la supervivencia de las especies, las pesquerías son una fuente importante de alimentos e ingresos, con un consumo promedio de pescado per cápita de 94 kg anuales para las comunidades ribereñas.¹⁶⁴ Un análisis de 145 grandes cuencas hidrográficas

Cuadro 8.3: La Convención de Ramsar

La Convención de Ramsar sobre los Humedales, firmada en Ramsar, Irán en 1971, es un acuerdo internacional dirigido a la «*Conservación y uso racional de los humedales y sus recursos*». Los firmantes del Convenio están obligados a designar al menos un humedal adecuado (normalmente se incluyen más en la lista) de su territorio como *Humedal de Importancia Internacional*. Si bien todos los sitios Ramsar están comprometidos con la gestión sostenible, algunos son también áreas protegidas oficiales, mientras que otros permanecen abiertos a usos múltiples. La Convención de Ramsar ofrece orientación técnica sobre la gestión y evaluación de los humedales, en estrecha colaboración con la UICN y con otras organizaciones internacionales para promover la ordenación sostenible de los humedales mundiales.

La Convención también promueve el uso racional de los humedales como elemento fundamental de su misión, y define el uso racional como «el mantenimiento de su carácter ecológico, logrado mediante la aplicación de enfoques basados en los ecosistemas, en el contexto del desarrollo sostenible». El uso racional es la conservación y el uso sostenible de los humedales y todos los servicios que prestan, en beneficio de las personas y la naturaleza. Los aspectos prácticos incluyen la adopción de políticas nacionales de humedales; garantizar el inventario de humedales, la supervisión, la investigación, la capacitación, la educación y la concienciación pública; y el desarrollo de planes integrados de gestión en las zonas de humedales.¹⁵⁶

demostró que aquellos con el mayor valor biológico eran generalmente los más degradados.¹⁶⁵ Otros grupos de agua dulce también están amenazados. Muchos moluscos están restringidos en rango y por lo tanto son vulnerables; de más de 1.200 especies de caracoles de vidrio de primavera (*Hydrobiidae*), 182 figuran como amenazados en la Lista Roja de la UICN.¹⁶⁶

Cuando las aguas dulces y su biodiversidad se degradan o destruyen, sus servicios ecosistémicos también se pierden. Estos servicios suelen valer más para la sociedad que los usos productivos que los sustituyen¹⁶⁷, ya que los beneficios se distribuyen a menudo entre muchas personas, mientras que los beneficios de la conversión y la producción tienden a concentrarse en manos de unos pocos. Los servicios de los ecosistemas a menudo no se notan hasta que desaparecen, y su recuperación, si es posible, es casi siempre costosa en comparación con la protección del ecosistema existente. La Tabla 8.1 resume algunos de los servicios ecosistémicos clave relacionados con el agua.

Tabla 8.1: Tipología de los servicios ecosistémicos de los humedales¹⁶⁸

Servicios	Servicio del ecosistema	Ejemplo
Soporte	Producción primaria	Fotosíntesis en plantas acuáticas y vegetación de humedales.
	Ciclo de nutrientes	El mayor valor económico total de todos los servicios de los ecosistemas de humedales ¹⁶⁹ , aunque por lo general este valor no se realiza actualmente.
	Conservación de la biodiversidad	El Amazonas tiene unas 6.000–8.000 especies de peces, ¹⁷⁰ y el Mekong 850 especies de peces. ¹⁷¹
	Función de los viveros	Zonas de cría de especies acuáticas importantes para fines comerciales y de subsistencia.
	Formación del suelo	Los sedimentos del Mekong soportan más del 50 por ciento de la producción de alimentos básicos de Vietnam. ¹⁷²
	Productividad marina	Los sedimentos transportados por los ríos también mantienen los ecosistemas en las aguas profundas. Cada año, entre 500 y 1.000 millones de toneladas de lodo de los ríos Amazonas y Orinoco ¹⁷³ crean enormes bancos de barro ¹⁷⁴ que mantienen los manglares ¹⁷⁵ y preservan una pesca altamente productiva. ¹⁷⁶
	Recarga de acuíferos	Los humedales estancados son un recurso clave para la recarga del acuífero, que suele ser la opción de menor coste para estabilizar y garantizar el suministro. ¹⁷⁷
Aprovisionamiento	Captura de peces y otras especies	La captura de peces africanos de agua dulce supera los 2,5 Mt anuales; ¹⁷⁸ el delta del Níger produce 40–80.000 t/año. ¹⁷⁹ El Mekong produce 2 Mt al año, ¹⁸⁰ suministrando el 80% de la proteína animal de Camboya. ¹⁸¹ Sin embargo, las pesquerías están en peligro: 4 de cada 11 especies capturadas para comercializar ya se han extinguido en los Grandes Lagos de América del Norte. ¹⁸²
	Recolección de plantas	Muchas especies de agua dulce se recogen para alimentos y piensos. ¹⁸³
	Recolección de materiales	Papiro, cañas, juncos, etc. se utilizan para techados, herramientas, cercas, etc.
	Pastoreo de ganado	Los humedales son a menudo pastos muy productivos, que proporcionan pastoreo estacional para pastores y ganaderos.
	Producción agrícola	Los suelos ricos en turba apoyan la agricultura productiva.
	Fuentes de energía	La energía hidroeléctrica es una fuente crítica de energía. En Ruanda, el papiro se compacta en briquetas de combustible. La extracción de turba sigue siendo un combustible doméstico importante en zonas de Irlanda y Escocia.
	Materias primas	En los bosques ribereños se recogen leña y madera para construcción.
	Medicamentos	A menudo se utilizan especies de plantas de agua dulce como medicamentos.
Regulación	Inundación	Los humedales absorben las inundaciones, proporcionando una reducción del riesgo de desastres. ¹⁸⁴
	Protección contra tormentas	Los bosques ribereños y los humedales estacionales frenan las inundaciones y protegen a las comunidades río abajo. ¹⁸⁵
	Fijación de carbono	Los humedales, y particularmente las turberas, son la mayor reserva de carbono del planeta, ¹⁸⁶ conteniendo hasta 1,300 toneladas de carbono por hectárea. ¹⁸⁷
	Estabilización climática	La evaporación de los lagos ayuda a reducir los extremos climáticos.
	Suministro de agua	Algunos tipos de bosques, incluyendo los bosques nubosos de montaña ^{188,189} y algunos antiguos bosques de eucaliptos, ¹⁹⁰ aumentan el flujo neto de agua.
	Depuración de agua	Las cuencas boscosas y los humedales proporcionan agua más limpia, reduciendo la necesidad de tratarla. ¹⁹¹
Culturales	Recreativos	Los humedales pueden ser una atracción turística: el delta del Okavango, en Botswana, atrae a 120.000 turistas al año. ¹⁹²
	Culturales y artísticos	Lagos y los ríos han inspirado a artistas, músicos y escritores.
	Espirituales	Muchos humedales tienen valores sagrados locales o son sitios importantes de peregrinación, como por ejemplo los lagos sagrados a gran altitud de la India. ¹⁹³
	Ciencia y educación	Las aguas dulces proporcionan importantes centros de investigación y educativos.

CAUSAS INDIRECTAS DE INSEGURIDAD DEL AGUA

La sección anterior abordaba algunas de las causas de la inseguridad del agua: riego mal gestionado y producción ganadera, demanda de la industria, energía y sectores urbanos, contaminación, construcción de presas, el cambio climático y el crecimiento demográfico. A continuación analizamos algunas de las causas indirectas:

1. Un enfoque fragmentado de la gestión del agua
2. Políticas y modelos de negocio que impulsan sistemas de gestión de alto consumo de agua
3. Patrones comerciales y de precios que actúan como incentivos perjudiciales
4. Cambios demográficos y rápida urbanización
5. Cambio climático

1. Un enfoque fragmentado de la gestión del agua

El uso del agua en un solo sector, sin una política integrada del agua,¹⁹⁴ a menudo conduce a graves impactos negativos. Entre los ejemplos espectaculares encontramos el Mar de Aral en el Asia Central, que en el año 2016 se había reducido a una décima parte del tamaño que tenía en 1961; esto se debió a que la mayor parte del agua de los dos ríos tributarios fue desviada para riego.¹⁹⁵ El lago Chad, en África, ha disminuido más del 90 por ciento por área en los últimos cuarenta años debido a la sequía y el riego.¹⁹⁶ Por el contrario, los beneficios de los enfoques integrados o «nexos» de la gestión del agua se conocen desde hace un siglo, con algunos ejemplos prominentes que muestran el camino.¹⁹⁷

Sin embargo, la cooperación a escalas relativamente grandes sigue siendo escasa. La planificación del agua (donde existe) tiende a seguir un enfoque fragmentado o aislado, con diferentes sectores (e incluso individuos diferentes dentro de un mismo sector) que compiten en lugar de colaborar a expensas del bien común.

2. Políticas y modelos de negocio que impulsan sistemas de gestión intensiva del agua

El énfasis en los monocultivos en la agricultura moderna tiende a aumentar el uso y los impactos en el agua (véase el Capítulo 7). Por ejemplo, en los últimos 50 años, el área dedicada a la soja ha crecido diez veces más, alcanzando 1 millón de kilómetros²: la superficie de Francia, Alemania, Bélgica y los Países Bajos juntos.¹⁹⁹ El crecimiento se ha producido principalmente en América del Sur, donde la producción creció un 123 por ciento entre 1996 y 2004.²⁰⁰ Las proyecciones sugieren un aumento adicional del 140 por ciento hasta los 515 millones de toneladas para 2050.²⁰¹ El cultivo de soja es principalmente agricultura de secano en América del Sur, aunque en los demás lugares es agricultura de regadío.²⁰² La conversión a gran escala al cultivo intensivo de soja probablemente seguirá reduciendo la disponibilidad de agua.²⁰³ Como se ha documentado en los campos de soja de Argentina, la calidad del agua también se ve afectada por la erosión del suelo y los residuos agroquímicos como resultado del uso intensivo de plaguicidas.²⁰⁴ Sin embargo, la soja es un negocio multimillonario que vende productos de alto valor como la alimentación animal. Los sistemas alternativos de producción que utilizan los recursos hídricos de manera más eficiente no pueden competir económicamente con la soja, especialmente cuando el agua está tasada por debajo de su valor real.

Otros cultivos también ponen en tensión los sistemas hidrológicos. Los análisis realizados en Tailandia mostraron que la producción de arroz (con cáscara) era el que más agua utilizaba; seguido del maíz, la caña de azúcar y la yuca. La producción de una segunda cosecha de arroz pone algunas cuencas fluviales bajo una presión considerable.²⁰⁵ El drenaje de las turberas para el pastoreo y los cultivos agrícolas reduce su capacidad de retención de agua, lo que lleva a una mayor escasez de agua en períodos secos y picos de inundación en períodos húmedos.²⁰⁶

Se ha propugnado el aumento de las importaciones de productos agrícolas como una solución para los países con escasez de agua. Esta estrategia podría proporcionar una solución sostenible si los cultivos se cultivan en países ricos en agua. Pero si agotan las escasas existencias de agua, desfavorecen a las comunidades pobres, degradan la tierra y aumentan el estrés hídrico, deben considerarse ambientalmente y socialmente insostenibles.



© Peter Hershey

Cuadro 8.4: Ordenación integrada de la tierra y los recursos hídricos en la llanura del norte de China

El riego intensivo en el norte de China había reducido drásticamente el caudal de la cuenca del río Hai y había menguado gravemente los acuíferos sometidos al riego por bombeo. El gobierno de China identificó la necesidad de una acción urgente encaminada a restaurar los recursos hídricos y reducir la sobreexplotación. El Área Focal para las Aguas Internacionales del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) apoyó un importante esfuerzo de restauración, destacando tres procesos clave en la gestión integrada del agua: (1) formación de comités interministeriales nacionales; (2) análisis del estado de la cuenca del río o del acuífero, los diferentes usos del agua en el sector, los conflictos y las proyecciones futuras; y (3) desarrollo de un programa estratégico de reformas e inversiones políticas, legales e institucionales mediante procesos participativos entre sectores para equilibrar usos competidores, negociar compromisos y formar asociaciones para la acción.¹⁹⁸

El proyecto de siete años de la cuenca del río Hai de la DIRH fue pionero en la gestión del agua y la tierra para mejorar la calidad del agua en el río y los acuíferos y reducir el uso del agua para el riego. Introdujo mayores tarifas por el agua de riego; un nuevo sistema de derechos de agua/asignación bajo la ley china basado en estimaciones de evapotranspiración (ET) en lugar de importes estándar de retirada; el uso de tecnología satelital para hacer cumplir las asignaciones de agua; y otras tecnologías de riego con ahorro de agua con el objetivo de re-equilibrar la seguridad alimentaria e hídrica y los objetivos medioambientales en la cuenca. El proyecto incluyó mejoras en la calidad del agua, la creación de capacidad para la comisión de recursos hídricos de la cuenca y el uso de tarjetas ATM para agricultores individuales. Las asignaciones

de bombeo se limitaron a garantizar el ahorro de agua: una vez que se agotaba la asignación de un individuo, éste no podía bombear más agua. Se utilizaron datos de satélites sobre la ET estimada (a una escala de 30 por 30 metros) con modelos de simulación para identificar asignaciones reducidas a asociaciones de usuarios de agua dirigidas por agricultores que distribuyeron las cuotas a más de 100 000 hogares de agricultores. Los servicios de extensión también ayudaron a recomendar prácticas para el ahorro de agua verde en las fincas, buenas prácticas de gestión (p. ej., cobertura del suelo, patrones de cultivo, tecnología de goteo) y la siembra de cultivos alternativos para aumentar los ingresos de los agricultores. Después de siete años, el ingreso per cápita aumentó en un 193 por ciento, la eficiencia hídrica aumentó en un 82 por ciento y el uso consuntivo disminuyó un 27 por ciento. Estos ahorros de agua ayudaron a estabilizar la extracción de acuíferos y pusieron más agua a disposición para el funcionamiento del ecosistema.

El éxito de este proyecto alentó al gobierno chino a introducir el sistema de detección remota/derechos hídricos/sistemas de distribución de agua para todas las nuevas asignaciones de agua. Esto llevó a la aplicación del sistema de asignación basado en ET a toda la cuenca del lago Tarim y un proyecto financiado posteriormente entre FMAM/el Banco Mundial/y China para todo el sistema de la cuenca del río Hai. Otros logros del proyecto incluyeron acuerdos formales entre los ministerios que nunca habían trabajado conjuntamente y un sistema de gestión del conocimiento establecido para la comisión de la cuenca revitalizada. Por último, la fijación de objetivos de proyectos coherentes con la política del FMAM resultó importante para medir y evaluar el progreso con el tiempo.

3. Patrones de negociación y precios que actúan como incentivos perjudiciales

En el capítulo 5 se analiza el acaparamiento de tierras o las adquisiciones de tierras a gran escala para las exportaciones agrícolas, pero una cuestión importante relacionada es el valor de exportación de los productos agrícolas en forma de «agua virtual» (el flujo oculto de agua que produce alimentos que se exportan). El acaparamiento de tierras también es acaparamiento de agua²⁰⁷ cuando, como es cada vez más frecuente, las adquisiciones de tierras a gran escala por inversionistas extranjeros viene con garantías de agua.

El comercio virtual del agua está creciendo, y este equilibrio comercial entre los países está cambiando con el tiempo. China, hasta hace poco

un exportador neto de agua virtual relacionada con el comercio de productos animales y vegetales no comestibles utilizados para la fabricación, es ahora el mayor importador virtual de agua del mundo para esos mismos productos.²⁰⁸ Esto puede conducir al desplazamiento de los pequeños agricultores, acelerar la degradación de las tierras y el abuso de los recursos hídricos, junto con la creación de conflictos aguas abajo o acuíferos, particularmente cuando las instituciones débiles no pueden o no quieren regular el uso del agua. El control corporativo del agua es un tema cada vez más divisivo y politizante.²⁰⁹ Las políticas de fijación de precios, como las que aplican las principales empresas minoristas de alimentos para reducir los precios de los alimentos a los consumidores, reducen los beneficios de los agricultores y fomentan el uso insostenible, como el riego intensivo.

El acaparamiento de tierras también es acaparamiento de agua cuando, como es cada vez más frecuente, las adquisiciones de tierras a gran escala por inversionistas extranjeros incluyen garantía de agua.

4. Cambio demográfico y urbanización

Se reconoce que las poblaciones en crecimiento suelen poner los recursos hídricos bajo estrés.²¹⁰ Pero tan importante como los números totales es la cuestión de los movimientos demográficos, ya sean graduales a través de la urbanización y la migración económica, o por cambios rápidos en la población como resultado de desastres, guerras o conflictos internos. La urbanización es actualmente un fenómeno mundial. Casi la mitad de los habitantes de las ciudades del mundo viven en asentamientos relativamente pequeños de menos de 500.000 habitantes, mientras que alrededor de uno de cada ocho viven en las 28 mega-ciudades con más de 10 millones de habitantes. Hasta hace poco la mayoría de las mayores ciudades del mundo se encontraban en el norte, pero hoy en día se concentran cada vez más en el sur. Los centros urbanos de más rápido crecimiento son ciudades de tamaño mediano y ciudades con menos de un millón de habitantes ubicadas en Asia y África.²¹¹

África es un ejemplo notable de la urbanización y su impacto en el agua. En 1960, sólo había 11 ciudades en África con más de medio millón de habitantes y sólo cinco en el África subsahariana, que era abrumadoramente rural. En 2015, había 84 de esas ciudades en el sur del Sahara, incluyendo megaciudades como Lagos, con más de 13 millones de habitantes. Para el año 2030 probablemente habrá más de 140.²¹² Las estimaciones actuales indican que los nuevos residentes urbanos en África aumentarán en más de 300 millones en el período comprendido entre los años 2000 y 2030: más del doble del crecimiento de la población rural.²¹³ Los humedales y las cuencas proporcionan servicios de abastecimiento (por ejemplo, alimentos, agua, materias primas) y servicios de regulación (por ejemplo, control de inundaciones, estabilización climática) a las poblaciones urbanas. Pero en toda África, la urbanización está invadiendo ambos tipos de servicios, ya sea directamente a través de la expansión urbana que drena los humedales para la vivienda o porque la densidad de población aumenta la presión sobre los recursos naturales; libera más contaminantes, introduce especies invasivas y requiere más agua para la agricultura y el uso doméstico.

Cuadro 8.5: El agua y las ciudades africanas

La rápida expansión urbana y periurbana en muchas ciudades africanas está ejerciendo presión sobre los recursos hídricos circundantes, en el preciso momento en que sus servicios ecosistémicos son más necesarios que nunca. Por ejemplo, la rápida expansión urbana y la floreciente industria hortícola están amenazando el humedal de la bahía de Lutembe en Kampala, Uganda. La bahía de Lutembe, que es un sitio Ramsar, está casi completamente aislada del resto del lago Victoria por una isla de papiro. Los pantanos filtran el limo, los sedimentos y el exceso de nutrientes de la escorrentía superficial, las aguas residuales y los desechos industriales. Pero el humedal se está perdiendo rápidamente para la agricultura y la horticultura; una empresa hortícola llenó ilegalmente algunos en 2013.²¹⁴ De manera similar, los humedales de Harare son la fuente de agua para la mitad de la población del país, recargan la capa freática, filtran y purifican el agua (reduciendo así los costes de depuración), evitan la sedimentación y las inundaciones y proporcionan una valiosa reserva de carbono. Los humedales son también un importante santuario de aves y, asimismo, un sitio Ramsar. Sin embargo, la hidrología está siendo dañada como resultado del cambio en el uso de la tierra, la agricultura informal, la contaminación por fertilizantes y el uso extensivo de perforaciones comerciales, lo que se ha traducido en una reducción promedio del nivel freático de entre 15 y 30 metros en los últimos 15 años. El fomento de la capacidad y la sensibilización de los planificadores urbanos y del personal gubernamental sobre la importancia de la protección de los humedales es una prioridad importante.²¹⁵

5. Cambio climático

El rápido cambio climático está exacerbando casi todos los aspectos de la inseguridad hídrica descritos anteriormente. El cambio climático tendrá múltiples impactos en el suministro de agua, incluyendo el derretimiento de los glaciares y las capas de hielo, los cambios en las nevadas y las lluvias, los patrones climáticos cada vez más fluctuantes y los mayores extremos climáticos. Es probable que aumente la escasez general de agua.²¹⁶ El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático concluyó (con evidencia sólida y un alto acuerdo) que es probable que el cambio climático reduzca los recursos de agua superficiales y subterráneos renovables en la mayoría de las regiones subtropicales secas. Por el contrario, en las latitudes más altas es probable que la disponibilidad de agua aumente. La composición, estructura y función de muchos humedales también cambiará, y muchas especies de agua dulce se enfrentarán a mayores riesgos de extinción.²¹⁷

UN ENFOQUE INTEGRADO PARA LA SEGURIDAD GLOBAL DEL AGUA

Se necesitan urgentemente nuevos enfoques para la gestión de los recursos hídricos.²¹⁸ El Objetivo de Desarrollo Sostenible (SDG) 6 sobre agua y saneamiento incluye un énfasis en la mejora de la calidad del agua (objetivo 6.3) y en la protección y recuperación de los ecosistemas relacionados con el agua (objetivo 6.6). La mejora de la gestión del agua es también un componente crítico del SDG 2, sobre la seguridad alimentaria, y del SDG 15 para combatir la desertificación, detener e invertir la degradación de la tierra y detener la pérdida de biodiversidad. Este enfoque de nexo se centra en la eficiencia del sistema, en lugar de hacerlo en la productividad de los sectores aislados, al reducir las compensaciones y generar beneficios adicionales que superan los costes de transacción asociados con una mayor integración entre sectores. Estas mejoras acelerarían el progreso hacia el desarrollo sostenible y alentarían a los gobiernos, el sector privado y la sociedad civil a mejorar la seguridad del agua.²¹⁹

Maximizar la seguridad del agua no es ni una simple solución técnica ni la responsabilidad de un solo sector. Requiere una serie de respuestas relacionadas con la provisión y calidad del agua para usos humanos; la gestión de los recursos de la tierra, en particular los suelos; la protección y, en caso necesario, la recuperación de humedales y cuencas hidrográficas; y la regulación de los flujos de agua y la disponibilidad a largo plazo.²²⁰ Los elementos clave de un enfoque integrado para la gestión del agua son:

- **Gestión de los recursos hídricos mediante una gestión sostenible de la tierra, especialmente en la agricultura**
- **Protección y restauración de los ecosistemas naturales para los bienes y servicios relacionados con el agua**
- **Trabajar hacia ciudades sostenibles**
- **Reforma política a nivel local, nacional e internacional**

Los ecosistemas relacionados con el agua no pueden ser gestionados aisladamente, ya que las cuencas hidrográficas o los parteaguas se conectan en vastas áreas y el ciclo global del agua funciona en última instancia como un sistema único. La Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH)²²¹ promueve el desarrollo y la gestión coordinados del agua, la tierra y los recursos relacionados con el fin de maximizar el bienestar económico y social de una manera equitativa sin comprometer el funcionamiento y la sostenibilidad de nuestros paisajes de trabajo.

Gestión de los recursos hídricos a través de la gestión sostenible de la tierra

El riego conlleva altos costes de agua, pero también altos beneficios de la producción agrícola. En los Estados Unidos, el 7,5 por ciento de los cultivos y tierras de pastoreo son de regadío, produciendo el 40 por ciento del valor agrícola y representando el 80–90% del consumo de agua.²²² La maximización de la eficiencia de las tecnologías de riego y su aplicación es claramente una prioridad que se centra en todos los aspectos del riego, desde el abastecimiento y la distribución hasta la aplicación sobre el terreno. Incluso pequeños incrementos en la productividad de los cultivos y el agua en áreas de precipitación limitada tendrían implicaciones importantes tanto para la productividad general de alimentos como para la disponibilidad de agua.²²³ Además, existen varias prácticas de gestión de tierras, probadas y rentables, que reducen los desechos y conservan el agua en la agricultura, al tiempo que brindan beneficios adicionales al medio ambiente y a la productividad a largo plazo (ver Cuadro 8.2). El hecho de que estas prácticas no se utilicen más ampliamente se debe a factores como la falta de capacidad o de inversión y subsidios, regulaciones y otros incentivos perversos que desalientan el uso eficiente. En algunos países, las costumbres culturales y religiosas también juegan un papel, por ejemplo, la renuencia a usar aguas grises.

La GIRH ha sido una aspiración durante décadas, pero a menudo ha fracasado en la práctica debido a intereses sectoriales arraigados, barreras políticas y el fracaso para generar un sentido de responsabilidad colectiva. Tradicionalmente, los gestores del agua se han centrado en la gestión del agua de forma aislada, mientras que una buena gestión del agua depende en gran medida de la gestión sostenible de la tierra.²⁴³ El concepto más amplio de gestión integrada de la tierra y los recursos hídricos sigue ganando terreno, tal como se refleja en un número creciente de aplicaciones en todo el mundo.

Uno de varios ejemplos de China, el proyecto de siete años de GIRH de la cuenca del río Hai, fue pionero en las reformas de la gestión del agua y la tierra para mejorar la calidad del agua en el río y los acuíferos y reducir el uso del agua para el riego.²⁴⁵ El proyecto demuestra algunos de los elementos esenciales de un programa nacional de conservación de agua, incluyendo una organización central con leyes de aguas completas; planificación del uso de la tierra y el agua a nivel regional y de cuencas hidrográficas; marcos de toma de decisiones basados en la oferta y demanda de agua a largo plazo; servicios adecuados de investigación, demostración y extensión; un sistema de gestión de la demanda; control de calidad de equipos; promoción de asociaciones de usuarios de agua; y, donde sea necesario, la reforma agraria y el crédito agrícola para el riego.

Maximizar la seguridad del agua no es ni una simple solución técnica ni la responsabilidad de un solo sector.

Tabla 8.2: Algunos ejemplos de enfoques de ahorro de agua en la agricultura

Técnica	Detalles
Aumento de la disponibilidad/eficiencia del agua	
Infraestructura mejorada	Los canales de riego y las zanjas mal construidas tienen fugas de agua, causando acumulación de agua y pérdida de productividad. Las tuberías son más eficientes, pero también más caras.
Sistemas de riego mejorados	Las redes de canales de tierra son las menos eficientes, seguidas de canales forrados, tuberías de presión, riego por mangueras, sistemas de aspersión, aspersores de microchorro y riego por goteo: eficiencias que oscilan entre el 40% y el 80-90%. ²²⁴
La agricultura de conservación	Combina la labranza mínima con cultivos de cobertura y rotaciones para reducir la evaporación, la escorrentía y la erosión ²²⁵
Agricultura biológica	Un sistema de producción que se basa en procesos ecológicos, biodiversidad y ciclos adaptados a las condiciones locales evitando el uso de fertilizantes sintéticos, plaguicidas, OGM, hormonas de crecimiento y antibióticos; ^{226,227} algunos sostienen que esto maximiza el reciclaje de nutrientes y aumenta la materia orgánica del suelo, mejorando así la capacidad de retención de agua en el suelo ²²⁸
Eco-agricultura	Hace hincapié en la restauración de los servicios ecosistémicos y la biodiversidad, aumentando el apoyo a los servicios ecosistémicos relacionados con el agua
Agrosilvicultura	Mezcla de cultivos de árboles y vegetales para conservar el agua reduciendo la evaporación y la transpiración; en Kenia la evaporación del suelo se redujo en un promedio del 35%. ²²⁹
Gestión participativa del riego	La cooperación entre los usuarios puede aumentar la eficiencia; en Nueva Zelanda los ahorros de costes del 65% se lograron a través del control local. ²³⁰
Sistema de captación de agua de lluvia	Existen varias opciones, desde canales que conducen el agua a estanques abiertos hasta caballones cubiertos de película y almacenamiento subterráneo. ²³¹
Arado de contornos, cubetas de retención y terraplenes	Tradicionalmente se utilizan para reducir la erosión del suelo y aumentar la eficiencia de la retención de agua. ²³²
Acolchado	Reduce la pérdida de agua y mejora los rendimientos; su viabilidad queda a menudo limitada por la falta de material de acolchado (p. ej., debido a la quema o el pastoreo de rastrojos después de la cosecha). ²³³
Variedades de siembra temprana y alta eficiencia en el uso del agua	Tres factores son importantes: reducir las pérdidas; aumentar la biomasa para una cantidad determinada de agua; y dividir más biomasa en el producto cosechado. ²³⁴ Por ejemplo, las variedades sembradas tempranamente pueden crecer en épocas más frías del año, cuando se evapora menos agua.
Bombas	Pueden elevar las aguas subterráneas y mantener la productividad durante todo el año en países con pronunciadas estaciones húmeda y seca. Las bombas de pedal son un sistema simple y barato. ²³⁵
Reducción del uso del agua	A veces se puede reducir el riego en ciertos períodos sin reducir los rendimientos de los cultivos. ²³⁶
Textos de previsión meteorológica	El uso de teléfonos móviles para compartir textos sobre las previsiones meteorológicas para los tiempos de siembra ha mejorado la eficiencia del agua en los países de la cuenca del Níger. ²³⁷
Alertas de emisoras de radio sobre lluvia o sequía	En Senegal, 915 jefes de aldea y muchas emisoras de radio se han suscrito a un servicio que cubre hasta la mitad de la población del país. ²³⁸
Uso de aguas grises y efluentes de aguas residuales	Las aguas residuales separadas de los efluentes industriales pueden utilizarse para el riego; las aguas residuales de 100 000 personas riegan alrededor de 1000 ha utilizando sistemas eficientes. ²³⁹
Dispositivos de detección de humedad del suelo y de la planta. Simulación por ordenador del crecimiento de los cultivos	Su utilización ha reducido las pérdidas de agua en un 20% en Sudáfrica. ²⁴⁰ La tecnología, como la agricultura de precisión, ofrece enormes oportunidades para aumentar la eficiencia pero requiere inversiones; menos del 10% de las fincas estadounidenses utilizan estos métodos ²⁴¹
Reducción de la necesidad de agua	
Selección de cultivos	Evitar cultivos con gran necesidad de agua en regiones áridas o semiáridas. Elegir cultivos perennes que mantienen el suelo y estimulan los sistemas de micorrizas.
Agricultura climáticamente inteligente	Una fusión de muchas de las técnicas y tecnologías mencionadas anteriormente con un enfoque en prácticas localmente apropiadas resilientes al clima.
Apoyo de los agricultores	
Seguro de índice climático	Los bancos pueden proporcionar servicios financieros climáticamente inteligentes para cadenas de valor agrícola resilientes al clima. ²⁴²

Cuadro 8.6: Recolección de agua de lluvia en Brasil²⁴⁴

El noreste de Brasil es una región semiárida, caracterizada por una grave falta de agua y sequías que contribuyen al subdesarrollo de la región. El programa «Un millón de recolecciones de agua pluvial» (P1MC) fue lanzado por grupos de la sociedad civil de la región, dirigido a familias rurales sin una fuente segura de agua potable cerca de su hogar. Bajo este programa, hasta diciembre de 2007 se habían movilizado 228 541 familias, se habían construido 221 514 sistemas de recolección de agua de lluvia (RWH) y se había impartido formación a 5848 albañiles. El objetivo de P1MC era construir un millón de sistemas de RWH para el acceso descentralizado al agua potable a un millón de familias. Este programa benefició a las mujeres en particular, ya que redujo su trabajo diario de ir a buscar agua. En 2012, Brasil experimentó una de las sequías más severas jamás registradas, que causó grandes pérdidas de cultivos y ganado y redujo varios depósitos a niveles críticos. La sequía atrajo la atención de diferentes tomadores de decisiones, expertos y medios de comunicación internacionales y locales, así como de la población. Desde entonces, Brasil ha tratado de pasar de la gestión reactiva a las crisis a los enfoques proactivos basados en el riesgo.

Protección y recuperación de los ecosistemas naturales

Garantizar la prestación futura de los servicios de los ecosistemas de agua dulce requiere una serie de estrategias coordinadas, que funcionen a nivel de una cuenca hidrográfica o área de captación, integradas con la gestión de los ecosistemas terrestres circundantes. Si bien invertir en construcción de la infraestructura necesaria es un componente crítico de dicha gestión,²⁴⁶ la «infraestructura natural»²⁴⁷ o «infraestructura verde»²⁴⁸ tendrá que desempeñar un papel cada vez más central²⁴⁹ para proporcionar seguridad hídrica a largo plazo a las sociedades humanas mediante el mantenimiento de los ecosistemas naturales de agua dulce.²⁵⁰ Por ejemplo, las cuencas boscosas y algunos humedales pueden suministrar agua más limpia que otros ecosistemas.²⁵¹ Ciertos bosques, como los bosques nubosos de montaña,²⁵² aumentan el flujo neto de la cuenca. Los bosques y los humedales también otorgan importantes mecanismos de control de inundaciones, proporcionando espacio para que las inundaciones se disipen de manera segura y bloqueando la tasa de flujo, así como otros servicios ecosistémicos importantes.²⁵³

El reconocimiento de estos múltiples papeles significa que los ecosistemas naturales han dejado de ser considerados improductivos y sólo adecuados

para la explotación humana, sino que también son considerados componentes esenciales para el mantenimiento de la salud y los medios de vida de las poblaciones. Este reconocimiento es el primer paso para lograr la seguridad hídrica a largo plazo.

Por lo tanto, las áreas protegidas tienen un papel central que desempeñar en los enfoques de gestión sostenible a nivel de cuenca,²⁵⁴ aunque a menudo la protección específica de los ecosistemas de agua dulce a este respecto se ha pasado por alto.²⁵⁵ Las áreas protegidas de varios tipos ya cubren alrededor del 20,7 por ciento de los lagos y humedales restantes del mundo²⁵⁶, ayudando a dar forma a las políticas globales de agua y permitiendo una rehabilitación y restauración a gran escala. Estas áreas son de importancia vital para mantener los servicios del agua mediante la protección de los regímenes de flujo natural, excluyendo las especies no nativas, y proporcionando en ocasiones una conservación completa de la cuenca.²⁵⁷ Integrarlos de manera más consciente y centralizada en los enfoques de la GIRH es un componente importante que todavía falta en muchas estrategias nacionales del agua.

Ya existen muchos buenos ejemplos de integración de la GIRH, que demuestran el valor del enfoque conjunto en la conservación y el desarrollo sostenible. En ciudades como Nueva York²⁵⁹ y Melbourne²⁶⁰ ha resultado rentable proteger y restaurar los bosques como proveedores de agua potable en lugar de invertir en nuevas plantas de purificación. Los bosques nubosos y las turberas

Cuadro 8.7: Uso de aguas residuales

El uso juicioso de las aguas residuales para los cultivos ayudará a resolver la escasez de agua en el sector agrícola. En un momento en que necesitamos producir más alimentos para alimentar a una población cada vez mayor, los agricultores pueden utilizar las aguas residuales ya sea directamente mediante el riego o indirectamente por la recarga de los acuíferos. En Túnez se utilizan ampliamente las aguas residuales en proyectos agroforestales, apoyando tanto la producción de madera como los esfuerzos para combatir la desertificación. En el centro de México, las aguas residuales municipales se utilizan desde hace tiempo para regar los cultivos. En el pasado, los procesos ecológicos ayudaban a reducir los riesgos para la salud. Más recientemente, se han añadido al sistema las restricciones de cultivos (algunos cultivos pueden ser cultivados con seguridad con aguas residuales, mientras que otros no pueden) y la implantación de instalaciones de tratamiento de agua. Las aguas residuales, adecuadamente gestionadas, pueden utilizarse de forma segura para apoyar la producción de cultivos – directamente mediante el riego o indirectamente mediante la recarga de acuíferos–, pero para ello se requiere una gestión diligente de los riesgos sanitarios mediante un tratamiento adecuado o un uso correcto.

Las áreas protegidas de varios tipos ya cubren alrededor del 20,7 por ciento de los lagos y humedales restantes del mundo.



de alta montaña (páramos) en áreas protegidas alrededor de Quito y Tegucigalpa proporcionan un suministro de agua de alta calidad a estas dos importantes ciudades latinoamericanas.²⁶¹ Un número cada vez mayor de países depende de áreas protegidas ubicadas estratégicamente como parte de las políticas de reducción de los riesgos de desastres.²⁶² La protección y recuperación de humedales puede ayudar a reducir las pérdidas de carbono y, por lo tanto, a mitigar el cambio climático, en particular las enormes reservas de carbono en turberas que actualmente están amenazadas.²⁶³

Con voluntad política y la participación de las partes interesadas, el establecimiento y la gestión de áreas protegidas es una herramienta política o normativa relativamente sencilla para mantener la infraestructura natural, y por lo general cuenta con la protección legal o consuetudinaria asociadas para garantizar un grado de permanencia, junto con empleo, capacidad y políticas de gestión.²⁶⁴ Sin embargo, la responsabilidad de la conservación dentro de la mayoría de los marcos legales suele estar separada de la responsabilidad de otros servicios y de la defensa civil, lo que significa que los vínculos cruzados a menudo se pierden en la práctica.

Cuadro 8.8: Protección de los bosques naturales para el control de las inundaciones

Los patrones irregulares de lluvias en Argentina causan inundaciones y sequías. En todos los escenarios de cambio climático, estos extremos climáticos continuarán y serán más frecuentes. En la actualidad, alrededor de una cuarta parte del país sufre repetidas inundaciones, en particular en el noreste, que tiene tres ríos principales (Paraná, Paraguay y Uruguay), extensas llanuras bajas y más de la mitad de la población humana. Un programa de protección contra las inundaciones proporcionó actividades rentables para las zonas económicas y ecológicas más importantes y una estrategia para hacer frente a las inundaciones recurrentes: mantenimiento de instalaciones de defensa contra inundaciones, sistemas de alerta temprana de inundaciones, directrices ambientales para zonas inundables y planes de emergencia ante inundaciones. Además, se protegieron las extensas áreas de bosques naturales como parte del sistema de defensa contra inundaciones, proporcionando así una alternativa relativamente barata a la costosa infraestructura con altos beneficios de conservación de la biodiversidad.²⁵⁸

Cuadro 8.9: Servicios de agua de áreas protegidas

La mayor parte de la población mundial vive aguas abajo de las cuencas boscosas.²⁶⁵ Estas ofrecen agua de mayor calidad que las cuencas sometidas a usos alternativos de la tierra, que tienden a tener menos cobertura vegetal (y, por lo tanto, más erosión del suelo y sedimentos) y es probable que estén más contaminados (p. ej., por plaguicidas y fertilizantes o por residuos tóxicos).²⁶⁶ Los beneficios que proporcionan los bosques han sido reconocidos desde hace muchos años por empresas que dependen de agua de alta calidad: por ejemplo, en Francia la empresa de agua mineral Perrier-Vittel paga para restaurar los bosques en la cuenca de captación de agua.²⁶⁷ Un tercio (33 de 105) de las mayores ciudades del mundo obtienen una proporción significativa de su agua potable directamente de áreas protegidas. Al menos otras cinco ciudades de este grupo obtienen agua de fuentes que se originan en cuencas distantes que incluyen áreas protegidas; y por lo menos ocho más obtienen agua de bosques gestionados de tal manera que dan prioridad a sus funciones ecológicas en la provisión de agua.²⁶⁸ Muchas áreas originalmente protegidas por sus valores paisajísticos o faunísticos se consideran ahora también vitales por sus beneficios relacionados con el agua. El Parque Nacional Yosemite de California, EE.UU., por ejemplo, ayuda a suministrar agua de alta calidad a San Francisco; los bosques nubosos del Parque Nacional hondureño de La Tigra proporcionan más del 40 por ciento del suministro anual de agua a la capital, Tegucigalpa, y alrededor del 80 por ciento del millón y medio de habitantes de Quito recibe agua potable de dos áreas protegidas.²⁶

Los esquemas de pago de los servicios de los ecosistemas (PSE) ayudan a proporcionar incentivos económicos a las personas que viven en zonas que suministran servicios hídricos para mantener la salud de los ecosistemas naturales o gestionados. Un enfoque es cobrar tarifas de uso a las personas y empresas que se benefician del agua potable, para ayudar a pagar estos beneficios de captación proporcionados por la gestión de áreas protegidas, o por comunidades locales. Estos esquemas de PSA se consideran cada vez más modelos económicos viables siempre y cuando haya una fuente identificable de compensación (aquellos dispuestos a pagar una tarifa), bajos costes de transacción, buenos flujos de información y un método para transferir los beneficios equitativamente entre individuos.²⁷⁰

La protección por sí sola ya no es suficiente. El mundo ya ha perdido mucha superficie de humedales y se necesitan grandes esfuerzos para recuperar ríos, lagos y estanques de libre circulación, depósitos de aguas subterráneas y humedales en

Cuadro 8.10: Gestión del agua en Sudáfrica

Sudáfrica es uno de los 30 países más secos del mundo. Mientras que el uso promedio diario de agua per cápita es de 173 litros, los sudafricanos utilizan de promedio un 62 por ciento más de agua.²⁷⁷ Con el fin de equilibrar la demanda y la oferta, Sudáfrica ha logrado avances significativos en las últimas décadas para aumentar la eficiencia en el uso del agua. En primer lugar, en 1994 el gobierno publicó un Libro Blanco sobre la Política de Agua y Saneamiento, que dio lugar a la Ley de Servicios de Agua de 1997. En segundo lugar, la Ley Nacional del Agua (NWA) N.º 36 de 1998 promovió un enfoque integrado y descentralizado de gestión de los recursos hídricos, que puso el énfasis en la importancia de la eficiencia económica, la protección del medio ambiente, la equidad y el empoderamiento de las personas.²⁷⁸

Sudáfrica es uno de los pocos países del mundo que consagra en su Constitución el derecho básico a una cantidad suficiente de agua, afirmando que «Toda persona tiene derecho a tener acceso a (...) alimentos y agua suficientes». Partiendo en esta base, ambas leyes son complementarias y proporcionan un marco para la gestión sostenible de los recursos hídricos, al tiempo que permiten mejorar y ampliar la prestación de servicios. La NWA requiere que los administradores del agua y los responsables políticos tengan un conocimiento profundo de los valores económicos del agua y sus diversos usos, así como de los sistemas de información que integran las dimensiones hidrológicas, económicas y sociales de la oferta y demanda de agua en el marco de un sistema de gestión integral de los recursos hídricos (GIRH).²⁷⁹

funcionamiento. Por lo tanto, la restauración es otro componente importante de la gestión de las aguas dulces para sus servicios ecosistémicos.²⁷¹ Restauración no significa simplemente recuperar áreas de agua o quitar las presas redundantes. Por ejemplo, la restauración de los ríos abarca «el restablecimiento de los procesos físicos naturales (p. ej., la variación del flujo y el movimiento del sedimento), las características (p. ej., el tamaño de los sedimentos y la forma del río) y los hábitats físicos de un sistema fluvial [(incluidos los sumergidos, las áreas de ribera y las planicies aluviales)].»²⁷² Se pueden aplicar principios similares en la restauración de las zonas costeras para detener la erosión, con un enfoque de «construir con la naturaleza», utilizando presas permeables para reducir la energía de las olas y estimular la sedimentación.²⁷³

Una combinación de restauración planificada y protección juiciosa de las cuencas hidrográficas puede, por lo tanto, garantizar una mayor seguridad hídrica para los usuarios aguas abajo.

Trabajando hacia ciudades sostenibles

Aunque las ciudades plantean problemas particulares para el suministro y la gestión del agua, también ofrecen un conjunto de soluciones innovadoras mediante la conexión de personas, la transferencia de conocimientos y el apoyo a agrupaciones empresariales que hagan cosas similares. Las autoridades locales con visión de futuro pueden estimular mejoras rápidas. Los sistemas de transporte urbano eficientes, las energías renovables y el control de las aguas residuales pueden reducir el consumo de agua y los residuos, mientras que las campañas de información, junto con las políticas de precios, pueden hacer que los consumidores tomen más conciencia del agua.

Las ciudades sostenibles dependen de ecosistemas bien gestionados. La degradación lejana puede afectar a los ciudadanos. Las personas que viven en el puerto de Mombasa, en Kenia, dependen del agua de las colinas Chyulu, a cien millas de distancia. A pesar de que Chyulu es un área protegida, la mala capacidad de gestión significa que la tala ilegal y el asentamiento continúan, amenazando la seguridad del agua urbana.²⁷⁴ A menudo tiene sentido que las autoridades municipales inviertan en la gestión de los ecosistemas, pero se necesita un conjunto de funcionarios creativos para establecer la conexión y obtener los fondos necesarios. Las políticas de precios que fomentan un uso más eficiente del

agua son una forma universal de abordar la escasez urbana, aunque la efectividad relativa de esto en comparación con medidas técnicas y campañas de concienciación pública sigue siendo poco concluyente.²⁷⁵ Los pasos hacia una planificación urbana más sostenible se describen en el capítulo 11.

Reforma política

Muchos de los cambios identificados anteriormente sólo pueden lograrse si están respaldados por políticas y leyes sólidas a nivel nacional, establecidas frente a un contexto de acuerdos internacionales y un reconocimiento mundial de la necesidad de administrar el agua con más cuidado para evitar crisis. Se requieren enfoques pro-activos, centrándose en el mantenimiento de la infraestructura natural para obtener múltiples beneficios, aumentando la capacidad de recuperación de los sistemas hidrológicos frente al cambio ambiental y un acceso más equitativo a un suministro adecuado de agua limpia. El cambio del comportamiento del consumidor es también una parte crítica de este proceso, y los intentos de hacerlo pueden basarse en campañas de concienciación pública, cambios tecnológicos, regulación y políticas de precios. Si bien todos pueden ser útiles en diferentes contextos, todavía hay debate sobre su relativa efectividad.²⁷⁶ Las políticas no sólo deben establecerse, sino comunicarse eficazmente a las partes interesadas en el gobierno, la industria y las comunidades, para que se comprenda profundamente la importancia y los medios prácticos de lograr un suministro seguro y sostenible de agua.



© Albert González Ferrón

CONCLUSIÓN

La seguridad del agua se ve menoscabada, en particular por la combinación de modelos agrícolas inadecuados, los rápidos cambios demográficos y los efectos desestabilizadores del cambio climático. Las malas elecciones desde el individuo hasta el nivel nacional exacerban la situación. Los países y las comunidades están sufriendo tanto de escaseces como de excesos. La pérdida de humedales, la disminución de la calidad del agua y los dramáticos cambios en los regímenes de flujo de los principales sistemas hidrológicos están llevando a un colapso de la biodiversidad de agua dulce y de los servicios esenciales de los ecosistemas.

La mejora de la seguridad del agua requiere un enfoque integrado y transversal que aproveche los vínculos entre las prácticas de ordenación del territorio y la salud de los sistemas hidrológicos. En resumen, algunos de los pasos más críticos incluyen: uso más eficiente del agua en la agricultura, la industria, la energía y los hogares; reglamentación y legislación, incluida la fijación de precios y la asignación, para fomentar la eficiencia; y mayor protección y restauración para mejorar el funcionamiento general del ecosistema de la cuenca hidrográfica. Los conocimientos técnicos para ayudar a resolver la crisis del agua son ampliamente conocidos; el siguiente paso es aplicar estas lecciones aprendidas a la escala requerida.

REFERENCIAS

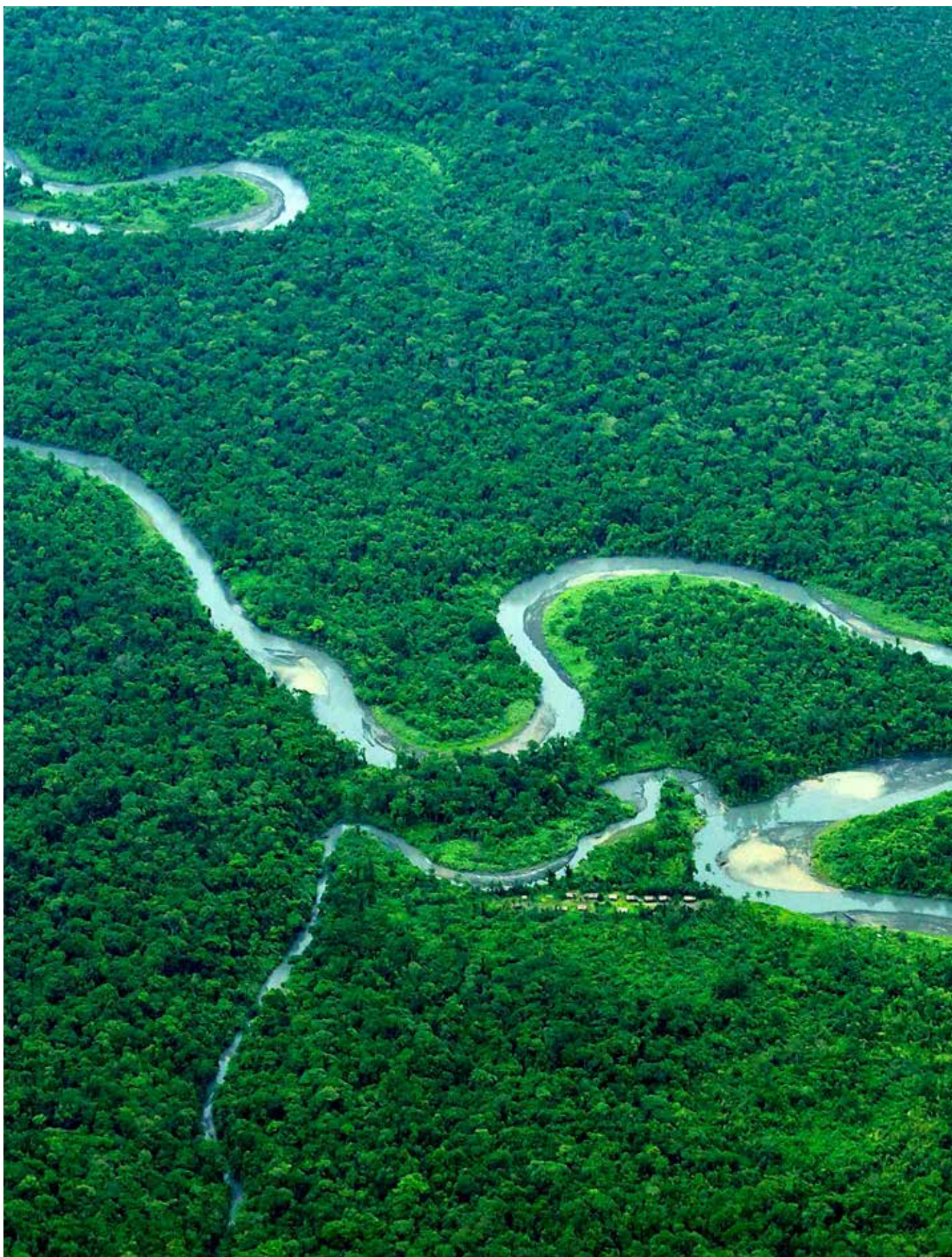
- 1 McIntosh, R.J. 2005. Ancient Middle Niger: Urbanism and the self-organizing landscape. Cambridge University Press, Cambridge.
- 2 Cunliffe, B. 2016. *By Steppe, Desert and Ocean: The birth of Eurasia*. Oxford University Press, Oxford.
- 3 Ponting, C. 1992. *A Green History of the World*, Penguin, Middlesex.
- 4 Jacobson, T. and Adams, R.M. 1958. Salt and silt in ancient Mesopotamian agriculture. *Science* **128**: 1251-1258.
- 5 United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. 2015. *World Urbanization Prospects: The 2014 Revision*. (ST/ESA/SER.A/366).
- 6 De Groot, R., Brander, L., van der Ploeg, S., Costanza, R., Bernard, F., et al. 2012. Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units. *Ecosystem Services* **1**: 50-61.
- 7 Russi D., ten Brink P., Farmer A., Badura T., Coates D., et al. 2013. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity for Water and Wetlands*. IEEP, London and Brussels; Ramsar Secretariat, Gland.
- 8 McCartney, M., Rebelo, L.M., Senaratna Sellamuttu, S., and de Silva, S. 2010. Wetlands, agriculture and poverty reduction. Research Report 137. International Water Management Institute, Colombo, Sri Lanka.
- 9 Lopez Gunn, E. and Ramón Llamas, M. 2008. Re-thinking water scarcity: Can science and technology solve the global water crisis? *Natural Resources Forum* **32**: 228-238.
- 10 World Economic Forum. 2016. *Global Risks 2016*. 11th Edition. World Economic Forum within the framework of The Global Competitiveness and Benchmarking Network.
- 11 <http://www.iwra.org/congress/2015/> accessed October 8, 2016.
- 12 UN World Water Assessment Programme. 2015. *The United Nations World Water Development Report 2015: Water for a Sustainable World*. Paris, UNESCO.
- 13 <http://www.unwater.org/sdgs/a-dedicated-water-goal/en/> accessed January 1, 2017.
- 14 UN Water. 2013. *Water Security & the Global Water Agenda: A UN-Water Analytical Brief*. United Nations University, Hamilton, Canada.
- 15 UN Water. 2015. http://www.un.org/waterforlifedecade/water_and_sustainable_development.shtml, accessed October 5, 2016.
- 16 Mekonnen, M.M. and Hoekstra, A.Y. 2016. Four billion people facing severe water scarcity. *Science Advances* **2** (2) e1500323.
- 17 Brauman, K.A., Richter, B.D., Postel, S., Malsy, M., and Flörke, M. 2016. Water depletion: An improved metric for incorporating seasonal and dry-year water scarcity into water risk assessments. *Elementa: Science of the Anthropocene* **4**: 000083.
- 18 World Water Council. 2000. *World Water Vision*, Earthscan, London.
- 19 Wallace, J.S. 2000. Increasing agricultural water use efficiency to meet future food production. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **82**: 105-119.
- 20 Bogardi, J.J., Dudgeon, D., Lawford, R., Flinkerbusch, E., Meyn, A., et al. 2012. Water security for a planet under pressure: Interconnected challenges of a changing world call for sustainable solutions. *Current Opinion in Environmental Sustainability* **4**: 35-43.
- 21 Gerten, D., Hoff, H., Rockström, J., Jägermeyr, J., Kummu, M., et al. 2013. Towards a revised planetary boundary for consumptive freshwater use: Role of environmental flow requirements. *Current Opinion in Environmental Sustainability* **5**: 551-558.
- 22 Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell Fetzer, S.E.I., Bennett, E.M., et al. 2015. Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science* **347**. DOI: 10.1126/science.1259855.
- 23 Revenga, C., Brunner, J., Henninger, N., Kassem, K., and Payne, R. 2000. *Pilot Analysis of Global Ecosystems: Freshwater Systems*. World Resources Institute, Washington, DC.
- 24 Gassert, F., Reig, P., Luo, T., and Maddocks, A. 2013. *Aqueduct country and river basin rankings: A weighted aggregation of spatially distinct hydrological indicators*. World Resources Institute, Washington, DC.
- 25 Mekonnen, M. M. and Hoekstra, A. Y. 2016. Four billion people facing severe water scarcity. *Science Advances*, 2(2), e1500323.
- 26 Ibid.
- 27 Micklin, P. 2016. The future Aral Sea: hope and despair. *Environmental Earth Sciences* **75**: 844. doi:10.1007/s12665-016-5614-5
- 28 Lemoalle, J., Bader, J.C., Leblanc, M., and Sedick, A. 2012. Recent changes in Lake Chad: Observations, simulations and management options (1973–2011). *Global and Planetary Change* **80-81**: 247-254.
- 29 Besada, H. and Werner, K. 2015. An assessment of the effects of Africa's water crisis on food security and management, *International Journal of Water Resources Development* **31**: 1, 120-133.

- 30 Joosten, H., Tapio-Bistöm, M.-L., and Tol, S. (eds.). 2012. Peatlands – guidance for climate change mitigation by conservation, rehabilitation and sustainable use. FAO, Rome.
- 31 Poff, N.L., Allan, J.D., Palmer, M.A., Hart, D.D., Richter, B.D., et al. 2003. River flows and water wars: Emerging science for environmental decision making. Biological Sciences Faculty Publications. Paper 233. University of Montana.
- 32 Wolf, A.T., Yoffe, S.B., and Giordano, M. 2003. International waters: Identifying basins at risk. *Water Policy* **5**: 29-60.
- 33 de Villiers, M. 1999. *Water Wars: Is the World's Water Running Out?* London: Weidenfeld & Nicolson.
- 34 Shiva, V. 2002. *Water Wars*. South End Press.
- 35 Katz, D. 2011. Hydro-political hyperbole: Examining incentives for overemphasizing the risks of water wars. *Global Environmental Politics* **11** (1): 12-35.
- 36 Busby, J. 2017. *Water and U.S. National Security*. Discussion paper. Council on Foreign Relations, Washington, DC.
- 37 Wolf, A.T., Kramer, A., Carius, A., and Dabelko, G.D. 2005. Managing water conflict and cooperation. In: *World Resources Institute. State of the World 2005: Redefining global security*. WRI, Washington, DC.
- 38 Barbut, M. and Alexander, S. 2015. Land degradation as a security threat amplifier: The new global frontier. In: Chabey, I., Frick, M., and Helgeson, J. (eds.) *Land Restoration: Reclaiming landscapes for a sustainable future*. Elsevier.
- 39 Famiglietti, J.S. 2014. The global groundwater crisis *Nature Climate Change* **4**: 945-948.
- 40 Gleeson, T., Wada, Y., Bierkens, M.F.P., and van Beek, L.P.H. 2012. Water balance of global aquifers revealed by groundwater footprint. *Nature* **488**: 197-200.
- 41 Famiglietti, J.S. 2014. Op. cit.
- 42 Gleeson, T., et al. 2012. Op. cit.
- 43 Siebert, S., Burke, J., Faures, J. M., Frenken, K., Hoogeveen, J., et al. 2010. Groundwater use for irrigation – a global inventory, *Hydrology and Earth System Sciences* **14**: 1863-1880, doi:10.5194/hess-14-1863
- 44 Siebert, S., et al. 2010. Op. cit.
- 45 MacDonald, A.M., Bonsor, H.C., Dochartaigh, B.É.Ó., and Taylor, R.G. Quantitative maps of groundwater resources in Africa. *Environmental Research Letters* **7** (2): 24009-24015.
- 46 Rosegrant, M.W., Ringler, C., and Zhu, T. 2009. Water for agriculture: Maintaining food security under growing scarcity. *Annual Review of Environmental Resources* **24**: 205-222.
- 47 FAO. 2011. *The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture: Managing systems at risk*. FAO and Earthscan, Rome and London.
- 48 UNEP. 2012. *Sustainable Land Use for the 21st Century*. United Nations Environment Programme, Nairobi.
- 49 WWF. Undated. *Thirsty Crops*. WWF International, Gland, Switzerland.
- 50 Hoekstra, A. and Chapagain, A.K. 2006. Water footprint of nations: Water use by people as a function of their consumption pattern. *Water Resources Management* **21** (1): 35-48.
- 51 Eshel, G., Shepon, A., Makov, T., and Milo, R. 2014. Land, irrigation water, greenhouse gas, and reactive nitrogen burdens of meat, eggs, and dairy production in the United States, *Proceedings of the National Academy of Sciences* **111** (33): 11996-12001.
- 52 Biancalani R. and Avagyan, A. (eds). 2014. *Towards climate responsible peatlands management. Mitigation of climate change in agriculture. Series 9*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome.
- 53 Hoekstra, A. and Chapagain, A.K. 2006. Op. Cit.
- 54 Millennium Ecosystem Assessment. 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*, Island Press, Washington, DC, USA.
- 55 <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs290/en/> accessed November 17, 2016.
- 56 Wojciechowska-Shibuya, M. 2016. *The USSGAB Journey*. United Nations, New York.
- 57 Satterthwaite, D. 2016. Missing the Millennium Development Goal targets for water and sanitation in urban areas. *Environment and Urbanisation* **28**: 99-118.
- 58 Onda, K., LoBuglio, J., and Bartram, J. 2012. Global access to safe water: Accounting for water quality and the resulting impact on MDG progress. *International Journal of Environmental Research and Public Health* **9**: 880-894.
- 59 Bain, R., Cronk, R., Hossain, R., Bonjour, S., Onda, K., et al. 2014. Global assessment of exposure to faecal contamination through drinking water based on a systematic review. *Tropical Medicine and International Health* **19** (8): 917-927.
- 60 Zingore, S., Mutegi, J., Agesa, B., Tamene, L., and Kihara, J. 2015. Soil degradation in sub-Saharan Africa and crop production options for soil rehabilitation. *Better Crops* **99** (1): 24-26.
- 61 UNICEF and World Health Organization. 2015. *Progress on Sanitation and Drinking Water – 2015 update and MDG assessment*. Geneva.
- 62 UN Habitat. 2003. *Water and Sanitation in the World's Cities: Local action for global goals*. Earthscan, London.
- 63 Liu, L., Oza, S., Hogan, D., Perin, J., Rudan, I., et al. 2015. Global, regional and national causes of child mortality in 2000-2013, with projections to inform post-2015 priorities: An updated systematic analysis. *The Lancet* **385**: 430-440.
- 64 Sutton, M.A., Bleeker, A., Howard, C.M., Bekunda, M., Grizzetti, B., et al. 2013. *Our Nutrient World: The challenge to produce more food and energy with less pollution*. Global Overview of Nutrient Management. Centre for Ecology and Hydrology, Edinburgh on behalf of the Global Partnership on Nutrient Management and the International Nitrogen Initiative.
- 65 Erisman, J.W., Galloway, J.N., Seitzinger, S., Bleeker, A., Dise, N.B., et al. 2013. Consequences of human modification of the global nitrogen cycle. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* **368** (1621): DOI: 10.1098/rstb.2013.0116.
- 66 Pretty, J.N. and Conway, G.R. 1988. *The Blue Baby Syndrome and Nitrogen Fertilizers: A high risk in the tropics?* Gatekeeper Series number 5. International Institute for Environment and Development, London.
- 67 Smith, V.H., Joye, S.B., and Howarth, R.W. 2006. Eutrophication of freshwater and marine ecosystems. *Limnology and Oceanography* **51** (2): 351-355.
- 68 Mekonnen, M.M. and Hoekstra, A.J. 2015. Global gray water footprint and water pollution levels related to anthropogenic nitrogen loads to fresh water. *Environmental Science and Technology* **49**: 12860-12868.
- 69 Sharpley, A.N. 2015. The phosphorus paradox: Productive agricultural and water quality. *Journal of Environmental Indicators* **9**: 3-4.
- 70 Köhler, H.R. and Triebkorn, R. 2013. Wildlife ecotoxicology of pesticides: Can we track effects to the population level and beyond? *Science* **341**: 759-765.
- 71 Beketov, M., Kefford, B.J., Schäfer, R.B., and Liess, M. 2013. Pesticides reduce regional biodiversity of stream invertebrates. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **110** (27): 11039-11043.
- 72 Bates, B., Kundzewicz, Z.W., Wu, S., and Palutikof, J. (eds.) 2008. *Climate Change and Water, Intergovernmental Panel on Climate Change, WMO and UNEP*, Geneva.
- 73 Dore, M.H.I. 2005. Climate change and changes in global precipitation patterns: What do we know? *Environment International* **31** (8): 1167-1181.
- 74 Huq, S., Kovats, S., Reid, H., and Satterthwaite, D. 2007. Editorial: Reducing risks to cities from disasters and climate change. *Environment and Urbanisation* **19**: 3.
- 75 Güneralp, B., Güneralp, I., and Liu, Y. 2015. Changing global patterns of urban exposure to flood and drought hazards. *Global Environmental Change* **31**: 217-225.
- 76 van Aalst, M. K. 2006. The impacts of climate change on the risk of natural disasters. *Disasters*, **30**(1), 5-18.
- 77 Douglas, I., Alam, K., Maghenda, M., McDonnell, Y., McLean, L., and Campbell, J. 2008. Unjust waters: Climate change, flooding and the urban poor in Africa. *Environment and Urbanisation* **20** (1): 187-205.
- 78 UN Water. (Undated). *Water Hazard Risks: A priority for integrated water resource management*. UN Water Policy Brief number 1. United Nations, Geneva.
- 79 Centre for Research on the Epidemiology of Disasters. 2016. *The Human Cost of Weather-Related Disasters*, CRED and UNISDR, Brussels and Geneva.
- 80 Adhikari, P., Hong, Y., Douglas, K.R., Kirschbaum, D.B., Gourley, J., et al. 2010. A digitized global flood inventory (1998–2008): Compilation and preliminary results. *Natural Hazards Journal* **55**: 405-422.
- 81 International Commission for the Protection of the Danube River. 2008. *The Analysis of the Danube Floods 2006: An in depth analysis of the floods on the Danube and its main tributaries in 2006*. Vienna.
- 82 EM-DAT. 2016. *Disasters in Numbers 2015*. International Disasters Database, Brussels.
- 83 Sheffield, J., Andreadis, K.M., Wood, E.F., and Lettenmaier, D.P. 2008. Global and continental drought in the second half of the twentieth century: Severity-area-duration analysis and temporal variability of large-scale events. *Journal of Climate* **22**: 1962-1981.
- 84 Dai, A. 2011. Drought under global warming: A review. *WIREs Climate Change* **2**: 45-65.

- 85 Checchi, F. and Robinson, W.C. 2013. Mortality among populations of southern and central Somalia affected by severe food insecurity and famine during 2010–2012. A study commissioned by FAO/FSNAU and FEWS NET. Rome.
- 86 EM-DAT. The International Disaster Database. Centre for Research on the Epidemiology of Disasters- CRED, The Ripple Effect: A fresh approach to reducing drought impacts and building resilience. Bonn, accessed January 13, 2014 and quoted in UNCCD, 2016.
- 87 Gosling, S.N. and Arnell, N.W. 2016. A global assessment of the impact of climate change on water scarcity. *Climatic Change* **134**: 371–385.
- 88 OCHA 2016. El Niño: Overview of impacts, projected humanitarian needs and response, OCHA, March.
- 89 El Niño and La Niña years and intensities. The Oceanic Niño index. <http://ggweather.com/enso/oni.htm>.
- 90 Wanders, N. and Wada, Y. 2014. Human and climate impacts on the 21st century hydrological drought. *Journal of Hydrology* **526**: 208–220.
- 91 Marengo, J.A., Borma, L.S., Rodriguez, D.A., Pinho, P., Soares, W.R., et al. 2013. Recent extremes of drought and flooding in Amazonia: Vulnerabilities and human adaptation. *American Journal of Climate Change* **2**: 87–96.
- 92 World Bank. 2016. The Cost of Fire. An economic analysis of Indonesia's 2015 fire crisis. World Bank, Washington, DC.
- 93 Kopplitz, S.N., Mickley, L.J., Marlier, M.E., Buonocore, J.J., Kim, P.S., et al. 2016. Public health impacts of the severe haze in Equatorial Asia in September–October 2015: Demonstration of a new framework for informing fire management strategies to reduce downwind smoke exposure. *Environmental Research Letters* **11** (9): doi:10.1088/1748-9326/11/9/094023.
- 94 van Dijk, A.I.J.M., Beck, H.E., Crosbie, R.S., de Jeu, R.A.M., Liu, Y.Y., et al. 2013. The Millennium Drought in southeast Australia (2001–2009): Natural and human causes and implications for water resources, ecosystems, economy, and society. *Water Resources Research* **49**: 1040–1057.
- 95 Wilhite, D.A. and Glantz, M.H. 1985. Understanding the drought phenomenon: The role of definitions. *Water International* **10** (3):111–120.
- 96 Carrão, H., Naumann, G., and Barbosa, P. 2016. Mapping global patterns of drought risk: An empirical framework based on sub-national estimates of hazard, exposure and vulnerability. *Global Environmental Change* **39**: 108–124.
- 97 World Commission on Dams. 2000. Dams and Development: A new framework for decision-making. Earthscan, London.
- 98 Pearce, F. 1992. The Dammed: Rivers, dams and the coming water crisis. The Bodley Head, London.
- 99 Zarfl, C., Lumsdon, A.E., Berlekamp, J., Tydecks, L., and Tockner, K. 2014. A global boom in hydropower dam construction. *Aquatic Sciences* **77** (1): 161–170.
- 100 Wetlands International, 2016. New Irrigation Plans Threaten Flood Production Inner Niger Delta. Wetlands International news release. September 21, 2016. <https://www.wetlands.org/news/new-irrigation-plans-threaten-food-production-inner-niger-delta/>
- 101 Macedo, M.N., Coe, M.T., DeFries, R., Uriarte, M., Brando, P.M., et al. 2013. Land-use-driven stream warming in southeastern Amazonia. *Philosophical Transactions of the Royal Society London B* **368**: 20120153.
- 102 Pearce, F. 1992. Op. cit.
- 103 Douglas, E.M., Wood, S., Sebastian, K., Vörösmarty, C.V., Chomitz, K.M., et al. 2007. Policy implications of a pan-tropic assessment of the simultaneous hydrological and biodiversity impacts of deforestation. *Water Resources Management* **21**: 211–232.
- 104 Guérin, F., Abril, G. Richard G., Burban B., Reynouard C., et al. 2006. Methane and carbon dioxide emissions from tropical reservoirs: Significance of downstream rivers. *Hydrology and Land Surface Studies. Geophysical Research Letters* **33** (21): doi:10.1029/2006GL027929.
- 105 Charity, S., Dudley, N., Oliveira, D., and Stolton, S. 2016. Living Amazon Report 2016. WWF Living Amazon Initiative, Brasília, Brazil.
- 106 Tundisi, J.G., Goldemberg, J., Matsumura-Tundisi, T., and A.C.F. Saraiva. 2014. How many more dams in the Amazon? *Energy Policy* **74**: 703–708.
- 107 Canas, C.M. and Pine, W.E. 2011. Documentation of the temporal and spatial patterns of Pimelodidae catfish spawning and larvae dispersion in the Madre de Dios (Peru): Insights for conservation in the Andean-Amazon headwaters. *River Research and Applications* **27**: 602–611.
- 108 Castello, L. and Macedo, M.N. 2015. Large-scale degradation of Amazonian freshwater ecosystems. *Global Change Biology* **22** (3): 990–1007.
- 109 Castello, L., McGrath, D.G., Hess, L.L., Coe, M.T., Lefebvre, P.A., et al. 2013. The vulnerability of Amazon freshwater ecosystems. *Conservation Letters* **6** (4): 217–229.
- 110 Macedo, M. and Castello, L. 2015. State of the Amazon: Freshwater Connectivity and Ecosystem Health. WWF Living Amazon Initiative, Brasília, Brazil.
- 111 Castello, L., et al. 2013. Op. cit.
- 112 Bernard, E., Penna, L.A.O., and E. Araújo. 2014. Downgrading, downsizing, degazettement, and reclassification of protected areas in Brazil. *Conservation Biology* **28** (2): 1523–1739.
- 113 Macedo, M. and Castello, L. 2015. Op. cit.
- 114 http://wwf.panda.org/wwf_news/?264030/Large-scale-degradation-of-Amazonian-freshwater-ecosystems
- 115 Finer, M. and Jenkins, C.N. 2012. Proliferation of hydroelectric dams in the Andean Amazon and implications for Andes-Amazon connectivity. *PLoS ONE* **7**: e35126.
- 116 Claudia M., Stickler, C.M., Coe, M.T., Costa, M.H., Nepstad, D.C., et al. 2013. Dependence of hydropower energy generation on forests in the Amazon Basin at local and regional scales. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **110** (23): 9601–9606.
- 117 Macedo, M. and Castello, L. 2015. Op. cit.
- 118 Scanlon, B.R., Jolly, I., Sophocleous, M., and Zhang, L. 2007. Global impacts of conversions from natural to agricultural ecosystems on water resources: Quantity versus quality. *Water Resources Research* **43** (3) doi:10.1029/2006WR005486.
- 119 Scanlon, et al. 2007. Op. cit.
- 120 Umali, D. L. 1993. Irrigation-induced Salinity: A growing problem for development and the environment. World Bank Technical Paper number 215. Washington, DC.
- 121 Pitman, M.G. and Lächli, A. 2002. Global impact of salinity and agricultural ecosystems. In: Lächli, A. and Lüttge, U. (eds.) *Salinity: Environment – Plants – Molecules*. Kluwer Academic Publishers, pp. 3–20.
- 122 Schwabe, K.A., Kan, I., and Knapp, K.C. 2006. Drainwater management for salinity mitigation in irrigated agriculture. *American Journal of Agricultural Economics* **88**: 133–149.
- 123 Umali, D. L. 1993. Op. cit.
- 124 Parish, F., Sirin, A., Charman, D., Joosten, H., Minayeva, T., et al. (eds.) 2008. Assessment on Peatlands, Biodiversity and Climate Change. Main report. Global Environment Centre, Kuala Lumpur and Wetlands International, Wageningen.
- 125 Born, v. d., G.J., Kragt, F., Henkens, D., Rijken, B., Bommel, van, B., et al. 2016. Dalende bodems, stijgende kosten. Den Haag.
- 126 Hooijer, A., Page, S., Canadell, J. G., Silvius, M., Kwadijk, J., et al. 2010. Current and future CO₂ emissions from drained peatlands in Southeast Asia. *Biogeosciences* **7**: 1505–1514.
- 127 Hooijer, A., Page, S., Jauhiainen, J., Lee, W.A., Lu, X.X., et al. 2012. Subsidence and carbon loss in drained tropical peatlands. *Biogeosciences* **9**: 1053–1071.
- 128 Hooijer, A., Verminnen, R., Mawdsley, N., Page, S., Mulyadi, D., et al. 2015. Assessment of impacts of plantation drainage on the Kampar Peninsula peatland, Riau. Deltares report 1207384 to Wetlands International, CCLUA and Norad.
- 129 Douglas, E.M., et al. 2007. Op. cit.
- 130 Pagliola, S. 1999. The Global Environmental Benefits of Land Degradation Control on Agricultural Land. World Bank Environment Paper Number 16. The World Bank, Washington, DC.
- 131 Ramsar Secretariat. 2002. Climate change and wetlands: Impacts, adaptation and mitigation. COP8 Information Paper, DOC 11.
- 132 Bridgman, S.D., Megonigal, J.P., Keller, J.K., Bliss, N.B., and Trettin, C. 2006. The carbon balance of North American wetlands. *Wetlands* **26**: 889–916.
- 133 Mcleod, E., Chmura, G.L., Bouillon, S., Salm, R., Björk, M., et al. 2011. A blueprint for blue carbon: Toward an improved understanding of the role of vegetated coastal habitats in sequestering CO₂. *Frontiers in Ecology and the Environment* **9**: 552–560.
- 134 Nahlik, A.M. and Fennessey, M.S. 2016. Carbon storage in US wetlands. *Nature Communications*. DOI: 10.1038/ncomms13835.
- 135 Turetsky, M.R., Benscoter, B., Page, S., Rein, G., van der Werf, G.R., et al. 2015. Global vulnerability of peatlands to fire and carbon loss. *Nature Geoscience* **8**: Pages:11–14 Year published: DOI:doi:10.1038/ngeo2325
- 136 Mitra, S., Wassmann, R., and Vlek, P.L.G. 2005. An appraisal of global wetland area and its organic carbon stock. *Current Science* **88** (1): 25–35.
- 137 Ramsar Secretariat, Ramsar Scientific & Technical Review Panel and Biodiversity Convention Secretariat 2007. Water, wetlands, biodiversity and climate change: Report on outcomes of an expert meeting. March 23–24, 2007, Gland, Switzerland.

- 138** Mitra, S., Wassmann, R., and Vlek, P.L.G. 2005. An appraisal of global wetland area and its organic carbon stock. *Current Science* **88**: 25-35.
- 139** Parish, F., et al. (eds.) 2007. Op. cit.
- 140** Pena, N. 2008. Including peatlands in post-2012 climate agreements: Options and rationales. Report commissioned by Wetlands International from Joanneum Research, Austria.
- 141** Sabine, C.L., Heimann, M., Artaxo, P., Bakker, D.C.E., Chen, C.T.A., et al. 2004. Current status and past trends of the global carbon cycle. In: Field, C.B. and Raupach, M.R. (eds.) *The Global Carbon Cycle: Integrating Humans, Climate and the Natural World*. Island Press, Washington, D.C., USA, pp. 17-44.
- 142** Verwer, C., van der Meer, P., and Nabuurs, G. 2008. Review of carbon flux estimates and other greenhouse gas emissions from oil palm cultivation on tropical peatlands – identifying gaps in knowledge, Alterra report 174.1. Alterra, Wageningen, Netherlands.
- 143** Trumper, K., Bertzky, M., Dickson, B., van der Heijden, G., Jenkins, M., et al. 2009. The Natural Fix? The role of ecosystems in climate mitigation, A UNEP rapid response assessment, United Nations Environment Programme, UNEP WCMC, Cambridge, UK.
- 144** Hooijer, A., Silvius, M., Wösten, H., and Page, S. 2006. PEAT-CO₂, Assessment of CO₂ emissions from drained peatlands in SE Asia. Delft Hydraulics report Q3943.
- 145** Callaghan, T.V., Björn, L.O., Chapin III, F.S., Chernov, Y., Christensen, T.R., et al. 2005. Arctic Tundra and Polar Desert Ecosystems. In ACIA, *Arctic Climate Impact Assessment*, Cambridge University Press, Cambridge UK.
- 146** Hansen, J., Sato, M., Kharecha, P., Russell, G., Lea, D.W., et al. 2007. Climate change and trace gases, *Philosophical Transactions of the Royal Society* **365**: 1925-1954.
- 147** Erwin, K. 2009. Wetlands and global climate change: The role of wetland restoration in a changing world. *Wetlands Ecology and Management* **17**: 71-84.
- 148** Farrell, C. and Doyle, G. 2003. Rehabilitation of industrial cutaway Atlantic blanket bog in County Mayo, North-West Ireland. *Wetlands Ecology and Management* **11**: 21. doi:10.1023/A:1022097203946.
- 149** Wetlands International 2008. Advice to UNFCCC Parties for COP14 and associated meetings, December 2008, Wetlands International, Wageningen, Netherlands.
- 150** <http://thebluecarboninitiative.org/> accessed February 17, 2017.
- 151** Mauerhofer, V. 2011. A bottom-up 'Convention-Check' to improve top-down global protected area governance. *Land Use Policy* **28**: 877-886.
- 152** Davidson, N. 2014. How much wetland has the world lost? Long-term and recent trends in global wetland area. *Marine and Freshwater Research* **65**: 934-941.
- 153** Revenga, C. and Yura, K. 2003. Status and Trends of Biodiversity of Inland Water Ecosystems. Technical Series number 11. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal.
- 154** Millennium Ecosystem Assessment, 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Wetlands and Water Synthesis*. World Resources Institute, Washington, DC.
- 155** Dixon, M.J.R., Loh, J., Davidson, N.C., Beltrame, C., Freeman, R., et al. 2016. Tracking global change in ecosystem area: The Wetland Extent Trends Index. *Biological Conservation* **193**: 27-35.
- 156** Ramsar Convention Secretariat. 2016. *An Introduction to the Ramsar Convention on Wetlands*, 7th edition. (previously *The Ramsar Convention Manual*). Gland, Switzerland.
- 157** Garcia-Moreno, J., Harrison, I., Dudgeon, D., Clausnitzer, V., Darwall, W., et al. 2014. Sustaining freshwater biodiversity in the Anthropocene. In: Bogardi, J., Bhadurim, A., Leentvaar, J. and Marx, S. (eds.) *The Global Water System in the Anthropocene: Challenges for Science and Governance*. Springer, Switzerland, pp. 247-270.
- 158** Strayer, D.L. and Dudgeon, D. 2010. Freshwater biodiversity conservation: recent progress and future challenges. *Journal of the North American Benthological Society* **29**: 344-358.
- 159** Collen, B., Whitton, F., Dyer, E.E., Baillie, J.E.M., Cumberlidge, N., et al. 2014. Global patterns of freshwater species diversity, threat and endemism. *Global Ecology and Biogeography* **23**: 40-51.
- 160** Stuart, S.N., Hoffman, J.S., Chanson N.A., Cox, et al. 2008. *Threatened Amphibians of the World*. Lynx Editions, Barcelona.
- 161** Barthem, R. and Goulding, M. 1997. *The catfish connection: Ecology, migration and conservation of Amazon predators*. Columbia University Press, New York.
- 162** Finer, M. and Jenkins, C.N. 2012. Op. cit.
- 163** Petrere, M. Jr., Borges Barthem, R., Agudelo Córdoba, E., and Corrales Gómez, B. 2004. Review of the large catfish fisheries in the upper Amazon and the stock depletion of piraba (*Brachyplatystoma filamentosum* Lichtenstein). *Reviews in Fish Biology and Fisheries* **14**: 403-414.
- 164** Castello, L., McGrath, D.G., Hess, L.L., Coe, M.T., Lefebvre, P.A., et al. 2013. The vulnerability of Amazon freshwater ecosystems. *Conservation Letters* **6**: 217-229.
- 165** Revenga, C., Murray, S., Abramovitz, J., and Hammond, A. 1998. *Watersheds of the World: Ecological Value and Vulnerability*. World Resources Institute, Washington, DC.
- 166** Darwall, W., Smith, K., Allen, D., Seddon, M., Mc Gregor Reid, G., et al. 2008. Freshwater biodiversity – a hidden resource under threat. In: Vié, J.-C., Hilton-Taylor, C., and Stuart, S.N. (eds.) *The 2008 Review of the IUCN Red List of Threatened Species*. IUCN, Gland, Switzerland.
- 167** Millennium Ecosystem Assessment. 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Wetlands and Water Synthesis*. World Resources Institute, Washington, DC.
- 168** Modified from De Groot, R.S., Stuij, M.A.M., Finlayson, C.M., and Davidson, N. 2006. *Valuing wetlands: Guidance for valuing the benefits derived from wetland ecosystem services*, Ramsar Technical Report No. 3/CBD Technical Series No. 27. Ramsar and the CBD, Gland, Switzerland and Montreal, Canada.
- 194** Llamas, J. 1987. Risk of drought and future water requirements on a regional scale. *International Journal of Water Resources Development* **3**: 260-265.
- 195** Micklin, P. 2016. Op. cit.
- 196** Gao, H., Bohn, T.H., Podest, E., McDonald, K.C., and Lettenmaier, D.P. 2011. On the causes of the shrinking of Lake Chad. *Environmental Research Letters* **6** (3).
- 197** Huxley, J. 1943. *TVA: Adventure in Planning*. The Architectural Press, London.
- 198** Duda, A.M., Menzies, S., Severin, C., Hume, A., Sundstrom, K.R., et al. 2012. *Contributing to Global Security: GEF Action on Water, Environment, and Livelihoods*. Global Environment Facility, Washington, DC.
- 199** WWF. 2013. *Soy and Biodiversity Loss: Expanding markets, declining ecosystems and what we can do about it*. WWF International, Gland, Switzerland.
- 200** FAO. 2007. *Future Expansion of Soybean 2005-2014*. FAO Regional Office for Latin America and the Caribbean, Rome, Italy.
- 201** Bruinsma, J. 2009. The resource outlook to 2050: By how much do land, water and crop yields need to increase by 2050? Paper presented at the FAO Expert Meeting, June 24-26, 2009, Rome on <How to Feed the World in 2050.> Food and Agriculture Organization of the United Nations, Economic and Social Development Department, Rome, Italy.
- 202** Hoekstra, A.Y. and Chapagain, A.K. 2006. Op. cit.
- 203** Bäse, F., Elsenbeer, H., Neill, C., and Krusche, A.V. 2012. Differences in throughfall and net precipitation between soybean and transitional tropical forest in the southern Amazon, Brazil. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **159**: 19-28.
- 204** Pengue, W. 2005. Transgenic crops in Argentina: The ecological and social debt. *Bulletin of Science, Technology and Society* **25**: 314-322.
- 205** Gheewala, S.H., Silalertruksa, T., Nilsalab, P., Mungkung, R., Perret, S.R., et al. 2014. Water footprint and impact of water consumption for food, feed, fuel crops production in Thailand. *Water* **6** (6): 1698-1718.
- 206** Biancalani R. and Avogyan, A. 2014. Op. cit.
- 207** Mehta, L., Veldwisch, G.J., and Franco, J. 2012. Introduction to the Special Issue: Water grabbing? Focus on the (re) appropriation of finite water resources. *Water Alternatives* **5** (2): 193-207.
- 208** Carr, J.A., D'Odorco, P., Laio, F., and Ridolfi, L. 2013. Recent history and geography of virtual water trade. *PLoS One* **8** (2): e55825.
- 209** Barlow, M. and Clarke, T. 2002. *Blue Gold: The battle against corporate theft of the world's water*. Earthscan, London.
- 210** De Sherbinin, A. and Dompka, V. (eds.) 1998. *Water and Population Dynamics: Case studies and policy implications*. American Association for the Advancement of Science, New York.
- 211** United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. 2015. Op. cit.
- 212** Satterthwaite, D. 2014. *Cities of more than 500,000 people, Visualisation*. International Institute for Environment and Development, London. <http://www.iied.org/cities-interactive-data-visual>
- 213** Currie, E.L.S., Fernández, J.F., Kim, J. and Kaviti Musango, J. 2015. Towards urban resource flow estimates in data scarce environments: The case of African cities. *Journal of Environmental Protection* **6**: 1066-1083.
- 214** Information from the Ramsar Secretariat.
- 215** <http://www.monavalevei.com/>, accessed February 1, 2015.
- 216** Gosling, S.N. and Arnell, N.W. 2016. A global assessment of the impact of climate change on water scarcity. *Climatic Change* **134**: 371. doi:10.1007/s10584-013-0853-x.
- 217** IPCC. 2014. *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*.

- 218** Gleik, P. 2003. Global freshwater resources: Soft path solutions for the 21st century, *Science* **302**: 1524-1528.
- 219** Hoff, H. 2011. Understanding the Nexus. Background Paper for the Bonn 2011 Conference: The Water, Energy and Food Security Nexus. Stockholm Environment Institute, Stockholm.
- 220** Van Beek, E. and Lincklaen Arriens, W. 2014. Water Security: Putting the concept into practice. TEC Background Papers number 20. Global Water Partnership, Stockholm.
- 221** Grigg, N.S. 2008. Integrated water resources management: Balancing views and improving practice. *Water International* **33** (3): 279-292. DOI:10.1080/02508060802272820.
- 222** Schaible, G.D. and Aillery, M.P. 2012. Water Conservation in Irrigated Agriculture: Trends and Challenges in the Face of Emerging Demands, EIB-99, U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service.
- 223** Brauman, K.A., Siebert, S., and Foley, J.A. 2013. Improvements in crop water productivity increase water sustainability and food security – a global analysis. *Environmental Research Letters* **8**: doi:10.1088/1748-9326/8/2/024030.
- 243** Bossio, D., Geheb, K., and Critchley, W. 2010. Managing water by managing land: Addressing land degradation to improve water productivity and rural livelihoods. *Agricultural Water Management* **97**: 536-542.
- 244** Nogueira, D. 2008. <http://genderandwater.org/en/gwa-products/knowledge-on-gender-and-water/articles-in-source-bulletin/brazil-rainwater-harvesting-in-semi-arid-region-helps-women-1/brazil-rainwater-harvesting-in-semi-arid-region-helps-women>.
- 245** Song, X., Ravesteijn, W., Frostell, B., and Wennersten, R. 2010. Managing water resources for sustainable development: The case of integrated river basin management in China. *Water Science and Technology*, **61**: 499-506.
- 246** Tortajada, C. 2014. Water infrastructure as an essential element for human development. *International Journal for Water Resources Development* **30** (1): 8-19.
- 247** Krchnak, K.M., Smith, D.M., and Deutz, A. 2011. Investing in Natural Infrastructure to advance water-energy-food security. IUCN and The Nature Conservancy, Gland, Switzerland and Washington, DC.
- 248** Benedict, M.A. and McMahon, E.T. 2006. Green Infrastructure: Smart cities for the 21st century. *Sprawl Watch Clearinghouse Monograph Series*. The Conservation Foundation, Washington, DC.
- 249** Gartner, T., Mulligan, J., Schmidt, R., and Gunn, J. 2013. Natural Infrastructure: Investing in forested landscapes for source water protection in the United States. World Resources Institute, Washington, DC.
- 250** Vörösmarty, C.J., McIntyre, P.B., Gessner, M.O., Dudgeon, D., Prusevich, A., et al. 2010. Global threats to human water security and river biodiversity. *Nature* **467**: Pages: 555-561.
- 251** Aylward, B. 2000. Economic Analysis of Land-use Change in a Watershed Context presented at a UNESCO Symposium on Forest-Water-People in the Humid Tropics, Kuala Lumpur, Malaysia, July 31 –August 4, 2000.
- 252** Bruijnzeel, L.A. and Hamilton, L.S. 2000. Decision Time for Cloud Forests, IHP Humid Tropics Programme Series no. 13, IHP-UNESCO, Paris.
- 253** Turner, R.K., Georgiou, S., and Fisher, B. (eds.) 2008. Valuing Ecosystem Services: The case of multifunctional wetlands, Earthscan, Oxford.
- 254** Naughton-Treves, L., Buck Holland, M., and Brandon, K. 2005. The role of protected areas in conserving biodiversity and sustaining local livelihoods. *Annual Review of Environmental Resources* **30**: 219-252.
- 255** Abell, R., Allan, J.D., and Lehner, B. 2007. Unlocking the potential of protected areas for freshwaters. *Biological Conservation* **134**: 48-63.
- 256** Juffe-Bignoli, D., Harrison, I., Butchart, S.H.M., Flitcroft, R., Hermoso, V., et al. 2016. Achieving Aichi Biodiversity Target 11 to improve the performance of protected areas and conserve freshwater biodiversity. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* **26** (Supplement 1): 133-151.
- 257** Saunders, D.L., Meeuwig, J.J., and Vincent, A.C.J. 2002. Freshwater protected areas: Strategies for conservation. *Conservation Biology* **16** (1): 30-41.
- 258** World Bank. 2010. Convenient Solutions to an Inconvenient Truth: Ecosystem-based approaches to climate change, The World Bank, Washington, DC.
- 259** Collins, B.R. and Russell, E.W.B. (eds.) 1988. Protecting the New Jersey Pinelands: A New Direction in Land Use Management, New Brunswick and London: Rutgers University Press.
- 260** Peel M., Watson, F., Vertessy, R., Lau, A., Watson, I., et al. 2000. Predicting the Water Yield Impacts of Forest Disturbance in the Maroondah and Thomson Catchments using the Macaque Model Technical Report, Report 00/14, December 2000, Cooperative Research Centre for Catchment Hydrology and Melbourne Water, Australia.
- 261** Gorenflo, L.J. and Warner, D.B. 2016. Integrating biodiversity conservation and water development: In search of long-term solutions. *WIREs Water* **3** (3): 301-311.
- 262** Dudley, N., Buyck, C., Furuta, N., Pedrot, C., Renaud, F., et al. 2015. Protected Areas as Tools for Disaster Risk Reduction. A handbook for practitioners. IUCN and Ministry of Environment Japan, Gland, Switzerland and Tokyo.
- 263** Joosten, H., Tapio-Biström, M.L., and Tol, S. (eds.) 2012. Peatlands – guidance for climate change mitigation through conservation, rehabilitation and sustainable use: Second edition. FAO and Wetlands International, Rome.
- 264** Dudley, N. and Stolton, S. 2003. Op. cit.
- 265** Reid, W.V. 2001. Capturing the value of ecosystem services to protect biodiversity. In: Chichilensky, G., Daily, G.C., Ehrlich, P., Heal, G., and Miller, J.S. (eds.) *Managing human-dominated ecosystems*. Monographs in Systematic Botany 84, Missouri Botanical Garden Press, St Louis.
- 266** Stolton, S. and Dudley, N. (eds.) 2010. Arguments for Protected Areas. Earthscan, London.
- 267** Johnson, N., White, A., and Perrot-Maître, D. 2002. Developing markets for water services from forests: Issues and lessons for innovators. *Forest Trends*, USA.
- 268** Dudley, N. and Stolton, S. 2003. Op. cit.
- 269** Hamilton, L. 2008. Forests and water, FAO Forestry paper 155. FAO, Rome.
- 270** Stavins, R.N. 2002. Experience with market-based environmental policy instruments, *Nota di Lavoro*, Fondazione Eni Enrico Mattei, No. 52.2002.
- 271** McDonald, R.I. and Shemie, D. 2014. Urban Water Blueprint: Mapping conservation solutions to the global water challenge. The Nature Conservancy, Washington, DC.
- 272** Addy, S., Cooksley, S., Dodd, N., Waylen, K., Stockan, J., et al. 2016. River Restoration and Biodiversity: Nature-Based Solutions for Restoring the Rivers of the UK and Republic of Ireland. IUCN National Committee for the UK.
- 273** van Wesenbeeck, B.K., Balke T., van Eijk P., Tonneijck, F., Siry, H.Y., et al. 2015. Aquaculture induced erosion of tropical coastlines throws coastal communities back into poverty. *Ocean and Coastal Management* **116**: 466-469.
- 274** Information from a protected area management effectiveness tracking tool assessment, carried out for the Zoological Society of London, September 2015.
- 275** Sauri, D. 2013. Water conservation: Theory and evidence in urban areas of the developed world. *Annual Review of Environment and Resources* **38**: 227-248.
- 276** Sauri, D. 2013. Op. cit.
- 277** Government on water scarcity and drought 2015. South African Government. <http://www.gov.za/speeches/government-water-scarcity-and-drought-13-nov-2015-0000>
- 278** Hassan R. and Crafford J. 2006. Environmental and economic accounts for water in South Africa. Edward Elgar Publishing, UK. 114-168.
- 279** McKinney, D., Cai, X., Rosegrant, M., Ringler, C., and Scott, C. 1999. Modelling water resources management at the basin level: Review and future directions. International Water Management Institute, Sri Lanka.



BIODIVERSIDAD Y SUELOS

A medida que aumenta la población y los niveles de consumo, los ecosistemas naturales están siendo reemplazados por la agricultura, la energía, la minería y los asentamientos. La mala gestión de la tierra lleva a una pérdida generalizada de la biodiversidad del suelo, socavando sistemas de producción alimentaria en todo el mundo. Los ecosistemas se están derrumbando ante la embestida de la deforestación, la pérdida de pastizales, el drenaje de los humedales y las interrupciones de las corrientes, lo cual está produciendo una crisis de biodiversidad y la tasa de extinción más acelerada de la historia de la Tierra.

Sin embargo, dependemos del suelo vivo y de la biodiversidad que sustenta los ecosistemas en funcionamiento y el capital natural productivo basado en la tierra. Las amenazas están aumentando, lo que requiere una respuesta comprometida y continua. Se necesita una combinación de protección, gestión sostenible y, cuando sea necesario, restauración a escala del paisaje para garantizar el futuro de un planeta diverso y vivo.



INTRODUCCIÓN

El término biodiversidad se refiere a la diversidad total de vida: ecosistemas, especies y variación intra-especies.¹ La existencia del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) firmado en 1992 refleja su crucial importancia. Pero, a pesar de los esfuerzos de conservación global, la biodiversidad, superficial y subterránea sigue en retroceso, amenazando el fundamento terrestre de la Tierra y los servicios que suministra a la humanidad. Cinco tendencias clave son evidentes:

- **Degradación del suelo y su biodiversidad**, que socava la producción de alimentos y otros servicios cruciales de los ecosistemas
- **Deforestación y degradación forestal**, particularmente en los trópicos
- **Pérdida de pastizales naturales** y la transformación en ecosistemas propensos a la erosión y pobres en especies
- **Humedales que desaparecen**, creando una crisis para la biodiversidad de agua dulce
- **Extinción masiva**, la pérdida sin precedentes de especies silvestres de plantas y animales

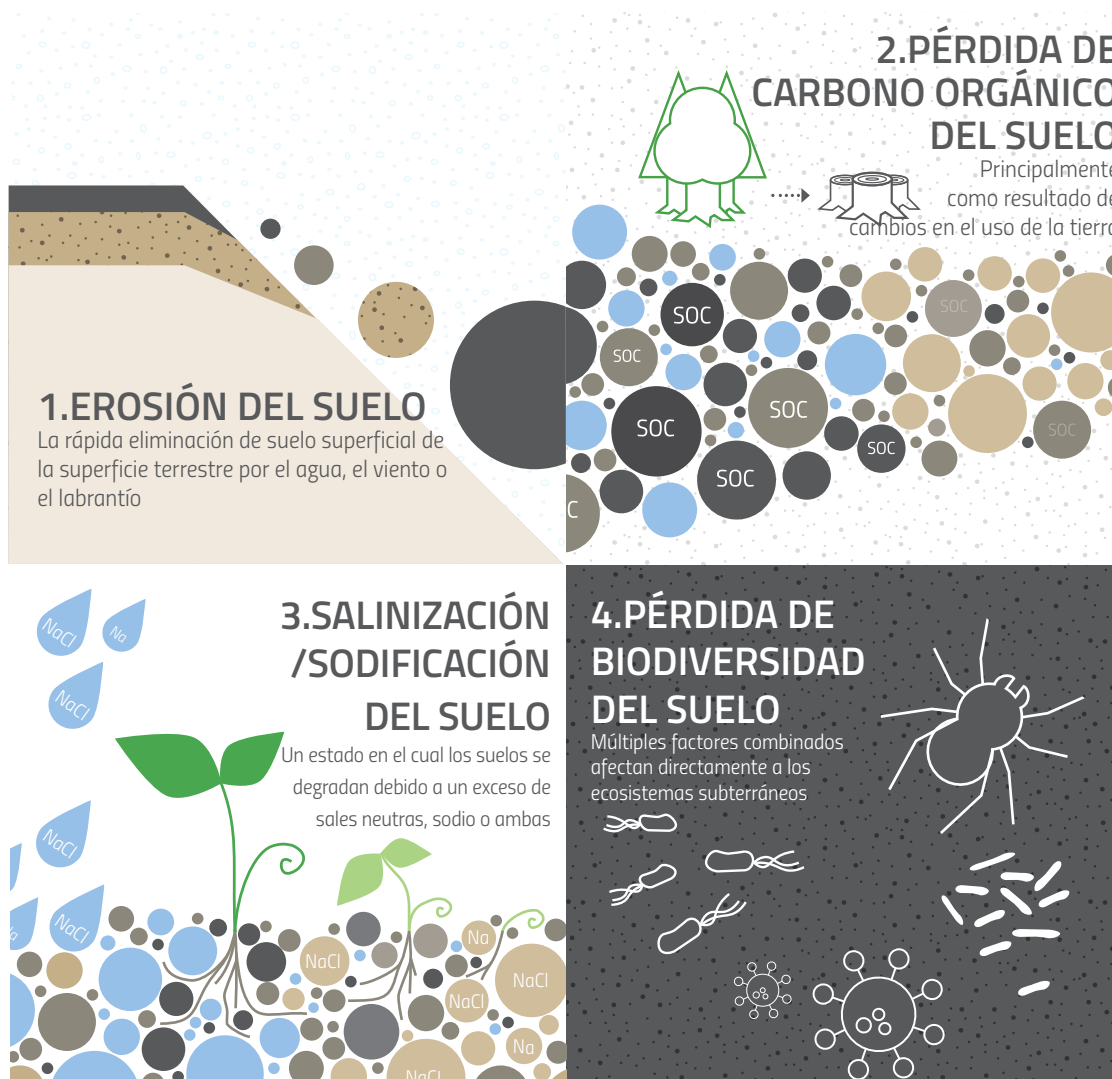
Muchas de estas tendencias desconcertantes son bien conocidas en general. De hecho, el Objetivo de Desarrollo Sostenible 15.5 sugiere «Adoptar medidas urgentes y significativas para reducir la degradación de los hábitats naturales, detener la pérdida de la diversidad ecológica y, para 2020, proteger las especies amenazadas y prevenir su extinción.»

El suelo es la base de todos los ecosistemas terrestres, no obstante el estado del suelo y su biodiversidad son a menudo prácticamente ignorados en las evaluaciones ambientales. Como componente esencial de los recursos terrestres, los problemas del suelo reciben aquí una atención especial.

1. Degradación del suelo y de su biodiversidad

Un aspecto de la biodiversidad, a menudo eclipsado por el énfasis en las especies emblemáticas y coloridas, es la salud y la seguridad del ecosistema del suelo. La Carta Mundial de los Suelos establece que «*los suelos son fundamentales para la vida en la Tierra, pero las presiones humanas sobre recursos de suelos están alcanzando límites críticos. La pérdida adicional de suelos productivos amplificará la volatilidad de los precios de los alimentos y enviará a millones de personas a la pobreza. Esta pérdida es evitable. Una gestión cuidadosa del suelo no sólo garantiza una agricultura sostenible, sino que también proporciona un valioso instrumento para la regulación del clima y un camino para salvaguardar los servicios ecosistémicos.*»²

Los servicios ecosistémicos del suelo –que pueden incluir, en particular, contribuciones a la seguridad alimentaria, mitigación del cambio climático, retención de agua, y biomasa– difieren notablemente entre tipos de suelo; algunos suelos ofrecen numerosos beneficios y otros muy pocos.³ Sin embargo, en la actualidad alrededor de una quinta parte de la



población mundial vive y trabaja en tierras agrícolas degradadas,⁴ y comunidades, gobiernos y corporaciones⁵ se están dando cuenta ahora de la necesidad crítica de un nuevo enfoque en la gestión sostenible del suelo. Para mantener o, en muchos casos, recuperar la salud del suelo en ecosistemas presionados serán necesarias políticas públicas específicas.⁶

Los suelos sanos ayudan a garantizar la seguridad alimentaria, la regulación del clima, la calidad del agua y del aire y una gran variedad de biodiversidad superficial y subterránea; también ayudan a prevenir la erosión, la desertificación y los deslizamientos de tierras.⁷ Los términos tierra y suelo suelen usarse incorrectamente como sinónimos. La tierra es la superficie sólida de la Tierra que no está permanentemente bajo el agua, mientras que el suelo es un mineral no consolidado o material orgánico en la superficie inmediata de la Tierra que sirve como medio natural para el crecimiento de las plantas terrestres.⁸ Los cambios en el uso de la tierra afectan las condiciones del suelo, provocando habitualmente un deterioro.

El informe sobre el *Estado de los recursos del suelo en el mundo* de 2015⁹ identificó las principales amenazas al suelo. A nivel global, la erosión del suelo, la pérdida de carbono orgánico y los desequilibrios de nutrientes fueron consideradas las amenazas más graves. Justo a continuación estaba la salinización y sodificación del suelo, la pérdida de la biodiversidad del suelo, la contaminación del suelo, la acidificación y la compactación, así como el anegamiento, el sellado del suelo y la utilización de tierras para infraestructuras.¹⁰

La erosión del suelo: la eliminación acelerada de la capa superficial del suelo de la superficie terrestre por el agua, el viento o la labranza. Las tasas estimadas de erosión del suelo en tierras de cultivo o de pastoreo intensivo son de 100 a 1000 veces más altas que las tasas de erosión natural y mucho más altas que las tasas de formación de suelos.¹¹ Las consecuentes pérdidas de nutrientes deben ser repuestas con fertilizantes, con costes económicos y ambientales significativos. Por ejemplo, si los precios estadounidenses de fertilizantes en la explotación se utilizan como guía, la erosión global del suelo cuesta



anualmente 33–60 miles de millones de dólares USA para la aplicación de nitrógeno y 77–140 miles de millones de dólares USA para el fósforo.¹²

La estimación de los costes globales de la erosión del suelo es un reto, pero los científicos están empezando a advertir del inicio de una crisis. La cantidad probable de erosión global del suelo por el agua es de entre 20 y 30 Gt anuales. Las tasas de erosión eólica son muy inciertas. Hay alrededor de 430 millones de hectáreas de tierras secas que son particularmente susceptibles.¹³ Las estimaciones ponen un límite superior a la movilización de polvo por erosión eólica en las tierras cultivables de alrededor de 2 Gt anuales.¹⁴ Las tasas de erosión en cultivos montañosos en áreas tropicales y subtropicales pueden llegar a 50–100 toneladas por ha y año, con un promedio mundial de 10–20 toneladas por ha y año. Las praderas no son necesariamente más estables. Los pastizales y pastos en zonas tropicales y subtropicales montañosas pueden sufrir erosión a una tasa similar a la de los cultivos tropicales, especialmente cuando hay pastoreo excesivo. Además, la erosión del suelo por el

agua induce flujos anuales de 23–42 Mt de nitrógeno y 14,6–26,4 Mt de fósforo de tierras agrícolas,¹⁵ gran parte de los cuales contaminan los ecosistemas de agua dulce.

Carbono orgánico del suelo: El principal causante de la pérdida de carbono orgánico del suelo (COS) en todo el mundo es el cambio de uso de la tierra y las prácticas de gestión subsiguientes, en particular la sustitución de los bosques tropicales por tierras de cultivo y, en menor medida, por pastos y plantaciones¹⁶ así como mediante la conversión de pastizales tropicales en tierras de cultivo y plantaciones.¹⁷ La tala selectiva tiene menos impactos.¹⁸ Este cambio en la cobertura del suelo es el principal factor de las variaciones de COS a lo largo del tiempo, seguido por la temperatura y la precipitación.¹⁹ El COS aumenta cuando las tierras de cultivo son arboladas, dejadas en barbecho, plantadas con estiércol verde o convertidas en pastizales;²⁰ se crean sumideros de COS de larga duración mediante la conversión de tierras de cultivo en bosques o pastizales en climas templados.²¹ Otras opciones para capturar carbono son la agricultura con poca o ninguna labranza, agregando

carbono biológico o humus de lombriz (aumentando los materiales recalcitrantes), o la utilización de cultivos perennes. El carbono orgánico del suelo es dinámico y las prácticas de gestión pueden convertir el suelo en un sumidero neto o en una fuente de gases de efecto invernadero.²²

La deforestación es una de las causas principales de la pérdida de carbono de los suelos, con impactos en los trópicos en promedio dos veces mayores que los de las regiones templadas.²³ Las prácticas de gestión de la tierra, incluyendo la labranza, son el segundo factor principal de pérdidas de COS, con evaluaciones regionales en África, Asia y partes del Pacífico identificando períodos de barbecho decrecientes y usos contrapuestos para los insumos orgánicos (por ejemplo, usar estiércol animal como combustible, o la quema de rastrojos para controlar los patógenos transmitidos por el suelo)²⁴ como principales razones de la reducción del COS. El fuego, en particular los incendios forestales, también reduce el carbono y el nitrógeno del suelo.²⁵ Las turberas representan un ecosistema del suelo que emite cantidades particularmente grandes de carbono cuando son drenadas;²⁶ se estima que en el mundo hay 250 000 km² de turberas drenadas bajo tierras de cultivo y pastizales²⁷ y más de 500 000 km² debajo de los bosques.²⁸

Balace de nutrientes del suelo: es la ganancia o pérdida neta de nutrientes de la zona del suelo que es accesible para las raíces de las plantas. La flora y la fauna del suelo desempeñan un papel clave en la determinación del balance de nutrientes mediante la fijación de nitrógeno, la elevación de minerales y otros procesos. Un balance de nutrientes negativo indica una pérdida neta y, por lo tanto, una fertilidad del suelo en declive, mientras que un balance de nutrientes positivo indica una ganancia neta y que uno o más nutrientes de las plantas están ingresando a los sistemas del suelo más rápidamente de lo que está siendo eliminado. Los balances positivos de nutrientes también sugieren un uso ineficiente de los recursos naturales (energía y recursos finitos como el fósforo y el potasio), dando como resultado pérdidas que contribuyen al cambio climático y reducen la calidad de los recursos hídricos superficiales y subterráneos. A escala mundial, los balances de nutrientes del suelo para el nitrógeno y el fósforo son positivos en todos los continentes excepto en la Antártida, y se prevé que se mantendrán estables o, en el peor de los casos, aumentarán hasta un 50 por ciento para el año 2050.²⁹ Por el contrario, a escala regional y local, particularmente en partes de África, Asia y América del Sur, los nutrientes del suelo son escasos, con balances negativos que limitan el crecimiento de las plantas.³⁰

Salinización y sodificación del suelo: Una condición en la que los suelos se degradan por una cantidad excesiva de sales neutras, sodio o ambos. El exceso de salinidad del suelo puede dañar las plantas al alterar su capacidad para absorber agua y, en ocasiones, por toxicidad directa. Las sales se acumulan en los suelos cuando la absorción de la sal de las aguas subterráneas saladas, la precipitación o la irrigación son mayores que su lixiviación del sistema. Entre las causas naturales se encuentran

la erosión de la roca madre del suelo, la intrusión de agua salada y la deposición atmosférica húmeda o seca de la sal procedente de los océanos. Las causas antropogénicas incluyen el uso de agua de regadío con alto contenido de sal o sodio, la mala gestión de las sales y sodio de los suelos, y prácticas que permiten que el agua subterránea suba cerca de la superficie del suelo, como un drenaje insuficiente del suelo o la sustitución de vegetación profundamente arraigada por plantas que tienen un sistema de raíces poco profundo. Globalmente, la extensión de los suelos afectados por la sal es de 955 Mha, mientras que la salinización secundaria afecta a unas 77 Mha, de las cuales el 58 por ciento son tierras de regadío.³¹ Se estima que el 20 por ciento de las tierras de regadío cultivadas presenta disminuciones de rendimiento ocasionadas por la sal, que causan una pérdida económica estimada en 27,3 mil millones de dólares estadounidenses.³²

Pérdida de biodiversidad del suelo: múltiples factores, por sí solos o combinados, tienen un impacto directo en los ecosistemas de superficie. La pérdida de biodiversidad del suelo no es sólo un problema de conservación, sino que afecta a múltiples funciones del ecosistema, incluyendo las tasas de descomposición, la retención de nutrientes, el desarrollo estructural del suelo y el ciclo de los nutrientes.³³ Estas funciones son necesarias para el agua potable, el control de las plagas y de los patógenos, la fertilidad del suelo y la producción de cultivos, así como para la atenuación del cambio climático. Abordar las pérdidas en la biodiversidad del suelo es por lo tanto un paso clave en la creación de suelos sanos.

Las comunidades del suelo son muy diversas y contienen millones de especies y varios miles de millones de individuos dentro de un único ecosistema,³⁴ incluidos altos niveles de endemismo.³⁵ Los suelos albergan gran parte de la biodiversidad total del mundo.³⁶ Los grupos más abundantes y diversos de organismos son, con diferencia, las bacterias y hongos del suelo, que desempeñan un papel vital en la descomposición de la materia orgánica del suelo, uniendo los agregados del suelo para evitar la erosión y posibilitando un drenaje eficiente, la retención de agua y la aireación. La fauna del suelo también se compone de protozoos (amebas, flagelados, ciliados), nematodos (que se alimentan de raíces, microbios o nematodos), ácaros, colémbolos, enquitreidos y lombrices de tierra. En conjunto, estos organismos forman redes alimentarias que impulsan los procesos de los ecosistemas del suelo, como el ciclo de los nutrientes y la captura de carbono, y son componentes principales del ciclo global de la materia, la energía y los nutrientes.³⁷ Las redes alimentarias del suelo también desempeñan un papel clave en la prestación de servicios ecosistémicos que ayudan a mantener la productividad de los cultivos³⁸ y la conservación de la biodiversidad.³⁹ (Véase la Tabla 9.1)

Contaminación del suelo: el uso indebido de insumos agrícolas, residuos de la minería, combustibles fósiles y otros contaminantes puede dar lugar a niveles peligrosos de metales pesados, oligoelementos, radionucleidos,

Tabla 9.1: Flora y fauna en los suelos

Biota del suelo	Ejemplos	Funciones
Fauna	Lombrices de tierra	Principales descomponedores de materia orgánica muerta y en descomposición, obteniendo su nutrición de bacterias y hongos dando lugar al reciclaje de nutrientes Generan miles de galerías cada año, mejorando la estructura del suelo Estimulan la actividad microbiana Mezclan y agregan los suelos Aumentan la infiltración Proporcionan canales para el crecimiento de raíces y hábitat para otros organismos Las especies invasoras de lombrices de tierra de Europa y Asia que llegaron al norte de los Estados Unidos (donde estaban los glaciares de hielo) han provocado la pérdida de la capa superior del suelo del bosque, amenazando la futura regeneración de los bosques. ⁴⁰
	Nematodos	Se alimentan de microbios, controlan enfermedades y reciclan nutrientes Ayudan en la dispersión de microbios Omnívoros o parásitos de plantas que se alimentan de raíces de plantas ⁴¹
	Artrópodos (p. ej., colémbolos, escarabajos)	Trituran materia orgánica Estimulan la actividad microbiana Mejoran la agregación del suelo Mejoran la infiltración de agua Controlan las plagas
	Protozoos	Mineralizan los nutrientes alimentándose de las bacterias, los hongos y la fauna del suelo, poniendo así a disposición los nutrientes minerales para su uso por las plantas y otros organismos del suelo y, por tanto, ayudando en el reciclaje de nutrientes Estimulan la producción de raíces laterales mediante la producción de análogos de auxina ⁴²
Flora	Hongos	Participan del ciclo de nutrientes a través de la descomposición de materia orgánica Translocan nutrientes hacia las plantas a través de las hifas fúngicas (hongos micorrízicos) Dinámica del agua Supresión de enfermedades Mejoran la agregación del suelo Descomponen la materia orgánica, crean COS y mejoran la estructura del suelo
	Bacterias	Descomponen y consumen materia orgánica del suelo Forman parte del flujo de energía y nutrientes de la red alimentaria del suelo Descomponen y degradan plaguicidas y contaminantes Mejoran la agregación del suelo Transforman nitrógeno entre las formas reactivas y no reactivas
	Actinobacterias	Degradan los compuestos recalcitrantes

pesticidas, nutrientes vegetales y otros contaminantes.⁴³ El grado de contaminación del suelo es difícil de evaluar o cuantificar. En Europa occidental se han identificado 342 000 sitios contaminados⁴⁴, y los sitios contaminados afectan a 9,3 Mha en los Estados Unidos,⁴⁵ de los cuales alrededor de 1400 son sitios «superfund» altamente contaminados.⁴⁶ Si bien se trata de lugares con una contaminación extrema, se dispone de pocos datos acerca de las tierras afectadas por fuentes contaminantes difusas, como la deposición de aerosoles de metales pesados provenientes de hornos de fundición a contraviento, pero representan una parte significativa de los recursos de tierra en muchos países. En general, el exceso de nutrientes y pesticidas es un problema serio en muchas zonas agrícolas.

Acidificación del suelo: un proceso natural, de larga duración, que conlleva la lixiviación de cationes básicos del suelo y que se puede acelerar mediante prácticas de gestión agrícola (p.ej., uso de fertilizantes que contienen amonio, cosecha continua de cultivos fijadores de nitrógeno), deposición ácida de combustibles fósiles y drenaje de minas. Los suelos naturalmente ácidos se encuentran especialmente en áreas de suelos antiguos o climas húmedos. Hasta un 30 por ciento de las tierras libres de hielo tiene suelos ácidos (pH inferior a 5,5), unas 4000 Mha,⁴⁷ y la mitad del suelo potencialmente cultivable del mundo es ácido.⁴⁸ La acidificación del suelo limita la disponibilidad de nutrientes para las plantas, puede ocasionar niveles tóxicos de aluminio y manganeso solubles, e inhibe la fijación de nitrógeno en las leguminosas. Abordar esta amenaza conlleva costes económicos y ambientales derivados de las aplicaciones de cal, yeso y otras bases para reducir los niveles de acidez.



Una estimación reciente sugiere que las tierras agrícolas del mundo han emitido entre 50–70 Gt de carbono a lo largo de la historia.

Compactación del suelo: Reduce drásticamente la productividad a largo plazo de los suelos, afecta a la producción de cultivos, aumenta la escorrentía superficial y la erosión hídrica, y en ocasiones también aumenta los impactos de la erosión eólica.⁴⁹ La compactación del subsuelo, causada por el tráfico pesado y la labranza,⁵⁰ está entre las formas más permanentes de degradación del suelo, pudiendo durar décadas o incluso siglos.⁵¹ Una causa principal de la compactación del suelo es un aumento del peso y la frecuencia de uso de los vehículos,⁵² aunque el pisoteo excesivo por parte del ganado también puede ser un factor.⁵³ La compactación inhibe el crecimiento de microorganismos beneficiosos para el suelo,⁵⁴ reduce el hábitat de microinvertebrados,⁵⁵ reduce el acceso a nutrientes,⁵⁶ y puede ocasionar la emisión de metano.⁵⁷ La reducción de labranzas prolongadas o la labranza de conservación es un método que puede minimizar esta amenaza.⁵⁸

Sellado del suelo: la rápida urbanización y la falta de planificación del uso de la tierra pueden conducir al sellado del suelo,⁵⁹ la impermeabilización más o menos permanente de la superficie del suelo con hormigón, pavimento u otras superficies impermeables. Junto con la pérdida directa de tierras de cultivo, el sellado del suelo reduce la capacidad de las áreas para absorber el agua y, por lo tanto, son más susceptibles de aumentar las inundaciones urbanas. Estos temas se abordan en más detalle en el Capítulo 11.

Los suelos utilizados en agricultura («suelo domesticado») son formas altamente modificadas de sus predecesores agrestes y muchas veces han perdido muchas de sus propiedades originales, incluida una gran proporción de su contenido de carbono y otros nutrientes. Una estimación reciente sugiere que las tierras agrícolas del mundo han emitido entre 50 y 70 Gt de carbono a lo largo de la historia humana.⁶⁰

2. Deforestación y degradación forestal

El Objetivo de Desarrollo Sostenible 15.2 establece «promover la puesta en práctica de la gestión sostenible de todos los tipos de bosques, detener la deforestación, recuperar los bosques degradados y aumentar sustancialmente la forestación y la reforestación a nivel mundial.»

Los impactos debajo de la superficie de la tierra son reflejados e influenciados por la rápida transformación por encima del suelo. Algunos de los cambios más dramáticos han tenido lugar en los bosques. La deforestación se produce desde la prehistoria, acelerándose durante la expansión colonial europea⁶¹ y continuando hoy en día. En la mayoría de las regiones templadas los bosques se están expandiendo después de un mínimo histórico⁶², pero esto está más que compensado por las pérdidas en los trópicos.⁶³ Muchos bosques tropicales que sufrían deforestación hace unas pocas décadas⁶⁴ ahora prácticamente han desaparecido. Aunque la tasa total de deforestación se está reduciendo, la superficie de los bosques tropicales se redujo en 5,5 millones de hectáreas anuales de 2010 a 2015;⁶⁵ otros tipos de bosques sufrieron degradación⁶⁶ o fueron sobrepastoreados, transformados en arbustos y matorrales, o convertidos en plantaciones. Hasta el 70 por ciento de los bosques del mundo corre el riesgo de sufrir una mayor degradación.⁶⁷

Se prevé que la pérdida neta de bosques continúe durante varias décadas. Un conjunto de 11 frentes de deforestación (véase el Cuadro 9.2) muestra dónde se prevé la mayor pérdida permanente de bosques o degradación grave entre 2015 y 2030 en escenarios de normalidad y sin intervenciones.⁶⁸ La pérdida de bosques tiene graves efectos en la tierra, especialmente si los bosques crecen sobre turba, donde la deforestación corre el riesgo de liberar grandes cantidades de carbono, o en las tierras secas donde la pérdida de árboles provoca una erosión rápida del suelo.

Las tasas de perturbación forestal son todavía más altas. Entre el 40 y el 55 por ciento de los bosques templados y boreales fueron clasificados como «imperturbados por el hombre» en 2003 (es decir, sin perturbación durante al menos 200 años). Más del 90 por ciento de estos bosques se encontraban en Rusia y Canadá, con áreas más pequeñas en los Estados Unidos, Australia (donde ha habido pérdidas importantes desde entonces), los países nórdicos, Japón y Nueva Zelanda. En el resto de Europa, la proporción no perturbada suele oscilar entre cero y menos del uno por ciento, lo que hace que los bosques templados europeos se encuentren entre los ecosistemas más amenazados del mundo.⁷⁹

Frentes de deforestación	Pérdidas proyectadas en millones de hectáreas para 2030
Amazonia	23-48
Chocó-Darién	3
Cerrado	11
Bosque Atlántico/Gran Chaco	~10
Cuenca del Congo	12
Bosque costero de África oriental	12
Borneo	21,5
Sumatra	5
Nueva Guinea	7
Gran Mekong	15-30
Australia	6
Un total de 11 frentes de deforestación	136,5-176,5

3. Pérdida de pastizales naturales

Los pastizales naturales y semi-naturales han sido fuertemente influenciados por la gestión humana tanto por la destrucción como por la creación de pastizales, cambiando radicalmente la composición y las pautas de renovación. Los impactos incluyen cambios en la frecuencia e intensidad de los incendios;⁸⁰ tipos e intensidad de pastoreo;⁸¹ introducción de hierbas no autóctonas;⁸² aplicación de agroquímicos;⁸³ especies invasoras vegetales y animales;⁸⁴ y la contaminación del aire.⁸⁵ El desmonte de bosques naturales a menudo crea nuevas zonas de pasto.⁸⁶ Por el contrario, los pastizales están siendo destruidos para producir soja, aceite de palma,⁸⁷ algodón,⁸⁸ celulosa⁸⁹ y biocombustibles.⁹⁰ Se producen cambios drásticos en los pastizales de América Latina,⁹¹ Norteamérica,⁹² África,⁹³ Asia,⁹⁴ Australasia,⁹⁵ y en los remanentes en Europa.⁹⁶ Si bien algunos de estos cambios han tenido lugar a lo largo de milenios y los ecosistemas se han ido adaptando en cierta medida, el ritmo del cambio está aumentando en muchas partes del mundo. La crisis de la salud mundial de los suelos está estrechamente relacionada con la gestión de los pastizales naturales y semi-naturales del mundo.

Se conoce relativamente poco sobre el estado ecológico de los pastizales en comparación con los bosques y otros ecosistemas. Ha habido intentos de distinguir pastizales naturales y no naturales⁹⁷ y cartografiar su distribución,⁹⁸ establecer criterios para pastizales con alto valor de conservación,⁹⁹ e identificar pastizales ricos en biodiversidad en América Latina.¹⁰⁰ Pero no se han traducido en evaluaciones globales.¹⁰¹ El conocimiento del estado de los pastizales es incompleto a escala mundial, pero sí indica serias pérdidas.

Hasta el 70 por ciento de los bosques del mundo está en riesgo de sufrir más degradación.

Cuadro 9.1: La deforestación en los bosques secos de América del Sur

El Gran Chaco es el bosque seco más grande de América del Sur y cubre 100 millones de hectáreas⁶⁹ en Argentina, Paraguay, Bolivia y Brasil,⁷⁰ con altos índices de biodiversidad.⁷¹ De 2000 a 2012, el Chaco argentino, paraguayo y boliviano sufrió la mayor tasa de pérdida de bosque tropical del mundo,⁷² alcanzando las 1973 hectáreas *diarias* en agosto de 2013.⁷³ De 2010 a 2012, se desmontaron 823 868 hectáreas en estos países, tres cuartas partes de ellas en Paraguay.⁷⁴ En Argentina se han desmontado entre 1,2 y 1,4 millones de hectáreas (85 por ciento del total nacional) en 30 años, con una tasa de deforestación en aumento.⁷⁵ A medida que los controles se han vuelto más estrictos en la tala de remanentes del Bosque Atlántico en otras partes del país la presión ha aumentado en el Gran Chaco, con costes sociales ya que la resistencia a veces ha sido reprimida con violencia.⁷⁶ En Bolivia, la deforestación avanzó a 16 000 ha/año en los años ochenta y 120 000 ha/año en los años noventa, con un 80 por ciento del bosque significativamente fragmentado en 1998;⁷⁷ también se han visto afectadas las áreas protegidas.⁷⁸

Un análisis del año 2000 constató que el 49 por ciento de los pastizales estaba entre ligeramente y moderadamente degradado y otro 5 por ciento estaba gravemente degradado.¹⁰² Los pastizales templados son el ecosistema terrestre más alterado,¹⁰³ con sólo el 4,5 por ciento dentro de áreas protegidas.¹⁰⁴ La conservación de los bosques puede aumentar las amenazas a los pastizales,¹⁰⁵ como en Brasil, donde la moratoria voluntaria de la soja en la Amazonia aumenta la presión sobre la sabana del Cerrado.¹⁰⁶

Muchos ecosistemas de pastizales están siendo alterados por la ganadería.¹⁰⁷ En 2000, los pastizales cubrían el 40 por ciento de la superficie terrestre¹⁰⁸ entre el 18 y el 23 por ciento de la superficie terrestre, excluyendo la Antártida, pastoreada por ganado doméstico.¹⁰⁹ Una estimación más reciente es que el pastoreo abarca el 26 por ciento de las tierras libres de hielo y un 33 por ciento adicional de las tierras de cultivo se utiliza para forraje para el ganado.¹¹⁰

A pesar de estos cambios, los pastizales naturales y semi-naturales siguen conteniendo importantes valores ecológicos. Los pastizales gestionados pueden sustentar altos niveles de biodiversidad;¹¹¹ las prácticas de gestión afectan a la biodiversidad¹¹², pero también pueden sustentar la biodiversidad en ausencia de herbívoros naturales.¹¹³

4. Desaparición de humedales

Al mismo tiempo que se están destruyendo lagos y humedales, también se está transformando y desviando ríos. Casi la mitad del flujo global de los ríos ya está afectado por la regulación o fragmentación del flujo,¹²⁵ y actualmente se están planificando 3700 presas más en todo el mundo, lo que sin duda perturbará muchos de los restantes ríos salvajes.¹²⁶ Las presas reducen el flujo de sedimentos río abajo, dañando las pesquerías costeras y bloqueando la migración de los peces. Por ejemplo, varias especies de bagres nadan 6000 km desde el Atlántico hasta áreas de desove en la cabecera del Amazonas,¹²⁷ pero esta migración única está amenazada por propuestas de construir presas en algunos de los ríos principales.¹²⁸ Las pesquerías amazónicas fueron valoradas en 389 millones de dólares USA anuales en 2003.¹²⁹

Los hábitats de agua dulce cubren menos del uno por ciento de la superficie de la Tierra, pero sustentan al menos 100 000 de los 1,8 millones de especies descritas.¹¹⁴ Sin embargo, los humedales están desapareciendo rápidamente.¹¹⁵ A pesar de los esfuerzos por conservarlos (por ejemplo, mediante la Convención de Ramsar),¹¹⁶ se han perdido del 64 al 71 por ciento de los humedales del mundo desde 1900,^{117,118} junto con su biodiversidad y servicios ecosistémicos,¹¹⁹ y las pérdidas se están acelerando.¹²⁰ Las causas de la pérdida y degradación de los humedales incluyen el drenaje; la desecación debido a una desviación de aguas arriba; la contaminación y sedimentación; los impactos de especies exóticas invasoras; la sobreexplotación de especies; el cambio climático, y cambios en el régimen de flujo.¹²¹

El Objetivo de Desarrollo Sostenible 6.6 tiene como objetivo «Proteger y restablecer los ecosistemas relacionados con el agua, incluidos las montañas, los bosques, los humedales, los ríos, los acuíferos y los lagos.»



© Mito Mitchell, IFPRI

Cuadro 9.2: Pérdida de especies de agua dulce en el Mediterráneo Oriental¹²²

El Mediterráneo oriental sustenta al 4,4 por ciento de la población mundial, pero sólo contiene el 1,1 por ciento de sus recursos hídricos renovables.¹²¹ El uso del agua, principalmente para el regadío, ha conducido al rápido agotamiento de las aguas subterráneas¹²², mientras que la construcción de presas altera los flujos, y la contaminación agrícola y doméstica causa otros problemas adicionales. Además, el cambio climático está llevando a un aumento de las temperaturas medias anuales. La disminución de los flujos de agua ha provocado la pérdida total de algunos cuerpos de agua (por ejemplo, el lago Amik en Turquía y el oasis Azraq en Jordania) y el desecamiento estacional de ríos permanentes (por ejemplo, el río Queiq en Turquía y Siria). El 19 por ciento de las especies de agua dulce están amenazadas a nivel mundial, incluyendo el 58 por ciento de las especies endémicas de agua dulce. Seis especies, todas peces, se han extinguido, y 18 más (7 peces y 11 moluscos) son evaluadas como «en peligro crítico, posiblemente extinta» por la UICN. La falta de datos de muchos lugares puede llevar a la subestimación de las pérdidas.

También hay una pequeña aunque significativa inversión en estas tendencias, ya que algunas presas están siendo desmanteladas debido a que sus embalses se han obstruido, se han vuelto inseguros o, simplemente, han dejado de ser útiles. En los Estados Unidos ya se han desmantelado un centenar de presas.¹³⁰ Las presiones del cambio climático y los intereses conservacionistas están convergiendo, alentando a los gobiernos a restituir la hidrología natural y los regímenes de inundación.¹³¹

5. Extinción en masa

Durante el último medio siglo, las actividades humanas han transformado los ecosistemas más rápidamente que en cualquier otro período de la historia. Esto ha creado una «extinción masiva», con previsiones conservadoras de un ritmo de extinción durante el próximo siglo cien veces más rápido de lo esperado en condiciones naturales;¹³² aunque la tasa y la escala de extinciones futuras siguen siendo difíciles de predecir.¹³³ Los ecólogos temen que los cambios en el uso de la tierra estén tan extendidos que la biodiversidad terrestre haya sido empujada más allá del «límite planetario» que señala un declive permanente¹³⁴, aunque otros sostienen que los umbrales seguros siguen siendo inciertos.¹³⁵ Incluso donde las especies no se han extinguido, con frecuencia las poblaciones han disminuido drásticamente: un estudio determinó un promedio en la disminución del 38 por ciento en el número de especies desde 1970,¹³⁶ y hasta del 81 por ciento de las especies de agua dulce.¹³⁷ La proporción de especies amenazadas de extinción oscila entre el 13 por ciento para las aves hasta el 63 por ciento para las cícadas (un antiguo grupo de plantas de

Cuadro 9.3: Biodiversidad en la Amazonia

La Amazonia es un mosaico de diferentes tipos de vegetación y alberga la cuenca más grande del mundo. Los bosques tropicales de hoja perenne cubren alrededor del 80 por ciento de la región, junto con los bosques inundados y caducifolios, los pantanos y las amenazadas sabanas amazónicas.¹⁴⁸ Casi el 7 por ciento ha sido convertida a la agricultura.¹⁴⁹ La captación de la cuenca tiene pulsos de inundaciones estacionales que alcanzan un máximo de 15 metros, creando extensiones de bosques inundados.¹⁵⁰ Una fracción de la biodiversidad de la Amazonia es conocida por la ciencia: sólo se ha descrito del 2 al 10 por ciento de los insectos,¹⁵¹ se estima que hay entre 6000 y 8000 especies de peces, la mayoría desconocidas,¹⁵² y desde 1999 han sido descritas 2200 nuevas especies vegetales y animales. Los delfines del río Amazonas (*Inia geoffrensis*) son un indicador clave de la salud ambiental general. Al ser considerados como competidores por los recursos pesqueros en muchas partes del sistema fluvial, son perseguidos activamente y también son víctimas de «capturas accidentales» cuando quedan enredados en los equipos de pesca.¹⁵³ Otras amenazas son la construcción de presas hidroeléctricas, la contaminación y la reducción de las reservas de peces. La protección de los delfines suele verse obstaculizada por una comprensión insuficiente de sus hábitats y desplazamientos preferidos.¹⁵⁴

semillas), con unos niveles de riesgo que continúan aumentando.¹³⁸ La pérdida de biodiversidad reduce el funcionamiento general del ecosistema y los servicios ecosistémicos¹³⁹ en formas que todavía no se comprenden del todo,¹⁴⁰ pero que probablemente se acumulen en el tiempo¹⁴¹, con impactos sobre la productividad de la tierra similares a los que se producen como resultado del cambio climático.¹⁴²

La disminución de las especies se refleja en, y en gran medida es causada por, un declive más general de los ecosistemas naturales,¹⁴³ con más del 60 por ciento ya degradados.¹⁴⁴ Aunque gran parte de las pérdidas es prehistórica o histórica¹⁴⁵, las tasas de pérdida y degradación continúan y a menudo se aceleran. Una décima parte de las áreas salvajes del mundo restantes (3,3 millones de hectáreas) ha desaparecido en los últimos veinte años, particularmente en la Amazonia y África Central.¹⁴⁶ El CDB estableció un objetivo para «reducir significativamente» la tasa de pérdida de biodiversidad para 2010, pero no se alcanzó. A pesar de los esfuerzos mundiales de conservación, la pérdida de biodiversidad continúa o incluso se acelera.¹⁴⁷

Durante el último medio siglo, las actividades humanas han transformado los ecosistemas más rápidamente que en cualquier otro período de la historia.



© Georgina Smith / CIAT

ABORDAR LA PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD Y SUELO

Existen razones imperiosas –tanto prácticas como éticas– para detener la extinción masiva que actualmente está devastando la biodiversidad del mundo y perjudicando la salud y la productividad de la tierra. Desde el punto de vista de la gestión de la tierra, a largo plazo esto significa garantizar la supervivencia de grandes áreas de ecosistemas naturales, amparar las especies silvestres de plantas y animales en áreas gestionadas y restaurar y proteger el ecosistema del suelo. Todos son necesarios, no se trata de uno o de otro: muchos ecosistemas ya han sido tan degradados que se necesita tomar medidas activas para recuperar al menos algunas de sus funciones y valores. Tres elementos son fundamentales para la conservación de la biodiversidad y el suelo:

- **Protección**, por medio de áreas protegidas y otros mecanismos formales o informales
- **Gestión** que promueva el funcionamiento saludable de los ecosistemas
- **Restauración** de los ecosistemas naturales y semi-naturales tras la degradación

Estas tres líneas de acción deben integrarse en una estrategia coordinada de gestión a gran escala, a menudo denominada *enfoque de paisaje*.¹⁵⁵

1. Protección

Las presiones sobre los recursos de la tierra son tan grandes en muchas partes del mundo que ya no es posible preservar los ecosistemas naturales restantes sin una política y regulación agresivas, la gestión y, a menudo, la adopción de resoluciones judiciales. Existe un creciente conjunto de ideas que sugieren que al menos el 50 por ciento de la superficie terrestre del mundo debería permanecer en un estado más o menos natural para garantizar la continuidad de servicios ecosistémicos vitales y la biodiversidad que los sustenta.¹⁵⁶ Además, esa mitad del planeta necesita tener cantidades suficientes de todos los ecosistemas; no basta con conservar desiertos, altas montañas y otras tierras con bajo potencial de explotación.

Una forma efectiva de mantener los paisajes naturales es mediante áreas protegidas oficiales o no oficiales: áreas de tierra y agua reservadas como refugios de biodiversidad y servicios ecosistémicos, y a veces también para preservar paisajes culturales, comunidades humanas frágiles, lugares espirituales y áreas recreativas. La Comisión Mundial de Áreas Protegidas (CMAP) de la UICN las define como: *Un espacio geográfico claramente delimitado, reconocido, dedicado y gestionado, por vía jurídica u otros medios eficaces, para lograr la conservación a largo plazo de la naturaleza y los servicios ecosistémicos y valores culturales asociados*.¹⁵⁷ Las áreas protegidas varían

mucho en sus enfoques de gestión. La CMAP define seis categorías según los objetivos de la gestión, que van desde reservas naturales estrictamente protegidas hasta paisajes terrestres o marinos con algunas funciones de protección.¹⁵⁸

Las áreas protegidas pueden ser los pilares de las estrategias nacionales y regionales de conservación. Sirven como refugios para especies y procesos ecológicos que no pueden sobrevivir en paisajes terrestres y marinos intensamente aprovechados, y proporcionan espacios para la evolución natural y la regeneración ecológica. La gente, cerca y lejos, se beneficia del potencial genético de las especies salvajes y de los servicios ambientales de los ecosistemas naturales, como las oportunidades recreativas y la protección que proporcionan a las sociedades tradicionales y vulnerables. Las áreas protegidas emblemáticas son tan importantes para el patrimonio de una nación como, por ejemplo, la Catedral de Notre Dame o el Taj Mahal.

Aproximadamente el 15 por ciento de la superficie terrestre y las aguas continentales del mundo son designadas como áreas protegidas,¹⁶⁴ un área más grande que América del Sur y América Central juntas. Más de la mitad han sido declaradas después de 1970; un ejemplo único de gobiernos y otras partes interesadas cambiando conscientemente el enfoque en la gestión de la tierra y el agua a una escala significativa. El área total cubierta es ampliada por las áreas protegidas que no se incluyen en la lista oficial de las áreas protegidas de la ONU, pero establecidas por comunidades locales, pueblos indígenas, particulares, fideicomisos sin ánimo de lucro, grupos religiosos, y corporaciones; algunas de las cuales, como los territorios indígenas en la Amazonia, pueden ser extremadamente grandes. Están sujetas a distintos tipos de gobernanza, tales como diversas formas de gobierno estatal, co-gobernanza entre diferentes partes interesadas, gobernanza privada y gobernanza por los pueblos indígenas y las comunidades locales.

Las áreas protegidas son eficaces para conservar la biodiversidad¹⁶⁵ pero sólo si cuentan con recursos y gestión adecuados; muchas se enfrentan a intensas presiones del uso ilegal,¹⁶⁶ el abandono del respaldo gubernamental,¹⁶⁷ y del cambio climático.¹⁶⁸ Al mismo tiempo, sus valores sociales y culturales más amplios son reconocidos cada vez más.¹⁶⁹ La contribución de algunos de los enfoques menos formales de conservación se considera importante, pero en gran medida aún no está cuantificada.¹⁷⁰

Además de los lugares que son reconocidos explícitamente como áreas protegidas, hay muchas otras áreas espacialmente delimitadas que han permanecido apartadas, de modo más o menos permanente, del desarrollo: territorios de pueblos indígenas, pastizales naturales con control comunitario utilizados para pastoreo de bajo nivel, áreas de protección de cuencas urbanas, áreas de

Una manera eficaz de preservar los paisajes naturales es por medio de áreas protegidas oficiales o no oficiales.



protección costera, áreas de instrucción militar, laderas empinadas inadecuadas para la agricultura o la silvicultura, etc. Recientemente se ha intentado definir y describir tales áreas, las llamadas *otras medidas de conservación eficaces basadas en áreas (OECM)*,¹⁷¹ ya que fueron reconocidas oficialmente por el CDB en 2010.¹⁷²

Cuadro 9.4: Áreas protegidas – un concepto antiguo

Las áreas protegidas no son un concepto moderno. Han existido durante milenios, aunque las primeras áreas protegidas normalmente tenían objetivos utilitarios o recreativos en vez de proteger conscientemente la naturaleza por su valor intrínseco. Los ejemplos incluyen comunidades indígenas que protegen lugares sagrados,¹⁵⁹ áreas «tapu» para el uso de recursos comunales en el Pacífico,¹⁶⁰ *hima* en la península arábiga para proteger el pastoreo y los servicios ecosistémicos,¹⁶¹ y áreas de caza reservadas para el beneficio de las clases dominantes.¹⁶² Las áreas de hábitats naturales o semi-naturales también han sido protegidas durante mucho tiempo por grupos religiosos particulares, y estos lugares naturales sagrados pueden con frecuencia tener altos valores de conservación.¹⁶³

2. La gestión

Los enfoques sostenibles de la gestión del suelo buscan preservar múltiples valores, incluida la biodiversidad, dentro del paisaje gestionado. Estos enfoques se centran en un conjunto más amplio de servicios ecosistémicos, como los proporcionados por suelos sanos y productivos. La gestión consciente por los valores de la biodiversidad también puede proporcionar hábitat para un número de especies salvajes, evitando daños o contaminación a los hábitats naturales circundantes que podrían socavar aún más su integridad. Con algunas notables excepciones,¹⁷³ las tierras de producción gestionadas nunca apoyarán todo el conjunto de servicios de biodiversidad y ecosistémicos, y de ahí la necesidad de conservar los ecosistemas naturales. El equilibrio entre la conservación y la gestión sostenible –preservar la tierra frente a compartir la tierra– ha sido debatida por los ecologistas durante años; en la práctica, ambos son necesarios.¹⁷⁴

Muchos de los elementos de la gestión sostenible de la tierra son descritos en otros capítulos. Desde la perspectiva de la biodiversidad y la salud del suelo, se dividen en seis categorías principales:

1. Evitar el desmonte de nuevas áreas que contienen vegetación semi-natural o natural

Cuadro 9.5: Gestión sostenible del suelo

La gestión de los servicios ecosistémicos del suelo es una parte fundamental de la gestión de la tierra. La reducción de la alteración del suelo y el aumento de la materia orgánica pueden ayudar a mejorar la salud del suelo, al igual que el uso de variedades de cultivos mejoradas (por ejemplo, variedades de enraizamiento más profundo)¹⁷⁷ cultivos de cobertura,¹⁷⁸ cambios en las rotaciones de cultivos,¹⁷⁹ y en algunos casos enfoques de siembra directa.¹⁸⁰

Los enfoques para minimizar la erosión del suelo van desde medidas de ingeniería, tales como la creación de terrazas, la construcción de pozos de sedimentos,¹⁸¹ y la mejora de los cursos de agua hasta medidas vegetativas, tales como enfoques agroforestales, fajas circundantes y cultivos de cobertura.¹⁸² La siembra directa puede mejorar radicalmente las propiedades físicas del suelo superficial.¹⁸³ Las medidas para reducir la erosión eólica incluyen el uso de especies resistentes a la sequía, pastoreo rotacional y cortavientos, junto con técnicas de siembra directa o sobre rastrojo.¹⁸⁴

La reversión de la degradación del suelo y la acumulación de materia orgánica del suelo también ayudaría a mitigar el cambio climático al capturar el carbono atmosférico en el suelo y, al mismo tiempo, mejorar la resiliencia de los sistemas agrícolas.¹⁸⁵

El aumento del carbono orgánico del suelo en los sistemas de cultivo siempre conlleva un aumento de los rendimientos, especialmente en las zonas con precipitaciones escasas y variables.¹⁸⁶

La mejor manera de evitar la salinización del suelo es mediante la utilización de agua de riego de alta calidad y la provisión de un drenaje adecuado mediante el uso de tuberías o canales de drenaje; también se pueden necesitar aplicaciones ocasionales de yeso. Prevenir la compactación del suelo requiere una gestión específica del sitio, ya que la restauración puede tardar muchas décadas. La labranza reducida o de conservación a largo plazo se considera un enfoque eficaz en muchas regiones del mundo.¹⁸⁷

La adopción de medidas de conservación del suelo ha sido con frecuencia lenta. Aunque son cruciales para la salud del suelo a largo plazo, estas medidas a menudo no proporcionan beneficios inmediatos y tangibles a los agricultores; esto es cierto tanto en los sistemas mecanizados intensivos como para los pequeños agricultores del mundo en desarrollo. Por lo tanto, los agricultores no tienen un incentivo directo para adoptar medidas de conservación del suelo, especialmente cuando no tienen la tenencia de la tierra, y se necesitan incentivos más fuertes.¹⁸⁸

2. Proteger el ecosistema del suelo para maximizar la productividad y minimizar la degradación
3. Mantener áreas de hábitat natural dentro de las áreas gestionadas, incluyendo corredores y pasajes biológicos para apoyar la conectividad del paisaje
4. Garantizar que cualquier uso de recursos naturales renovables como recursos pesqueros, productos forestales no madereros, o pastizales, no exceda los niveles sostenibles
5. Reducción de los impactos del desarrollo económico en las tierras, incluidos los impactos externos, como la contaminación y los daños en el suelo
6. Minimizar la huella total del uso del suelo, incluyendo el uso de la energía y otros recursos, para reducir los impactos sobre la biodiversidad en otras partes del mundo

Hay muchas maneras de alentar y apoyar tales acciones, que van desde instrumentos jurídicos y regulatorios hasta incentivos financieros (incluyendo la eliminación de subvenciones perniciosas), sistemas de certificación voluntaria,¹⁷⁵ sistemas de criterios e indicadores,¹⁷⁶ asesoramiento sobre la mejor gestión y códigos sobre buenas prácticas. Se necesitan servicios de extensión y creación de capacidades para ayudar a los agricultores y otros gestores de tierras a adoptar y ampliar enfoques más sostenibles de la gestión del suelo; este apoyo debe ser coherente y mantenido a largo plazo.

La gestión sostenible de la tierra, el enfoque principal de esta *Perspectiva global de la tierra* y de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (UNCCD (CNULD)) debe abordar todos los aspectos del uso de la tierra. En las últimas décadas se han realizado enormes esfuerzos, en los que han participado diversos actores, desde administradores de tierras individuales y activistas de la sociedad civil hasta instituciones de investigación y de política mundiales:

- **La gestión sostenible del agua,**¹⁸⁹ o la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH), con iniciativas emergentes como la Alianza para la Administración del Agua y la coordinación mundial de la Convención de Ramsar sobre los Humedales y la Asociación Mundial del Agua¹⁹⁰
- **La gestión forestal sostenible,**¹⁹¹ con múltiples procesos en marcha, muchos sistemas de certificación voluntarios, códigos de prácticas y liderazgo dentro de la ONU desde la FAO y el Foro sobre Bosques¹⁹²
- **El pastoreo sostenible,**¹⁹³ que busca construir sociedades pastorales viables con la Iniciativa Mundial para el Pastoreo Sostenible (WISP) desempeñando un papel clave¹⁹⁴
- **La agrosilvicultura,**¹⁹⁵ bajo los auspicios de instituciones como el Centro de Investigaciones Forestales Internacionales y el Centro Mundial de Agrosilvicultura¹⁹⁶

Reunir estas y otras iniciativas similares en un programa de acción global coherente es un paso crucial para avanzar hacia el Programa 2030 para el Desarrollo Sostenible.

3. Restauración

La restauración ecológica es necesaria cuando el ecosistema degradado no puede auto-repararse: se define como «*el proceso de ayudar a la recuperación de un ecosistema degradado, dañado o destruido.*»¹⁹⁷ El objetivo principal de la restauración es restablecer procesos y funciones ecológicas que sean resistentes y adaptables al cambio y que proporcionen servicios ecosistémicos importantes. La restauración mejora la estabilidad y la condición del suelo, la calidad de las aguas superficiales y subterráneas y los valores del hábitat y la biodiversidad; aumenta la estabilidad micro y global del clima y proporciona amenidad y beneficios culturales y recreativos a las personas.¹⁹⁸ Los enfoques integrados de paisaje para la restauración de los recursos de tierra y agua brindan oportunidades para una mayor aceptación, minimizando las incompatibilidades y aprovechando las sinergias entre la producción de alimentos y maderera y el suministro de agua, la conservación de la biodiversidad, el suministro de otros servicios ecosistémicos y el alivio de la pobreza.¹⁹⁹

La restauración de las tierras degradadas también mejorará el flujo de muchos otros servicios ecosistémicos, conservando y mejorando la condición del capital natural.²⁰⁰ La restauración ecológica también puede proporcionar beneficios económicos.²⁰¹ Una estimación reciente es que la restauración de los ecosistemas de pastizales podría proporcionar una relación costes beneficios de hasta 1:35 si se tiene en cuenta el valor monetario del flujo de servicios ecosistémicos adicionales prestados.²⁰² Además, los beneficios en materia de empleo y las mejoras producidas por la restauración son una parte valiosa de las economías nacionales. Por ejemplo, el sector de la restauración ecológica en Estados Unidos genera directamente cerca de 126 000 puestos de trabajo y 9500 millones de dólares en gastos anuales, y otros 95000 puestos de trabajo y 15 000 millones de dólares de gastos anuales indirectamente.²⁰³

Muchos ecosistemas ya están en una etapa en la que la supervivencia a largo plazo de las especies y el funcionamiento de los ecosistemas están en peligro y se requiere urgentemente una restauración.²⁰⁴ Por ejemplo, algunas de las ecorregiones forestales más importantes del mundo han perdido por lo menos el 85 por ciento de sus bosques, a veces quedando tan sólo entre un 1 y un 2 por ciento restante.²⁰⁵

La restauración no es generalmente una cuestión de restablecer un ecosistema histórico bien conocido. La amplia modificación de los ecosistemas, en combinación con un cambio global acelerado, conducirá probablemente a la emergencia de ecosistemas novedosos e híbridos, especialmente en los paisajes que han experimentado mayores grados de degradación y, por tanto, son menos resilientes a los cambios rápidos.²⁰⁶ Por tanto, puede ser poco realista intentar restaurar paisajes aspirando volver al estado anterior a la perturbación;²⁰⁷ además, puede que no exista un ecosistema de referencia adecuado para guiar la restauración.

La restauración tendrá que considerar las trayectorias futuras del clima, el uso de la tierra, el cambio demográfico y socioeconómico y los cambios en la distribución de las especies. Por ejemplo, las semillas que se obtienen para la restauración deben ser tomadas de especies adecuadas para los futuros climas proyectados en el sitio de restauración, combinadas con semillas de procedencia local.²⁰⁸ La restauración tendrá que estar más en sintonía con las múltiples funciones de los paisajes²⁰⁹ con el fin de satisfacer las necesidades de los ecosistemas y paisajes para poder suministrar múltiples servicios ecosistémicos,²¹⁰ incluyendo una amplia gama de valores culturales y sociales.²¹¹ Además, los programas de restauración exitosos, como

Cuadro 9.6: Importante recuperación forestal en Corea del Sur

Hace treinta y cinco años, Corea del Sur tenía un PIB no muy diferente de Kenia o Tanzania. Hoy en día, el salario medio es casi igual al de Australia. En tan solo una generación, Corea del Sur ha alcanzado un puesto entre las naciones más ricas del mundo. El enorme esfuerzo invertido en la restauración ecológica es una de las razones de este éxito. El país sufrió una degradación ambiental devastadora durante la Segunda Guerra Mundial y la posterior guerra civil, dejando a la ecología en una situación crítica; la mayoría de los bosques desaparecieron como resultado de los conflictos y la recolección de leña. Desde entonces, el gobierno coreano ha emprendido uno de los programas de recuperación forestal más espectaculares de la historia,²²¹ reforestando 2,8 millones de hectáreas e incrementando el volumen de madera en crecimiento 12 veces,²²² por lo que una gran parte de la superficie del país se encuentra ahora cubierta de bosques en pleno crecimiento. Corea ha desarrollado un sistema de áreas protegidas que abarca 16 000 km² y goza de enorme popularidad en una sociedad muy urbanizada; en 2007, los parques nacionales recibieron 38 millones de visitantes, de los cuales el 99 por ciento eran del propio país.²²³

las 300 000 hectáreas de bosques de acacias y miombo restauradas en la región de Shinyanga, en Tanzania, son llevados a cabo por mucho más que la experiencia técnica, y el éxito es facilitado por una mezcla compleja de personalidades, políticas de apoyo y cuestiones relacionadas a las políticas de género, los conocimientos e instituciones tradicionales, y la participación.²¹² Cada caso es único y no existe un solo modelo para el éxito.

En los sistemas de producción ganadera sudafricanos, la restauración de diversos pastizales con valor de conservación benefició a los ingresos agrícolas a largo plazo al aumentar los rendimientos del heno.²¹³ Además, los beneficios económicos potenciales de otros servicios ecosistémicos en el área restaurada superan en una proporción de 7:1 los beneficios del pastoreo intensivo.²¹⁴

Una característica visible en muchos paisajes es el abandono de tierras agrícolas menos productivas y marginales. Se estima que las tierras agrícolas de baja productividad²¹⁶ y marginales, caracterizadas por los bajos insumos de agroquímicos, bajos niveles de mecanización y alta dependencia del trabajo manual, comprenden el 60 por ciento de las

tierras de cultivo a nivel mundial. Los factores de abandono son el envejecimiento y la disminución de las poblaciones rurales, la mecanización, la lejanía de los mercados y el aumento de la productividad de la agricultura en otros lugares; las poblaciones rurales de toda Europa han disminuido en un 17 por ciento desde 1961, con algunas en las zonas rurales montañosas de la región mediterránea disminuyendo en más del 50 por ciento.²¹⁷

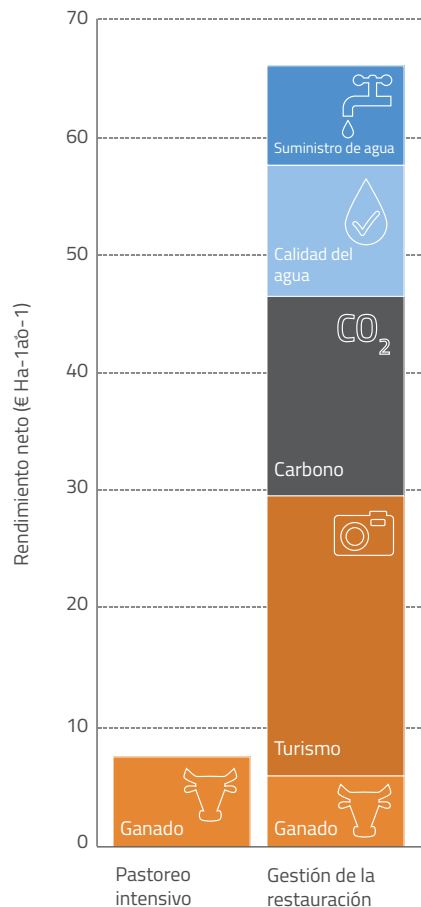
Una opción es permitir que estas tierras abandonadas «vuelvan a ser silvestres» mediante una ayuda pasiva a la regeneración natural de bosques y otros hábitats naturales, eliminando gradualmente el control e influencia humana.²¹⁸ El abandono no se limita a los países más ricos: más de 360 000 km² de las tierras abandonadas en América Latina y el Caribe fueron reforestadas naturalmente entre 2001 y 2010.²¹⁹ El «retorno a la vida silvestre» no es un tema sin controversia. Los paisajes agrícolas europeos poseen importantes valores culturales e históricos²²⁰ y algunas personas muestran resistencia a los paisajes silvestres en parte debido a su vinculación con el aumento de poblaciones de grandes carnívoros. Un enfoque equilibrado de la planificación del paisaje, que incluye la tierra retornada a la vida silvestre como parte de los paisajes agrícolas multifuncionales, proporcionará múltiples servicios ecosistémicos y será más probable que sea aceptado por la sociedad.

CONCLUSIÓN: ENFOQUES DE PAISAJE

Estos tres elementos –la conservación, la gestión sostenible y la restauración– son partes integrantes de un único marco de gestión coherente, comúnmente conocido como el enfoque de paisaje definido como: *Un marco conceptual en el que las partes interesadas en un paisaje tratan de conciliar objetivos sociales, económicos y ambientales contrapuestos.*²²⁴

Para operar en una escala relativamente grande, con lo que inevitablemente será una amplia gama de intereses contrapuestos, en su núcleo el enfoque de paisaje implica la negociación de concesiones entre las diferentes partes interesadas. Garantizar que la conservación de la biodiversidad y la protección de una serie de servicios ecosistémicos perduren frente a intereses más estrechos y personales requiere un compromiso a largo plazo, un liderazgo fuerte y localmente arraigado, políticas y orientación claras y la provisión de un financiamiento adecuado mediante donaciones, dinero público e inversiones privadas.

Figura 9.1: Restauración de tierras de pastoreo en Sudáfrica: Adaptado de ²¹⁴



Cuadro 9.7: Elementos y catalizadores del enfoque de paisaje²²⁵

1. Las partes interesadas se reúnen para el diálogo y la acción en una plataforma de múltiples interesados.
2. Ellos inician un proceso sistemático para intercambiar información y discutir perspectivas procurando alcanzar un entendimiento compartido de las condiciones del paisaje, los desafíos y las oportunidades.
3. Esto permite que un liderazgo y planificación basados en la colaboración desarrollen un plan de acción sistémico acordado y a largo plazo .
4. A continuación, las partes interesadas aplican el plan con cuidado para mantener los compromisos de colaboración.
5. Las partes interesadas también llevan a cabo una supervisión de la gestión adaptativa y la rendición de cuentas, que es introducido en las próximas rondas de diálogo, intercambio de conocimientos y el diseño de una nueva acción colaborativa.
6. El éxito se ve catalizado por la buena gobernanza, la planificación a largo plazo y el acceso a una financiación y mercados adecuados y sostenibles, todos ellos presentados en la tercera parte de esta *Perspectiva*.



© Jewel Chakma

REFERENCIAS

- 1 Wilson, E.O. (ed.) 1988. *Biodiversity*. National Academy Press, Washington, DC.
- 2 FAO. 2015. Revised World Soil Charter. Retrieved from http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/GSP/docs/ITPS_Pillars/annexVII_WSC.pdf, accessed May 10, 2017.
- 3 FAO and ITPS. 2015. Status of the World's Soil Resources (SWSR) – Main Report. FAO and Intergovernmental Technical Panel on Soils, Rome.
- 4 Barbier, E. and Hochard, J. 2016. Does land degradation increase poverty in developing countries? *PLoS ONE* **11**: 12–15.
- 5 Davies, J. 2017. The business case for soil. *Nature* **543**: 309–311.
- 6 The World Bank. 2012. *Carbon Sequestration in Agricultural Soils*. Washington, DC.
- 7 Smith, P., Cotrufo, M.F., Rumpel, C., Paustian, K., Kuikman, P.J., et al. 2015. Biogeochemical cycles and biodiversity as key drivers of ecosystem services provided by soils. *SOIL* **1**: 665–685.
- 8 Definition of soil from glossary of the Soil Science Society of America: <https://www.soils.org/publications/soils-glossary/> accessed April 12, 2017.
- 9 FAO and ITPS. 2015. Op. cit.
- 10 Orgiazzi, A., Bardgett, R.D., Barrios, E., Behan-Pelletier, V., Briones, M.J.I., et al. (eds.) 2016. *Global Soil Biodiversity Atlas*. European Commission, Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- 11 Montgomery, D. 2007. Soil erosion and agricultural sustainability. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **104**: 13268–13272.
- 12 FAO and ITPS. 2015. Op. cit.
- 13 Ravi, S., D'Odorico, P., Breshears, D.D., Field, J.P., Goudie, A.S., et al. 2011. Aeolian processes and the biosphere. *Reviews of Geophysics*, **449** (3): RG 3001.
- 14 FAO and ITPS. 2015. Op. cit.
- 15 Ibid.
- 16 Don, A., Schumacher, J., and Freibauer, A. 2011. Impact of tropical land-use change on soil organic carbon stocks—a meta-analysis. *Global Change Biology* **17**: 1658–1670.
- 17 Guo, L.B. and Gifford, R.M. 2002. Soil carbon stocks and land use change: A meta-analysis. *Global Change Biology* **8** (4): 345–360.
- 18 Berenguer, E., Ferreira, J., Gardner, T.A., Oliveira Cruz Aragão, L.E., et al. 2014. A large-scale field assessment of carbon stocks in human-modified tropical forests. *Global Environmental Change* **20**: 3713–3726.
- 19 Stockmann, U., Padarian, J., McBratney, A., Minasny, B., de Brogniez, D., et al. 2015. Global soil organic carbon assessment. *Global Food Security* **6**: 9–16.
- 20 Don, A., Schumacher, J., and Freibauer, A. 2011. Op. cit.
- 21 Paeplau, C., Don, A., Vesterdal, L., Leifeld, J., Van Wesemael, B., et al. 2011. Temporal dynamics of soil organic carbon after land-use change in the temperate zone—Carbon response functions as a model approach. *Global Change Biology* **17**: 2415–2427.
- 22 Ibid.
- 23 West, P.C., Gibbs, H.K., Monfreda, C., Wagner, J., Barford, C.C., et al. 2010. Trading carbon for food: Global comparison of carbon stocks vs. crop yields on agricultural land. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **107**: 19645–19648.
- 24 Bailey, K.L. and Lazarovits, G. 2003. Suppressing soil-borne diseases with residue management and organic amendments. *Soil and Tillage Research* **72** (2): 169–180.
- 25 Nave, L.E., Vance, E.D., Swanston, C.W., and Curtis, P.S. 2011. Fire effects on temperate forest soil C and N storage. *Ecological Applications* **21**: 1189–1201.
- 26 Hooijer, A., Page, S., Canadell, J.G., Silvius, M., Kwadijk, J., et al. 2010. Current and future CO₂ emissions from drained peatlands in Southeast Asia. *Biogeosciences* **7**: 1505–1514.
- 27 Tubiello, F.N., Biancalani, R., Salvatore, M., Rossi, S., and Conchedda, G. 2016. A worldwide assessment of greenhouse gas emissions from drained organic soils. *Sustainability* **8**: 371.
- 28 Joosten, H. 2010. The Global Peatland CO₂ Picture. Peatland status and drainage related emissions in all countries of the world. *Wetlands International*.
- 29 Bouwman, L., Goldewijk, K.K., Van Der Hoek, K.W., Beusen, A.H.W., Van Vuuren, D.P., et al. 2013. Exploring global changes in nitrogen and phosphorus cycles in agriculture induced by livestock production over the 1900–1950 period. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **110**: 20882–20887.
- 30 Tan, Z.X., Lal, R., and Wiebe, K. D. 2005. Global soil nutrient depletion and yield reduction. *Journal of Sustainable Agriculture* **26**, 123–146.
- 31 Metternicht, G.I. and Zinck, J.A. 2003. Remote sensing of soil salinity: Potentials and constraints. *Remote Sensing of Environment* **85**: 1–20.
- 32 Qadir, M., Quillerou, E., Nangia, V., Murtaza, G., Singh, M., et al. 2014. Economics of salt-induced land degradation and restoration. *Natural Resources Forum* **28**: 282–295.
- 33 Wagg, C., Bender, S.F., Widmer, F., and van der Heijden, M.G.A. 2014. Soil biodiversity and soil community composition determine ecosystem multifunctionality. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **11** (14): 5266–5270.
- 34 Bardgett, R.D. and van der Putten, W.H. 2014. Belowground biodiversity and ecosystem functioning. *Nature* **515**: 505–511.
- 35 Orgiazzi, A., Bardgett, R.D., Barrios, E., Behan-Pelletier, V., Briones, M.J.I., et al. (eds.) 2016. *Global Soil Biodiversity Atlas*. European Commission, Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- 36 FAO and ITPS. 2015. Op. cit.
- 37 Wolters, V., Silver, W., Coleman, D.C., Lavelle, P., Van der Putten, W.H., et al. 2000. Global change effects on above- and belowground biodiversity in terrestrial ecosystems: Interactions and implications for ecosystem functioning. *Bioscience*, **50**: 1089–1098.
- 38 Brussaard, L., de Ruiter, P.C., and Brown, G.G. 2007. Soil biodiversity for agricultural sustainability. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **121**: 233–244.
- 39 Hooper, D.U., Dangerfield, J.M., Brussaard, L., Wall, D.H., Wardle, D.A., et al. 2000. Interactions between above and belowground biodiversity in terrestrial ecosystems, patterns, mechanisms, and feedbacks. *Bioscience* **50**: 1049–1061.
- 43 Pierzynski, G.M., Sims, J.T., and Vance, G.F. 2005. *Soils and Environmental Quality*, Third Edition. Taylor and Francis, Boca Raton, FL, USA.
- 44 Joint Research Center. 2014. Progress in the management of contaminated sites in Europe. Reference report by the Joint Research Centre of the European Commission.
- 45 Office of Land and Emergency Management. 2014. Protection and Restoring Land, Making a visible difference in communities, OSWER FY14 End of Year Accomplishments Report, Executive Summary.
- 46 United States Environmental Protection Agency. 2016. <https://www.epa.gov/superfund>, accessed May 10, 2017.
- 47 von Uexküll, H.R. and Mutert, E. 1995. Global extent, development and economic impact of acid soils. *Plant and Soil* **171**: 1–15.
- 48 Kochian, L.V., Piñeros, M.A., Liu, J., and Magalhaes, J.V. 2015. Plant adaptation to acid soils: The molecular basis for crop aluminum resistance. *Annual Review of Plant Biology* **66**: 571–598.
- 49 Hartge, K.H., and Horn, R. 2016. *Essential Soil Physics*. Schweizerbart Science Publ. ISBN: 978-3-510-65339-3
- 50 Verbist, K., Cornelis, W. M., Schiettecatte, W., Oltenfreiter, G., Van Meirvenne, M., & Gabriels, D. 2007. The influence of a compacted plow sole on saturation excess runoff. *Soil and Tillage Research*, **96**: 292–302.
- 51 Horn, R. 2011. Management effects on soil properties and functions. 447–455. In: Glinski, J., Horabik, J., and Lipiec, J. (eds.) *Encyclopedia of Agrophysics*. Springer Verlag, Dordrecht.
- 52 Riggert, R., Fleige, F., Kietz, B., Gaertig, T., and Horn, R. 2016. Stress distribution under forestry machinery and consequences for soil stability. *Soil Science Society of America Journal* **80** (1): 38–47.
- 53 Krümmelbein, J., Horn, R., and Pagliai, M. 2013. Soil degradation. *Advances in Geocology* **42**. ISBN: 978-3-923381-59-3.
- 54 Dörner, J. and Horn, R. 2006. Anisotropy of pore functions in structured stagnicluvisols in the weichselian moraine region in Northern Germany. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* **169**: 213–220.
- 55 Beylich, A., Oberholzer, H.R., Schrader, S., Höpfer, H., and Wilke, B.M. 2010. Evaluation of soil compaction effects on soil biota and soil biological processes in soils. *Soil and Tillage Research* **109** (2): 133–143.
- 56 Duttman, R., Schwanebeck, M., Nolde, M., and Horn, R. 2014. Predicting soil compaction risks related to field traffic during silage maize harvest. *Soil Science Society of America Journal* **78** (2): 408–421.

- 57 Haas, C., Halthusen, D., Mordhorst, A., Lipiec, J., and Horn, R. 2016. Elastic and plastic soil deformation and its influence on emission of greenhouse gases. *International Agrophysics* **30**: 173-184.
- 58 Derpsch, R., Friedrich, T., Kassam, A., and Hongwen, L. 2010. Current status of adoption of no-till farming in the world and some of its main benefits. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering* **3** (1), 1-25.
- 59 Darwish, T., Faour, G., and Khawlie, M. 2004. Assessing soil degradation by land use-cover change in coastal Lebanon. *Lebanese Science Journal* **5** (N1) 45-59.
- 60 Amundson, R., Berhe, A.A., Hopmans, J.W., Olson, C., Sztein, A.E., et al. 2015. Soil and human security in the 21st century. *Science* **348** (6235): 1261071-1261071.
- 61 Gadgil, M. and Guha, R. 1992. *This Fissured Land: An ecological history of India*. Oxford University Press. New Delhi.
- 62 Dudley, N., Schlaepfer, R., Jackson, W., Jeanrenaud, J.P., and Stolton, S. 2006. *Forest Quality: Assessing forests at a landscape scale*. Earthscan, London.
- 63 Pan, Y., Birdsey, R.A., Fang, J., Houghton, R., Kauppi, P.E., et al. 2011. A large and persistent carbon sink in the world's forests. *Science* **333**: 988-993.
- 64 Lanly, J.P. 1982. *Tropical forest resource*, FAO Forestry Paper No. 30. FAO, Rome.
- 65 Keenan, R.J., Reams, G.A., Achard, F., de Freitas, J.V., Grainger, A., et al. 2015. Dynamics of global forest area: Results from the FAO Global Forest Resources Assessment 2015. *Forest Ecology and Management* **352**: 9-20.
- 66 Sloan, S. and Sayer, J.A. 2015. Forest Resource Assessment of 2015 shows positive trends but forest loss and degradation persist in poor tropical countries. *Forest Ecology and Management* **352**: 134-145.
- 67 Haddad, N.M., Brudvig, L.A., Clobert, J., Davies, K.F., Gonzalez, A., et al. 2015. Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. *Science Advances* **1** (2) e1500052.
- 68 Taylor, R., Dudley, N., Stolton, S., and Shapiro, A. 2015. Deforestation fronts: 11 places where most forest loss is projected between 2010 and 2030. XIV World Forestry Congress, Durban South Africa, 7-11 September 2015.
- 69 Ceballos, G. and Garcia, A. 1995. Conserving neotropical biodiversity: The role of dry forests in western Mexico. *Conservation Biology* **9** (6): 1349-1353.
- 70 The Nature Conservancy, Fundación Vida Silvestre Argentina, Fundación para el Desarrollo Sustentable del Chaco and Wildlife Conservation Society Bolivia. 2005. *Evaluación Ecorregional del Gran Chaco Americano / Gran Chaco Americano Ecoregional Assessment*, Fundación Vida Silvestre Argentina, Buenos Aires.
- 71 Ibid.
- 72 Hansen, M.C., Potapov, P.V., Moore, R., Hancher, M., Turubanova, A., et al. 2013. High-resolution global maps of 21st-century forest cover change. *Science* **342** (6160): 850-853.
- 73 Information prepared by Asociación Guayra Paraguay, with support from Iniciativa Redes Chaco – AVINA, Alianza Ecosistemas and the Programa WCS-USAID «Ka'aguy Reta: Bosques y Desarrollo.»
- 74 Monitoreo Ambiental del Chaco Sudamericano, Guayra Paraguay 2012; and Romero, S. 2012. Vast tracts of Paraguay forest being replaced by ranches, *New York Times*, March 24, 2012.
- 75 Gaspari, N.I. and Grau, H.R. 2009. Deforestation and fragmentation of Chaco dry forest in NW Argentina (1972-2007). *Forest Ecology and Management* **258**: 913-921.
- 76 Semino, S., Rulli, J., and Joensen, L. 2006. Paraguay Sojero: Soy expansion and its violent attack on local and indigenous communities in Paraguay: Repression and resistance. *Grupo de Reflexión Rural, Argentina*.
- 77 Steininger, M.K., Tucker, C.J., Ersts, P., Killeen, T.J., Villegas, Z., et al. 2002. Clearance and fragmentation of tropical deciduous forests in the Tierras Bajas, Santa Cruz, Bolivia. *Conservation Biology* **15** (4): 856-866.
- 78 Killeen, T.J., Calderon, V., Soria, L., Quezada, B., Steininger, M.K., et al. 2007. Thirty years of land-cover change in Bolivia. *Ambio* **36** (7): 600-606.
- 79 Dudley, N. and Stolton, S. 2003. *Biological Diversity, Tree Species Composition and Environmental Protection in Regional FRA-2000*. Geneva Timber and Forest Discussion Paper 33, UNECE and FAO, Geneva.
- 80 Pyne, S. 1994. Maintaining focus: An introduction to anthropogenic fire. *Chemosphere* **29** (5): 889-911.
- 81 Milchunas, D.G., Sala, O.E., and Lauenroth, W.K. 1988. A generalized model of the effects of grazing by large herbivores on grassland community structure. *The American Naturalist* **132** (1): 87-106.
- 82 Musil, C.F., Milton, S.J., and Davis, G.W. 2005. The threat of alien invasive grasses to lowland Cape floral diversity: An empirical appraisal of the effectiveness of practical control strategies. *South African Journal of Science* **101**: 337-344.
- 83 McLaughlin, A. and Mineau, P. 1995. The impact of agricultural practices on biodiversity. *Agriculture, Ecosystems and the Environment* **55** (3): 201-212.
- 84 D'Antonio, C.M. and Vitousek, P.M. 1992. Biological invasions by exotic grasses, the grass/fire cycle, and global change. *Annual Review of Ecological Systematics* **23**: 63-87.
- 85 Bobbink, R., Hornung, M., and Roelofs, J.G.M. 1998. The effects of air-borne nitrogen pollutants on species diversity in natural and semi-natural European vegetation. *Journal of Ecology* **86**: 717-738.
- 86 Hansen, M.C., Stehman, S.V., and Potapov, P.V. 2010. Quantification of global gross forest cover loss. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **107** (19): 8650-8655.
- 87 Gilroy, J.J., Prescott, G.W., Cardenas, J.S., González del Pliego Castañeda, P., Sánchez, A., et al. 2015. Minimizing the biodiversity impact of Neotropical oil palm development. *Global Change Biology* **21** (4): 1531-1540.
- 88 International Trade Centre. 2011. *Cotton and Climate Change: Impacts and Options to Mitigate and Adapt*. Geneva.
- 89 Fahey, B. and Jackson, R. 1997. Hydrological impacts of converting native forests and grasslands to pine plantations, South Island, New Zealand. *Agricultural and Forest Meteorology* **84**: 69-82.
- 90 Fargione, J.E., Cooper, T.R., Flaspohler, D.J., Hill, J., Lehman, C., et al. 2009. Bioenergy and wildlife: Threats and opportunities for grassland conservation. *Bioscience* **59**: 767-777.
- 91 Paruelo, J.M., Guerschman, J.P., Piñeiro, G., Jobbágy, E.G., Verón, S.R., et al. 2006. Cambios en el uso de la tierra en Argentina y Uruguay: Marcos conceptuales para su análisis. *Agrociencia*, **47**: 47-61.
- 92 Schrag, A.M. and Olimb, S. 2012. Threats assessment for the Northern Great Plains Ecoregion. WWF US, Bozeman, Montana.
- 93 Biggs, R., Simons, H., Bakkenes, M., Scholes, R.J., Eickhout, B., et al. 2008. Scenarios of biodiversity loss in southern Africa in the 21st century. *Global Environmental Change* **18**: 296-309.
- 94 Chuluun, T. and Ojima, D. 2002. Land use change and carbon cycle in arid and semi-arid lands of East and Central Asia. *Science in China* **45** (supplement): 48-54.
- 95 Williams, N.S.G., McDonnell, M.J., and Seagar, E.J. 2005. Factors influencing the loss of an endangered ecosystem in an urbanising landscape: A case study of native grasslands from Melbourne, Australia. *Landscape and Urban Planning* **7**: 35-49.
- 96 Stoaite, C., Báldi, A., Beja, P., Boatman, N.D., Herzon, I., et al. 2009. Ecological impacts of early 21st century agricultural change in Europe – A review. *Journal of Environmental Management* **91**: 22-46.
- 97 Faber-Langendoen, D. and Josse, C. 2010. *World Grasslands and Biodiversity Patterns*. NatureServe, Arlington, VA, USA.
- 98 Dixon, A.P., Faber-Langendoen, D., Josse, C., Morrison, J., and Loucks, C.J. 2014. Distribution mapping of world grassland types. *Journal of Biogeography* **41** (11): 2003-2019.
- 99 Brown, E., Dudley, N., Lindhe, A., Muhtaman, D.R., Stewart, C., et al. (eds.) 2013. *Common guidance for the identification of High Conservation Values*. HCV Resource Network, Oxford.
- 100 Bilenca, D. and Miñarro, F. 2004. Identificación de Areas Valiosas de Pastizal (AVPs) en las pampas y campos de Argentina, Uruguay y Sur de Brasil. *Fundacion Silvestre, Buenos Aires, Argentina*.
- 101 Veldman, J.W., Overbeck, G.E., Negreiros, D., Mahy, G., Le Stradic, S., et al. 2015. Where tree planting and forest expansion are bad for biodiversity and ecosystem services. *BioScience* **65**: 1011-1018.
- 102 White, R.P., Murray, S., and Rohweder, M. 2000. *Grassland Ecosystems, Pilot Analysis of Global Ecosystems (PAGE)*. World Resources Institute, Washington, DC.
- 103 Henwood, W.D. 2010. Towards a strategy for the conservation and protection of the world's temperate grasslands. *Great Plains Research* **20**: 121-134.
- 104 Juffe-Bignoli, D., Burgess, N.D., Bingham, H., Belle, E.M.S., de Lima, M.G., et al. 2014. *Protected Planet Report 2014*. UNEP-WCMC, Cambridge, UK.

- 105** Veldman, J.W., Overbeck, G.E., Negreiros, D., Mahy, G. Le Stradic, S., et al. 2015. Op. cit.
- 106** Gibbs, H.K., Rausch, L., Munger, J., Schelly, I., Morton, D.C., et al. 2015. The soy moratorium: Supply-chain governance is needed to avoid deforestation. *Science* **347** (6220): 377-378.
- 107** McAlpine, C.A., Fearnside, P.M., Seabrook, L., and Laurance, W.F. 2009. Increasing world consumption of beef as a driver of regional and global change: A call for policy action based on evidence from Queensland (Australia), Colombia and Brazil. *Global Environmental Change* **19**: 21-33.
- 108** White, R.P., Murray, S., and Rohweder, M. 2000. Op. cit.
- 109** Blench, R. and Sommer, F. 1999. Understanding Rangeland Biodiversity. Working Paper number 121, Overseas Development Institute, London.
- 110** Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M., et al. 2006. *Livestock's Long Shadow: Environmental issues and options*. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome.
- 111** Pykälä, J., Luoto, M., Heikinen, R.K., and Kontula, T. 2005. Plant species richness and persistence of rare plants in abandoned semi-natural grasslands in northern Europe. *Basic and Applied Ecology* **6** (1): 25-33.
- 112** Norton, D.A., Espie, P.R., Murray, W., and Murray, J. 2006. Influence of pastoral management on plant diversity in a depleted short tussock grassland, Mackenzie Basin. *New Zealand Journal of Ecology* **33** (3): 335-344.
- 113** Altesor, A., Oesterheld, M., Leoni, E., Lezama, F., and Rodríguez, C. 2005. Effect of grazing on community structure and productivity of a Uruguayan grassland. *Plant Ecology* **179** (1): 83-91.
- 114** Dudgeon, D., Arthington, A.H., Gessner, M.O., Kawabata, Z.I., Knowler, D.J., et al. 2005. Freshwater biodiversity: Importance, threats, status and conservation challenges. *Biological Reviews* **81**: 162-182.
- 115** Strayer, D.L. and Dudgeon, D. 2010. Freshwater biodiversity conservation: Recent progress and future challenges. *Journal of the North American Benthological Society* **29**: 344-358.
- 116** Mauerhofer, V., Kim, R.E., and Stevens, C. 2015. When implementation works: A comparison of Ramsar Convention implementation in different continents. *Environmental Science and Policy* **51**: 95-105.
- 117** Davidson, N. 2014. How much wetland has the world lost? Long-term and recent trends in global wetland area. *Marine and Freshwater Research* **65**: 934-941.
- 118** Gardner, R.C., Barchiesi, S., Beltrame, C., Finlayson, C.M., Galewski, T., et al. 2015. State of the World's Wetlands and their Services to People: A compilation of recent analyses. Ramsar Convention Briefing Note 7. Ramsar Convention Secretariat, Gland, Switzerland.
- 119** Green, P.A., Vörösmarty, C.J., Harrison, I., Farrell, T., Sáenz, L., et al. 2015. Freshwater ecosystem services supporting humans: Pivoting from water crisis to water solutions. *Global Environmental Change* **34**: 108-118.
- 120** Dixon, M.J.R., Loh, J., Davidson, N.C., Beltrame, C., Freeman, R., et al. 2016. Tracking global change in ecosystem area: The Wetland Extent Trends index. *Biological Conservation* **193**: 27-35.
- 121** Darwall, W., Smith, K., Allen, D., Seddon, M., Mc Gregor Reid, G., et al. 2008. Freshwater biodiversity – a hidden resource under threat. In: Vié, J.-C., Hilton-Taylor, C., and Stuart, S.N. (eds.) *The 2008 Review of The IUCN Red List of Threatened Species*. IUCN, Gland, Switzerland.
- 122** Smith, K.G., Barrios, V., Darwall, W.R.T., and Numa, C. (eds.) 2014. *The Status and Distribution of Freshwater Biodiversity in the Eastern Mediterranean*. IUCN, Cambridge, UK, Malaga, Spain and Gland, Switzerland.
- 123** Frenken, K. (ed.) 2009. *Irrigation in the Middle East region in figures*. AQUASTAT Survey – 2008. FAO Water Reports number 34, Rome, Italy.
- 124** Voss, K.A., Famiglietti, J.S., Lo, M., Linage, C., Rodell, M., et al. 2013. Groundwater depletion in the Middle East from GRACE with implications for transboundary water management in the Tigris-Euphrates-Western Iran region. *Water Resources Research* **49** (2):904-914. Quoted in Smith, K.G., Barrios, V., Darwall, W.R.T., and Numa, C. (eds.) 2014. Op. cit.
- 125** Grill, G., Lehner, B., Lumsdon, A.E., MacDonald, G.K., Zarfl, C., et al. 2015. An index-based framework for assessing patterns and trends in river fragmentation and flow regulation by global dams at multiple scales. *Environmental Research Letters* **10** (1): 015001 1-15.
- 126** Zarfl, C., Lumsdon, A.E., Berlekamp, J., Tydecks, L., and Tockner, K. 2015. A global boom in hydropower dam construction. *Aquatic Sciences* **77**: 161-170.
- 127** Barthem, R. and Goulding, M. 1997. *The catfish connection: Ecology, migration and conservation of Amazon predators*. Columbia University Press, New York.
- 128** Finer, M. and Jenkins, C.N. 2012. Proliferation of hydroelectric dams in the Andean Amazon and implications for Andes-Amazon connectivity. *PLOS One* **7** (4): 335126.
- 129** Almeida, O., Lorenzen, K., and McGrath, D. 2003. The commercial fishing sector in the regional economy of the Brazilian Amazon. The Second International Symposium on the Management of Large Rivers for Fisheries, February 11-14, 2003, Phnom Penh, Cambodia.
- 130** O'Connor, J.E., Duda, J.J., and Grant, G.E. 2015. 1000 dams down and counting. *Science* **348** (6234): 496-497.
- 131** Marris, E. 2011. *Rambunctious Garden: Saving nature in a post-wild world*. Bloomsbury USA, New York.
- 132** Ceballos, G., Ehrlich, P.R., Barnosky, A.D., García, A., Pringle, R.M., et al. 2015. Accelerated modern human-induced species losses: Entering the sixth mass extinction. *Science Advances* **1**: 5.
- 133** Pimm, S.L., Jenkins, C.N., Abel, R., Brooks, T.M., Gittleman, J.L., et al. 2014. The biodiversity of species and their rates of extinction, distribution and protection. *Science* **344** (6187): 987.
- 134** Newbold, T., Hudson, L.N., Arnell, A.P., Contu, S., De Palma, A., et al. 2016. Has land use pushed terrestrial biodiversity beyond the planetary boundary? A global assessment. *Science* **353** (6296): 288-291.
- 135** Oliver, T.H. 2016. How much biodiversity loss is too much? *Science* **353** (6296): 220-221.
- 136** WWF. 2016. *Living Planet Report 2016. Risk and resilience in a new era*. WWF International, Gland, Switzerland.
- 137** Collen, B., McRae, L., Deinet, S., De Palma, A., Carranza, T., et al. 2011. Predicting how populations decline to extinction. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* **366** (1577): 2577-2586.
- 138** Baillie, J.E.M., Griffiths, J., Turvey, S.T., Loh, J., and Collen, B. 2010. *Evolution Lost: Status and Trends of the World's Vertebrates*. Zoological Society of London, London; and Hoffmann, M., Hilton-Taylor, C., Angulo, A., Boehm, M., Brooks, T.M., et al. 2010. The impact of conservation on the status of the world's vertebrates. *Science* **330** (6010): 1503-1509.
- 139** Rao, M. and Larsen, T. 2010. Ecological consequences of extinction. *Lessons in Conservation*: 5-53.
- 140** Estes, J.A., Terborgh, J., Brashares, M.E., Power, M.E., Berger, J., et al. 2011. Trophic downgrading of Planet Earth. *Science* **333**: 301-306.
- 141** Reich, P.B., Tilman, D., Isbell, F., Mueller, K., Hobbie, S.E., et al. 2012. Impacts of biodiversity loss escalate through time as redundancy fades. *Science* **336**: 589-592.
- 142** Hooper, D.U., Adair, E.C., Cardinale, B.J., Byrnes, J.E.K., Hungate, B.A., et al. 2012. A global synthesis reveals biodiversity loss as a major driver of ecosystem change. *Nature* **486** (7401): 105-108.
- 143** Ellis, E.C., Klein Goldewijk, K., Siebert, S., Lightman, D., and Ramankutty, N. 2010. Anthropogenic transformation of the biomes, 1700 to 2000. *Global Ecology and Biogeography* **19** (5): 589-606.
- 144** Millennium Ecosystem Assessment. 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis*. World Resources Institute, Washington, DC.
- 145** Crosby, A. 1986. *Ecological Imperialism: The biological expansion of Europe, 900-1900*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- 146** Watson, J.E.M., Shanahan, D.F., Di Moreno, M., Allan, J., Laurance, W.F., et al. 2016. Catastrophic declines in wilderness areas undermine global environment targets. *Current Biology* **26**: 1-6.
- 147** Butchart, S.H.M., Walpole, M., Collen, B., van Strien, A., Scharlemann, J.P.W., et al. 2010. Global biodiversity: Indicators of recent declines. *Science* **328** (5982): 1164-1168.
- 148** de Carvalho, W. D., & Mustin, K. 2017. The highly threatened and little known Amazonian savannahs. *Nature Ecology & Evolution*, **1**, 0100.
- 149** Maretti, C.C., Riveros Salcedo, J.C., Hofstede, R., Oliveira, D., Charity, S., et al. 2014. State of the Amazon: Ecological Representation in Protected Areas and Indigenous Territories. WWF Living Amazon Initiative, Brasília and Quito.
- 150** Macedo, M. and Castello, L. 2015. *State of the Amazon: Freshwater Connectivity and Ecosystem Health*. WWF Living Amazon Initiative, Brasília, Brazil.
- 151** Hoorn, C. and Wesselingh, F. (eds.) 2011. *Amazonia, Landscape and Species Evolution: A Look into the Past*, John Wiley and Sons.
- 152** Macedo, M. and Castello, L. 2015. Op. cit.

- 153** Iriarte, V. and Marmontel, M. 2013. River dolphin (*Inia geoffrensis*, *Sotalia fluviatilis*) mortality events attributed to artisanal fisheries in the Western Brazilian Amazon. *Aquatic Mammals* **39** (1): 116-124.
- 154** Gomez-Salazar, C., Trujillo, F., Portocarrero, M., and Whitehead, H. 2012. Population density estimates and conservation of river dolphins (*Inia* and *Sotalia*) in the Amazon and Orinoco river basins. *Marine Mammal Science* **28** (1): 1748-1762.
- 155** Sayer, J., Sunderland, T., Ghazoul, J., Pfund, J. L., Sheil, D., et al. 2013. Ten principles for a landscape approach to reconciling agriculture, conservation, and other competing land uses. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **110** (21), 8349-8356.
- 156** Locke, H. 2013. Nature needs half: A necessary and hopeful new agenda for protected areas. *PARKS* **19** (2): 13-21.
- 157** Dudley, N. 2008. Guidelines for Applying Protected Area Management Categories. IUCN, Gland, Switzerland.
- 158** Ibid.
- 159** Chatterjee, S., Gokhale, Y., Malhotra, K.C., and Srivastava, S. 2004. Sacred groves in India: An overview. *Indira Gandhi Rashtriya Manav Sangrahalaya*, Bhopal.
- 160** McMillen, H.L., Ticktin, T., Friedlander, A., Jupiter, S.D., Thaman, R., et al. 2014. Small islands, valuable insights: Systems of customary resource use and resilience to climate change in the Pacific. *Ecology and Society* **19** (4): 44.
- 161** Khalil Suleiman, M., Saleh, W., Hashemi, M., and Bhat, N.R. (eds.) 2013. Proceedings of an International Workshop: Towards an Implementation Strategy for the Human Integrated Management Approach Governance System. Kuwait Institute for Scientific Research, Kuwait City.
- 162** Schama, S. 1995. *Landscape and Memory*. HarperCollins, London.
- 163** Dudley, N., Bhagwat, S., Higgins-Zogib, L., Lassen, B., Verschuuren, B., et al. 2010. Conservation of biodiversity in sacred natural sites in Asia and Africa: A review of scientific literature. In: Verschuuren, B., Wild, R., McNeely, J., and Oviedo, G. (eds.) *Sacred Natural Sites*. Earthscan, London: pp. 19-32.
- 164** UNEP-WCMC and IUCN. 2016. Protected Planet Report 2016. UNEP-WCMC and IUCN: Cambridge, UK and Gland, Switzerland.
- 165** Geldmann, J., Barnes, M., Coad, L., Craigie, I.D., Hockings, M., et al. 2013. Effectiveness of terrestrial protected areas in reducing habitat loss and population declines. *Biological Conservation* **161** (0): 230-238.
- 166** Dudley, N., Stolton, S., and Elliott, W. 2013. Wildlife crime poses unique challenges to protected areas. *PARKS* **19** (1): 7-12.
- 167** Mascia, M.B., Pailler, S., Krithivasan, R., Roschchanka, V., Burns, D., et al. 2014. Protected area downgrading, downsizing, and degazettement (PADDD) in Africa, Asia, and Latin America and the Caribbean, 1900–2010. *Biological Conservation* **169**: 355-361.
- 168** Brooke, C. 2008. Conservation and adaptation to climate change. *Conservation Biology* **22**: 1471-1476.
- 169** Stolton, S. and Dudley, N. (eds.) 2010. *Arguments for Protected Areas*. Earthscan, London.
- 170** Shahabuddin, G. and Rao, M. 2010. Do community-conserved areas effectively conserve biological diversity? Global insights and the Indian context. *Biological Conservation* **143**: 2926-2936.
- 171** Jonas, H., Barbuto, V., Jonas, H.C., Kothari, A., and Nelson, F. 2014. New steps of change: Looking beyond protected areas to consider other effective area based conservation measures. *PARKS* **20** (2): 111-128.
- 172** Woodley, S., Bertzy, B., Crawhall, N., Dudley, N., Miranda Londoño, J., et al. 2012. Meeting Aichi Target 11: What does success look like for protected area systems? *PARKS* **18** (1): 23-36.
- 173** Plieninger, T., van der Horst, D., Schleyer, C., and Bieling, C. 2014. Sustaining ecosystem services in cultural landscapes. *Ecology and Society* **19** (2): 59.
- 174** Kremen, C. 2015. Reframing the land-sparing/land-sharing debate for biodiversity conservation. *Annual New York Academy of Sciences* **1355** (1): 52-76.
- 175** Potts, J., Lynch, M., Wilkings, A., Huppé, G., Cunningham, M., et al. 2014. The State of Sustainability Initiatives Review 2014: Standards and the Green Economy. International Institute for Environment and Development, London.
- 176** MCPFE and UNECE/FAO. 2003. State of Europe's Forests 2003: The MCPFE Report on Sustainable Forest Management in Europe, Vienna and Geneva.
- 177** Kell, D. 2012. Large-scale sequestration of atmospheric carbon via plant roots in natural and agricultural ecosystems: Why and how. *Philosophical Transactions of the Royal Society, B*. **367**: 1589-1597.
- 178** Poeplau, C. and Don, A. 2015. Carbon sequestration in agricultural soils via cultivation of cover crops – A meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **200**: 33-41.
- 179** Burney, J.A., Davis, S.J., and Labelle, D.B. 2010. Greenhouse gas mitigation by agricultural intensification. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **107**: 12052-12057.
- 180** West, T.O. and Post, W.M. 2002. Soil organic carbon sequestration rates by tillage and crop rotation. *Soil Science Society of America Journal*, **66**: 1930-1940.
- 181** Pansak, W., Hilger, T.H., Dercon, G., Kongkaew, T., and Cadisch, G. 2008. Changes in the relationship between soil erosion and N loss pathways after establishing soil conservation systems in uplands of Northeast Thailand. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **128** (3): 167-176.
- 182** Agus, F. and dan Widianto. 2004. Practical guidelines for upland soil conservation (Petunjuk praktis konservasi tanah lahan kering). Bogor, World Agroforestry Centre (ICRAF) Southeast Asia.
- 183** Alvarez, C.R., Taboada, M.A., Gutierrez Boem, F.H., Bono, A., Fernandez, P.L., et al. 2009. Topsoil properties as affected by tillage systems in the Rolling Pampa region of Argentina. *Soil Science Society of America Journal* **73**: 1242-1250.
- 184** Fryrear, D.W. and Skidmore, E.L. 1985. Methods for controlling wind erosion. In: Follett, R.F. and Stewart, B.A. (eds.) *Soil Erosion and Crop Productivity*. CABI.
- 185** Amanullah, Khan, S.U., Iqbal, A., and Fahad, S. 2016. Growth and productivity response of hybrid rice to application of animal manures, plant residues and phosphorus. *Frontiers in Plant Sciences* **7**: 1440.
- 186** Branca, G., Lipper, L., McCarthy, N., and Jolejole, M.C. 2013. Food security, climate change, and sustainable land management. A review. *Agronomy for Sustainable Development* **33**: 635-650.
- 187** Derpsch, R., Friedrich, T., Kassam, A., and Hongwen, L. 2010. Op. cit.
- 188** Hammad, A. and Børresen, T. 2006. Socioeconomic factors affecting farmers' perceptions of land degradation and stonewall terraces in central Palestine. *Environmental Management* **37**: 380-394.
- 189** GWP Technical Committee. 2004. *Catalyzing Change: A handbook for developing integrated water resources management (IWRM) and water efficiency strategies*. Global Water Partnership, Stockholm.
- 190** <http://www.gwp.org/> accessed May 10, 2017.
- 191** Von Gadow, K., Pukkala, T., and Tomé, M. (eds.) 2000. *Sustainable Forest Management*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London.
- 192** https://www.un.org/esa/forests/wp-content/uploads/2016/12/UNSPF_AdvUnedited.pdf accessed May 10, 2017.
- 193** Dong, S., Wen, L., Liu, S., Zhang, X., Lassoie, J.P., et al. 2011. Vulnerability of worldwide pastoralism to global changes and interdisciplinary strategies for sustainable pastoralism. *Ecology and Society* **16** (2): 10.
- 194** <https://www.iucn.org/theme/ecosystem-management/our-work/global-drylands-initiative/iucns-work-drylands/world-initiative>
- 195** Nair, P.K.R. 1985. Classification of agroforestry systems. *Agroforestry Systems* **3**: 97-128.
- 196** <http://www.worldagroforestry.org/> accessed May 10, 2017.
- 197** Society for Ecological Restoration. 2004. *The SER International Primer on Ecological Restoration*. Society for Ecological Restoration International, Tuscon.
- 198** Alexander, S., Aronson, J., Whaley, O., and Lamb, D. 2016. The relationship between ecological restoration and the ecosystem services concept. *Ecology and Society* **21** (1): 34.
- 199** Estrada-Carmona, N., Hart, A.K., DeClerck, F.A.J., Harvey, C.A., and Milder, J.C. 2014. Integrated landscape management for agriculture, rural livelihoods, and ecosystem conservation: An assessment of experience from Latin America and the Caribbean. *Landscape and Urban Planning* **129**: 1-11.
- 200** Barral, M.P., Rey Benayas, J.M., Meli, P., and Maceira, N.O. 2015. Quantifying the impacts of ecological restoration on biodiversity and ecosystem services in agroecosystems: A global meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **202**: 223-231.
- 201** Bliognat, J., Aronson, J., and de Wit, M. 2014. The economics of restoration: Looking back and leaping forward. *Annals of the New York Academy of Sciences* **1322**: 35-47.



- 202** de Groot, R.S., Blignaut, J., Van Der Ploeg, S., Aronson, J., Elmqvist, T., et al. 2013. Benefits of investing in ecosystem restoration. *Conservation Biology* **27**: 1286-1293.
- 203** BenDor, T., Lester, T.W., Livengood, A., Davis, A., and Yanavjak, L. 2015. Estimating the size and impact of the ecological restoration economy. *PLoS ONE* **10**: e0128339.
- 204** Aronson, J. and Alexander, S. 2013. Ecosystem restoration is now a global priority: Time to roll up our sleeves. *Restoration Ecology*. **21** (3): 293-296.
- 205** Dudley, N. and Mansourian, S. 2003. *Forest Landscape Restoration and WWF's Conservation Priorities*. WWF International, Gland, Switzerland.
- 206** Hobbs, R.J., Higgs, E., and Harris, J.A. 2009. Novel ecosystems: Implications for conservation and restoration. *Trends in Ecology and Evolution* **24**: 599-605.
- 207** Seabrook, L., McAlpine, C.A., and Bowen, M.E. 2011. Restore, repair or reinvent: Options for sustainable landscapes in a changing climate. *Landscape and Urban Planning* **100**: 407-410.
- 208** Breed, M.F., Stead, M.G., Ottewill, K.M., Gardner, M.G., and Lowe, A.J. 2013. Which provenance and where? Seed sourcing strategies for revegetation in a changing environment. *Conservation Genetics* **14**: 1-10.
- 209** Shackelford, N., Hobbs, R.J., Burgar, J.M., Erickson, T.E., Fontaine, J.B., et al. 2013. Primed for change: Developing ecological restoration for the 21st century. *Restoration Ecology* **21**:297-304.
- 210** Bullock, J.M., Pywell, R.F., and Walker, K.J. 2007. Long-term enhancement of agricultural production by restoration of biodiversity. *Journal of Applied Ecology* **44**: 6-12.
- 211** Petursdottir, T., Aradottir, A.L., and Benediktsson, K. 2013. An evaluation of the short-term progress of restoration combining ecological assessment and public perception. *Restoration Ecology* **21**: 75-85.
- 212** Barrow, E. 2014. 300,000 hectares restored in Shinyanga, Tanzania – but what did it really take to achieve this restoration? *SAPIENS* **7** (2).
- 213** Bullock, J.M., Pywell, R.F., and Walker, K.J. 2007. Long-term enhancement of agricultural production by restoration of biodiversity. *Journal of Applied Ecology* **44**: 6-12.
- 214** Bullock, J.M., Aronson, J., Newton, A.C., Pywell, R.F., and Rey-Benayas, J.M. 2011. Restoration of ecosystem services and biodiversity: Conflicts and opportunities. *Trends in Ecology and Evolution* **26**: 541-549.
- 215** Ibid.
- 216** Queiroz, C., Beilin, R., Folke, C., and Lindborg, R. 2014. Farmland abandonment: Threat or opportunity for biodiversity conservation? A global review. *Frontiers in Ecology and the Environment* **12**: 288-296.
- 217** Navarro, L.M. and Pereira, H.M. 2012. Rewilding abandoned landscapes in Europe. *Ecosystems* **15**: 900-912.
- 218** Corlett, R.T. 2016. Restoration, reintroduction, and rewilding in a changing world. *Trends in Ecology and Evolution* **31**: 453-462.
- 219** Aide, T.M., Clark, M.L., Grau, H.R., López-Carr, D., Levy, M.A., et al. 2013. Deforestation and reforestation of Latin America and the Caribbean (2001–2010). *Biotropica* **45**: 262–271.
- 220** Linnell, J.D.C., Kaczensky, P., Wotschikowsky, U., Lescureux, N., and Boitani, L. 2015. Framing the relationship between people and nature in the context of European conservation. *Conservation Biology* **29**: 978-985.
- 221** Eckholm, E. 1979. *Planting for the future: Forestry for human needs*. Worldwatch Paper 26. Worldwatch Institute, Washington, DC.
- 222** Convention on Biological Diversity, Korea Forest Service and Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety (Germany). Undated. *Lessons learned from the Republic of Korea's National Reforestation Programme*. Seoul, Berlin and Montreal.
- 223** Korea National Parks System and IUCN. 2009. *Korea's Protected Areas: Evaluating the Effectiveness of South Korea's protected areas system*. Seoul and Gland, Switzerland.
- 224** Chatterton, P., Ledecq, T., and Dudley, N. (eds.) 2016. *WWF Landscape Elements: Steps to achieving integrated landscape management*. WWF, Vienna.
- 225** Drawing on Denier, L., Scherr, S.J., Shames, S., Chatterton, P., Hovani, L., et al. 2015. *The Little Sustainable Landscapes Book*. Global Canopy Programme, Oxford.

ENERGÍA Y CLIMA

La energía abundante impulsa la economía mundial. Pero tiene un precio: nuestros esfuerzos para extraer energía de combustibles fósiles y las fuentes renovables ocupan mucha superficie. La contaminación generada por la producción y el consumo de energía, incluida la quema de biomasa, está alterando la ecología de todo el planeta.

El cambio climático es el mayor y más grave de estos impactos, creado principalmente por la quema de combustibles fósiles, junto con importantes emisiones de gases de efecto invernadero debido a la pérdida de bosques y el sistema alimentario. Si bien la tierra es tanto una fuente del cambio climático como una víctima del mismo, también es parte de la solución. Las prácticas de gestión sostenible de la tierra pueden contribuir a las estrategias de mitigación del clima al detener e invertir la pérdida de gases de efecto invernadero de fuentes terrestres, y pueden proporcionar servicios ecosistémicos insustituibles que ayuden a la sociedad a adaptarse a los impactos del cambio climático.

INTRODUCCIÓN

Desde el siglo XIX se ha producido una explosión masiva y sin precedentes del uso de energía; el consumo mundial de energía ha crecido más de 20 veces en los últimos 200 años, superando ampliamente la tasa de crecimiento de la población.¹ En particular, el uso de combustibles fósiles ha aumentado dramáticamente, la fisión nuclear ha surgido como una fuente importante de energía a nivel mundial y, más recientemente, una gama de tecnologías de energías renovables han pasado de nichos especializados de mercado a la corriente principal. El rápido crecimiento de la producción y el consumo de energía ha tenido, a su vez, grandes repercusiones en los recursos de la tierra. Esto incluye impactos directos, como el cambio en el uso de la tierra y su degradación, e influencias más sutiles originadas por la contaminación local y la del suelo aguas abajo, la del aire y el agua y las emisiones de carbono que causan el cambio global.

El impacto más significativo ha sido la aceleración del cambio climático inducido por el ser humano. En el siglo^{XIX} los científicos plantearon la hipótesis de que las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero podrían cambiar el clima, pero la idea fue aceptada ampliamente sólo a partir de la década de 1960.² En los años transcurridos desde entonces se ha producido un creciente consenso sobre la realidad, la escala y el ritmo del cambio climático, aunque algunos escépticos todavía niegan cualquier influencia humana sobre el clima. El establecimiento del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por su sigla en inglés) en 1988 originó un rápido crecimiento de la información, ya que se alentó a los científicos de todo el mundo a reunir sus esfuerzos de investigación y trabajar juntos para analizar datos, construir modelos climáticos y realizar evaluaciones.³

En 1992, en la Cumbre de la Tierra celebrada en Río de Janeiro, la firma de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) puso sobre la mesa el tema de cómo abordar el cambio climático en un claro enfoque político, iniciando así un proceso de negociaciones que se ha desarrollado a lo largo de décadas.⁴ La tierra y el clima tienen una relación compleja: las prácticas de gestión de cultivos y ganado son tanto una causa del cambio climático como una solución potencial, tanto en términos de mitigación como de adaptación, aunque como resultado los propios ecosistemas terrestres sufrirán una profunda alteración. En este capítulo se ofrece una breve reseña de algunos temas fundamentales relacionados con la energía y el cambio climático.

Energía

Toda fuente de energía tiene implicaciones sobre el estado de los recursos de la tierra, y muchas de ellas también tienen efectos secundarios en términos de daño a la biodiversidad, al medio ambiente en general y a la salud humana; aunque la extensión de estos impactos difiere, ninguna fuente de energía carece de costes. Los costes ambientales y sociales, el análisis del ciclo de vida y la relación entre las inversiones en energía y el retorno son factores importantes a considerar.

Las opciones políticas son complejas, y virtualmente cada tipo de suministro de energía cuenta como mínimo con un grupo de la sociedad civil que presiona en contra de la misma.⁵ Aunque ha habido intentos de proporcionar una estrategia ambiental unificada para el suministro de energía,⁶ el campo sigue fracturado, complicado y profundamente contencioso. Sin embargo, el movimiento hacia las energías renovables cobra ritmo y se verá más incentivado por el Acuerdo de París sobre el cambio climático, que pretende la «descarbonización» global.⁷

El Objetivo de Desarrollo Sostenible 7 tiene como objetivo «Garantizar el acceso a una energía asequible, fiable, sostenible y moderna para todos», con los objetivos asociados 7.1 de «garantizar el acceso universal a unos servicios energéticos asequibles, fiables y modernos» y 7.2 de «aumentar sustancialmente la participación de las energías renovables en la oferta energética mundial.»

Muchos de estos temas están cubiertos en esta *Perspectiva*; por ejemplo, los biocombustibles se analizan en el Capítulo 7 y la energía hidroeléctrica en el Capítulo 8. La tabla 10.1 resume algunas de las principales implicaciones de las diferentes fuentes de energía que operan o tienen un impacto sobre los recursos de la tierra.



© Thomas Richter

Tabla 10.1: Implicaciones de diferentes fuentes de energía para la tierra, el medio ambiente y la salud humana

Fuente	Cuestiones
Petróleo	Existen serios riesgos de contaminación durante la extracción en tierra ⁸ y en el mar, así como durante la distribución. El mayor derrame de petróleo del mundo hasta el momento, ocurrido en el Golfo de México, liberó 4,9 millones de barriles de petróleo crudo, ⁹ que afectaron a grandes zonas costeras. El derrame regular de petróleo también puede dañar la vegetación, como los manglares. ¹⁰ La quema de petróleo contribuye en gran medida a la contaminación del aire; se calcula que los óxidos de nitrógeno y las partículas, predominantemente originadas por el transporte, causan más de 50 000 muertes prematuras al año en el Reino Unido. ¹¹ Los combustibles fósiles son también el mayor contribuyente individual mundial a las emisiones de gases de efecto invernadero. ¹² La minería de arenas de alquitrán (una forma viscosa de petróleo) en Canadá es un tema que suscita discusiones enconadas, ¹³ a causa de las perforaciones que se realizan en el Ártico y los bosques tropicales. ¹⁴
Gas	El papel de la fracturación hidráulica («fracking») en la extracción de combustibles fósiles, incluido en particular el gas natural fuertemente ensilado en el subsuelo, ha generado una oposición generalizada por temas de salud y medioambiente, ¹⁵ además de por los efectos acumulativos sobre la tierra que pueden ser perjudiciales para la biodiversidad. ¹⁶ La quema de gas es también una fuente importante de gases de efecto invernadero; la quema del gas no utilizado durante la producción de petróleo por sí solo genera emisiones de alrededor de 250 millones de toneladas de dióxido de carbono al año. ¹⁷
Carbón	La contaminación se produce durante la extracción, y en particular, las minas a cielo abierto causan daños generalizados al aire, al agua y a la salud humana. ¹⁸ Pero, en realidad, las minas subterráneas dejan una mayor huella en la tierra debido a la necesidad de soportes de madera, etc. ¹⁹ Existen serios problemas de salud y de seguridad para los mineros del carbón, que sufren una serie de enfermedades mortales a causa de la inhalación continuada de polvo de carbón. ²⁰ Los pozos de carbón y los vertederos destruyen el hábitat. El carbón es una fuente importante de contaminación local y de niebla tóxica, que se asocia con diversas enfermedades humanas, además de ²¹ los impactos de las deposiciones secas y húmedas de largo alcance («lluvia ácida») en el agua dulce ²² y los bosques, la contaminación del agua ²³ y las emisiones de gases de efecto invernadero. Las minas de carbón abandonadas originan filtraciones de ácidos, procedentes de las minas, que duran décadas. ²⁴
Energía nuclear	Considerada por algunos como una opción favorable debido a sus bajas emisiones de gases de efecto invernadero, ²⁵ otros son muy críticos ante esta perspectiva. ²⁶ El impacto global sobre la tierra también es bajo aunque la minería de uranio puede tener efectos significativos sobre la biodiversidad, causar contaminación y, además, existen graves problemas de salud entre los mineros. ²⁷ Sin embargo, existe una preocupación generalizada acerca de las implicaciones de seguridad, destacadas por accidentes graves en Harrisburg, Estados Unidos; Chernobyl, Ucrania ²⁸ , y Fukushima, en Japón, instalación dañada durante el terremoto de 2011 ²⁹ y todavía altamente inestable en la actualidad. Los residuos altamente radioactivos de la fisión nuclear también requieren un almacenamiento de una duración sin precedentes, un problema que la industria todavía no ha resuelto y que probablemente deberá correr a cargo de los gobiernos. ³⁰
Energía hidro-eléctrica	Existen altos costes en términos de cambios en el flujo de los ríos, lo que provoca impactos en la biodiversidad (p.ej., en los peces migratorios), en la disponibilidad de nutrientes aguas abajo y en los servicios ecosistémicos, tales como inundaciones periódicas para riego. ³¹ Embalses para valles inundables para energía eléctrica y áreas bajas, que sustituyen ya sea la vegetación natural o las tierras agrícolas y las comunidades. ³² En ciertas circunstancias, los embalses hidroeléctricos son fuentes importantes de metano. ³³
Energía mareomotriz	Hasta la fecha desarrollada únicamente en algunos lugares. Existe controversia desde hace tiempo acerca de los posibles efectos que podría tener un esquema de energía mareomotriz en el estuario del río Severn, en el Reino Unido, debido al probable impacto sobre las poblaciones de aves. ³⁴ Las nuevas tecnologías de lagunas y flujos de marea tienen menores efectos ambientales y pueden ofrecer alternativas viables.
Energía eólica	Los sistemas de energía eólica tienen implicaciones significativas en el uso de la tierra y ha existido oposición a los mismos por razones estéticas, en cuanto al impacto sobre el aspecto del paisaje y también debido a su potencial impacto sobre las poblaciones de aves ³⁵ y sobre las áreas ricas en biodiversidad. ³⁶ En teoría, la agricultura puede practicarse en los parques eólicos ³⁷ , y existen estrategias de planificación para evitar áreas de importancia para la conservación. ³⁸ Los parques eólicos marinos son menos polémicos y cada vez más populares; pueden tener efectos negativos para las aves marinas, pero por otra parte proporcionan refugios para los hábitats bentónicos y la vida marina. ³⁹

Fuente	Cuestiones
Energía solar	Existen tres tipos principales de energía solar: sistemas solares de calentamiento de agua, sistemas de concentración de energía solar, y células fotovoltaicas (FV). ⁴⁰ La aparición de centrales de energía solar –grandes paneles de células fotovoltaicas o espejos concentradores que generan calor– en tierras de cultivo y en regiones áridas ha generado preocupación por el equilibrio entre la energía y la producción de alimentos y la conservación de la naturaleza. ⁴¹ Sin embargo, las centrales solares pueden, si se diseñan cuidadosamente, integrarse con los sistemas agrícolas ⁴² , y la instalación de esos sistemas «agrivoltaicos» va en aumento. ⁴³ Es importante señalar que las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de la fabricación de FV son considerables.
Biocombustibles	Más de 2400 millones de personas dependen de la leña y el carbón vegetal para cocinar y, si estos materiales se recogen de manera no sostenible, contribuyen a la pérdida y degradación de los bosques. ⁴⁴ Las plantaciones para producir biocombustibles también tienen efectos importantes sobre el uso de la tierra, a causa del desbroce directo de vegetación natural o semi-natural para establecer cultivos para la producción de biocombustibles, o desplazando cultivos alimentarios. Por el contrario, la gestión sostenible de la hierba para cosechar biomasa podría, en teoría, ofrecer un incentivo para proteger las praderas amenazadas. ⁴⁵ Existen diversos estándares y sistemas de certificación. ⁴⁶ Algunos biocombustibles también pueden tener graves efectos sobre la salud: se estima que 420 000 personas mueren prematuramente cada año en China debido únicamente a la contaminación del aire en interiores a causa del carbón y la leña. ⁴⁷ El uso de combustibles fósiles es demasiado grande para que sea viable una simple sustitución por biocombustibles. ⁴⁸
Bioenergía con captura y almacenamiento de carbono	Si la bioenergía se combina con la captura y almacenamiento de dióxido de carbono (BECCS), esto podría dar como resultado emisiones negativas de GEI: el cultivo de biomasa elimina dióxido de carbono de la atmósfera, la biomasa se convierte en energía y el dióxido de carbono liberado por la combustión de biomasa es capturado y almacenado, proporcionando al BECCS una ventaja única en términos de reducción de gases de efecto invernadero si el suministro de materia prima se pudiera gestionar con bajas emisiones de gases de efecto invernadero. El BECCS es fundamental para prácticamente todas las estrategias de un mundo «por debajo de los 2 °C», que requiere sustanciales emisiones negativas de carbono para finales del siglo ^{XXI} . ⁴⁹ Sin embargo, la tecnología todavía está por probar. ⁵⁰
Energía geotérmica	Una fuente importante y de larga duración en países con una gran disponibilidad, como Islandia. La energía geotérmica de menor grado también puede aprovecharse mediante la tecnología de bombas de calor. ⁵¹
Recuperación de energía de los desechos	Una fuente creciente de energía mediante, por ejemplo, sistemas de tratamientos térmicos ⁵² y generadores de biogás. ⁵³ Las implicaciones de tales sistemas en cuanto a la tierra y la huella de carbono son relativamente bajas.



© Dean Morley

Tabla 10.2: Intensidad de la tierra en diferentes sistemas energéticos

Fuentes de datos

- (a) Trainor et al. (2016)
- (b) Fthenakis y Kim (2009)
- (c) IINAS (2017)
- (d) PNUMA (2016)
- (e) estimación genérica

Producto	Fuente primaria de energía	Intensidad del uso de la tierra [m ² /MWh]					
		Datos estadounidenses (a)	Datos estadounidenses (b)	Datos de la UE (c)	PNUMA (d)	normal (e)	
Electricidad	Energía nuclear	0,1	0,1	1,0		0,1	
	Gas natural	1,0	0,3	0,1	0,2	0,2	
	Carbón	0,6	0,2	0,2		0,2	
		Superficie («a cielo abierto»)	8,2	0,2	0,4	15,0	5,0
	Renovables	Energía eólica	1,3	1,0	0,7	0,3	1,0
		Energía geotérmica	5,1		2,5	0,3	2,5
		Energía hidráulica (grandes presas)	16,9	4,1	3,5	3,3	10
		FV solar	15,0	0,3	8,7	13,0	10
		Energía solar	19,3		7,8	14,0	15
Combustible líquido	Petróleo	0,6		0,1		0,4	
	Biocombustibles	Maíz	237		220	230	
		Caña de azúcar (de jugo)	274		239	250	
		Caña de azúcar (residuos)					0,1
		Habas de soja	296		479	400	
		Celulosa, SRC	565		410	500	
		Celulosa, residuos			0,10		0,1

Los mayores impactos en términos de cambio directo del uso de la tierra provienen de los biocombustibles y la extracción de combustibles fósiles, en los que la minería de arena de alquitrán y de esquisto de petróleo probablemente sean responsables de la mayor huella directa de combustibles fósiles en términos de superficie de tierra por unidad de energía producida. Los efectos indirectos sobre la tierra provienen de varias formas de contaminación, siendo nuevamente los combustibles fósiles los más contaminantes en términos de área afectada, tanto por azufre como por óxidos de nitrógeno, y de forma más generalizada mediante la liberación de gases de efecto invernadero. La tabla 10.2⁵⁴ proporciona un resumen de la intensidad del uso de la tierra en relación con los sistemas energéticos.

En general, las energías no renovables implican huellas en la tierra de 0,1–1 m²/MWh (excepto la minería de carbón a cielo abierto), mientras que el uso de la tierra por energías renovables que no son biomasa es del orden de 1–10 m²/MWh, y de 100–1000 m²/MWh para la biomasa (excepto residuos y desechos).⁵⁵ La energía nuclear generalmente

tiene un menor impacto en la base de tierra, aunque si las cosas van mal los efectos son mucho más duraderos.

La energía hidroeléctrica causa cambios dramáticos en los ríos y cuencas hidrográficas, que a su vez afectan a las tierras circundantes, reducen la disponibilidad de agua de riego, afectan a la fertilidad del suelo y muchas veces crean otros cambios en el uso de la tierra: las grandes presas inundan zonas, destruyen hábitats y desplazan comunidades.

Las opciones sobre el suministro de energía no son fáciles, y la planificación debe tener en cuenta todo el ciclo de vida de las tecnologías y los combustibles. Por ejemplo, es importante diferenciar entre tecnologías centralizadas (no renovables) que requieren combustible y otros recursos para entregar energía a la planta de producción y distribuirla, y tecnologías de energía renovable que dependen del combustible en el sitio o usan la energía localmente, reduciendo significativamente la necesidad de infraestructuras de transporte y transmisión.⁵⁶

CAMBIO CLIMÁTICO

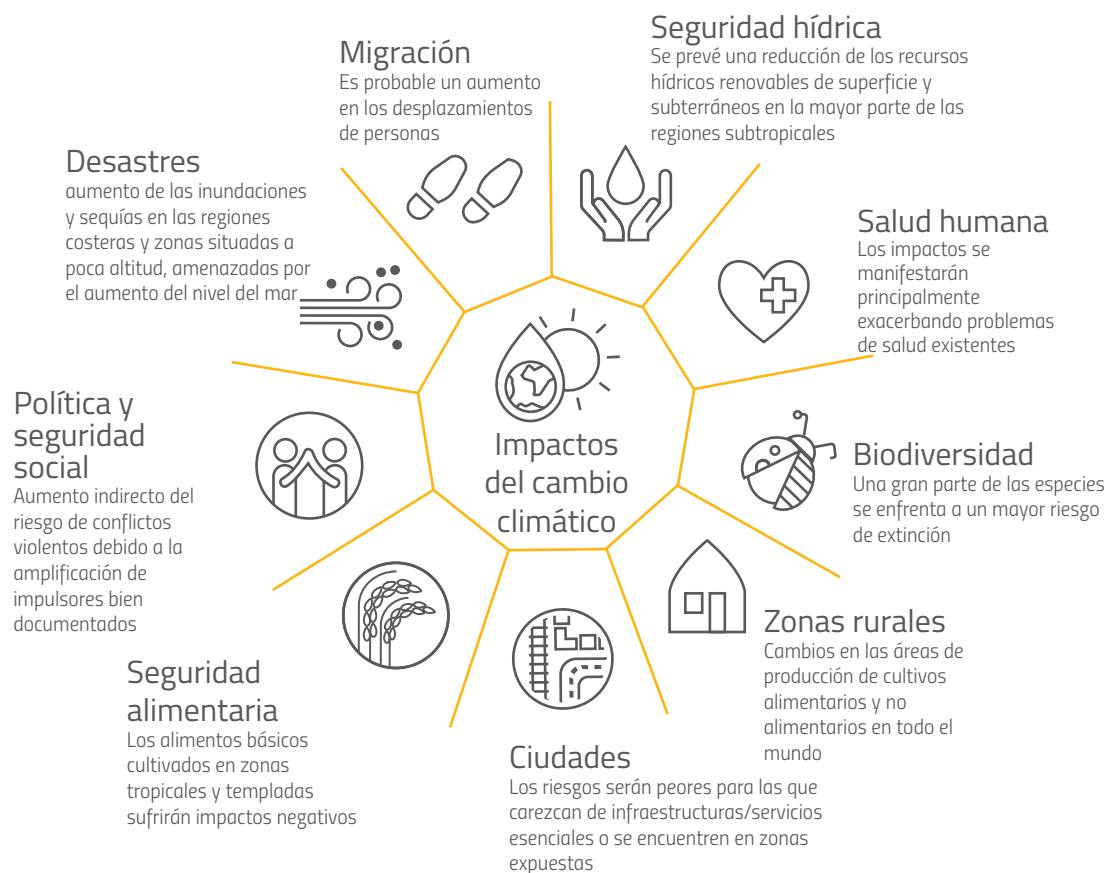
El Objetivo del Desarrollo Sostenible 13 establece «Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos» en reconocimiento de que el cambio climático causará cambios fundamentales en el funcionamiento del ecosistema que aumentarán los riesgos para la seguridad humana en general. El IPCC es contundente en su evaluación de las pruebas del cambio climático, sus causas y los probables efectos futuros sobre el medio ambiente y la sociedad humana.

Efectos del cambio climático

El IPCC describe los posibles efectos en una serie de cuestiones pertinentes para esta *Perspectiva*:

- **Seguridad alimentaria:** se prevé una reducción de la seguridad alimentaria. El trigo, el arroz y el maíz cultivados en regiones tropicales y templadas sufrirán, en definitiva, un impacto negativo debido a los aumentos locales de temperaturas de 2 °C, aunque algunos lugares pueden beneficiarse (confianza media). Mayores aumentos de la temperatura supondrían grandes riesgos para la seguridad alimentaria a nivel mundial (confianza alta).
- **Seguridad hídrica:** se prevé una reducción de los recursos de aguas superficiales renovables y subterráneas en la mayoría de las regiones subtropicales secas (evidencia sólida, consenso alto)
- **Desastres:** Las regiones costeras y las zonas bajas estarán amenazadas por el aumento del nivel del mar, que continuará durante siglos aunque la temperatura global media se estabilice (confianza elevada). Las pruebas de un aumento de precipitaciones extremas implica mayores riesgos de inundación a escala regional (confianza media). Los efectos de los recientes fenómenos climáticos extremos, como las olas de calor, las sequías, las inundaciones, los ciclones y los incendios forestales, revelan una vulnerabilidad y una exposición importantes de algunos ecosistemas y de muchas personas a la variabilidad climática actual (confianza muy alta).
- **Biodiversidad:** Una gran parte de las especies se enfrentan a mayores riesgos de extinción durante el siglo^{XXI} y más allá. La mayoría de las especies vegetales y animales no podrán cambiar su rango geográfico con la suficiente rapidez como para mantenerse al día con las tasas de cambio climático previstas en la mayoría de los ecosistemas (confianza alta). A gran escala, probablemente habrá cambios en la composición, estructura, función y resiliencia de muchos ecosistemas.
- **Salud humana:** Hasta mediados de siglo, los efectos previstos sobre la salud humana exacerbarán los problemas sanitarios existentes (confianza muy alta), lo que conducirá a un aumento de la fragilización

Figura 10.1: Efectos del cambio climático



de la salud en muchas regiones a lo largo del siglo, especialmente en los países en desarrollo con bajos ingresos (confianza alta).

- **Ciudades:** En las zonas urbanas es probable que aumenten los riesgos para las personas, los bienes, las economías y los ecosistemas, incluidos los riesgos por estrés térmico, las tormentas y las precipitaciones extremas, las inundaciones continentales y costeras, los deslizamientos de tierras, la contaminación del aire, la sequía, la escasez de agua, y oleadas de tormentas (confianza muy alta). Estos riesgos serán peores para aquellos que carecen de infraestructuras y servicios esenciales o viven en áreas desprotegidas.
- **Zonas rurales:** se espera que experimenten grandes impactos en la disponibilidad y el suministro de agua, la seguridad alimentaria, las infraestructuras y los ingresos procedentes de la agricultura, incluidos los cambios en las áreas de producción de alimentos y los cultivos no alimentarios de todo el mundo (confianza alta).
- **Migración:** es probable un mayor desplazamiento de personas (pruebas medianas, consenso elevado). Las poblaciones incapaces de realizar una migración planificada estarán más expuestas a fenómenos meteorológicos extremos, en particular en los países de bajos ingresos.
- **Seguridad política y social:** «El cambio climático puede aumentar indirectamente los riesgos de conflictos violentos al amplificar los factores bien documentados de estos conflictos, como la pobreza y las conmociones económicas (confianza media)».⁵⁸

La Tierra está entrando en un período de inestabilidad climática sin precedentes en los tiempos históricos, en el que los ecosistemas cambiarán y los fenómenos meteorológicos extremos serán más habituales, socavando así la seguridad humana en general. Ya estamos sintiendo los efectos; la continuación de las tendencias actuales podría dar lugar a cambios de una magnitud mucho mayor que los ya experimentados.

La gestión de tierras impulsa el cambio climático

Además de las tierras afectadas, el uso del suelo y las prácticas de gestión contribuyen de manera importante al cambio climático. El cambio del uso de la tierra, la gestión de la tierra y del agua y el clima determinan cuánto carbono se puede almacenar, secuestrado o liberado en forma de gases de efecto invernadero. El IPCC publicará en 2019 un informe especial sobre el cambio climático, la desertificación, la degradación de las tierras, la ordenación sostenible de la tierra, la seguridad alimentaria y los flujos de gases de efecto invernadero en los ecosistemas terrestres.⁵⁹ El cambio del uso de la tierra a menudo implica la conversión de sistemas prístinos y ricos en carbono a un uso de la tierra con menor potencial de almacenamiento de carbono (p.ej., de bosques a pastizales, o de tierras de cultivo a asentamientos e infraestructuras de transporte). Las actividades de gestión de la tierra pueden aumentar la pérdida de carbono a través de la alteración del suelo,

Cuadro 10.1: Efectos probables del cambio climático

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático publicó su último informe en 2014. A continuación se presentan algunas conclusiones clave.

«El calentamiento del sistema climático es inequívoco, y desde la década de 1950 muchos de los cambios no tienen precedentes durante décadas a milenios. La atmósfera y el océano se han calentado, las cantidades de nieve y hielo han disminuido, y el nivel del mar ha aumentado...

«Las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero han aumentado desde la era preindustrial, impulsadas en gran medida por el crecimiento económico y demográfico, y ahora son más elevadas que nunca. Esto ha llevado a concentraciones atmosféricas de dióxido de carbono, metano y óxido nítrico que no tienen precedentes en, como mínimo, los últimos 800 000 años. Sus efectos, junto con los de otros factores antropogénicos desencadenantes, se han detectado en todo el sistema climático y es muy probable que hayan sido la causa dominante del calentamiento observado a partir de mediados del siglo XX...

«En las últimas décadas, los cambios climáticos han causado impactos en los sistemas naturales y humanos de todos los continentes y en todos los océanos. Los efectos se deben al cambio climático observado, independientemente de su causa, e indican la sensibilidad de los sistemas naturales y humanos al cambio climático...⁵⁷

«La continua emisión de gases de efecto invernadero causará más calentamiento y cambios duraderos en todos los componentes del sistema climático, aumentando la probabilidad de impactos severos, penetrantes e irreversibles para las personas y los ecosistemas. Limitar el cambio climático requeriría reducciones sustanciales y sostenidas de las emisiones de gases de efecto invernadero, lo que, junto con la adaptación, puede limitar los riesgos del cambio climático».

la reducción de la estabilidad de los conglomerados, la mayor incidencia de incendios y la pérdida de cubierta vegetal.

La agricultura, la silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU) son responsables de prácticamente la cuarta parte de los gases de efecto invernadero del mundo, y la contribución total permanece constante desde hace tiempo. Los principales factores son la deforestación y las emisiones agrícolas provenientes de la ganadería así como la gestión de suelos y nutrientes, aunque la quema de biomasa es también significativa.⁶⁰ Las estimaciones sugieren que, en un escenario normal, el coste económico mundial del cambio climático causado

por la pérdida de bosques podría llegar a 1 billón de dólares anuales para el año 2100.⁶¹ Si bien reducir las emisiones de los combustibles fósiles sigue siendo la principal prioridad mundial, detener e invertir la pérdida de bosques y la degradación de las tierras es, por consiguiente, una de las tareas más urgentes para mitigar el cambio climático, plenamente reconocido por los investigadores,⁶² los gobiernos⁶³ y las ONG.⁶⁴

El almacenamiento de carbono en los ecosistemas terrestres

Al mismo tiempo, los ecosistemas de todo el mundo también pueden mitigar el cambio climático almacenando y secuestrando gases de efecto invernadero, y ayudando a la humanidad a adaptarse a los cambios manteniendo los servicios vitales de los ecosistemas y la biodiversidad que los sustenta.

Para mitigar el cambio climático, el reto y la oportunidad es cómo convertir la tierra de una fuente de carbono a un sumidero de carbono. Si la gestión de la tierra ha de contribuir significativamente a la mitigación, se deben entender mejor los efectos de los diferentes usos del suelo y las prácticas de gestión sobre las tasas de captura de carbono, la productividad de las plantas y la capacidad total de almacenamiento.⁶⁵ Se necesitan incentivos suficientes para fomentar los usos de la tierra que impiden las emisiones y secuestran carbono adicional. Los cambios en las prácticas de gestión de la tierra podrían reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y también ayudar a secuestrar el carbono de la atmósfera (ver Tabla 10.3), pero los potenciales siguen siendo poco claros.

Se cree que los suelos, incluida la turba, son el mayor depósito de carbono de la tierra y que contienen más cantidad que la atmósfera y la vegetación juntas,⁶⁶ aunque las estimaciones varían. El carbono es secuestrado en los suelos a partir del dióxido de carbono atmosférico, obtenido por las plantas mediante la fotosíntesis y contenido en los residuos de cosechas y otros sólidos orgánicos. La captura se incrementa mediante sistemas de gestión que agregan más biomasa al suelo, reducen la alteración del suelo, conservan el agua, mejoran la estructura del suelo y mejoran la actividad de la fauna del suelo. Por el contrario, el carbono del suelo almacenado puede

perderse a causa de una mala gestión, como se analiza en los Capítulos 7, 8 y 9. A pesar del tamaño del almacén de carbono, el papel del carbono del suelo a menudo se ha minimizado o ignorado como estrategia de mitigación en muchas iniciativas de cambio climático.⁶⁷

Los bosques también representan reservas masivas de carbono. Las estimaciones del carbono almacenado en los bosques húmedos tropicales oscilan entre las 170 y las 250 t de carbono/hectárea (tC/ha),⁶⁸ dependiendo en parte de la cantidad de especies leñosas de gran tamaño:⁶⁹ alrededor de 160 tC/ha en la biomasa aérea, 40 tC/ha debajo del suelo y 90–200 tC/ha en el suelo.⁷⁰ Los bosques húmedos tropicales secuestran el carbono incluso después de alcanzar la etapa de madurez, tanto en el Amazonas⁷¹ como en África.⁷² Los bosques boreales contienen la segunda mayor reserva terrestre de carbono, almacenado principalmente en el suelo y la hojarasca, con un promedio de 60–100 tC/ha,⁷³ y siguen secuestrando el carbono a medida que envejecen.⁷⁴ La turba bajo los bosques boreales es la razón principal de que este tipo de ecosistema almacene tanto carbono. Sin embargo, el carbono se pierde si la frecuencia de incendios es alta,⁷⁵ una condición que probablemente aumentará con el cambio climático⁷⁶, y si los volúmenes de madera cosechada aumentan⁷⁷ el bioma podría cambiar fácilmente en el futuro de sumidero a fuente de carbono.

Hay una gran cantidad de prácticas de gestión de cultivos y ganado que protegen y restauran la productividad de los recursos de la tierra, al tiempo que reducen las emisiones y secuestran carbono (ver Figura 10.2). Los humedales continentales, particularmente las turberas, son almacenes de carbono muy importantes. Aunque sólo cubren alrededor del 3 por ciento de la superficie terrestre, se cree que la turba contiene la mayor reserva de carbono del planeta.⁷⁹ Las turberas intactas contienen hasta 1300 t de tC/ha⁸⁰, y la estimación global es de 550 Gt de carbono almacenado.⁸¹

Las praderas son también importantes almacenes de carbono⁸² y contienen más del 10 por ciento del carbono terrestre total.⁸³ Los pastizales y sabanas tropicales tienen un almacenamiento de carbono que oscila entre menos de 2 tC/ha cuando no hay árboles y hasta 30 tC/ha en la sabana arbolada.⁸⁴ Las praderas templadas y la estepa son también importantes reservas de carbono.⁸⁵

Tabla 10.3: Carbono almacenado por el bioma⁸⁶

Bioma	Gt de Carbono
Bosques tropicales y subtropicales	547,8
Praderas tropicales y subtropicales, sabanas, monte bajo	285,3
Desiertos y monte bajo	178,0
Pastizales templados, sabanas y monte bajo	183,7
Bosque templado	314,9
Bosque boreal	384,2
Tundra	155,4
Total	2049,3

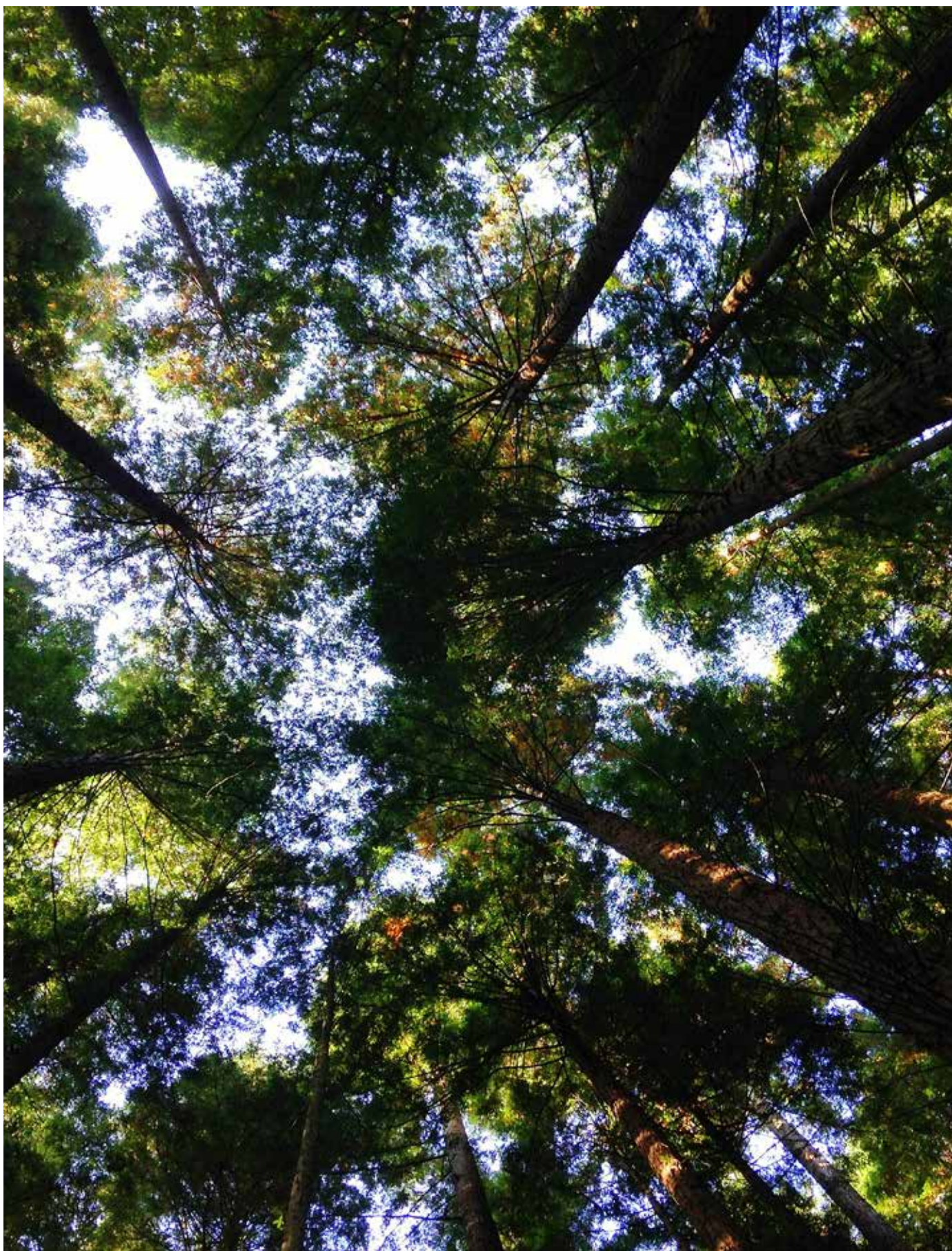
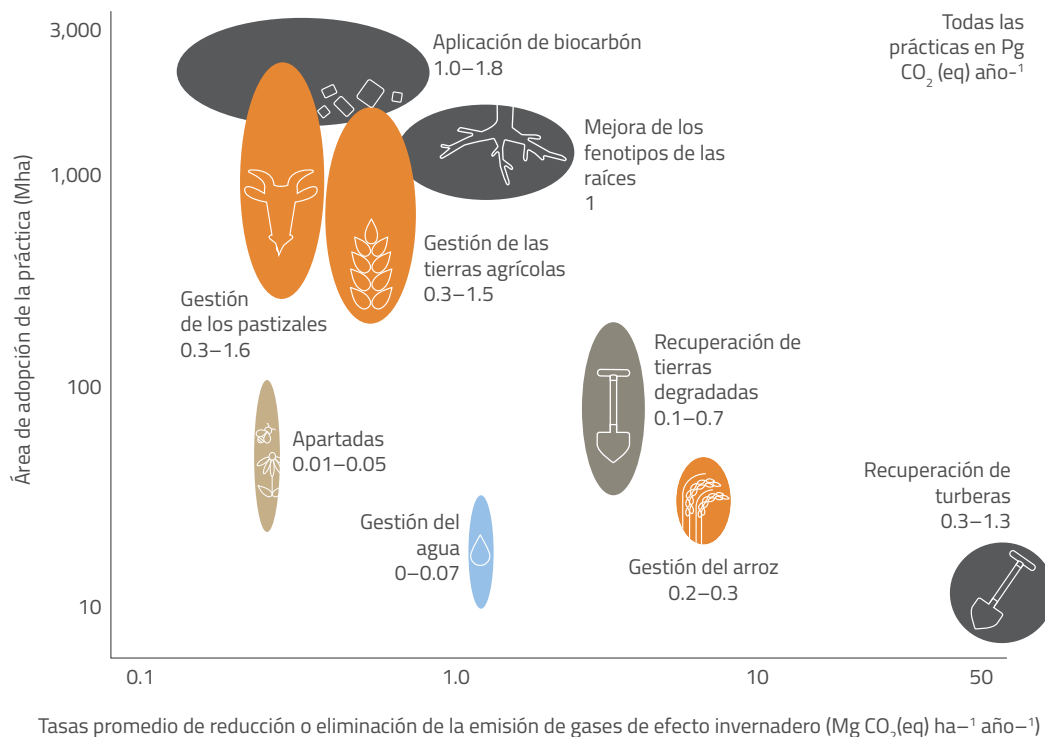


Figura 10.2: Potencial mundial de las prácticas de mitigación de los GEI donde 1Pg (Pentagramo) equivale a mil millones de toneladas métricas y Mg (Megagramo) equivale a 1 tonelada métrica: Extraído de nuevo desde⁷⁸



Maximizar la cantidad de carbono almacenado en ecosistemas terrestres⁸⁷

1. Reducir las emisiones producidas por los cambios en la gestión de la tierra y el cultivo intensivo que constituyen una fuente de gases de efecto invernadero:

- Tierras no utilizadas con un alto potencial de almacenamiento de carbono mediante la intensificación sostenible de tierras ya en producción (principalmente tierras de cultivo)
- Evitar o reducir cambios importantes en el uso de la tierra (p.ej., deforestación, urbanización rápida y expansión urbana no planificada, plantaciones para biocombustibles)
- Proteger los humedales y los pastizales contra la conversión
- Mejorar los sistemas de producción que actualmente liberan grandes cantidades de gases de efecto invernadero (p.ej., reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero mediante el secado y la humidificación de arrozales)

2. Proteger los suelos con alto contenido de carbono:

- Evitar el drenaje excesivo que conduce a la oxidación y la mineralización de los suelos orgánicos; mantener los niveles del agua subterránea a una altura óptima mediante la regulación de los niveles de las aguas subterráneas; proteger y restaurar los humedales
- Evitar prácticas agronómicas y sistemas de producción que aceleren la erosión del suelo y la descomposición de la materia orgánica del suelo; sustituir por sistemas de siembra directa o baja labranza, acolchado permanente del suelo, pastoreo rotacional, etc.

- Evitar el aclaramiento de arbustos o bosques relacionados con la quema, el sobrepastoreo y la sobreexplotación de la vegetación, que reduce la materia orgánica sobre la tierra y bajo la misma

3. Aumentar la captura de carbono y mejorar la capacidad de almacenamiento

- Restaurar las tierras de cultivo intensivamente usadas o pastoreo a sistemas más extensivos, tales como rehumectación de suelos orgánicos o revertir el uso de la tierra (por ejemplo, de tierras de cultivo a pastizales o restauración de humedales)
- Aumentar la captura de carbono y las reservas de carbono de los suelos minerales; aplicar prácticas de manejo agronómico que mejoren la producción de biomasa por encima y por debajo de la tierra y la retención de residuos
- Donde sea necesario, mantener «fuegos fríos» mediante la quema prescrita y evite incendios grandes e intensos

La mitigación del cambio climático mediante un mejor uso y gestión de la tierra es una inversión a largo plazo que conlleva compensaciones, en algunos casos debido al tiempo requerido y la falta de beneficios inmediatos para los usuarios locales de la tierra. Por ejemplo, la mejora de la gestión de los suelos minerales mediante la plantación de cultivos de cobertura y la reducción de la alteración del suelo puede mejorar las reservas de carbono sin aumentar los niveles de las aguas subterráneas. Esto reduce el riesgo de emisiones de metano en los suelos orgánicos y minerales, y demuestra

por qué el equilibrio global de carbono debe calcularse cuidadosamente. Algunas estrategias para la mitigación del cambio climático, incluidas la re-humidificación de los suelos orgánicos y la recuperación de pastizales, tienen claros beneficios complementarios tanto para la conservación de la biodiversidad como para el aumento de la resiliencia de todo el sistema.

Gestión de la tierra para aumentar la resiliencia

Además de la captura y almacenamiento de carbono, los ecosistemas naturales y semi-naturales debidamente gestionados proporcionan una gama de importantes servicios ecosistémicos, como se describe en el Capítulo 4. Esto incluye su papel en la prevención o reducción de los efectos de los desastres relacionados con el clima, el abastecimiento de agua potable y segura, el tratamiento de los problemas sanitarios relacionados con el clima y la protección del suministro de alimentos, incluidos los alimentos silvestres, las pesquerías y las variedades silvestres de los cultivos. Más fundamentalmente, manteniendo una biosfera saludable y funcional mediante la protección de los ciclos de nutrientes y del agua y la formación de suelo, los ecosistemas que funcionan correctamente pueden proporcionar los elementos básicos para garantizar la seguridad de los alimentos y el agua a largo plazo.

La adaptación efectiva depende de que el propio ecosistema continúe funcionando, de modo que los responsables de la ordenación de las áreas naturales estudian cada vez más opciones para aumentar la resiliencia frente al cambio climático y otras formas de estrés.⁸⁸ Garantizar que el capital natural terrestre sea tan robusto como sea posible y se gestione de manera sostenible reduce la liberación de gases de efecto invernadero y captura carbono, al tiempo que mejora la resiliencia humana y la de los ecosistemas frente a los efectos del cambio climático.

CONCLUSIÓN

Las respuestas a estos desafíos parecen fáciles: fuentes de energía menos contaminantes, soluciones más eficientes y ahorradoras de energía y prácticas de gestión y uso del suelo que prioricen la conservación de carbono en el suelo.⁸⁹ Sin embargo, ponerse de acuerdo sobre lo que esto significa en la práctica ha resultado ser un desafío, y la implementación de estrategias equitativas de energía limpia y la ampliación de la gestión sostenible de la tierra son aún más difíciles.

La conciliación de la creciente demanda de alimentos con la urgente necesidad de abordar el cambio climático mundial mediante la estabilización o reducción de las emisiones producidas por la agricultura es un problema complejo que requiere nuevas medidas políticas que incentiven las buenas prácticas. Por lo tanto, las políticas de mitigación del clima deben dirigirse a los lugares donde los cultivos presentan tanto emisiones elevadas como intensidades elevadas. Las conclusiones indican claramente que las políticas de mitigación del cambio climático para las tierras de cultivo deben dar prioridad a la eliminación del drenaje de las turberas.⁹⁰ Los cambios en la dieta también tienen un alto potencial para ayudar a reducir las pérdidas de carbono.⁹¹

Algunos creen que la energía nuclear, sean cuales sean sus riesgos, es preferible a nuestra continua dependencia de los combustibles fósiles,⁹² mientras que otros abogan por un futuro de energía no nuclear y renovable.⁹³ Algunos analistas creen que el suministro de petróleo ha alcanzado su punto máximo y que el mundo se enfrenta a una verdadera escasez de energía⁹⁴, mientras que otros no están de acuerdo.⁹⁵ La medida en que los países deben depender de la energía hidroeléctrica sigue siendo objeto de profunda controversia. El impulso para continuar con los enfoques de «negocios como de costumbre» es enorme, y los principales actores de la industria tienen el poder de crear futuros de energía que beneficien a sus propias industrias. Están empezando a surgir estrategias que abordan el doble problema de la energía y el clima, pero generalmente lo hacen de manera fragmentaria y con mucha mayor lentitud de lo que necesitamos.

REFERENCIAS

- 1 Grübler, A. 2004. Transitions in Energy Use. In: The Encyclopedia of Energy volume 6, Elsevier, pp. 163–177.
- 2 Anon. 2015. Climate milestones leading to 1965 PCAST Report. *Science* **350**: 1046.
- 3 Hulme, M. and Mahony, M. 2010. Climate change: What do we know about the IPCC? *Progress in Physical Geography* **34** (5): 705–718.
- 4 Knopf, B., Fuss, S., Hansen, G., Creutzig, F., Minx, J., and Edenhofer, O. 2017. From targets to action: Rolling up our sleeves after Paris. *Global Challenges* **1** (2): 1600007.
- 5 Dudley, N. 2008. Back to the energy crisis: The need for a coherent policy towards energy systems. Policy Matters issue 16. IUCN Commission on Environmental, Economic and Social Policy, Switzerland.
- 6 See for example Singer, S. (ed.) 2011. The Energy Report: 100% renewable energy by 2050. WWF International, Gland, Switzerland.
- 7 UNCCD. 2016. Land Matters for Climate: Reducing the gap and approaching the target. UNCCD, Bonn.
- 8 Rowell, A., Marriott, J., and Stockman, L. 2005. The Next Gulf: London, Washington and Oil Conflict in Nigeria. Constable and Robinson, London.
- 9 Mendelssohn, I.A., Andersen, G.L., Baltz, D.M., Coffey, R.H., Carman, K.R., et al. 2012. Oil impacts on coastal wetlands: Implications for the Mississippi river delta ecosystem after the Deepwater Horizon oil spill. *Bioscience* **62** (6): 562-574.
- 10 UNEP 2011. Environmental assessment of Ogoniland. United Nations Environment Programme, Nairobi.
- 11 Department of Environment, Food and Rural Affairs. 2015. Draft Plans to Improve Air Quality in the UK: Tackling nitrogen dioxides in our towns and cities. HM Government, London.
- 12 <https://www.epa.gov/ghgemissions/global-greenhouse-gas-emissions-data>, accessed February 12, 2017.
- 13 Gosselin, P., Hrudevy, S.E., Naeth, M.A., Plourde, A., Therrien, R., et al. 2010. Environmental and Health Impacts of Canada's Oil Sands Industry. The Royal Society of Canada. Ottawa; Timoney, K.P. and Lee, P. 2009. Does the Alberta tar sands industry pollute? The scientific evidence. *The Open Conservation Biology Journal* **3**: 65-81.
- 14 Jones, N., Pejchar, L., and Kiesecker, J. 2015. The energy footprint: How oil, natural gas, and wind energy affect land for biodiversity and the flow of ecosystem services. *BioScience* **65** (3): 290-301.
- 15 Jackson, R.B., Vengosh, A., Carey, J.W., Davies, R.J., Darrah, T.H., O'Sullivan, F., and Pétron, G. 2014. The environmental costs and benefits of fracking. *Annual Review of Environment and Resources* **39**: 1-655.
- 16 Dannwolf, U. and Heckelsmüller, A. 2014. Environmental Impacts of Hydraulic Fracturing Related to the Exploration and Exploitation of Unconventional Natural Gas, in Particular of Shale Gas Part 2 – Groundwater Monitoring Concept, Fracking Chemicals Registry, Disposal of Flowback, Current State of Research on Emissions/Climate Balance, Induced Seismicity, Impacts on Ecosystem, Landscape and Biodiversity – Summary. Umweltbundesamt, Dessau.
- 17 Olivier, J.G.J., Janssens-Maenhout, G., Muntean, M., and Peters, J.A.H.W. 2014. Trends in Global CO2 Emissions: 2014 Report. PBL and JRC, The Hague.
- 18 Younger, P.H. 2004. Environmental impacts of coal mining and associated wastes: A geochemical perspective. In: Gieré, R. and Stille, P. (eds.) *Energy, Waste and the Environment: A geochemical perspective*. Geological Society London, Special Publications **236**: 169-209.
- 19 Berrill, P., Arvesen, A., Scholz, Y., Gils, H.C., and Hertwich, E.G. 2016. Environmental impacts of high penetration renewable energy scenarios for Europe. *Environmental Research Letters* **11**: 014012.
- 20 Chen, H., Feng, Q., Long, R., and Qi, H. 2013. Focusing on coal miners' occupational disease issues: A comparative analysis between China and the United States. *Safety Science* **51**: 217-222.
- 21 Burt, E., Orris, P., and Buchanan, S. 2013. Scientific Evidence of Health Effects from Coal Use in Energy Generation. University of Illinois at Chicago School of Public Health, Chicago.
- 22 National Swedish Environment Protection Board. 1983. Ecological Effects of Acid Deposition. Report SNV PM 1636. Solna, Sweden.
- 23 Wang, C. and Mu, D. 2014. An LCA study of an electrical coal supply chain. *Journal of Industrial Engineering and Management* **7**: 311-335.
- 24 Simate, G.S. and Ndlovu, S. 2014. Acid mine drainage: Challenges and opportunities. *Journal of Environmental Chemical Engineering* **2** (3): 1785-1803.
- 25 Brook, B. and Bradshaw, C. 2015. Key role for nuclear energy in global biodiversity conservation. *Conservation Biology* **29** (3): 702-712.
- 26 Henle, K., Gawel, E., Ring, I., and Strunz, S. 2016. Promoting nuclear energy to sustain biodiversity conservation in the face of climate change: Response to Brook and Bradshaw 2015. *Conservation Biology* **30** (3): 663-665.
- 27 Samet, J.M., Kutvirt, D.M., Waxweiler, R.J., and Key, C.R. 1984. Uranium mining and lung cancer in Navajo men. *The New England Journal of Medicine* **310** (23): 1481-1484.
- 28 Alexievich, S. 1997 (translation 2016). *Chernobyl Prayer*. Penguin, Harmondsworth.
- 29 Holt, M., Campbell, R.J., and Nikitin, M.B. 2012. Fukushima Nuclear Disaster. Congressional Research Service, Washington, DC.
- 30 Srinivasan, T.N. and Gopi Rethinaraj, T.S. 2013. Fukushima and thereafter: Reassessment of the risks of nuclear power. *Energy Policy* **52**: 726-736.
- 31 World Commission on Dams. 2000. *Dams and Development: A new framework for decision-making*. Earthscan, London.
- 32 Scherer, L. and Pfister, S. 2016. Global water footprint assessment of hydropower. *Renewable Energy* **99**: 711-720.
- 33 Kemenes, A., Rider Forsberg, B., and Melack, J.M. 2007. Methane release below a tropical hydropower dam. *Geophysical Research Letters* **34** (12).
- 34 Pethick, J.S., Morris, R.K.A., and Evans, D.H. 2009. Nature conservation implications of a Severn tidal barrage – A preliminary assessment of geomorphological change. *Journal for Nature Conservation* **17**: 183-196.
- 35 Drewitt, A.L. and Langston, R.H.W. 2006. Assessing the impacts of wind farms on birds. *Ibis* **148**: 29-42.
- 36 Wu, G., Torn, M., and Williams, J. 2015. Incorporating land-use requirements and environmental constraints in low-carbon electricity planning for California. *Environmental Science and Technology* **49**: 2013-2021.
- 37 Hertwich, E., Gibon, T., Baumana, E.A., Arvesen, A., Suh, S., et al. 2015. Integrated life-cycle assessment of electricity-supply scenarios confirms global environmental benefit of low-carbon technologies. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **112** (20): 6277-6282.
- 38 Kaza, N. and Curtis, M. 2014. The land use energy connection. *Journal of Planning Literature* **29** (4): 1-16.
- 39 Hammar, L., Perry, D., and Gullström, M. 2016. Offshore wind power for marine conservation. *Open Journal of Marine Science* **6**: 66-78.
- 40 Ong, S., Campbell, C., Denholm, P., Margolis, R., and Heath, G. 2013. *Land-Use Requirements for Solar Power Plants in the United States*. National Renewable Energy Laboratory Technical Report NREL/TP-6A20-56290. Golden, CO, USA.
- 41 Hernandez, R.R., Easter, S.B., Murphy-Mariscal, M.L., Meestre, F.T., and Tavassoli, M. 2014. Environmental impacts of utility-scale solar energy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* **29**: 766-779.
- 42 Dinesh, H. and Pearce, J. 2016. The potential of agrivoltaic systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* **54**: 299-308.
- 43 <http://www.agrophotovoltaik.de/english/agrophotovoltaics/>, accessed May 10, 2017.
- 44 van Dam, J. 2017. The charcoal transition: Greening the charcoal value chain to mitigate climate change and improve local livelihoods. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- 45 Donnison, I. and Fraser, M. 2016. Diversification and use of bioenergy to maintain future grasslands. *Food and Energy Security* **5** (2): 67-75.
- 46 Thrän, D. and Fritsche, U. 2016. Standards for biobased fuels and resources – status and need. In: IEA Bioenergy Conference 2015 Proceedings: 148-158.
- 47 Zhang, J. and Smith, K.R. 2007. Household air pollution from coal and biomass fuels in China: Measurements, health impacts and interventions. *Environmental Health Perspectives* **115** (6): 848-855.
- 48 Haberl, H., Erb, K.-H., Krausmann, F., Running, S., Searchinger, T.D., and Smith, W.K., 2013. Bioenergy: How much can we expect for 2050? *Environmental Research Letters* **8**: 031004.
- 49 Kartha, S. and Dooley, K. 2016. The risks of relying on tomorrow's 'negative emissions' to guide today's mitigation action. Stockholm Environment Institute Working Paper 2016-08. Stockholm.
- 50 Creutzig, F. 2016. Economic and ecological views on climate change mitigation with bioenergy and negative emissions. *GCB Bioenergy* **8**: 4-10.
- 51 Zarrouk, S.J. and Moon, H. 2014. Efficiency of geothermal power plants: A worldwide review. *Geothermics* **51**: 142-153.

- 52 Lombardi, L., Carnevale, E., and Corti, A. 2015. A review of technologies and performance of thermal treatment systems for energy recovery from waste. *Waste Management* **37**: 26-44.
- 53 Budzianowski, W.M. 2016. Renewable and sustainable. *Energy Reviews* **54**: 1148-1171.
- 54 Fritsche, U.R., Berndes, G., Cowie, A.L., Dale, V.H., Kline, K.L., Johnson, F.X., Langeveld, H., Sharma, N., Watson, H., and Woods, J. 2017. Sustainable Energy Options and Implications for Land Use. Working Paper for the UNCCD Secretariat and IRENA, Darmstadt.
- 55 Ibid.
- 56 Kaza, N. and Curtis, M. 2014. Op. cit.
- 57 IPCC. 2014. Climate Change 2014: Synthesis Report.
- 58 Ibid.
- 59 <http://www.ipcc.ch/report/sr2/>
- 60 Smith, P., Bustamante, M., Ahammad, H., Clark, H., Dong, H., et al. 2014. Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU). In: Edenhofer, O., Pichs-Madruga, R., Sokona, Y., Farahani, E., Kadner, S., et al. (eds.) *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- 61 Eliasch, J. 2008. *Climate Change: Financing global forests – the Eliasch Review*, Earthscan, London. See also: Canadell, J.G., Le Quééré, C., Raupach, M.R., Field, C.B., Buitenhuis, E., et al. 2007. Contributions to accelerating atmospheric CO₂ growth from economic activity, carbon intensity, and efficiency of natural sinks. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **104**: 18866-18870.
- 62 Malhi, Y., Roberts, J.T. Betts, R.A., Killeen, T.J., Li, W., and Nobre, C.A. 2008. Climate change, deforestation, and the fate of the Amazon. *Science* **319**: 169-172.
- 63 For example European Climate Change Programme. 2002. Working group on forest sinks: Conclusions and recommendations regarding forest related sinks & climate change mitigation.
- 64 Sandwith, T. and Suarez, I. 2009. *Adapting to Climate Change: Ecosystem-based adaptation for people and nature*, The Nature Conservancy, Arlington, VA, USA.
- 65 Erb, K.-H., Fetzel, T., Plutzer, C., Kastner, T., Lauk, C., et al. 2016. Biomass turnover time in terrestrial ecosystems halved by land use. *Nature Geosciences* **9**: 674-678.
- 66 Lal, R. 2004. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. *Science* **304**: 1623-1627.
- 67 Scherr, S.J. and Sthapit, S. 2009. *Mitigating Climate Change through Food and Land Use*. World Watch Report 179. World Watch Institute, USA.
- 68 Malhi, Y., Wood, D., Baker, T.R., Wright, J., Phillips, O.L., et al. 2006. The regional variation of aboveground live biomass in old-growth Amazonian forests. *Global Change Biology* **12**: 1107-1138; Chave, J., Olivier, J., Bongers, F., Chatelet, P., Forget, P.M., et al. 2008. Aboveground biomass and productivity in a rain forest of eastern South America. *Journal of Tropical Ecology* **24**: 355-366; Lewis, S.L., Lopez-Gonzalez, G., Sonké, B., Affum-Baffoe, K., Baker, T.R., et al. 2009. Increasing carbon storage in intact African tropical forests. *Nature* **457**: 1003-1006.
- 69 Baker, T.R., Phillips, O.L., Malhi, Y., Almeida, S., Arroyo, L., et al. 2004. Variation in wood density determines spatial patterns in Amazonian forest biomass. *Global Change Biology* **10**: 545-562.
- 70 Amundson, R. 2001. The carbon budget in soils. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences* **29**: 535-562.
- 71 Baker, T.R., Phillips, O.L., Malhi, Y., Almeida, S., Arroyo, L., et al. 2004. Increasing biomass in Amazon forest plots. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* **359**: 353-365.
- 72 Lewis, S.L., Lopez-Gonzalez, G., Sonké, B., Affum-Baffoe, K., Baker, T.R., et al. 2009. Increasing carbon storage in intact African tropical forests. *Nature* **457**: 1003-1006.
- 73 Malhi, Y., Baldocchi, D.D., and Jarvis, P.G. 1999. The carbon balance of tropical, temperate and boreal forests. *Plant, Cell and Environment* **22**: 715-740; Luysaert, S., Inglima, I., Jung, M., Richardson, A.D., Reichsteins, M., et al. 2007. CO₂ balance of boreal, temperate, and tropical forests derived from a global database. *Global Change Biology* **13**: 2509-2537.
- 74 Luysaert, S. E., Schulze, D., Börner, A., Knohl, D., Hessenmöller, D., et al. 2008. Old-growth forests as global carbon sinks. *Nature* **455**: 213-215.
- 75 Bond-Lamberty, B., Peckham, S.D., Ahl, D.E., and Gower, S.T. 2007. Fire as the dominant driver of central Canadian boreal forest carbon balance. *Nature* **450**: 89-93.
- 76 Stocks, B.J., Fosberg, M.A., Lynham, T.J., Mearns, L., Wotton, B.M., et al. 1998. Climate change and forest fire potential in Russian and Canadian boreal forests. *Climatic Change* **38**: 1-13.
- 77 Holtsmark, B. 2013. Boreal forest management and its effect on atmospheric CO₂. *Ecological Modelling* **248**: 130-134.
- 78 Paustian, K., Lehmann, J., Ogle, S., Reay, D., Robertson, G. P., and Smith, P. 2016. Climate-smart soils. *Nature*, **532**: 49-57.
- 79 Parish, F., Sirin, A., Charman, D., Jooster, H., Minayeva, T., and Silvius, M. (eds.) 2007. *Assessment on Peatlands, Biodiversity and Climate Change*. Global Environment Centre, Kuala Lumpur and Wetlands International, Wageningen, Netherlands.
- 80 Pena, N. 2008. Including peatlands in post-2012 climate agreements: Options and rationales, Report commissioned by Wetlands International from Joanneum Research, Austria.
- 81 Sabine, C.L., Heimann, M., Artaxo, P., Bakker, D.C.E., Chen, C.T.A., et al. 2004. Current status and past trends of the global carbon cycle. In: Field C.B. and Raupach, M.R. (eds.) *The Global Carbon Cycle: Integrating Humans, Climate and the Natural World*. Island Press, Washington, DC, USA, pp. 17-44.
- 82 Schuman, G.E., Janzen, H.H., and Herrick, J.E. 2002. Soil carbon dynamics and potential carbon sequestration by rangelands. *Environmental Pollution* **116**: 391-396.
- 83 Nosberger J., Blum, H., and Fuhrer, J. 2000. Crop ecosystem responses to climatic change: Productive grasslands. In: Hodges H.F. (ed.) *Climate change and global crop productivity*. CAB International, Wallingford, UK, pp. 271-291.
- 84 Grace, J., San José, J., Meir, P., Miranda H.S., and Montes, R.A. 2006. Productivity and carbon fluxes of tropical savannas. *Journal of Biogeography* **33**: 387-400.
- 85 Amundson, R. 2001. The carbon budget in soils. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences* **29**: 535-562.
- 86 Trumper, K., Bertzky, M., Dickson, B., van der Heijden, G., Jenkins, M., and Manning, P. 2009. *The Natural Fix? The Role of Ecosystems in Climate Mitigation*. A UNEP rapid response assessment. United Nations Environment Programme, UNEP-WCMC, Cambridge, UK.
- 87 Liniger, H.P., Mekdaschi Studer, R., Moll, P., and Zander, U. 2017. Making sense of research for sustainable land management. Centre for Development and Environment (CDE), University of Bern, Switzerland and Helmholtz-Centre for Environmental Research GmbH – UFZ, Leipzig, Germany.
- 88 Andrade Pérez, A., Herera Fernández, B., and Cazzolla Gatti R. (eds.) 2010. *Building Resilience to Climate Change: Ecosystem-based adaptation and lessons from the field*. IUCN Commission on Ecosystem Management, Ecosystem Management Series number 9, IUCN, Gland, Switzerland; Apple, C. and Dunning, E. 2014. *Ecosystem resilience to climate change: What is it and how can it be addressed in the context of climate change adaptation?* Technical report for the Mountain EbA Project. UNEP World Conservation Monitoring Centre, Cambridge, UK.
- 89 Swingland, I.R. (ed.) 2002. *Capturing Carbon and Conserving Biodiversity: The market approach*. Earthscan and The Royal Society, London.
- 90 Carlson, K. M., Gerber, J. S., Mueller, N. D., Herrero, M., MacDonald, G. K., et al. 2017. Greenhouse gas emissions intensity of global croplands. *Nature Climate Change*. 7, 63-68.
- 91 Erb, K.-H., Lauk, C., Kastner, T., Mayer, A., Theurl, M.C., and Haberl, H. 2016. Exploring the biophysical option space for feeding the world without deforestation. *Nature Communications* **7**: 11382.
- 92 Walker, G. and King, D. 2008. *The Hot Topic: How to tackle global warming and still keep the lights on*. Bloomsbury, London.
- 93 Centre for Alternative Technology. 2013. *Zero Carbon Britain: Rethinking the future*. CAT, Machynlleth, Wales, UK.
- 94 Roberts, P. 2004. *The End of Oil: The decline of the petroleum economy and the rise of the new energy order*. Bloomsbury, London; Leggett, J. 2005. *Half Gone: Oil, gas, hot air and the global energy crisis*. Portobello Books, London.
- 95 Clarke, D. 2007. *The Battle for Barrels: Peak oil myths and world oil futures*. Profile Books, London.



© GIZ, Markus Kirchgessner

URBANIZACIÓN

La milenaria relación entre la ciudad y el campo se está transformando. Se está produciendo una rápida urbanización en todo el mundo, impulsada en gran medida por la migración rural, lo que provoca la expansión urbana y la urbanización de suburbios así como el desarrollo de infraestructuras de alta calidad y una mejora general del nivel de vida. Si las proyecciones actuales son correctas, en 2050 el 66 por ciento de la población mundial vivirá en ciudades. Esto está teniendo efectos dramáticos en el medio ambiente y ejerce una creciente presión sobre los recursos limitados de la tierra; es probable que la futura expansión urbana suponga la pérdida de algunos de nuestros cultivos más productivos.

La huella de las ciudades se extiende mucho más allá de sus límites debido a la demanda de alimentos y agua, así como la infraestructura de transportes y energía. Pero las ciudades pueden ofrecer economías de escala con respecto al uso de los recursos y los impactos ambientales. El concepto de ciudades sostenibles está ganando terreno, pero los planificadores urbanos luchan por poner estos enfoques en práctica.

INTRODUCCIÓN

La distinción entre estilos de vida urbanos y rurales se remonta a siglos. Las raíces de las ciudades más antiguas de Mesopotamia, China, el valle del Indo, Egipto, Perú y Mesoamérica se remontan a hace más de 4000 años, y al principio fueron predominantemente centros ceremoniales. Gradualmente las ciudades se convirtieron en administraciones independientes que distribuían alimentos, se centraban en la manufactura y controlaban el comercio. Antes del año 1800 las zonas urbanas contenían menos del 2,5 por ciento de la población mundial, y la mayoría eran relativamente pequeñas. Con la explotación de los combustibles fósiles y la industrialización, comenzaron a surgir sociedades verdaderamente urbanizadas en Europa y Norteamérica hace unos 200 años. Donde la tierra era barata y la densidad de población baja, como en América del Norte, la expansión urbana era extensa; el radio de Boston creció de 2 a 10 millas entre 1850 y 1900.¹ En 1900, alrededor del 10 por ciento de la población mundial vivía en ciudades, que poco a poco empezaron a adquirir las características que hoy reconocemos.²

Sin embargo, el cambio del equilibrio rural/urbano general fue más lento. En 1960, sólo el 34 por ciento de la población vivía en asentamientos urbanos, y dos tercios seguían siendo rurales.³ A partir de la segunda mitad del siglo^{xx} el cambio fue más rápido. El surgimiento de las megaciudades simboliza el cambio fundamental de nuestra manera

Las ciudades crecen con una rapidez sin precedentes y que supone un desafío

de vivir. En 1990 sólo había 10 ciudades con más de 10 millones de habitantes⁴, pero en 2017 había 34,⁵ que albergaban alrededor del 12 por ciento de la población mundial.⁶ Las aglomeraciones urbanas, que abarcan múltiples ciudades, áreas suburbanas o periurbanas, comenzaron a formarse como regiones contiguas y continuas.⁷ En 2007, el equilibrio global de la vida urbana frente a la rural cambió por primera vez en la historia y vivía más gente en zonas urbanas que en zonas rurales.⁸ Los niveles de urbanización han variado según las regiones. Para el año 2014, el 80 por ciento o más de la urbanización se encontraba en América Latina, el Caribe y América del Norte, mientras que el 73 por ciento de los europeos, el 48 por ciento de los asiáticos y el 40 por ciento de los africanos vivían en zonas urbanas.⁹ Algunos países están urbanizados casi por completo. Singapur se considera urbanizada al 100 por cien, seguida por Qatar al 99,2 por ciento, Kuwait al 98,3 por ciento, Japón al 93,5 por ciento e Israel al 92,1 por ciento.¹⁰

Urbanización futura

A principios del siglo^{xxi} las ciudades generaban más de la mitad del PIB mundial, y esta dominación económica está ayudando a impulsar su crecimiento continuado.¹³ Addis Abeba, por ejemplo, tiene 2,6 millones de residentes que representan sólo el 4 por ciento de la población total, pero representa casi una quinta parte del PIB de Etiopía.¹⁴ En 2014, 28 megaciudades albergaban a 453 millones de personas; para 2030 se espera que emerjan 13 nuevas megaciudades en las regiones menos desarrolladas.¹⁵

Casi el 90 por ciento de este aumento es probable que se produzca en Asia y África, donde se prevé que las poblaciones urbanas aumenten a un 56 y un 64 por ciento respectivamente.¹⁶ Los cálculos actuales indican que los nuevos residentes urbanos en África aumentarán en más de 300 millones entre 2000 y 2030, más del doble que en las poblaciones rurales.¹⁷ Mientras que las ciudades africanas, como Dar es Salaam y Kinshasa, se encuentran entre las de más rápido crecimiento del mundo, sólo el 12 por ciento vive en asentamientos de 1 a 5 millones de personas y el 52 por ciento en asentamientos por debajo de 200 000.¹⁸ Los cambios han sido más dramáticos en Asia, donde países como China han pasado de ser sociedades abrumadoramente rurales a sociedades cada vez más urbanas en una sola generación. Veintidós de las 100 mayores ciudades del mundo están actualmente en China.¹⁹ Aunque relativamente pequeña numéricamente, la tasa de urbanización más rápida se ha producido en el Caribe, donde un 62 por ciento de la población

Gráfico 11.1: Población urbana y rural en las regiones desarrolladas y menos desarrolladas, 1950-2050: Recuperado de¹²

Regiones menos desarrolladas

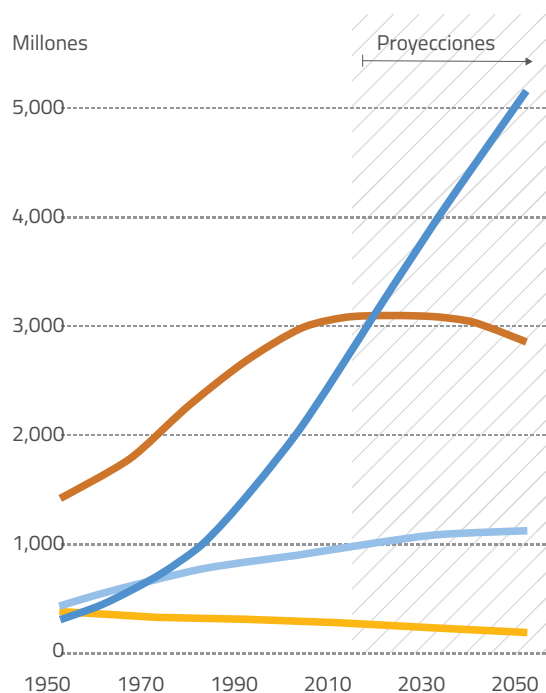
África, Asia (sin incluir a Japón), América Latina y el Caribe, Melanesia, Micronesia y Polinesia

— Población urbana
— Población rural

Regiones más desarrolladas

Europa, América del Norte, Australia, Nueva Zelanda y Japón.

— Población urbana
— Población rural





residía en zonas urbanas a comienzos del milenio, tasa que aumentó a un 70 por ciento en 2015 y se prevé que alcance el 75 por ciento en 2025.²⁰

En la mayor parte del mundo, la huella de la tierra urbana se está expandiendo más rápidamente que las poblaciones urbanas.²² Si bien se prevé que las poblaciones urbanas alcancen alrededor de 5 mil millones en 2030 y 6,3 mil millones en 2050,²³ la previsión es que la extensión de las zonas urbanas se triplicará respecto de la línea de base del año 2000 durante el mismo período,²⁴ lo que aumentaría en 1,2 millones de km².²⁵

Cuadro 11.1: Rápida urbanización en la India

Notorios proyectos en la India destacan los desarrollos de infraestructuras y el cambio de uso de la tierra asociados con la urbanización rápida, y se espera que más de la mitad de la población sea urbana en 2050:²⁶

- **Infraestructura de transporte:** Sólo en Nueva Delhi se añaden diariamente 1400 nuevos automóviles a las carreteras. Para mejorar los sistemas de transporte, el país construyó 20 000 km de carreteras nuevas y mejoradas entre 2012 y 2017.
- **Aglomeraciones urbanas:** Se está planeando un corredor industrial entre Mumbai y Delhi, que desarrollará hasta seis nuevas ciudades.
- **Infraestructura energética:** Se prevén inversiones por valor de 250 000 millones de dólares estadounidenses para plantas y redes eléctricas.²⁷

Si bien los intentos de pronosticar el crecimiento de la población no siempre han sido especialmente exactos,²⁸ la tendencia a la urbanización parece irreversible.²⁹ Los economistas generalmente vinculan la urbanización con el crecimiento³⁰ y con las oportunidades para obtener eficiencias en el uso de tierras y recursos; la reducción de las tasas de fecundidad en las poblaciones urbanas también reducirá el crecimiento general de la población.³¹ Pero las ciudades también apoyan las mayores desigualdades en riqueza,³² y las ciudades más grandes son las más desiguales.³³ Las ciudades afectan de manera importante a las tierras circundantes: la expansión urbana es una causa primaria de cambio en el uso de la tierra y un importante factor de pérdida de hábitats y extinción de especies.³⁴ Los desafíos del desarrollo sostenible se concentrarán cada vez más en las ciudades, en particular en los países de ingresos bajos y medios, donde el ritmo de urbanización es más rápido.³⁵ Las ciudades deben asumir una mayor responsabilidad en el diseño e implementación de soluciones a los desafíos que crean y a sus efectos en el resto del planeta.³⁶ Sin embargo, también debe reconocerse que muchas autoridades municipales se enfrentan a retos, como la falta de orientación de los gobiernos nacionales y las crecientes expectativas, sin el apoyo financiero necesario. En el resto de este capítulo se analizan algunos de los desafíos e impactos que supone un futuro cada vez más urbano.

VÍNCULOS ENTRE ZONAS URBANAS Y RURALES

Las zonas urbanas ofrecen funciones centralizadas y servicios públicos que a menudo son demasiado costosos para proporcionarlos en las zonas rurales, mientras que las zonas rurales brindan a las ciudades bienes y servicios relativamente baratos, como alimentos, agua y combustible. Idealmente, las áreas urbanas compactas permitirían que las áreas rurales prosperaran siempre y cuando existan infraestructuras adecuadas para facilitar los flujos necesarios de bienes y servicios. Sin embargo, en la realidad, los vínculos entre zonas rurales y urbanas rara vez funcionan sin problemas y, como era de esperar, se produce una creciente desconexión entre las ciudades y sus alrededores.³⁹ En particular, existen dos factores relacionados con las zonas urbanas que afectan a la salud de los paisajes rurales:

- **Migración** hacia y desde las áreas urbanas, impulsadas por factores como las oportunidades económicas, la degradación de la tierra y las políticas gubernamentales
- **Periurbanización** que origina la expansión urbana y los suburbios

1. Migración

La migración de las zonas rurales a las urbanas se considera a menudo una consecuencia natural del desarrollo regional desigual⁴⁰, y se citan las desigualdades entre los ingresos de los habitantes rurales y los urbanos como un incentivo importante para que la gente se traslade,⁴¹ a menudo junto a un deseo más general de mejorar su calidad de vida.⁴² Sin embargo, junto a la posibilidad de mayores ingresos, muchos otros motivos afectan a estos flujos migratorios, como el acceso a mejores servicios, las oportunidades educativas y la participación en «economías del conocimiento»⁴³, y la evitación del cambio climático⁴⁴ y los desastres relacionados con el clima.⁴⁵ También existen fuerzas compensatorias que pueden restringir la migración, como las restricciones impuestas a la migración por las finanzas, la distancia, el acceso a la información, las redes sociales y las limitaciones establecidas por la política gubernamental.⁴⁶ En muchos países, los migrantes rurales se consideran una subclase dentro de las ciudades. Al mismo tiempo, la emigración de las zonas rurales reduce la base impositiva y reduce los recursos de que disponen los municipios rurales para actividades de desarrollo. La migración es multidireccional y compleja, e incluye movimientos permanentes y temporales en las zonas rurales, desde las pequeñas ciudades hasta las grandes y entre ciudades. Los migrantes rural-urbanos a menudo regresan a su área de origen u otras áreas rurales si la economía urbana se debilita o los precios suben,⁴⁷ o después de jubilarse.⁴⁸

Por lo tanto, la decisión de migrar depende de múltiples factores que operan simultáneamente y van desde decisiones políticas nacionales o mundiales hasta circunstancias personales o locales, algunas de las

cuales pueden remontarse a decisiones sobre el uso de la tierra. La liberalización de las políticas agrícolas en el África subsahariana, por ejemplo, llevó a la eliminación de los subsidios y a la posterior quiebra de algunas granjas, lo que ocasionó la migración a las ciudades.⁴⁹ En algunos casos, la migración rural-urbana ha dado lugar a la expansión de los bosques y otros ecosistemas naturales debido al abandono de las tierras agrícolas.⁵⁰ Junto con los procesos mundiales y regionales, las políticas macroeconómicas nacionales basadas en la reforma y el ajuste también afectan a las relaciones entre las zonas rurales y urbanas y el movimiento de las personas. El flujo de migrantes rurales hacia las ciudades en China aumentó tras las reformas realizadas en el mercado en 1992.⁵¹ El resultado fue una transición de una economía planificada a una economía de mercado con la industrialización y la urbanización, el crecimiento económico y la expansión urbana que lleva asociados, y la pérdida de tierras agrícolas cercanas a las ciudades

Cuadro 11.2: Impactos a nivel de aldea de la migración en Pakistán y Nepal

La migración puede presentar implicaciones complejas para la tierra. En algunas zonas de Pakistán, la emigración de hombres de las aldeas de montaña en busca de trabajo ha dado lugar a la degradación de los pastos. Las mujeres, los niños, y las personas ancianas que quedan atrás son menos capaces de hacer respetar los límites tradicionales de los usuarios, lo que permite que algunos forasteros se aprovechen y pastoreen en esas tierras un gran número de animales. Además, los hogares carecen de la mano de obra necesaria para conservar el ganado. Las mujeres se encargan de cuidar de las cabras, que son más fáciles de atender a la vez que se ocupan de sus hogares, pero el ramoneo de las cabras causa un daño mayor a la vegetación frágil de la montaña que el pastoreo de las reses.⁵⁶

En Nepal, el éxodo actual de las tierras altas a las ciudades o a países extranjeros ha llevado a cambios marcados en la demografía de las colinas. Nuevamente, la tarea de administrar la tierra recae en los que quedan, principalmente las mujeres y los ancianos. La escasez de mano de obra en las zonas rurales conduce a menudo a prácticas agrícolas y patrones de uso de la tierra más insostenibles. A pesar de ello, ha habido algunos efectos ambientales positivos: la menor presión de la población y las mejores medidas de gestión han fomentado el crecimiento de los bosques y han ayudado a estabilizar las laderas puesto que se recolectaba menos forraje y leña. Sin embargo, los suelos de las zonas que experimentan emigración son ahora menos fértiles en las laderas o las alturas, ya que hay menos ganado y, en consecuencia, menos estiércol. Las aldeas del fondo del valle, con un número cada vez mayor de personas, también experimentan disminuciones en la fertilidad del suelo debido al aumento de los ciclos de cultivo de dos anuales a tres.⁵⁷

Los impactos de la migración sobre la tierra pueden ser positivos. La migración de las zonas rurales a las urbanas puede dar lugar a un flujo de dinero, tecnología e información hacia las zonas rurales.

y la industrialización rural en zonas muy cercanas a las ciudades con economías liberalizadas.⁵² El aumento de las disparidades regionales ha dado lugar al cambio del uso de la tierra en China,⁵³ incluidas la degradación de la tierra, la contaminación derivada del aumento de la industrialización, la reducción de la seguridad alimentaria a medida que se convierten o abandonan las tierras agrícolas y las prácticas agrícolas excesivamente intensivas.⁵⁴ Por el contrario, el abandono de las zonas agrícolas marginales ha dado lugar a la recuperación de vegetación natural en algunas zonas montañosas.⁵⁵

Los efectos que ejerce la migración sobre la tierra pueden ser positivos.⁵⁹ La migración de las zonas rurales a las urbanas puede dar lugar a un flujo de dinero, de tecnología y de información a las zonas rurales. Esto puede financiar la innovación en la agricultura o la diversificación hacia actividades no agrícolas, abriendo así la tierra a otros usos.⁶⁰ La relación entre la despoblación rural y la cubierta forestal es igualmente ambigua y depende de factores locales y no locales.⁶¹ Algunos estudios sobre emigración rural apoyan la «Teoría de la transición forestal»⁶², que destaca cómo esto lleva a la reforestación y al abandono de tierras agrícolas.⁶³ Por el contrario, la emigración puede conducir a un aumento del cultivo, particularmente cuando los migrantes regresan con ahorros en efectivo para reinvertir en la agricultura o para contratar mano de obra en su ausencia,⁶⁴ lo que aumenta los suministros de alimentos pero socava aún más la productividad de la tierra. También puede conducir a la interrupción de sistemas de gestión ambientalmente racionales basados en mano de obra que ya no está disponible.⁶⁵

2. Periurbanización

Las áreas periurbanas representan la interrelación entre la ciudad y el campo, un paisaje híbrido con características tanto rurales como urbanas. En el mejor de los casos, estas áreas pueden representar un puente útil entre lo urbano y lo rural, ya que pueden prestar servicios tanto a comunidades como a áreas recreativas, mercados o centros comerciales, o puntos de eliminación de desechos. Bajo ciertas condiciones, las demandas periurbanas de servicios ecosistémicos y áreas recreativas pueden dar lugar a la regeneración de bosques y otros ecosistemas naturales en lo que eran áreas marginales de cultivo alrededor de las ciudades.⁶⁶ Sin embargo, también pueden convertirse en barreras. La expansión urbana, definida vagamente como crecimiento urbano disperso, excesivo y costoso,⁶⁷ puede degenerar rápidamente en suburbios no regulados que se convierten en áreas peligrosas donde viven los desafortunados que no pueden vivir en otros lugares. La urbanización no reglamentada y no planificada, a menudo exacerbada por estructuras de gestión débiles y la falta de coordinación institucional,⁶⁸ puede conducir a la degradación de la tierra, la pérdida de biodiversidad, la contaminación de la tierra y el agua, niveles más altos de delincuencia y congestión, y propagación de enfermedades.^{69,70}

El dinero y el poder que implica la difusión de las ciudades significa que las áreas periurbanas están

a menudo predisuestas a un dominio eminente (adquisición obligatoria), adquisiciones de tierras y cambios en la tenencia que pueden tener efectos sociales y ambientales perjudiciales.⁷¹ Por ejemplo, el desarrollo periurbano informal que ocupa *el valioso tejido* de tierra de Xalapa, México, está amenazando restos de bosques nubosos montañosos, que no sólo tienen una importancia biológica intrínseca sino que también regulan el clima local y el microclima urbano en virtud de su cubierta arbórea.⁷² Los pequeños agricultores que son absorbidos por las ciudades en expansión de los Andes peruanos expresan sus temores sobre la seguridad alimentaria mientras la tierra fértil desaparece bajo el hormigón.⁷³

Los suburbios representan una proporción significativa de la expansión urbana, particularmente en muchas economías en desarrollo. Los suburbios se enmarcan a menudo como el arquetipo de la «sobreurbanización», por medio de la cual los asentamientos se desarrollan informalmente sin la infraestructura y el saneamiento adecuados. En la actualidad unos 828 millones de personas viven en suburbios, y el número sigue aumentando:⁷⁴ en el África subsahariana, el 62 por ciento de la población urbana vive en suburbios,⁷⁵ al igual que la mitad de la población de Mumbai, India.⁷⁶ Los asentamientos no planificados suelen estar formados por individuos que se apoderan o invaden tierras que no les pertenecen; la distribución no equitativa de la tierra, iniciada por ejemplo mediante esquemas de privatización de tierras, puede significar que los individuos se ven obligados a ocupar la tierra como un mecanismo de supervivencia.

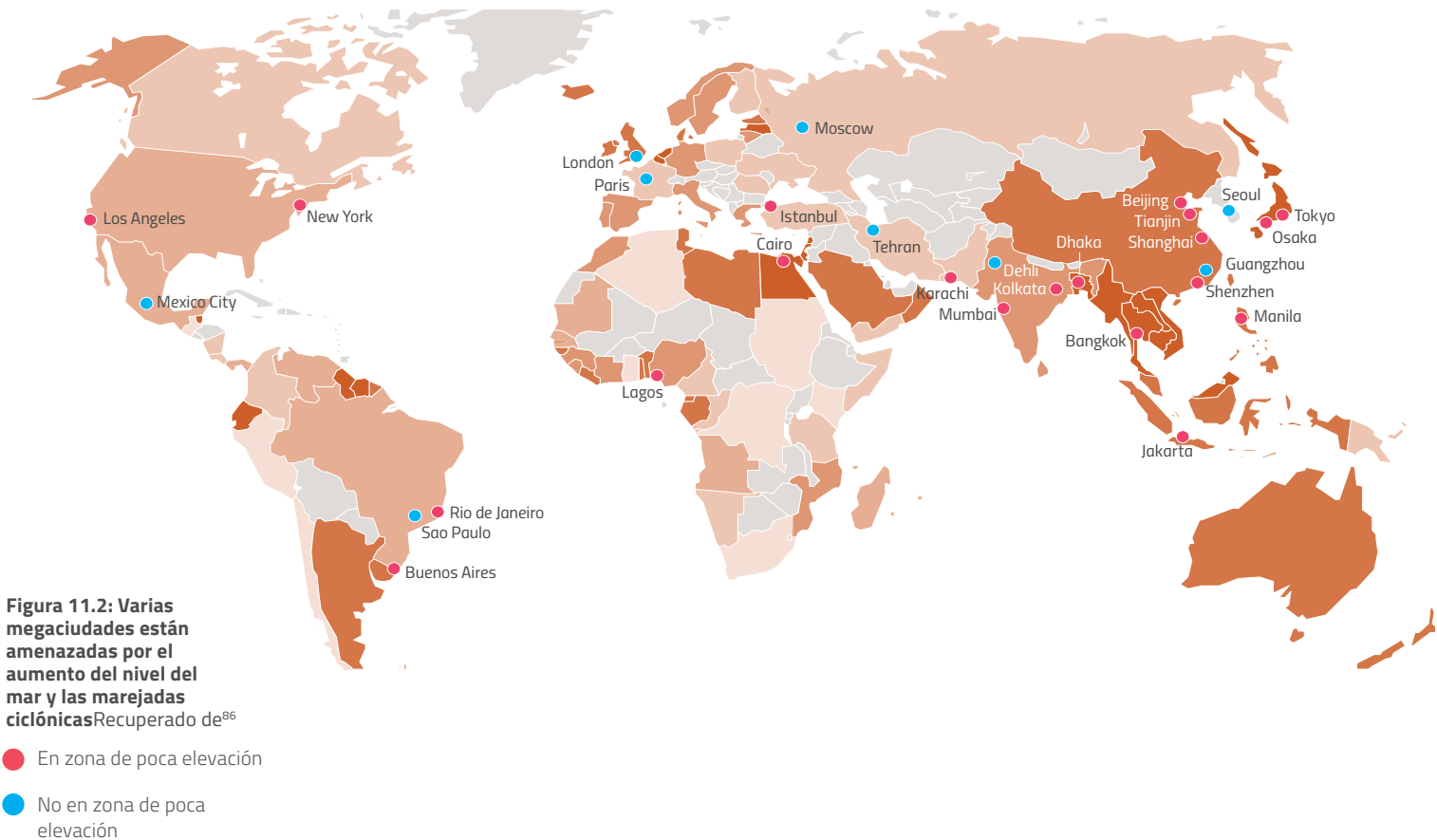
Las políticas para gobernar la expansión urbana incontrolada incluyen planes de desarrollo espacial (por ejemplo, límites de crecimiento urbano, cinturones verdes) y las regulaciones que los acompañan. Una frontera de crecimiento urbano es una estrategia común centrada en el uso eficiente de la tierra y la preservación de las funciones rurales. Este enfoque requiere una legislación fuerte para controlar el desarrollo y garantizar una implementación efectiva, donde el éxito depende de que el desarrollo se produzca dentro del marco de planificación urbana existente. Del mismo modo, las estrategias de cinturones verdes promueven ciudades compactas, que no sólo reducen la huella ecológica urbana sino también el coste de proporcionar servicios e infraestructura adicionales.

Los asentamientos de suburbios precarios se encuentran a menudo en zonas de alto riesgo ambiental (p.ej., inundaciones o deslizamientos de tierra) y se ven potencialmente más afectados por las cambiantes condiciones climáticas, especialmente cuando se construyen en terrenos considerados no aptos para el desarrollo urbano. Al mismo tiempo, el empeoramiento de las condiciones ambientales en las zonas rurales puede aumentar el desarrollo periurbano no planificado. Daca, en Bangladesh, es la megaciudad de más rápido crecimiento del mundo⁷⁷

debido a que las personas migran de zonas costeras y rurales, a menudo debido a factores ambientales. Las inundaciones costeras están destruyendo los cultivos de hortalizas y los campos de arroz, mientras que el agua salina avanza más hacia el interior y las riberas de los ríos se erosionan.⁷⁸ Las comunidades se trasladan, a menudo primero de las islas al continente,⁷⁹ y luego frecuentemente a suburbios urbanos.⁸⁰ Este desarrollo urbano no planificado está siendo estimulado directamente por la degradación ambiental y los impactos del cambio climático, que a su vez es impulsado principalmente por las emisiones de gases de efecto invernadero de los países desarrollados.

Las zonas urbanas de las zonas costeras de baja elevación (LEZ, por su sigla en inglés) están creciendo más rápidamente que en otros lugares. Un tercio de las ciudades examinadas en un estudio reciente, que representa casi dos tercios de las zonas urbanas con

poblaciones superiores a cinco millones, se encontraba a menos de 10 metros de una LEZ. Sin una protección adecuada, los impactos del cambio climático devastarán las economías y la infraestructura,⁸¹ se calcula que 400 millones de habitantes urbanos están expuestos a riesgos asociados con el aumento del nivel del mar.⁸² Es probable que las zonas urbanas de LEZ y de las regiones menos desarrolladas, como Dacca, experimenten la peor parte de los desastres relacionados con el cambio climático, y se necesita una gestión eficaz para prepararse ante esas situaciones.⁸³ En África, entre los países con más del 50 por ciento de zonas urbanas costeras vulnerables a las tormentas relacionadas con el cambio climático se encuentran Mozambique, Tanzania, Costa de Marfil, Guinea Ecuatorial y Marruecos.⁸⁴ Si bien el 70 por ciento de los países de altos ingresos integran el uso de la tierra y la gestión de riesgos naturales, sólo lo hace alrededor del 15 por ciento de los países de bajos ingresos.⁸⁵

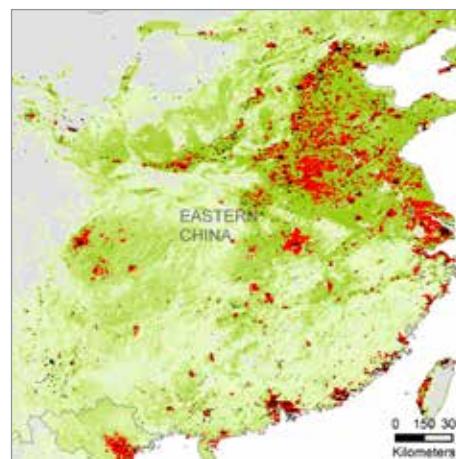
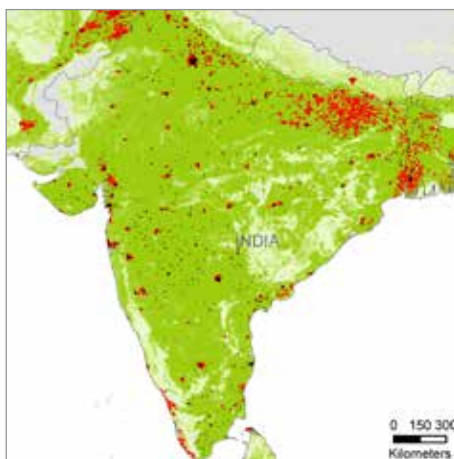
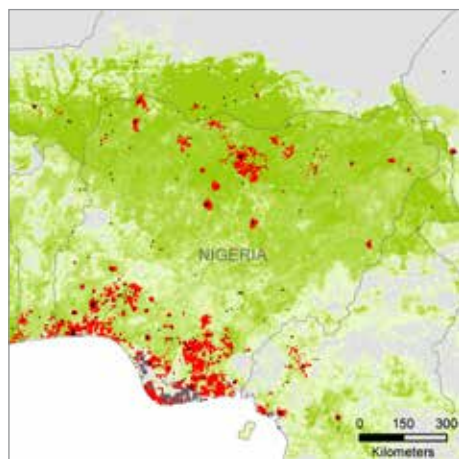


HUELLA TERRESTRE DE LAS CIUDADES

Las ciudades hacen a la mayor parte de la humanidad en un área muy pequeña, pero ejercen impactos más allá de sus límites. Las ciudades cubren sólo el 3 por ciento del suelo de la Tierra,⁸⁷ unos 200 000 km² en total, pero su extensión limitada oculta una huella de consumo mucho mayor. El aumento de la expansión urbana y periurbana, junto con el crecimiento de la población, el cambio de estilos de vida y la demanda de recursos asociados, han llevado a niveles sin precedentes de consumo y generación de desechos durante los siglos XX y XXI.⁸⁸ Las huellas terrestres de las ciudades se extienden por todo el mundo: un hogar típico de una ciudad europea utiliza bienes y servicios que causan emisiones de gases de efecto invernadero, extracciones excesivas de agua y cambios en el uso de la tierra en docenas de países de todo el mundo.⁸⁹ La densa población de las ciudades y los salarios relativamente más altos de muchos habitantes de la ciudad⁹⁰ también significan que los patrones de consumo urbano son diferentes de sus contrapartes rurales, con un mayor consumo de carne, lácteos y alimentos procesados que provoca que, proporcionalmente, se usen más recursos de la tierra.⁹¹ La huella terrestre de la ciudad –el impacto que la ciudad ejerce más allá de sus límites– tiene muchos componentes, de los cuales seis se analizan a continuación:

- **Impactos alimentarios**, tanto directamente por el cambio en el uso de la tierra como por la mayor presión para producir alimentos para los habitantes de la ciudad
- **Uso del agua**, las personas que viven en zonas urbanas tienden a utilizar proporcionalmente más agua que los habitantes rurales
- **Infraestructura de transporte**, desde una perspectiva tanto de recursos como de la fragmentación de hábitats
- **La impermeabilización urbana del suelo** y los impactos en el ciclo general del agua y la susceptibilidad a eventos climáticos extremos
- **Pérdida de biodiversidad**
- **Impactos del cambio climático**

Gráfico 11.3: Expansión del área urbana en cultivos de Nigeria, India y China: Utilizado con permiso³⁸



1. Impactos alimentarios

Debido a su diseño y densidad de población, las ciudades no pueden proporcionar cantidades significativas de alimentos para sus propios habitantes, lo que supone que los alimentos deben importarse de las zonas circundantes y, cada vez más, desde otras partes del mundo. Mientras que hasta hace poco los alimentos importados eran principalmente bienes pequeños, portátiles y de alto precio, como las especias u otros lujos, hoy el transporte masivo de alimentos significa que es más probable que éstos recorran distancias más largas. Por ejemplo, un análisis de la huella ecológica de Londres mostró que alrededor del 80 por ciento de los alimentos consumidos en la ciudad se importa de otros países.⁹³ Una huella similar en los Países Bajos mostró que para satisfacer las necesidades alimentarias de este pequeño país altamente urbanizado se requiere un área de tierra cuatro veces mayor que el país en su conjunto.⁹⁴ Los problemas del sistema alimentario se analizan en mayor detalle en el Capítulo 7.

La rápida urbanización también está desplazando cada vez más los impactos de la desnutrición de las zonas rurales a las urbanas: la seguridad alimentaria en las ciudades depende principalmente del acceso al dinero en efectivo en lugar de depender del cultivo o la recolección de alimentos, y las familias urbanas pobres de muchos países en desarrollo gastan más de la mitad de su presupuesto en alimentos. Uno de cada tres niños con retrasos en el crecimiento vive actualmente en zonas urbanas.⁹⁵

Pero al mismo tiempo que las ciudades necesitan más tierra para alimentar a sus poblaciones, expanden su área y, así, reducen la cantidad de tierras de cultivo disponibles. A pesar de que el área total puede ser relativamente pequeña, estas tierras suelen ser las más adecuadas para producir alimentos con los que alimentar a la población de la ciudad. Por ejemplo, en Trípoli, la segunda ciudad más grande del Líbano, el área urbana aumentó un 208 por ciento entre 1984 y 2000, con una disminución simultánea del 35 por ciento de las tierras agrícolas cercanas, principalmente los suelos fértiles de la llanura costera, en los que anteriormente existían campos de cítricos.⁹⁶ Más del 60 por ciento de las tierras

Cuadro 11.1:
Repercusiones mundiales y regionales de la expansión del área urbana en las tierras de cultivo¹⁰²

Región o país	Pérdida esperada de tierras de cultivo, Mha	Pérdida relativa de tierras de cultivo	Pérdida de producción	Productividad comparada con el promedio regional
Mundial	30	2,0%	3,7%	1,77
Asia	18	3,2%	5,6%	1,59
África	6	2,6%	8,9%	3,32
Europa	2	0,5%	1,2%	2,18
América	5	1,2%	1,3%	1,09
Australasia	0,1	0,2%	0,2%	0,94

de regadío del mundo se encuentran cerca de zonas urbanas; a medida que las ciudades crecen, también aumenta la competencia por la tierra entre usos agrícolas y urbanos o de infraestructuras. En el año 2000, la previsión era que 30 millones de hectáreas de cultivos en todo el mundo estaban situadas en zonas que se esperaba que estuvieran urbanizadas para el año 2030, lo que representa una pérdida total de tierras de cultivo de alrededor del 2 por ciento (véase la Figura 11.3). Con las tasas más rápidas de expansión urbana, se prevé que África y Asia experimenten el 80 por ciento de la pérdida mundial de tierras agrícolas debido a la expansión del área urbana.⁹⁷ El impacto de estas pérdidas es más agudo a medida que la expansión se produce en tierras agrícolas de primera calidad, muchas de las cuales son el doble de productivas que los promedios nacionales;⁹⁸ las Naciones Unidas identifican 58 países de alta fertilidad,⁹⁹ 39 de los cuales se encuentran en África.¹⁰⁰ Una pérdida del 3 por ciento de estas valiosísimas tierras de cultivo se traduce en una pérdida de producción del 6 por ciento en Asia y una reducción del 9 por ciento en África.¹⁰¹

Es evidente que la gestión de la expansión urbana será fundamental para garantizar los medios de subsistencia en estas economías agrarias, particularmente en lo que respecta a las redes de distribución de alimentos. Por otro lado, al consumir productos cultivados en sistemas agrícolas más eficientes, las ciudades pueden contribuir a reducir la cantidad total de superficie agrícola.

2. Uso del agua

Aunque la agricultura sigue siendo el mayor usuario de agua (véase el Capítulo 8), el uso urbano de agua urbana está aumentando debido al aumento de la población y el uso per cápita. Muchas de estas fuentes de agua para las ciudades están amenazadas. Las cuencas hidrográficas de origen de las ciudades del mundo cubren más del 37 por ciento de las tierras libres de hielo; el 40 por ciento de ellas muestra niveles de degradación de moderados a altos, lo que afecta a la calidad y la cantidad de agua.¹⁰³ Además, la mitad de todas las ciudades con poblaciones superiores a 100 000 personas se encuentra en cuencas con escasez de agua, con fuentes de agua dulce (ríos, lagos o acuíferos) que se secan a medida que se extrae más agua de la que se recarga.¹⁰⁴ Como resultado, se calcula que 150 millones de personas viven actualmente en ciudades con escasez aguda de agua.¹⁰⁵ La situación probablemente empeorará

puesto que se prevé que la demanda de agua supere la capacidad de extracción en un 40 por ciento para 2030; y para 2050, hasta mil millones de habitantes urbanos podrían experimentar escasez de agua.¹⁰⁶

La crisis urbana del agua ha sido ignorada durante mucho tiempo. Los planificadores urbanos y agrícolas del uso del agua han prestado más atención al acceso a más agua que a conservar y

Cuadro 11.3: Desarrollo de políticas de agua urbana¹¹²

Cinco pasos genéricos que se pueden aplicar en el desarrollo de políticas de agua urbana:

- **Uso de los suministros locales de agua:** hasta que estén agotados. En este punto, hay un cambio de agua subterránea a aguas superficiales (o viceversa) cuando las fuentes iniciales se agotan a partir de la combinación de uso agrícola y urbano. La construcción de embalses es importante para permitir que las ciudades exploten mejor el suministro local de agua superficial.
- **Importaciones de agua intercuenas:** Generalmente un paso a corto plazo, ya que estas importaciones tienden a ser controladas de acuerdo a sus impactos ambientales y sociales, así como por su costo. Como resultado, las ciudades recurren a la conservación del agua en lugar de agregar nuevas importaciones.
- **Conservación del agua:** muchas ciudades comenzaron a conservar el agua de manera decidida en los años ochenta, con creciente atención e inversión en enfoques y tecnologías de conservación del agua en las últimas décadas.
- **Reciclaje de agua:** en particular el reciclaje y la reutilización de aguas residuales o de aguas pluviales se convirtió en una notable contribución al abastecimiento de agua urbana a partir de la década de 1990 y se está expandiendo rápidamente.
- **Desalinización:** Por lo general una solución de último recurso debido a la alta demanda de energía en comparación con otras opciones de suministro. La desalinización sólo representa alrededor del 1 por ciento del consumo mundial de agua, pero dado que las ciudades se enfrentan a límites en la importación de agua y los avances en la energía solar, es cada vez más una opción más viable.



© UN Photo / Parque de Kiboe

utilizar el agua de manera más eficiente, lo que no se ha considerado un aspecto importante hasta hace poco tiempo (véase el Cuadro 11.3).¹⁰⁸ En contraste con las tendencias previstas en la población, la urbanización y el PBI, algunas regiones podrían experimentar una disminución de las tasas de crecimiento económico de hasta un 6 por ciento del PBI para el año 2050 como consecuencia de las pérdidas relacionadas con el agua.¹⁰⁹ China y la India¹¹⁰ están en el centro del debate sobre agua y urbanización. En China, los recursos hídricos son cada vez más escasos y la calidad del agua está afectando seriamente a la salud y los medios de subsistencia de toda la nación; a pesar de las impresionantes inversiones en infraestructura hídrica, las políticas no siempre han abordado la eficiencia a largo plazo, ni las condiciones sociales y ambientales.¹¹¹

Muchos centros urbanos obtienen el agua de las áreas naturales circundantes o la canalizan desde cuencas situadas a una distancia considerable; las prácticas de gestión de la tierra en estas áreas determinan la calidad del agua, la regulación del flujo y, en algunos casos, la cantidad de agua disponible. En el Capítulo 8 se describen varias opciones de gestión que pueden contribuir a aumentar la seguridad del abastecimiento de agua urbana, incluido el uso de áreas protegidas para mantener el funcionamiento saludable de las cuencas hidrográficas.

3. Infraestructuras de transportes

El rápido crecimiento urbano suele coincidir con el desarrollo de las infraestructuras, en particular de las redes de transporte. En la Unión Europea, los kilómetros de autopista se triplicaron entre 1970 y 2000; en la India y China, la red de carreteras ha crecido en un 4–6 por ciento anual durante la última década.¹¹³ En China, por ejemplo, se añadieron 41 000 km de autopista a la red nacional de transporte y se mejoraron 400 000 km de tramos de carreteras locales y municipales entre 1990 y 2005.¹¹⁴ El sector del transporte mundial utiliza alrededor de una cuarta parte del consumo total de energía mundial.¹¹⁵ La energía de los transportes y las emisiones de dióxido de carbono se han incrementado en un 28 por ciento desde 2000.¹¹⁶ Las ciudades influyen en los sistemas de transporte tanto dentro de la ciudad como desde las zonas periurbanas a las urbanas, lo que constituye una demanda intensiva de recursos que trae consigo una red de mayor tamaño con efectos más amplios en el paisaje.

Las ciudades pueden, en teoría, operar sistemas de transporte altamente eficientes que reducen el uso de recursos y la contaminación, y sin embargo, en la realidad vemos los atascos y la contaminación atmosférica catastrófica que tienen lugar en todo el mundo. Hace más de cuarenta años, el filósofo Ivan Illich señaló que la velocidad media de un viaje en automóvil urbano en Estados Unidos era de cuatro millas por hora: la velocidad de un paseo a paso enérgico,¹¹⁷ y en muchas ciudades la velocidad ha disminuido aún más. Los

niveles de contaminación causados por el transporte están ocasionando una crisis sanitaria mundial: en Delhi y sus ciudades satélite, se calcula que cada año se producen de 7350 a 16.200 muertes prematuras y 6 millones de ataques de asma debido a la contaminación de partículas, de la cual un tercio procede de los gases de escape de los vehículos.¹¹⁸ Las malas decisiones de planificación empeoran rápidamente las cosas. En Sudáfrica, una política de construcción de viviendas subvencionadas en regiones aisladas, para ahorrar dinero, no tuvo en cuenta cómo conectar las casas a los puestos de trabajo, lo que dio lugar a que los residentes tuvieran que viajar en taxis colectivos, que son caros y lentos debido a la mala infraestructura vial, y causan contaminación adicional.¹¹⁹ Cabe señalar que si bien la calidad del aire exterior es mayor en las zonas rurales, el uso de estufas ineficientes y contaminantes alimentadas con madera, carbón vegetal y carbón ocasiona niveles nocivos de contaminación del aire en interiores en el caso de muchos habitantes rurales.

Desde el punto de vista de la tierra, la construcción de grandes redes viales y ferroviarias entre ciudades puede ser aún más perjudicial si las rutas pasan a través de ecosistemas naturales y seminaturales, lo que suele suponer una apertura a un desarrollo rápido y a menudo no planificado. Más del 95 % de la deforestación, los incendios y las emisiones atmosféricas de carbono en la Amazonia brasileña ocurren a una distancia menor de 50 km de una carretera:¹²⁰ ya existen 22 713 km de carreteras estatales y 190 506 km de caminos no oficiales,¹²¹ incluida una densa red de carreteras privadas que se desvían de las carreteras estatales,¹²² lo que es conocido como el «efecto de la espina de pescado».¹²³ Más de 20 proyectos de construcción de carreteras se llevan a cabo en bosques intactos.¹²⁴ Carreteras como la autopista Belem–Brasilia¹²⁵ y la Carretera interoceánica que une Perú con Brasil¹²⁶ desempeñan un papel importante en la deforestación¹²⁷ y la degradación de los bosques, al abrir nuevas zonas a los migrantes.¹²⁸ Ni siquiera las áreas protegidas son seguras: una carretera planificada a través del Parque Nacional del Serengeti, en Tanzania, perturbaría permanentemente la mayor migración de mamíferos del mundo y ofrecería acceso abierto a los cazadores furtivos.¹²⁹ La nueva infraestructura de transportes, para satisfacer la demanda de las ciudades, también fomenta la expansión urbana a lo largo de las carreteras, lo que desplaza aún más la producción local de alimentos y afecta a los ecosistemas naturales. Garantizar que la política, la planificación y la implantación de infraestructuras reconozcan expresamente los activos ecológicos, dentro y fuera de los límites de las ciudades, es un paso clave hacia el desarrollo de ciudades sostenibles.¹³⁰

La cobertura mundial de la tierra urbana en los lugares críticos de biodiversidad aumentará en más del 200% entre 2000 y 2030.

4. Sellado del suelo urbano

El sellado del suelo, en un contexto urbano, se refiere a la cobertura del suelo con materiales impermeables, como el hormigón, y tiene lugar principalmente en las áreas urbanas; esto no solo hace que la tierra no esté disponible para la producción de alimentos, sino que también socava la mayor parte de los otros servicios de los ecosistemas, particularmente la regulación y filtración del agua. Sin suelo abierto y vegetación para absorber el agua, las fuertes lluvias pueden ocasionar rápidamente inundaciones,¹³¹ con escorrentía de aguas pluviales a menudo contaminadas con desechos y residuos aceitosos.¹³² El sellado del suelo en áreas residenciales, comerciales e industriales reduce la vida del suelo,¹³³ y cambia el albedo superficial (reflejo) y la transferencia de calor de la evapotranspiración, lo que puede causar temperaturas más altas y mayores problemas de salud durante las olas de calor.¹³⁴

El sellado del suelo es un problema mundial: en las ciudades europeas, varía entre un 23 y un 78 por ciento,¹³⁵ y es considerado como una de las principales amenazas a la función del suelo, puesto que casi la mitad de todas las nuevas zonas urbanizadas dentro de la Unión Europea presenta sellado del suelo.¹³⁶ En la región italiana de Emilia–Romaña se estima que entre 2003 y 2008 se perdieron unas 15 000 hectáreas de tierras agrícolas, debido principalmente a la urbanización, lo que equivale al potencial de producción de cultivos para alimentar a 440 000 personas.¹³⁷ Los peligros de inundación en la región también han aumentado significativamente, en particular por parte de cauces más pequeños, lo que requiere inversiones adicionales para controlar las inundaciones.¹³⁸

5. Pérdida de la biodiversidad

A medida que se produce la expansión de las ciudades, muchas destruyen los ecosistemas naturales, mientras que las infraestructuras de transporte y energía asociadas fragmentan gran parte de lo que queda. En 2010, un metaanálisis global de la conversión de la tierra urbana descubrió que casi la mitad de las ciudades estudiadas se encontraban a 10 km de una área protegida terrestre; lo que es más significativo, la tasa media anual de expansión de estas ciudades de 1970 a 2000 fue superior al 4,7 por ciento.¹³⁹ En Estados Unidos, la expansión de la vivienda urbana se considera ahora una amenaza importante para las áreas protegidas,¹⁴⁰ pues se espera construir 17 millones de viviendas adicionales a menos de 50 km de áreas protegidas para 2030.¹⁴¹ Las investigaciones que comparan la expansión urbana proyectada con una lista mundial de sitios de la Alianza para la Extinción Cero –lugares donde las especies que se consideran en peligro o en peligro crítico en virtud de los criterios de la Lista Roja de la UICN están restringidos a un único lugar restante– descubrieron que más de una cuarta parte de especies en las clases de anfibios, mamíferos y reptiles se verán afectadas en diversos grados por la expansión urbana. En total, los hábitats de 139 especies de anfibios, 41 especies de mamíferos y 25 especies de aves que se encuentran en las listas de especies en peligro crítico o en peligro

Cuadro 11.4: La urbanización en los puntos críticos de la biodiversidad

La expansión de la superficie de la tierra urbana es probable que conduzca a una considerable pérdida de biodiversidad, por ejemplo:

- La urbanización a gran escala en Afromontane Oriental, los Bosques Guineanos de África Occidental y los puntos críticos de los Ghats Occidentales y de Sri Lanka podrían aumentar en 2030 las áreas urbanas en aproximadamente un 1900 por ciento, 920 por ciento y 900 por ciento, respectivamente, respecto a sus niveles de 2000, lo que resultaría en una pérdida importante de la biodiversidad.
- En hábitats ya disminuidos y gravemente fragmentados, como el Mediterráneo y los puntos críticos del Bosque Atlántico de América del Sur, las disminuciones relativamente pequeñas en el hábitat pueden hacer que las tasas de extinción aumenten desproporcionadamente.
- Los cinco puntos críticos de la biodiversidad en los que se prevé que los mayores porcentajes de sus áreas de tierra lleguen a ser urbanas son predominantemente regiones costeras o islas, que son especialmente importantes para las especies endémicas.¹⁴⁴

de la UICN podrían ser invadidas o devastadas como consecuencia de la urbanización.¹⁴²

La expansión urbana daña de manera desproporcionada los humedales, que tienden a estar rellenos, drenados o contaminados, lo que reduce su capacidad para regular la cantidad y calidad del agua y amortiguar los fenómenos meteorológicos extremos. Los humedales alrededor de Harare (Zimbabue) son la fuente de agua para la mitad de la población del país y poseen la función de recargar la capa freática, filtrar y purificar el agua, prevenir la sedimentación y las inundaciones y proporcionar un valioso sumidero de carbono; constituyen también un importante santuario de aves. Sin embargo, la presión sobre estos humedales debida a la conversión, la agricultura ilegal, la contaminación de los fertilizantes y el uso comercial de los pozos ha llevado a un descenso medio anual de la capa freática de 15 a 30 metros en los últimos 15 años.¹⁴³

La recolección de leña (habitualmente transformada en carbón vegetal) para las ciudades de los países en desarrollo afecta significativamente la salud de las áreas circundantes, y causa la degradación de los bosques y en ocasiones la deforestación. La pobreza y la falta de acceso a fuentes alternativas de energía mantienen la dependencia de la leña de muchos habitantes de la ciudad. Gran parte de esta madera procede de zonas periurbanas y boscosas cercanas a las ciudades. Sin una gestión y regulación eficaces, la degradación de los bosques y la deforestación se extienden desde los centros urbanos a medida que las poblaciones crecen debido a cadenas de suministro de combustible que son en muchos casos informales, fragmentarias e ilegales.

Por ejemplo, la madera y el carbón vegetal representan más del 80 por ciento del uso doméstico de combustible en África, es decir, más del 90 por ciento de la madera recolectada, lo que la convierte en la principal causa de degradación forestal en África.¹⁴⁶ Alrededor de Dar es Salaam (Tanzania) el radio de tala se expandió 120 km en 14 años; un frente de deforestación que comenzó con árboles de alta calidad y acabó finalmente en la biomasa leñosa para carbón vegetal.¹⁴⁷ El crecimiento de la población o una afluencia repentina de migrantes conduce a rápidos incrementos en el uso de la leña, como en el caso de Abéché (Chad). Kinshasa y Abuya están experimentando enormes aumentos en las poblaciones urbanas debido a los conflictos y la pobreza rural, lo que lleva a una deforestación más rápida.¹⁴⁸

El uso no sostenible de leña no solo es perjudicial para los bosques. En 2010, la contaminación del aire doméstico causada por la biomasa sólida ocasionó más muertes que la malaria, y se prevé que la tasa de mortalidad siga aumentando.¹⁴⁹ Cuando el nivel de vida lo permite, los habitantes de la ciudad cambian al carbón vegetal, que es más limpio en el lugar de consumo, pero requiere más madera y libera una serie de contaminantes durante la producción.

6. Cambio climático

Las ciudades afectan al clima tanto en el ámbito local como en el mundial y, a su vez, se ven afectadas por el cambio climático. Las áreas urbanas alteran el clima local mediante la modificación del albedo superficial y la evapotranspiración, el aumento de aerosoles y fuentes de calor antropogénico, lo que trae consigo temperaturas elevadas¹⁵⁰ y cambios en los patrones de precipitaciones en el ámbito local.^{151,152} Las ciudades son generalmente más cálidas que las zonas rurales de alrededor, fenómeno conocido como «isla de calor urbana»; estas diferencias son incluso mayores durante las olas de calor, lo que aumenta la incomodidad y los riesgos para la salud.¹⁵³ Las ciudades contribuyen al cambio climático mundial al emitir gases de efecto invernadero procedentes de la calefacción, la refrigeración, el transporte y la industria. Si se considera la huella urbana completa, se calcula que las ciudades son las responsables del 60 al 80 por ciento de todo el consumo de recursos y el uso de energía, y de aproximadamente la mitad de las emisiones mundiales de dióxido de carbono antropogénico; desempeñan, asimismo, un papel importante en la degradación de los ecosistemas.¹⁵⁴ El análisis apunta a que las propias emisiones urbanas per cápita son a menudo inferiores a la media de los países en los que se encuentran.¹⁵⁵ Por el contrario, las poblaciones urbanas de los países en desarrollo tienden a generar mayores emisiones de gases de efecto invernadero per cápita que las poblaciones rurales circundantes debido al uso intensivo de biomasa y combustibles fósiles.¹⁵⁶

Las ciudades son cada vez más vulnerables a los riesgos del cambio climático a medida que crecen, especialmente si el crecimiento se produce ad hoc o de forma no planificada. Debido a que la tierra es un bien valioso y escaso, muchos habitantes más pobres de las ciudades

Figura 11.4: Construcción de ciudades sostenibles



se asientan en condiciones que no son óptimas, como en llanuras inundables, regiones costeras bajas, orillas de los ríos, cuevas escarpadas y en lugares con poca sombra natural o vegetación; en cambio, los más ricos pueden permitirse tomar medidas para hacer frente a los efectos del cambio climático, como la fortificación y aislamiento de viviendas, la mejora de los desagües pluviales y otras medidas de preparación ante desastres. Cientos de millones de habitantes urbanos no disponen de carreteras transitables en todas las estaciones, ni agua corriente, desagües, sistemas de alcantarillado o electricidad, y viven en casas mal construidas en tierras mal repartidas u ocupadas ilegalmente, con pocas oportunidades de protección contra el cambio climático.¹⁵⁷ El cambio climático probablemente traerá más inundaciones, sequías, olas de calor y aumento del nivel del mar.¹⁵⁸ Las ciudades costeras emergentes contarán con mayores áreas expuestas a las inundaciones: las proyecciones referentes a 53 ciudades africanas calcularon que 11,6 millones de personas adicionales estarán expuestas a marejadas ciclónicas en 2100.¹⁵⁹ Otras estimaciones apuntan a que 16 millones de personas al año podrán experimentar inundaciones en 2100, y 10 millones de personas se verán forzadas a emigrar.¹⁶⁰

CONSTRUCCIÓN DE CIUDADES SOSTENIBLES

«La urbanización sostenible requiere que las ciudades generen mejores oportunidades de ingresos y empleo, amplíen la infraestructura necesaria para el agua y el saneamiento, la energía, el transporte, la información y las comunicaciones; garanticen la igualdad de acceso a los servicios; reduzcan el número de personas que viven en barrios marginales; y preserven los bienes naturales dentro de la ciudad y sus alrededores».¹⁶¹

El Objetivo de Desarrollo Sostenible 11 tiene como objeto «lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles» mientras que el Objetivo 11.6 se esfuerza por «reducir el impacto ambiental negativo per capita de las ciudades».

La Nueva Agenda Urbana adoptada en Habitat III establece que «imaginamos ciudades y asentamientos humanos que: ...protegen, conservan, restablecen y promueven sus ecosistemas, recursos hídricos, hábitats naturales y la diversidad biológica, reducen al mínimo su impacto ambiental, y transitan hacia la adopción de modalidades de consumo y producción sostenibles».¹⁶²

Ya no tiene sentido la distinción entre planificación urbana y rural, dado el grado en que ambas están interconectadas; los enfoques sostenibles para la gestión de las ciudades deben tener en cuenta las áreas urbanas, así como las tierras rurales, las comunidades

y los ecosistemas de los que dependen.¹⁶³ Hacer que las ciudades sean sostenibles es posible, pero la planificación a largo plazo basada en criterios ambientales resulta impopular en muchos casos. El Banco Mundial señala que los países que se enfrentan a graves restricciones de financiación pueden tener que elegir entre «construir correctamente» (que puede tener sentido tanto económica como ambientalmente) y «construir más» (que puede ser lo que se requiera socialmente).¹⁶⁴ Entre los pasos necesarios para lograr ciudades sostenibles se encuentran:

- **Reducción del impacto en la tierra**, como el sellado del suelo, el cambio de uso del suelo, etc.
- **Reducción de la huella urbana de alimentos y energía**
- **Aprovechamiento integrado de la gestión del agua** a escala de las cuencas para garantizar un suministro sostenible
- **Desarrollo de sistemas de transporte sostenibles**
- **Maximización de la mitigación y adaptación al clima** en un contexto urbano
- **Recorte de la contaminación** del agua y el aire
- **Reducción del uso de recursos mediante un reciclaje efectivo**
- **Diseño de espacios verdes y protección de la biodiversidad** dentro y fuera de la ciudad

1. Reducción del impacto en la tierra

La urbanización puede contribuir a eliminar la presión sobre los ecosistemas naturales y seminaturales, pero solo si la dispersión es limitada y la mediación rural-urbana es gestionada cuidadosamente. Las ciudades compactas y bien ordenadas minimizan su impacto sobre las áreas circundantes al reducir la demanda de bienes y servicios basados en la tierra. Por ejemplo, en Singapur las densidades planificadas varían según la ubicación, el uso y la disponibilidad de la infraestructura, y presentan mayores densidades estimuladas cerca de las estaciones de metro.¹⁶⁵ Las comunidades urbanas de alta densidad también muestran menor consumo de energía per cápita y menores emisiones de gases de efecto invernadero que el desarrollo suburbano de baja densidad; los costes de transporte y calefacción también disminuyen.¹⁶⁶ Filadelfia ha desarrollado un plan de infraestructuras verdes que convertirá el 34 por ciento de las superficies impermeables existentes en «acres verdes» de aquí a 2036.¹⁶⁷

Regenerar y rediseñar las ciudades, en lugar de expandirse hacia tierras agrícolas productivas y ecosistemas naturales, reducirá el sellado del suelo y el cambio en el uso de la tierra. Una planificación urbana eficaz ofrece oportunidades de crecimiento económico sostenible. En el Reino Unido, Londres gastó 13,4 mil millones de dólares estadounidenses (USD) en el sitio de los Juegos Olímpicos, convirtiendo una zona en ruinas en un centro recreativo, de entretenimiento y comercial con viviendas para 8000 familias.¹⁶⁸

A pesar de que cerca de la mitad de los habitantes urbanos del mundo viven en asentamientos relativamente pequeños de menos de 500 000 habitantes,¹⁶⁹ a menudo se pasa por alto el papel de las ciudades pequeñas y medianas y su contribución a las economías nacionales.¹⁷⁰ Garantizar que estas ciudades más pequeñas adopten desde el principio una trayectoria de desarrollo sostenible les evitará tener que abordar muchos de los problemas que afrontan las grandes ciudades del mundo.¹⁷¹ Tales iniciativas son necesarias de forma urgente, ya que muchas de estas ciudades se encuentran en el umbral de una rápida expansión.¹⁷²

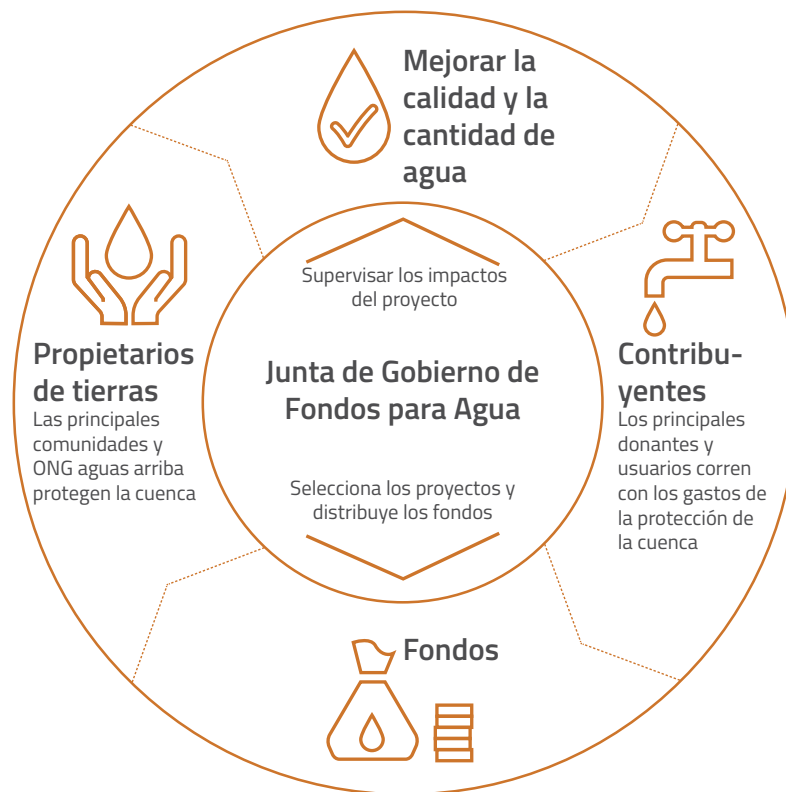
2. Reducción de la huella urbana de alimentos y energía

Las ciudades pueden proporcionar modelos positivos y negativos para la producción sostenible de alimentos. Las comunidades densamente pobladas ofrecen economías de escala y, en teoría, pueden minimizar los residuos. Pero si no se planifica adecuadamente, los residuos de alimentos y la huella de despilfarro de alimentos pueden aumentar realmente debido a la urbanización. Las políticas sólidas y una planificación prudente son fundamentales para lograrlo.

Pese a que las ciudades dependen de alimentos cultivados en otros lugares, existen oportunidades inexploradas para maximizar la eficiencia una vez que los alimentos están dentro de la ciudad. El fomento de la agricultura urbana y periurbana y la maximización de la producción de alimentos relativamente local aumentan la nutrición y la seguridad alimentaria, preservan los alimentos regionales, reducen el recorrido de los alimentos y ayudan a limitar la expansión urbana. Ciudades como Buyumbura, en Burundi, incluyen la horticultura en el plan maestro urbano.¹⁷³ La producción sostenible de alimentos alrededor de las ciudades trae una variedad de otros servicios de los ecosistemas además de los alimentos. Sin embargo, a veces los productores locales tienen dificultades para competir económicamente con operaciones agrícolas más grandes y distantes, y a veces necesitan apoyo para sobrevivir. Un metaanálisis global de la conversión actual de la tierra urbana señaló que la presencia de subsidios agrícolas en estas áreas hace disminuir la tasa media anual de expansión urbana en un 2,43 por ciento.¹⁷⁴ Los agricultores suelen ser reacios a invertir en medidas de conservación agrícola —incluso con las perspectivas de aumentos de productividad y reducción del coste del agua— porque las proporciones de coste-beneficio asociadas y los periodos de recuperación son insuficientes. Las ciudades pueden contribuir a que haya un punto de inflexión en este equilibrio.¹⁷⁵

Las ciudades ofrecen oportunidades para reducir el uso general de energía mediante el intercambio y la optimización de la energía y la reducción de residuos, gracias a iniciativas tales como el desarrollo de esquemas de calefacción urbana en distritos, la incorporación de medidas de ahorro de energía en nuevos edificios y la instalación de dispositivos generadores de energía, incluidos los paneles solares y las células eléctricas. Las redes inteligentes —redes

Figura 11.5
Los principales elementos y flujos de una financiación para el agua: Recuperado de¹⁸⁰



eléctricas que armonizan la oferta y la demanda— ofrecen ahorros adicionales, combinando mayores conexiones dentro de los países y entre ellos, aprovechando la avanzada tecnología de almacenamiento rápido, y gestionando la flexibilidad de la demanda.¹⁷⁶ La nueva tecnología puede conectar a productores y consumidores individuales sin un servicio centralizado, haciendo que el uso de la energía sobrante sea más fácil y más eficiente.¹⁷⁷ Las mejoras en el almacenamiento y la eficiencia ofrecen nuevas posibilidades, como el uso de corriente continua en aparatos y células fotovoltaicas.¹⁷⁸ Las soluciones naturales, tales como la plantación de árboles urbanos, pueden contribuir a reducir las facturas de aire acondicionado del hogar,¹⁷⁹ además de muchos otros beneficios. En los últimos 15 años, se han desarrollado fondos de agua¹⁸³ a fin de promocionar una interfaz urbano-rural saludable. objetivo es reunir colectivamente a los usuarios del agua para invertir río arriba en la protección del hábitat y la ordenación del suelo, y movilizar fuentes innovadoras de financiación. Los principales elementos y flujos de un fondo de agua se ilustran en la Figura 11.5.

3. Aprovechamiento integrado de la gestión del agua

Mantener un buen flujo de agua limpia representa quizá la oportunidad más prometedora, para cuya consecución las autoridades de la ciudad pueden trabajar juntos de manera estrecha y sinérgica con las comunidades rurales vecinas. Dicho desarrollo podría lograrse mediante el aprovechamiento integrado de sistemas de saneamiento eficaces dentro de las ciudades. Un consejo municipal o una compañía de agua que proporcione incentivos a las comunidades rurales para proteger y restaurar cuencas hidrográficas crea una estrategia de beneficios para ambas partes, en la que las ciudades obtienen un

suministro de agua rentable y aumentan los ingresos rurales. Se calcula que una de cada seis ciudades de las más importantes del mundo (es decir, cerca de 690 ciudades con más de 433 millones de personas) posee el potencial de compensar totalmente estos costes de conservación solamente en el ahorro en tratamiento de aguas.¹⁸⁰ Tales iniciativas pueden fortalecerse en mayor medida mediante iniciativas para reducir el uso y el desperdicio de agua mediante políticas de educación y fijación de precios del agua.¹⁸¹

Uno de los ejemplos más conocidos es el paquete de políticas y apoyo financiero que une el sistema de agua de la ciudad de Nueva York con la gestión de las tres cuencas hidrográficas que suministran agua a la ciudad. Trabajando con terratenientes privados para fomentar cuencas hidrográficas saludables, Nueva York se ha asegurado el mayor suministro de agua sin filtrar de Estados Unidos, lo que ahorra a la ciudad más de 300 millones de dólares anuales en costes de tratamiento y mantenimiento del agua.¹⁸²

4. Desarrollo de sistemas de transporte sostenibles

Debido a que son compactas, las ciudades son lugares donde, con una buena planificación e inversiones estratégicas, la huella de transporte puede minimizarse mediante medidas de reducción del tráfico, carriles para bicicletas, transporte público, pasarelas peatonales e incentivos financieros, como impuestos a vehículos privados o subsidios para el transporte público. El diseño más compacto de las ciudades reduciría los costes de transporte urbano.¹⁸⁴ Estos cambios se refieren tanto a la cultura como a los conocimientos técnicos o a los modelos de políticas: por ejemplo, ciudades como Ámsterdam y Cambridge han prestado desde siempre

mucha atención al ciclismo, mientras que en Toronto un alcalde fue votado para el cargo en parte por la promesa de retirar los carriles de bicicletas tras oponerse a ellos los conductores de automóviles.

Los problemas prácticos del desplazamiento en automóvil están creando un cambio gradual en la actitud de los ciudadanos. Bangkok y Delhi habían alcanzado prácticamente el estancamiento, hasta la apertura de sus sistemas de metro. Algunos analistas ya están pronosticando que el mundo ha alcanzado el punto más alto en el uso de automóviles per cápita y el apoyo al ferrocarril urbano y a los servicios ferroviarios urbanos está aumentando, incluso en las ciudades tradicionalmente dependientes del automóvil de Norteamérica y Australia.¹⁸⁵ Los sistemas de transporte público baratos y el uso de las nuevas tecnologías están cambiando la actitud de los ciudadanos hacia el transporte urbano. Un estudio de la OCDE que puso como ejemplo el uso de automóviles sin conductor en Lisboa llegó a la conclusión de que los vehículos autónomos compartidos podrían reducir el número de automóviles necesarios en un 80–90 por ciento. La disminución de vehículos también liberará espacio urbano: hasta una cuarta parte del área de algunas ciudades estadounidenses se destina al estacionamiento.¹⁸⁶

5. Maximización de la mitigación y adaptación al clima

El desarrollo urbano compacto, junto con las altas densidades residenciales y de empleo, puede reducir el consumo de energía, los kilómetros recorridos por los vehículos y las emisiones de dióxido de carbono.¹⁸⁷ La ciudad de Dongtan, cerca de Shanghái, desea convertirse en la primera ciudad ecológica del mundo construida específicamente con transporte sostenible, sistemas de agua eficientes, espacios verdes y según el objetivo general de efecto neutro en carbono. Una vez completada, se espera que la ciudad consuma un 64 por ciento menos de energía respecto a una ciudad moderna de tamaño similar.¹⁸⁸

La reorientación de la inversión de las industrias de uso intensivo de carbono a soluciones inteligentes para el clima, como las energías renovables y las microrredes, es una forma importante en que el sector financiero puede apoyar a las ciudades sostenibles. Esto requiere una comprensión sofisticada del riesgo del uso de carbono, y ganas de buscar las oportunidades de inversión renovable y de bajo carbono más adecuadas. Las inversiones de este tipo están siendo fomentadas por organismos internacionales como la OCDE, el FMI y el Banco Mundial.¹⁸⁹

Las ciudades dependerán, asimismo, de los servicios ecosistémicos en las áreas circundantes para mejorar la adaptación al cambio climático.¹⁹⁰ Por ejemplo, los manglares costeros pueden ayudar a proteger a las ciudades costeras contra el aumento de tormentas;¹⁹¹ una vegetación seca gestionada adecuadamente minimiza las tormentas de polvo y la formación de dunas;¹⁹² y los bosques situados en pendientes

empinadas estabilizan la nieve y el suelo.¹⁹³ Dentro de la propia ciudad, existen numerosas opciones para utilizar los servicios de los ecosistemas, como el aumento de las áreas naturales o verdes para absorber el exceso de lluvia¹⁹⁴ y la plantación de árboles para crear sombra.¹⁹⁵

6. Recorte de la contaminación

La contaminación del aire y el agua de nuestras ciudades está teniendo efectos terribles en la salud humana. Pero la experiencia demuestra que muchas de ellas pueden ser revertidas; los ríos de Europa están mucho más limpios de lo que lo estaban hace unas décadas, y muchos están comenzando a tener de nuevo vida acuática. La calidad del agua potable suele ser mayor que en las zonas rurales pobladas. La gestión de la tierra es crítica para la gestión del agua: cuatro de cada cinco ciudades podrían reducir la contaminación de sedimentos o nutrientes en una cantidad significativa (por lo menos en un 10 por ciento) a través de la protección forestal, la reforestación de pastizales y las buenas prácticas de gestión agrícola. Esto podría conducir potencialmente a 10 Gt adicionales anuales de mitigación del dióxido de carbono.¹⁹⁶

7. Reutilización y reciclaje.

El reciclaje proporciona importantes beneficios sociales y ambientales que reducen la presión de las actividades de producción sobre la tierra y sus impactos. El reciclaje de sólo tres metales –ferrosos, aluminio y cobre– produce un ahorro anual de 572 millones de toneladas de dióxido de carbono en comparación con la extracción y procesamiento de nuevos metales.¹⁹⁷ El reciclaje de plásticos reduce la enorme carga de contaminación que crean: se calcula que 250 000 toneladas de plásticos se encuentran ahora en los océanos del mundo.¹⁹⁸ Las ciudades también tienen la oportunidad de implementar estrategias probadas y rentables para el reciclaje y la reutilización. El reciclaje tiene tres factores principales: (i) un incentivo económico (a menudo entre los más pobres de la sociedad); (ii) un elemento voluntario, como la separación de los desechos o las visitas a los centros locales de reciclaje, principalmente el comportamiento aprendido, y (iii) las leyes y políticas que fomentan el reciclaje. Aunque el mercado del reciclaje es complicado y el valor de los materiales es crónicamente inestable, el reciclaje sigue creciendo en todo el mundo. Aproximadamente 4 Gt de material de desecho se recicla cada año en todo el mundo,¹⁹⁹ todavía una minúscula proporción del potencial.

8. Maximización de espacios verdes y protección de la biodiversidad

Como se describe en el Capítulo 9, las ciudades pueden hacer frente a las pérdidas de biodiversidad reduciendo su impacto en el paisaje más amplio. Las zonas urbanas también pueden comprometerse con la naturaleza de forma más directa mediante la creación de espacios verdes. La existencia de árboles, parques y jardines no es incompatible con las ciudades compactas, e incluso es parte integrante de algunas de las zonas urbanas más

densamente pobladas del mundo. Los árboles tienen múltiples beneficios, como la reducción de la escorrentía de agua y el CO₂, lo que proporciona purificación del aire y valores estéticos, y al mismo tiempo mejora la calidad de vida en áreas superpobladas. En Lisboa, Portugal, los beneficios combinados asociados con árboles en las calles, incluyendo aire más limpio, ahorro de energía, aumento de los valores de propiedad y reducción de dióxido de carbono, ascienden a 4,48 dólares USA por cada dólar estadounidense invertido.²⁰⁰

Algunas ciudades van más allá y priorizan espacios verdes en los diseños de su expansión. Singapur promueve su imagen verde con planes de infraestructura verde como una de las razones clave por las que continúa atrayendo grandes cantidades de inversión.²⁰¹ Sudáfrica ha identificado nueve áreas claves en su programa de economía verde, incluyendo un mayor reciclaje, agricultura urbana e intervenciones no comerciales para evitar la expansión urbana.²⁰² A nivel de la ciudad, esto coincide con intervenciones como el Plan de Acción de Green Goal para la Copa Mundial de 2010 en Ciudad del Cabo, y planes para rediseñar Johannesburgo para reducir las emisiones de gases del efecto invernadero del transporte.²⁰³

Además de los parques y espacios verdes dentro de las áreas urbanas, los espacios verdes periurbanos pueden desempeñar un papel clave en la protección del medio ambiente (por ejemplo, cuencas hidrográficas), actividades recreativas y la protección de la biodiversidad local; a veces con costes oportunistas comparativamente más bajos por estar ubicados en áreas de pendientes empinadas o terrenos frecuentemente inundados.

CONCLUSIÓN

Las ciudades son y probablemente continuarán siendo impulsores del crecimiento económico, lo que requiere grandes inversiones públicas. También seguirán teniendo efectos sobre los recursos de la tierra y los servicios ecosistémicos asociados que conforman la infraestructura natural de la que dependen.²⁰⁴ Se prevé que el 65 por ciento de toda la superficie urbana en 2030 habrá sido urbanizada en las tres primeras décadas del siglo XXI.²⁰⁵ Las decisiones de desarrollo urbano son a largo plazo y difíciles de revertir. Teniendo en cuenta las tendencias actuales, se necesitan con urgencia políticas para garantizar una urbanización sostenible.

El crecimiento de la importancia y la extensión de las ciudades está transformando nuestro enfoque de la gestión. A medida que las actividades económicas se hacen más dispersas como resultado de la privatización, la desregulación y la creciente globalización, se están formando nuevas alianzas estratégicas entre las ciudades como una alternativa verde a los territorios nacionales tradicionales.²⁰⁶ Una mayor colaboración entre las ciudades en el intercambio de mejores prácticas será vital para el desarrollo de la sostenibilidad. Algunas ciudades ya participan en asociaciones cooperativas y comienzan a asumir un papel más activo en la gestión de los recursos y los impactos a escala regional o incluso global. Por ejemplo, las respuestas de la ciudad a las emisiones de GEI incluyen el C40 Cities Climate Leadership Group y el Consejo Mundial de Ayuntamientos sobre el Cambio Climático.²⁰⁷



© Don

REFERENCIAS

- 1 Ponting, C. 1991. *A Green History of the World*. Sinclair-Stevenson, London.
- 2 Ibid.
- 3 UNFPA. 2007. *State of World Population 2007: Unleashing the Potential of Urban Growth*, UNFPA, New York.
- 4 United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. 2014. *World Urbanization Prospects: The 2014 Revision, Highlights (ST/ESA/SER.A/352)*.
- 5 Data from FAO need ref from Elaine Springgay
- 6 UN. 2014. *World urbanization prospects – The 2014 revision*. United Nations Department of Economic and Social Affairs, New York, USA.
- 7 d'Amour, C.B., Reitsma, F., Baiocchi, G., Barthel, S., Güneralp, B., et al. 2016. Future urban land expansion and implications for global croplands. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, doi:10.1073/pnas.1606036114
- 8 UN. 2014. Op. cit.
- 9 UN. 2014. Op. cit.
- 10 Tollin, N. and Hamhaber, J. 2016. Op. cit. Sustainable Urbanization in the Paris Agreement. Comparative review for urban content in the Nationally Determined Contributions (NDCs). United Nations Human Settlements Programme, Nairobi.
- 11 World Bank. 2013. *Planning, Connecting, and Financing Cities—Now: Priorities for City Leaders*. World Bank, Washington, DC.
- 12 United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. 2014. *World Urbanization Prospects: The 2014 Revision*.
- 13 Oxford Economics. 2015. *Future Trends and Market Opportunities in the World's Largest 750 Cities. How the Global Urban Landscape Will Look in 2030*. Oxford, UK.
- 14 Cour, Jean-Marie. 2004. Assessing the 'benefits' and 'costs' of urbanization in Vietnam. Annex to *Urbanization and Sustainable Development: A Demo-Economic Conceptual Framework and its Application to Vietnam*. Report to Fifth Franco-Vietnamese Economic and Financial Forum. Ha Long, Vietnam.
- 15 UN Department of Economic and Social Affairs, Population division. 2014. *Population Facts*.
- 16 UN. 2014. Op. cit.
- 17 Currie, E.L.S., Fernández, J.F., Kim, J., and Kaviti Musango, J. 2015. Towards urban resource flow estimates in data scarce environments: The case of African cities, *Journal of Environmental Protection* 6: 1066-1083.
- 18 World Bank. 2005. *The Urban Transition in Sub-Saharan Africa: Implications for Economic Growth and Poverty Reduction*, Urban Development Unit, Africa Region, Working Paper Series, No 97.
- 19 Get source from Elaine Springgay
- 20 UNEP. 2016. *GEO-6 Regional Assessment for Latin America and the Caribbean*. Nairobi.
- 21 Seto, K.C., Güneralp, B., and Hutrya, L.R. 2012. Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 109 (40): 16083-16088.
- 22 d'Amour, C.B., et al. 2016. Op. cit.
- 23 UNITED NATIONS, DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS, POPULATION DIVISION. 2014. Op. cit.
- 24 d'Amour, C.B., et al. 2016. Op. cit.
- 25 Seto, K.C., et al. 2012. Op. cit.
- 26 Seto, K.C., Sanchez-Rodriguez, R., and Fragkias, M. 2010. The new geography of contemporary urbanization and the environment. *Annual Review of Environment and Resources* 35: 167-194.
- 27 Urban Land Institute and Ernst & Young. 2013. *Infrastructure 2013: Global Priorities*, Global Insights. Urban Land Institute, Washington, DC.
- 28 Alho, J.M. 1997. Scenarios, uncertainty and conditional forecasts of the world population. *Journal of the Royal Statistical Society Series A* 160: 71-85.
- 29 Seto, K.C., Fragkias, M., Güneralp, B., and Reilly, M.K. 2011. A meta-analysis of global urban land expansion. *PLoS ONE* 6 (8): e23777. doi:10.1371/journal.pone.0023777
- 30 UN-Habitat. 2016. *World Cities Report*. Nairobi.
- 31 Aide, T.M. and Grau, H.R. 2004. Globalization, migration and Latin American ecosystems. *Science* 305: 1915-1916.
- 32 Adomaitis, K. 2013. *The World's Largest Cities are the Most Unequal*, Euromonitor International. <http://blog.euromonitor.com/2013/03/the-worlds-largest-cities-are-the-most-unequal.html>, accessed, November 27, 2016.
- 33 Glaeser, E. 2011. *Triumph of the City: How our greatest invention makes us richer, smarter, greener*. Pan Macmillan, London.
- 34 Hahs, A.K., McDonnell, M.J., McCarthy, M.A., Vesk, P.A., Corlett, R.T., et al. 2009. A global synthesis of plant extinction rates in urban areas. *Ecology Letters* 12: 1165-1173.
- 35 United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. 2014. Op. cit.
- 36 Seitzinger, S.P., Svedin, U., Crumley, C.L., Steffen, W., Abdullah, S.A., et al. 2012. Planetary stewardship in an urbanizing world: Beyond city limits. *Ambio* 41 (8):787-794.
- 37 Seto, K.C., et al. 2012. Op. cit.
- 38 d'Amour, C.B., et al. 2016. Op. cit.
- 39 Sassen, S. 2005. *Global City: Introducing a Concept*, *Brown Journal of World Affairs* 11 (2): 27-43.
- 40 Todaro, M.P. 1969. A model of labor migration and urban unemployment in less developed countries. *American Economic Review* 59: 138-148.
- 41 Lucas, R. 2015. *Internal migration in developing economies: An Overview*, KNOMAD Working Paper 6, May 2015.
- 42 Andersen, L.E. 2002. Rural-urban migration in Bolivia. *Advantages and disadvantages*. Instituto de Investigaciones Socioeconómicas. La Paz, Bolivia.
- 43 Clark, W.A.V. and Maas, R. 2015. Interpreting migration through the prism of reasons to move. *Population, Space and Place*. 21: 54-67.
- 44 Brown, O. 2008. *Migration and Climate Change*. International Organization for Migration, Geneva.
- 45 Internal Displacement Monitoring Centre. 2016. *Global Estimates 2015: People displaced by disasters*. Geneva.
- 46 Liang, Z. 2016. China's great migration and the prospects of a more integrated society. *Annual Review of Sociology* 42: 451-471.
- 47 Beauchemin, C. and Bocquier, P. 2004. Migration and urbanisation in Francophone West Africa: An overview of the recent empirical evidence. *Urban Studies* 41(11): 2245-2272.
- 48 Ofuoka, A.U. 2012. Urban-rural migration in Delta State, Nigeria: Implications for agricultural extension service. *Global Journal of Science Frontier Research* 12 (6). https://globaljournals.org/GJSFR_Volume12/Urban-Rural-Migration-in-Delta-State-Nigeria.pdf.
- 49 Owusu, G. 2005. The role of district capitals in regional development: Linking small towns, rural-urban linkages and decentralisation in Ghana, (Unpublished PhD Thesis), Norwegian University of Science and Technology, Trondheim.
- 50 Kuemmerle, T., Olofsson, P., Chaskovskyy, O., Baumann, M., Ostapowicz, K., et al. 2011. Post-Soviet farmland abandonment, forest recovery, and carbon sequestration in western Ukraine. *Global Change Biology* 17: 1335-1349.
- 51 China File. 2014. *China's Fake Urbanization*, China File Infographics. <http://www.chinafile.com/multimedia/infographics/chinas-fake-urbanization>, accessed, October 24, 2016.
- 52 Long, H.L., Li, Y.R., Liu, Y.S., Michael, W., and Zou, J. 2012. Accelerated restructuring in rural China fueled by 'increasing vs. decreasing balance' land-use policy for dealing with hollowed villages. *Land Use Policy* 29: 11-22.
- 53 Long, H.L. 2014. *Land Use Policy in China: An Introduction*, *Land Use Policy*, 40: 1-5.
- 54 Ibid.
- 55 Xu, J., Yang, Y., Fox, J., and Yang, X. 2007. Forest transition, its causes and environmental consequences: Empirical evidence from Yunnan of Southwest China. *Tropical Ecology* 48: 137-150.
- 56 Tabassum, I., Rahman, F., and Haq, F. 2014. Dynamics of communal land degradation and its implications in the arid mountains of Pakistan: A study of District Karak, Khyber Pakhtunkhwa. *Journal of Mountain Science*, 11 (2): 485-495.
- 57 Jaquet, S., Schwilch, G., Hartung-Hofmann, F., Adhikari, A., Sudmeier-Rieux, K., et al. 2015. Does outmigration lead to land degradation? Labour shortage and land management in a western Nepal watershed. *Applied Geography* 62: 157-170.
- 58 DNV GL AS. 2015. *Global Opportunity Report 2015*. DNV GL AS, Høvik, Oslo.
- 59 Grau, H.R. and Aide, T.M. 2008. Globalization and land use transitions in Latin America. *Ecology and Society* 13 (2): 16.

- 60 Eppler, U., Fritsche, U., and Looks, S. 2015. Urban-Rural Linkages and Global Sustainable Land Use, GLOBALANDS Issue Paper. Globalands, Berlin.
- 61 Gray, C. and Bilsborrow, R. 2014. Consequences of out-migration for land use in rural Ecuador. *Land Use Policy* 36: 182-191.
- 62 Mather, A. and Needle, C. 1998. The forest transition: A theoretical basis. *Area* 30: 117-124.
- 63 Kull, C. 2007. Tropical forest transitions and globalization: Neo-liberalism, migration, tourism, and international conservation agendas. *Society and Natural Resources: An International Journal* 20 (8): 723-737.
- 64 Gray, C. and Bilsborrow, R. 2014. Op. cit.
- 65 Harden, C. 1996. Relationship between land abandonment and land degradation: A case from the Ecuadorian Andes. *Mountain Research and Development* 16: 274-280.
- 66 Grau, H.R., Hernández, M.E., Gutierrez, J., Gasparri, N.I., Casavecchia, C., et al. 2008. A peri-urban neotropical forest transition and its consequences for environmental services. *Ecology and Society* 13 (1): 35.
- 67 Fang, Y. and Pal, A. 2016. Drivers of urban sprawl in urbanizing China – a political ecology analysis. *Environment and Urbanization* 28 (2), doi: 10.1177/0956247816647344.
- 68 Song, Y. and Zenou, Y. 2009. How differences in property taxes within cities affect urban sprawl, *Journal of Regional Science* 49: 801-831.
- 69 Davis, M. 2006. *Planet of the Slums*. London, Verso.
- 70 Einstein, M. 2016. Disease poverty and pathogens. *Nature* 531: 61-63.
- 71 Verburg, P.H., Crossman, N., Ellis, E.C., Heinemann, A., Hostert, P., et al. 2015. Land system science and sustainable development of the earth system: A global land project perspective. *Anthropocene* 12: 29-41.
- 72 Benitez, G., Perez-Vazquez, A., Nava-Tablada, M., Equihua, M., and Alvarez-Palacios, L. 2012. Urban expansion and the environmental effects of informal settlements on the outskirts of Xalapa city, Veracruz, Mexico. *Environment and Urbanization* 24 (1): 149-166.
- 73 Haller, A. 2014. The «sowing of concrete»: Peri-urban smallholder perceptions of rural-urban land change in the Central Peruvian Andes. *Land Use Policy* 38: 239-247.
- 74 Tollin, N. and Hamhaber, J. 2016. Op. cit.
- 75 Hatcher, C. (forthcoming) Legalising urban informality: Squatting, property law and possessory title.
- 76 Hatcher, C. 2015. Globalising homeownership: Housing privatisation schemes and the private rental sector in post-socialist Bishkek, Kyrgyzstan. *International Development Planning Review* 37 (4): 467-486.
- 77 Ishtiaque, A. and Ullah, S. 2013. The influence of factors of migration on the migration status of rural-urban migrants in Dhaka. *Human Geographies: Journal of Studies and Research in Human Geography* 7 (2): 45-52.
- 78 Agrawala, S., Ota, T., Ahmed, A.U., Smith, J., and van Aalst, M. 2003. *Development and Climate Change in Bangladesh: Focus on coastal flooding and the Sundarbans*. OECD, Paris.
- 79 Islam, M., Sallu, S.M., Hubacek, K., and Paavola, J. 2014. Migrating to tackle climate variability and change? Insights from coastal fishing communities in Bangladesh. *Climate Change* 124: 733-746.
- 80 Perch-Nielsen, S., Böttig, M., and Imboden, D. 2008. Exploring the link between climate change and migration. *Climatic Change* 91: 375-393.
- 81 Seto K.C., et al. 2011. Op. cit.
- 82 DNV GL AS. 2015. Op. cit.
- 83 Friedman, L. 2009. Adaptation: A city exploding with climate migrants, *Climate Wire*, March 16, 2009, Available at: <http://www.eenews.net/stories/75520>, accessed: October 24, 2016.
- 84 Dasgupta, S., Laplante, B., Murray, S., and Wheeler, D. 2009. Climate change and the future impacts of storm-surge disasters in developing countries. Center for Global Development, Working Paper 182.
- 85 World Bank. 2012. *Inclusive Green Growth: The Pathway to Sustainable Development*. Washington, DC: World Bank.
- 86 DNV GL AS. 2015. Op. cit.
- 87 Tollin, N. and Hamhaber, J. 2016. Op. cit.
- 88 Seitzinger, S.P., et al. 2012. Op. cit.
- 89 Lenzen, M. and Peters, G.M. 2010. How city dwellers affect their resource hinterland. *Journal of Industrial Ecology* 14:73-90.
- 90 Young, A. 2013. Inequality, the urban-rural gap, and migration. *The Quarterly Journal of Economics* 128 (4): 1727-1785.
- 91 Seto, K.C., et al. 2012. Op. cit.
- 92 Tollin, N. and Hamhaber, J. 2016. Op. cit.
- 93 Satterthwaite, D. 2011. How urban societies can adapt to resource shortage and climate change. *Philosophical Transactions of the Royal Society A* 369: 1762-1783.
- 94 Rood, G.A., Wiling, H.C., Nagelhout, D., ten Brink, B.J.E., Leewis, R.J., et al. 2004. Tracking the effects of inhabitants on biodiversity in the Netherlands and abroad: An ecological footprint model. Netherlands Environmental Assessment Agency, Bilthoven, Netherlands.
- 95 Ruel, M., Garrett, J., and Yosef, S. 2017. Growing cities, new challenges. In: *Global Food Policy Report 2017*. International Food Policy Research Institute, Washington, DC, pp. 24-33.
- 96 Darwish, T., Atallah, T., El Moujabber, M., and Khatib, N. 2005. Status of soil salinity in Lebanon under different cropping pattern and agro climatic zones. *Agricultural Water Management* 78: 152-164.
- 97 d'Amour, C.B., et al. 2016. Op. cit.
- 98 d'Amour, C.B., et al. 2016. Op. cit.
- 99 United Nations. 2011. *World Population Prospects: The 2010 Revision*. New York.
- 100 Seto, K.C., et al. 2012. Op. cit.
- 101 d'Amour, C.B., et al. 2016. Op. cit.
- 102 d'Amour, C.B., et al. 2016. Op. cit.
- 103 Abell, R., Asquith, N., Boccaletti, G., Bremer, L., Chapin, E., et al. 2017. Beyond the Source: The Environmental, Economic and Community Benefits of Source Water Protection. The Nature Conservancy, Arlington, VA, USA.
- 104 Richter, B.D., Abell, R., Bacha, E., Brauman, K., Calos, S., et al. 2013. Tapped out: How can cities secure their water future? *Water Policy* 15: 335-363.
- 105 DNV GL AS. 2015. Op. cit.
- 106 DNV GL AS. 2015. Op. cit.
- 107 Richter, B.D., et al. 2013. Op. cit.
- 108 Ibid.
- 109 Abell, R., et al. 2017. Op. cit.
- 110 Urban Land Institute and Ernst & Young. 2013. Op. cit.
- 111 Tortajada, C. 2016. Policy dimensions of development and financing of water infrastructure: The cases of China and India. *Environmental Science and Policy* 64: 177-187.
- 112 Richter, B.D., et al. 2013. Op. cit.
- 113 Wunder, S., Kaphengst, T., Smith, L., von der Weppen, J., Wolff, F., et al. 2013. Governance screening of global land use. Discussion paper. Ecologic Institute and Öko-Institute, Berlin.
- 114 World Bank. 2013. Op. cit.
- 115 US Energy Information Administration. 2016. *International Energy Outlook 2016*. Washington, DC.
- 116 <https://www.iea.org/topics/transport/>
- 117 Illich, I. 1973. *Energy or Equity?* Harper and Row.
- 118 Guttikuna, S.K. and Goel, R. 2013. Health impacts of particulate pollution in a megacity – Delhi, India. *Environmental Development* 6: 8-20.
- 119 World Bank. 2013. Op. cit.
- 120 Laurence, W.F. and Balmford, A. 2013. Land use: A global map for road building. *Nature* 495 (7441): 308-309.
- 121 Barber, C.P., Cochrane, M.A., Souza, C.M. Jr., and Laurance, W.F. 2014. Roads, deforestation, and the mitigating effect of protected areas in the Amazon. *Biological Conservation* 17: 203-209.
- 122 Arima, E.Y., Walker, R.T., Sales, M., Souza, C. Jr., and Perz, S.G. 2008. The fragmentation of space in the Amazon basin. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 74 (6): 699-709.
- 123 Ahmed, S.E., Souza, C.M. Jr., J. Riberio, J., and R.M. Ewers. 2013. Temporal patterns of road network development in the Brazilian Amazon. *Regional Environmental Change* 13 (5): 927-937.
- 124 Kis Madrid, C., Hickey, G.M., and Bouchard, M.A. 2011. Strategic environmental assessment effectiveness and the Initiative for the Integration of Regional Infrastructure in South America (IIRSA): A multiple case review. *Journal of Environmental Assessment Policy and Management* 13 (04): 515-540.
- 125 Laurance, W.F., Goosem, M., and Laurance, S.G. 2009. Impacts of roads and linear clearings on tropical forests. *Trends in Ecology and Evolution* 24 (12): 659-666.

- 126** Killeen, T.J. 2007. A Perfect Storm in the Amazon Wilderness: Development and conservation in the context of the Initiative for the Integration of Regional Infrastructure of South America (IIRSA). *Advances in Applied Biodiversity Science* 7. Conservation International, Washington, DC.
- 127** Ferretti-Gallon, K. and Busch, J. 2014. What drives deforestation and what stops it? Working Paper 361, Centre for Global Development, London.
- 128** Müller, R., Pacheco, P., and Montero, J.C. 2014. The context of deforestation and forest degradation in Bolivia: Drivers, agents and institutions. Center for International Forestry Research (CIFOR), Bogor, Indonesia.
- 129** Dobson, A.P., Borner, M., Sinclair, A.R.E., Hudson, P.J., Anderson, T.M., et al. 2010. Road will ruin Serengeti. *Nature* 467: 272-273.
- 130** WWF and ADB. 2015. African Ecological Futures 2015. Nairobi.
- 131** Roth, M., Ulbert, C., and Debiel, T. (eds.) 2015. *Global Trends 2015 – Prospects for World Society*. Development and Peace Foundation, Institute for Development and Peace and Käte Hamburger Kolleg/Centre for Global Cooperation Research, Bonn.
- 132** UNEP. 2016. GEO-6 Regional Assessment for North America. Nairobi.
- 133** Scalenghe, R. and Ajmone Marsan, F. 2009. Anthropogenic sealing of soils in urban areas. *Landscape and Urban Planning* 90: 1-10.
- 134** EEA. 2010. The European environment — state and outlook 2010: Land Use (Vol. 196). European Environment Agency, Copenhagen.
- 135** van Delden, H. and Vanhout, R. 2014. ET2050 — Territorial scenarios and visions for Europe. Volume 5: Land use Trends and Scenarios. European Union.
- 136** EEA. 2016. The direct and indirect impacts of EU policies on land. European Environment Agency, Copenhagen.
- 137** Malucelli, F., Certini, G., and Scalenghe, R. 2014. Soil is brown gold in the Emilia-Romagna region, Italy. *Land Use Policy* 39: 350-357.
- 138** Pistocchi, A., Calzolari, C., Malucelli, F., and Ungaro, F. 2015. Soil sealing and flood risks in the plains of Emilia-Romagna, Italy. *Journal of Hydrology: Regional Studies* 4: 398-409.
- 139** Seto K.C., et al. 2011. Op. cit.
- 140** Radeloff, V.C., Stewart, S.I., Hawbaker, T.J., Gimmi, U., Pidgeon, A.M., et al. 2010. Housing growth in and near United States protected areas limits their conservation value. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 107: 940-945.
- 141** UNEP. 2016. GEO-6 Regional Assessment for North America. Nairobi, Kenya.
- 142** Seto, K.C., et al. 2012. Op. cit.
- 143** <http://www.monavalevei.com/>, accessed February 1, 2015.
- 144** Seto, K.C., et al. 2012. Op. cit.
- 145** Seto, K.C., et al. 2012. Op. cit.
- 146** Kissinger, G., Herald, M., and De Sy, V. 2012. Drivers of Deforestation and Forest Degradation: A Synthesis Report for REDD+ Policymakers. Lexeme Consulting, Vancouver, Canada.
- 147** Ahrends, A., Burgess, N.D., Milledge, S.A.H., Bulling, M.T., Fisher, B., et al. 2010. Predictable waves of sequential forest degradation and biodiversity loss spreading from an African city. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 107 (33): 14556-14561.
- 148** FAO. 2012. Urban and peri-urban forestry in Africa: The outlook for woodfuel. Urban and peri-urban forestry working paper number 4. Rome. 95 pages.
- 149** The World Bank Group. 2012. State of the Clean Energy Sector in Sub-Saharan Africa. Washington, DC.
- 150** Arnfield, A.J. 2003. Two decades of urban climate research: A review of turbulence, exchanges of energy and water, and the urban heat island. *International Journal of Climatology* 23: 1-26.
- 151** Rosenfeld, D. 2000. Suppression of rain and snow by urban and industrial air pollution. *Science* 287: 1793-1796.
- 152** Shepherd, J.M., Pierce, H., and Negri, A.J. 2002. Rainfall modification by major urban areas: Observations from spaceborne rain radar on the TRMM satellite. *Journal of Applied Meteorology* 41: 689-701.
- 153** Li, D. and Bou-Zeid, E. 2013. Synergistic interactions between urban heat islands and heat waves: The impact in cities is larger than the sum of its parts. *Journal of Applied Meteorology and Climatology* 52: 2051-2064.
- 154** Global Footprint Network. 2012. National footprint accounts 2008, 2nd edition. Global Footprint Network, Oakland, USA.
- 155** Dodman, D. 2009. Blaming cities for climate change? An analysis of urban greenhouse gas emissions inventories. *Environment and Urbanization* 21 (1): 185-201.
- 156** Dhakal, S. 2010. GHG emissions from urbanization and opportunities for urban carbon mitigation. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 2 (4): 277-283.
- 157** Satterthwaite, D., Huq, S., Pelling, M., Reid, H., and Romero Lankao, P. 2007. Adapting to Climate Change in Urban Areas: The possibilities and constraints in low- and middle-income nations. *Human Settlements Discussion Paper Series*. International Institute for Environment and Development, London.
- 158** Gasparini, P., di Rocco, A., and Bruyas Amra, A.M. Undated. Research Briefs. Climate Change and Urban Vulnerability in Africa (CLUVA), Naples, Italy.
- 159** Calculated from data accompanying Dasgupta, S., Laplante, B., Murray, S., and Wheeler, D. 2009. Climate change and the future impacts of storm-surge disasters in developing countries. Center for Global Development, Working Paper 182.
- 160** Brown, S., Kebede, A.S., and Nicholls, R.J. 2011. Sea-Level Rise and Impacts in Africa: 2000-2100. University of Southampton.
- 161** UN. 2014. Op. cit.
- 162** Habitat III: New Urban Agenda, adopted in Quito in October 2016.
- 163** Seitzinger, S.P., et al. 2012. Op. cit.
- 164** World Bank. 2013. Op. cit.
- 165** World Bank. 2013. Op. cit.
- 166** Norman, J., Maclean, H.L., Asce, M., and Kennedy, C.A. 2006. Comparing high and low residential density: Life-cycle analysis of energy use and greenhouse gas emissions. *Journal of Urban Planning Development* 132: 10-21.
- 167** UNEP. 2016. Op. cit.
- 168** Urban Land Institute and Ernst & Young. 2013. Op. cit.
- 169** UN. 2014. Op. cit.
- 170** Bolton, T. and Hildreth, P. 2013. Mid-sized cities: Their role in England's economy. Centre for Cities, London.
- 171** DNV GL AS. 2015. Op. cit.
- 172** Elmqvist, T., Fragkias, M., Goodness, J., Güneralp, B., Marcotullio, P.J., et al. 2013. Stewardship of the biosphere in the urban era. In: Elmqvist, T., Fragkias, M., Goodness, J., Güneralp, B., Marcotullio, P.J., et al. (eds). *Urbanization, biodiversity and ecosystem services: Challenges and opportunities: A global assessment*. Springer, Dordrecht, pp. 719-746.
- 173** FAO. 2012. Growing greener cities in Africa. Rome.
- 174** Seto K.C., et al. 2011. Op. cit.
- 175** Richter, B.D., et al. 2013. Op. cit.
- 176** National Infrastructure Commission. 2016. Smart Power. HM Government, London.
- 177** DNV GLAS. 2017. Global Opportunity Report 2017. Oslo.
- 178** Vossos, V., Gerbesi, K., and Shen, H. 2014. Energy saving from direct-DC in U.S. residential buildings. *Energy and Buildings* 68: 223-231.
- 179** McPherson, E.G. and Simpson, J.R. 2003. Potential energy savings in buildings by an urban tree planting programme in California. *Urban Forestry and Urban Greening* 2: 073-086.
- 180** Abell, R., et al. 2017. Op. cit.
- 181** Saurí, D. 2013. Water conservation: Theory and evidence in urban areas of the developed world. *Annual Review of Environment and Resources* 38: 227-248.
- 182** Abell, R., et al. 2017. Op. cit.
- 183** Abell, R., et al. 2017. Op. cit.
- 184** Creutzig, F., Baiocchi, G., Bierkandt, R., Pichler, P.P., and Seto, K.C. 2015. Global typology of urban energy use and potentials for an urbanization mitigation wedge. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 112 (20): 6283-6288.
- 185** Newman, P., Kenworthy, J., and Glazebrook, G. 2013. Peak car use and the rise of global rail: Why this is happening and what it means for large and small cities. *Journal of Transportation Technologies* 3: 272-287.
- 186** <http://www.economist.com/news/leaders/21706258-worlds-most-valuable-startup-leading-race-transform-future> accessed April 16, 2017.
- 187** National Research Council. 2009. Driving and the built environment: The effects of compact development on motorized travel, energy use, and CO2 emissions. Transportation Research Board, Washington, DC.
- 188** DNV GL AS. 2015. Op. cit.
- 189** <http://www.worldbank.org/en/topic/climatefinance>



- 190** Huq, S., Kovats, S., Reid, H., and Satterthwaite, D. 2007. Editorial: Reducing risks to cities from disasters and climate change. *Environment and Urbanization* 19: 3.
- 191** Costanza, R., Perez-Maqueo, O., Martinez, M.L., Sutton, P., Anderson, S.J., et al. 2008. The value of coastal wetlands to hurricane prevention. *Ambio* 37: 241-248.
- 192** Al-Dousari, A.M. 2009. Recent studies on dust fallout within preserved and open areas in Kuwait. In: Bhat, N.R., Al-Nasser, A.Y., and Omar, S.A.S. (eds.) *Desertification in Arid Lands: Causes, consequences and mitigation*, Kuwait Institute for Scientific Research, Kuwait: pp. 137-147.
- 193** Lateltin, O., Haemmig, C., Raetzo, H., and Bonnard, C. 2005. Landslide risk management in Switzerland. *Landslides* 2: 313-320.
- 194** Farrugia, S., Hudson, M.D., and McCulloch, L. 2013. An evaluation of flood control and urban cooling ecosystem services delivered by urban green infrastructure. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services and Management* 9 (2): 136-145.
- 195** Livesley, S.J., McPherson, E.G., and Calfapietra, C. 2016. The urban forest and ecosystem services: Impacts on urban water, heat and pollution cycles at the tree, street and city scale. *Journal of Environmental Quality* 45: 119-124.
- 196** Abell, R., et al. 2017. Op. cit.
- 197** Grimes, S., Donaldson, J., and Grimes, J. 2016. Report on the Environmental Benefits of Recycling. Bureau of International Recycling, Brussels.
- 198** Eriksen, M., Lebreton, L.C.M., Carson, H.S., Thiel, M., Moore, C.J., et al. 2014. Plastic pollution in the world's oceans: More than 5 trillion plastic pieces weighing over 250,000 tons afloat at sea. *PLoS ONE* 9 (12): e111913.
- 199** Haas, W., Krausmann, F., Wiedenhofer, D., and Heinz, M. 2015. How circular is the global economy? *Journal of Industrial Ecology* 19 (5): 765-777.
- 200** DNV GL AS. 2015. Op. cit.
- 201** <http://www.ggbp.org/case-studies/singapore/sustainable-city-singapore> [February 2, 2016]
- 202** Department of Environmental Affairs and Tourism. 2008. *People – Planet – Prosperity: A national framework for sustainable development in South Africa*. Johannesburg.
- 203** Johannesburg Development Agency. *City of Johannesburg Development Plan 2012-2013*. http://www.jda.org.za/keydocs/business_plan1213.pdf, accessed January 26, 2016.
- 204** Abell, R., et al. 2017. Op. cit.
- 205** Seto, K.C., et al. 2012. Op. cit.
- 206** Sassen, S. 2005. Op. cit.
- 207** Seitzinger, S.P., et al. 2012. Op. cit.

TIERRAS SECAS

Las tierras secas abarcan el 41 por ciento de la superficie de la tierra, producen el 44 por ciento de los cultivos y albergan más de 2 mil millones de personas y la mitad del ganado del mundo. Las tierras secas son a menudo regiones que presentan escasez de agua y, al propio tiempo, una biodiversidad inmensamente rica en la que se encuentran algunas de las especies más emblemáticas. Constituyen asimismo el hogar de una cultura humana diversa, en la que se incluyen algunas de las mayores ciudades del mundo.

Las comunidades rurales de las tierras secas por lo general son más pobres que en otros lugares y la tierra es más vulnerable a la degradación por la acción del cambio climático y las presiones directas de los seres humanos. Una mala gestión puede conducir a la desertificación. Conocemos el modo de gestionar las tierras secas de forma sostenible, pero a menudo no lo conseguimos en la práctica; las políticas y los sistemas agrícolas deben ser transformados si queremos evitar la continua pérdida de salud y productividad de estas tierras.

INTRODUCCIÓN

Las tierras secas abarcan aproximadamente el 41 por ciento de toda la tierra.¹ Es frecuente que se utilicen para la producción ganadera y los pastizales comprenden tres cuartas partes de las tierras secas, mientras que casi el 20 por ciento se utilizan como tierras de secano y tierras de cultivo de regadío. Las tierras secas incluyen algunas de las zonas más productivas del planeta, pero también algunas de las más frágiles, en las que mínimos cambios en las condiciones pueden ocasionar cambios ecológicos de gran magnitud y, en consecuencia, en el bienestar de los seres humanos. Hoy en día, las tierras secas se enfrentan a graves amenazas derivadas de la sobreexplotación de los recursos, la mala gestión y un clima cambiante. Los costes derivados de la degradación de las tierras secas de los países en desarrollo se cifran en torno al 4–8 por ciento de su producto interior nacional anual.² Comprender las características de las tierras secas es crucial para lograr su gestión sostenible a largo plazo. Aquí se resumen algunas de las principales características biofísicas y sociales de las zonas de tierras secas, entre ellas:

- **Escasez de agua e impredecibilidad de las lluvias**
- **Vida especializada del suelo adaptada a las condiciones secas y extremas**
- **El papel subyacente del fuego en la formación de muchos ecosistemas de tierras secas**
- **Capacidad adaptativa de especies e interacciones ecológicas en regiones áridas**
- **Adaptación social y cultural a la vida en las tierras secas**
- **Vulnerabilidad al cambio climático**

1. Escasez de agua e impredecibilidad de las lluvias

Las tierras secas son zonas áridas, semiáridas y zonas secas subhúmedas³ que reciben menos precipitaciones que la demanda de evaporación, y la producción de plantas se encuentra, por tanto, limitada en cuanto al agua durante al menos una parte importante del año. La escasez de agua ha contribuido a la formación de ecosistemas de tierras secas, su biodiversidad y sus culturas humanas.⁴ La distinción entre tierras secas y desiertos es compleja, puesto que generalmente se excluye a los desiertos hiperáridos de la definición de tierras secas; así, pequeños cambios en la gestión de las tierras secas pueden tener como consecuencia la formación de desiertos (desertificación).

Las características de las tierras secas también se encuentran bajo la influencia de la extrema impredecibilidad de las precipitaciones. A medida que el clima se vuelve más seco, los patrones meteorológicos suelen tornarse más inciertos y muestran gran variabilidad de un año a otro. Los datos de precipitaciones registradas durante un periodo de 30 años en la cuenca del río Zarqa, en la región jordana de Baadia, muestran una media de precipitaciones de aproximadamente 270 mm anuales en los años más secos y una máxima de 600 mm en los más húmedos.⁵ Esta diferencia de 12 veces entre el dato más bajo y el más alto es habitual en las tierras secas. Semejante variabilidad causaría un grave estrés ecológico en climas húmedos, pero en las tierras secas se ha ido acomodando con el tiempo gracias a la adaptación de diversas especies, incluido el comportamiento oportunista para aprovechar la humedad como y cuando esté disponible.

Cuadro 12.1: Definición de las tierras secas

Las tierras secas se definen de varias maneras, incluso dentro de la Organización de las Naciones Unidas. Aquí se utiliza el índice de aridez (AI): precipitación media anual/evapotranspiración potencial.





Entre los valores $0,5 < AI < 0,65$ las tierras secas se clasifican como subhúmedas secas, y a menudo predominan en ellas los bosques de sabana de hoja ancha, a veces con densas cubiertas arbóreas, o las hierbas perennes.

Las tierras subhúmedas secas representan el 18 por ciento de la superficie de toda la tierra, mientras que las zonas semiáridas ($0,2 < AI < 0,5$)

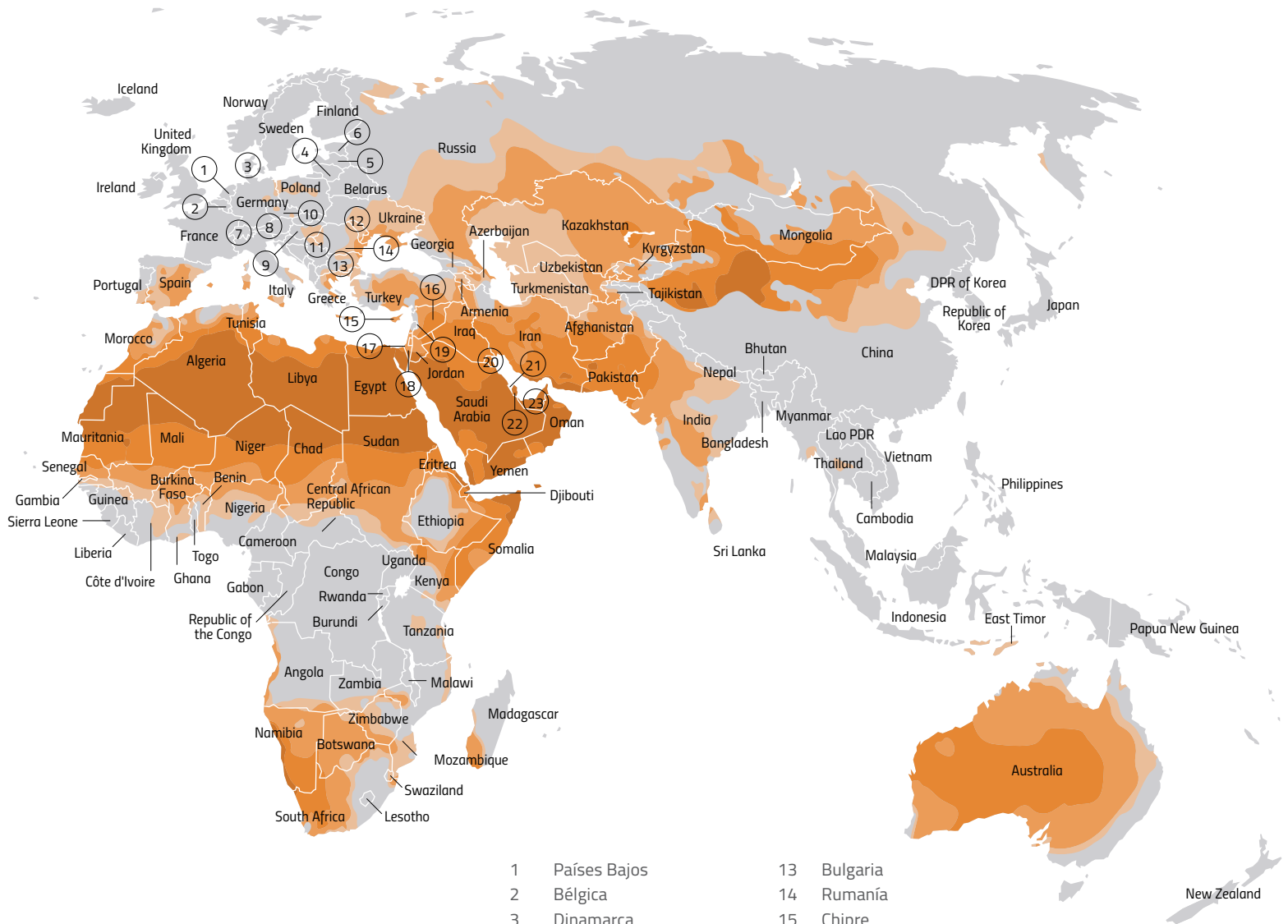
representan el 20 por ciento de la superficie terrestre y presentan una evapotranspiración potencial entre 2 y 5 veces mayor que la media de precipitaciones. Las tierras áridas ($0,05 < AI < 0,2$), que constituyen alrededor del 7 por ciento de la tierra, poseen al menos 20 veces más de posibilidades de pérdida potencial de evapotranspiración que la cifra media real de precipitaciones y acogen una vegetación mínima.⁶⁷ Haciendo uso de estas definiciones, las tierras secas abarcan entre el 39 y el 45 por ciento de la superficie de tierras del planeta.

Figura 12.1: Mapa mundial de las tierras secas⁸

Leyenda

-  Zonas subhúmedas secas
-  Zonas semiáridas
-  Zonas áridas
-  Zonas hiperáridas





- | | | | |
|----|-----------------|----|------------------------|
| 1 | Países Bajos | 13 | Bulgaria |
| 2 | Bélgica | 14 | Rumanía |
| 3 | Dinamarca | 15 | Chipre |
| 4 | Lituania | 16 | Siria |
| 5 | Letonia | 17 | Territorios Palestinos |
| 6 | Estonia | 18 | Israel |
| 7 | Suiza | 19 | Líbano |
| 8 | Austria | 20 | Kuwait |
| 9 | Hungría | 21 | Bahréin |
| 10 | República Checa | 22 | Qatar |
| 11 | Serbia | 23 | Emiratos Árabes Unidos |
| 12 | Moldavia | | |

2. Vida especializada del suelo

Los ecosistemas del suelo de las tierras secas y sus especies han desarrollado interacciones especializadas como respuesta a las duras condiciones. En las sabanas, por ejemplo, las termitas desempeñan un papel fundamental reciclando la materia orgánica y manteniendo la porosidad del suelo, particularmente en los suelos más secos y pobres en nutrientes. En muchas tierras secas, la vegetación crece con más vigor y es más resistente a la sequía alrededor de los montículos de termitas.⁹ Las bacterias de los intestinos de los grandes herbívoros desempeñan un papel similar manteniendo la fertilidad del suelo, digiriendo la vegetación y acelerando el proceso de los ciclos de nutrientes; esta interdependencia entre los animales de mayor tamaño, los insectos y los pastizales es la responsable de algunos de los paisajes más apreciados del mundo, como el Serengeti en Tanzania y la estepa asiática.

Al mismo tiempo, los suelos de las tierras secas se enfrentan a una serie de desafíos importantes de gestión que son característicos de, o amplificados por, las condiciones secas, incluidas la formación de costras y la compactación o sellado, el drenaje restringido del suelo, la erosión eólica e hídrica, la baja fertilidad y los suelos superficiales, pedregosos, salinos o sódicos.¹⁰

3. El papel subyacente del fuego

Los incendios naturales constituyen otra característica definitoria de muchas tierras secas. El régimen de incendios naturales ha ocasionado muchas adaptaciones ecológicas, hasta el punto de que su eliminación o los cambios en los mismos pueden causar cambios ecológicos significativos y a menudo perjudiciales. Algunas plantas de secano se sirven del fuego para su crecimiento o reproducción, incluidas muchas hierbas que se recuperan mucho más rápidamente que los matorrales tras los incendios, o especies que necesitan calor para que sus semillas germinen. En los lugares con pocos incendios se puede producir un aumento a medio plazo de la biomasa de los bosques,¹¹ lo que a menudo representa un coste para la productividad del ecosistema y el conjunto de la biodiversidad. Las restricciones también pueden producir una gran carga de combustible que en última instancia puede ocasionar incendios más graves y de consecuencias ecológicas nocivas, así como la invasión de especies exóticas.¹²

Con frecuencia se utiliza el fuego como herramienta de gestión de los sistemas de producción en las tierras secas; por ejemplo, para fomentar el nuevo crecimiento de pastizales o eliminar maleza que pueda albergar parásitos. En algunas partes del África oriental, los esfuerzos dirigidos a suprimir las prácticas tradicionales de gestión del fuego han causado la invasión extensiva de matorrales y el retorno de la mosca tse-tse, portadora de enfermedades, lo que ha ocasionado que grandes zonas de pastizales no sean accesibles para los rebaños domésticos.¹³ Por otro lado, el uso continuado del fuego puede alterar la disponibilidad de nutrientes y la composición de las especies,¹⁴ aspecto que hace que la gestión del fuego sea una de las tareas fundamentales para que las tierras secas se mantengan saludables en muchas regiones.

4. Capacidad adaptativa de las especies e interacciones ecológicas

A menudo la biodiversidad de las tierras secas es relativamente baja, si bien existen excepciones como la del suculento karoo del sur de África. Además, los estudios realizados recientemente en tierras secas aparentemente pobres en especies (p.ej., en el Sáhara)¹⁵ han mostrado niveles de endemismo y diversidad superiores a los que inicialmente se habían considerado. Las especies desarrollan estrategias fisiológicas¹⁶ y conductuales¹⁷ para hacer frente a las grandes variaciones de la temperatura, la sequía y los incendios. Se reconocen cuatro categorías principales de adaptación: aquellos que escapan de la sequía (especies que migran en busca de agua y vegetación), los evasores (plantas de enraizamiento profundo), los resistentes (cactus que almacenan agua) y los que aguantan (ranas que entran en letargo durante los periodos de sequía). Por ejemplo, algunas plantas han desarrollado la capacidad de almacenar agua en las raíces o en las hojas, de desarrollar raíces profundas en busca de agua, o de permanecer en letargo durante la temporada de sequía. De forma semejante, algunos animales de las tierras secas minimizan la pérdida de agua mediante adaptaciones fisiológicas: algunos estivan (se sumen en un letargo prolongado) durante la temporada seca, mientras que otros migran a regiones más húmedas.¹⁸ Los enormes rebaños de animales que pastan en las llanuras del Serengeti se dirigen hacia los relámpagos en la lejanía, puesto que las tormentas estimulan el crecimiento de las plantas. Las investigaciones proporcionan evidencia empírica que apunta a que la biodiversidad intacta de las tierras secas sirve de apoyo a la función del ecosistema¹⁹ y la diversidad de plantas aumenta la multifuncionalidad en las tierras secas.²⁰ Las costras biológicas del suelo, que se componen de varias especies de cianobacterias, hongos, líquenes y musgos, son la cubierta terrestre dominante en grandes áreas y desempeñan un papel importante pero todavía poco comprendido en la ecología del medioambiente de las tierras secas.²¹

Gran parte de la biodiversidad de las tierras secas está muy amenazada. Dos grandes especies de mamíferos de tierras secas están extinguidas actualmente en el medio silvestre: el órix blanco del Sáhara (*Oryx dammah*) y el ciervo milú (*Elaphurus davidianus*), si bien ahora este último ha sido reintroducido en China. Setenta especies más de mamíferos, aves, reptiles y anfibios de las tierras secas se encuentran en la lista roja de especies en peligro crítico de la UICN.²² Los cactus, la más característica de las plantas de las tierras secas, se encuentran entre los grupos taxonómicos de plantas más amenazados, con casi un tercio de las especies amenazadas, y su disminución está vinculada a la creciente presión del ser humano.²³

Cuadro 12.2: Especies de cactus con riesgo inusual de extinción

Los cactus figuran entre los grupos taxonómicos de plantas más amenazados estudiados hasta la fecha, con el 31% de las 1478 especies evaluadas calificadas como amenazadas de extinción, lo que demuestra las altas presiones ejercidas sobre la biodiversidad en las zonas áridas. Tanto la distribución de las especies amenazadas como los causantes de la extinción son diferentes a los de otros grupos de plantas y animales. Las amenazas más significativas proceden de la conversión de las zonas áridas a la agricultura y la acuicultura, su recolección como recursos biológicos para los mercados comerciales y el desarrollo residencial y comercial. Las causas primordiales del riesgo de extinción radican en la recolección ilegal y no sostenible de semillas y plantas vivas para el comercio hortícola y colecciones privadas ornamentales, además de su erradicación por los pequeños ganaderos y agricultores.²⁴

5. Adaptación social y cultural

Las sociedades humanas que han prosperado en las tierras secas durante siglos están habitualmente muy adaptadas a los inseparables retos de la escasez de agua y la incertidumbre climática. Tanto el diseño de ropa y edificios como las estrategias del estilo de vida han sido concebidos para minimizar las dificultades de vivir en condiciones con escasez de agua. Las adaptaciones de la agricultura y del pastoreo a las tierras secas comprenden estrategias como la plantación de cultivos resistentes a la sequía o la práctica de recolección de agua y riego selectivo. Cuando es necesario, las personas o las comunidades emprenden movimientos nómadas periódicos o migraciones esporádicas como respuesta a los patrones meteorológicos a corto plazo o los cambios climáticos a largo plazo.

Los pastores beduinos de Jordania han utilizado tradicionalmente la movilidad de los rebaños para encontrar recursos en los diversos paisajes, aprovechando los diferentes terrenos y recursos según el tiempo meteorológico predominante, y empleando estrategias oportunistas para capitalizar los años más productivos.²⁵ El pueblo Sukuma de Tanzania reserva zonas (*ngitil*) para el pastoreo privado o comunal, o guarda reservas de forraje para subsistir en los periodos secos.²⁶ El sistema de los *hima*, en la Península Arábiga, ahora abandonado en su mayor parte, constituye una de las formas más antiguas de «áreas protegidas» del mundo, establecido para detener y revertir la degradación de la tierra.²⁷ Las prácticas de cultivo de las tierras secas incluyen la agrosilvicultura y el barbecho de tierras, que contribuyen a la conservación tanto de la humedad del suelo como de la fertilidad,

Cuadro 12.3: Pastores en las tierras secas de Uganda

Es junio en Moroto, un distrito de tierras secas del noreste de Uganda, y es el punto álgido de la estación lluviosa. Los agropastores del grupo étnico Karimojong han plantado sorgo en los campos cercanos a sus hogares, y los hombres jóvenes se han trasladado hacia el oeste con sus rebaños de reses, ovejas y cabras para que pasten en los pastizales de temporada. Durante la temporada de lluvias los lejanos pastizales proporcionan brevemente el forraje más nutritivo del año y se puede acceder a ellos gracias a la presencia de agua superficial a lo largo de las rutas migratorias. Los Karimojong se sirven de variedades de sorgo adaptadas localmente y resistentes a la sequía y las enfermedades. Pastorean ganado igualmente adaptado a grandes distancias para aprovechar pastizales impredecibles y dispersos. Aquí las precipitaciones alcanzan los 800 mm anuales de media; más altas que en Londres (750 mm) o París (600 mm). No obstante, no es el nivel de precipitaciones lo que determina las características de las tierras secas, sino el potencial de pérdida de agua mediante evaporación y transpiración. La temperatura media anual de Moroto, de 22 °C, implica que los índices de evapotranspiración son altos, y la región está clasificada como semiárida. Dado que el agua es fuente de vida, la capacidad de los ecosistemas de tierras secas para minimizar la evapotranspiración (es decir, capturar y almacenar agua) determina su funcionamiento.³⁰

prácticas que por ejemplo se están adoptando cada vez con más frecuencia en la India.²⁸ Muchos estudios muestran que la agrosilvicultura crea una variación microclimática en los campos y granjas, en lo que de otro modo serían paisajes extensos y relativamente homogéneos, y que fomenta la biodiversidad y pueden contribuir a amortiguar los riesgos climáticos.²⁹

Si bien los seres humanos y otras especies han desarrollado estrategias de supervivencia para hacer frente a las condiciones más adversas de las tierras secas, estos estilos de vida son vulnerables al cambio y al deterioro. Las prácticas tradicionales de gestión sostenible están disminuyendo debido a una mezcla de cambios sociales, culturales y demográficos, a la creciente competencia por los recursos de la tierra, y en ocasiones a una falta de acceso legal o formal a las tierras.



6. Vulnerabilidad al cambio climático

El aumento del número y gravedad de los fenómenos climáticos hará que las zonas áridas sean más vulnerables a los cambios en el ecosistema y a la degradación de la tierra. Entre 1951 y 2010 se observó un pequeño aumento en la frecuencia, duración y gravedad de las sequías, especialmente en África, mientras que la frecuencia de las sequías disminuyó en el hemisferio norte.³¹ A diferencia de otros fenómenos extremos, las sequías se desarrollan lentamente en grandes áreas.³² Su impacto posee un efecto cascada en el ciclo hidrológico, y afecta a la humedad del suelo, el flujo de los ríos, los embalses y las aguas subterráneas.

En última instancia, las sequías afectan a todos los sectores de la sociedad y al medio ambiente natural (p. ej., los hábitats de vida silvestre) en períodos variables.

Es probable que el cambio climático ocasione una mayor escasez de agua y una menor producción de cultivos en las tierras secas. El cambio climático es un factor importante de degradación de la tierra y los científicos predicen que las tierras secas se habrán expandido considerablemente para el 2100.³³ Muchas prácticas tradicionales de ordenación de la tierra aumentan la resiliencia al cambio climático, y las estrategias de adaptación en las tierras secas pueden transferirse a otras regiones que experimentan una creciente aridez.

EL VALOR DE LAS TIERRAS SECAS

Aunque el término «tierras secas» evoca una imagen de escasez y condiciones duras, estas áreas proporcionan una amplia gama de importantes beneficios para la sociedad, incluida la identidad cultural y el hábitat de valiosas especies silvestres de plantas y animales. Pocas personas dudan de la importancia de la biodiversidad en las sabanas del mundo o del valor de las fibras finas, como la cachemira y la lana de alpaca, que se producen en pastizales secos.

Ha existido una tendencia a subestimar las tierras secas, se ha considerado que no poseían interés para la inversión y se las ha calificado como tierras de baja productividad. Varios países incluso las han calificado legalmente como «tierras baldías». Sin embargo, las investigaciones y ensayos sobre el terreno realizados en la India y China demuestran que las tierras secas de valor aparentemente bajo pueden dar buenas cosechas. Una combinación de reformas agrícolas e inversiones en investigación, educación, carreteras y electricidad en China ha estimulado el crecimiento del sector rural no agrícola, que a su vez ha sustentado el desarrollo agrícola y la creación de empleo para los migrantes urbanos.³⁴ Del mismo modo, en la India, el empleo rural no agrícola creció y la pobreza disminuyó como consecuencia de las inversiones en infraestructura en las tierras secas, especialmente en los lugares donde aumentaron las tasas de alfabetización.³⁵ Cinco valores clave de las tierras secas:

- **Alimentos** consistentes en especies silvestres, cultivos y ganado
- **Recursos hídricos** incluidas algunas de las cuencas hidrográficas más importantes del mundo
- **Tierra natal** de muchos pueblos indígenas, comunidades locales y pobladores más recientes
- **Valores culturales** para la sociedad
- **Otros servicios de los ecosistemas** de las tierras secas

1. Alimentos

Las tierras secas sustentan unos 2 mil millones de personas.³⁶ Se estima que el 44% de las tierras de cultivo y el 50% del ganado de todo el mundo se encuentran en tierras secas.³⁷ Los matorrales y praderas sustentan una producción extensiva de ganado que a menudo se superpone con tierras de cultivo, bosques y tierras arboladas en las tierras secas. En los países de tierras secas como Afganistán, Burkina Faso y Sudán, la agricultura genera casi un tercio del PIB. En Malí, Kenia, Etiopía y muchos otros países africanos con extensas tierras secas, el sector ganadero proporciona más del 10% del PIB; en Kirguistán y Mongolia, la cifra se aproxima al 20 por ciento.³⁸ Las tierras secas también pueden suministrar alimentos de subsistencia y cosechas silvestres, lo que constituye una red de seguridad para las comunidades que

atravesan periodos de escasez o sequía: estos llamados «alimentos de hambruna» son a menudo la única fuente de nutrición disponible cuando los tiempos son difíciles.³⁹

2. Recursos hídricos

Las tierras secas incluyen cuencas hidrográficas de importancia mundial que suministran agua potable a millones de personas. Más de un tercio de las principales cuencas hidrográficas del mundo tienen al menos la mitad de su extensión en las tierras secas, y muchas tienen su origen río arriba en zonas con mayores precipitaciones.^{40,41} En estas zonas, los sistemas fluviales que recogen y canalizan el agua revisten una importancia crucial para la supervivencia humana y requieren una gestión cuidadosa. Sin embargo, muchos de estos recursos hídricos en las tierras secas están sometidos a presiones. El río Yangtsé, el más largo de Asia, comienza en las tierras secas de gran altitud de la meseta tibetana, y suministra agua para riego, saneamiento, transporte e industria; y, ahora, a la mayor central hidroeléctrica del mundo, la presa de las Tres Gargantas. El delta del Yangtsé genera alrededor de una quinta parte del PIB de China,⁴² pero el río está cada vez más contaminado y enfangado con barro procedente de tierras mal gestionadas aguas arriba, lo que reduce la calidad del agua e intensifica las inundaciones.⁴³

3. Tierra natal

Las tierras secas son el hogar de alrededor de un tercio de la humanidad.⁴⁴ La gran mayoría – alrededor del 90% – de la población de las tierras secas vive en los países en desarrollo.⁴⁵ Sus medios de subsistencia varían desde lo más tradicional a lo ultramoderno: las comunidades rurales gestionan directa o indirectamente la tierra y están estrechamente vinculadas a su ecología, mientras que los habitantes urbanos viven en megaciudades como Los Ángeles, El Cairo y Karachi. Si bien es habitual pensar que las personas que viven en las tierras secas se encuentran en sintonía con su entorno, los habitantes de las ciudades modernas se hallan en gran medida aislados y no son conscientes de su huella ecológica. Sin embargo, el modo en que se gestionan las tierras secas afecta directamente a estos centros urbanos y a sus habitantes. La degradación de la tierra y la desertificación pueden poner en peligro el suministro seguro y periódico de aire limpio y agua potable, alimentos y combustible, así como las oportunidades de recreación y ecoturismo.

4. Valores culturales

Las comunidades de las tierras secas albergan una impresionante diversidad de culturas, desde los pueblos San del desierto del Kalahari a la ostentación de Las Vegas. Muchas tradiciones religiosas antiguas tienen sus raíces fuertemente arraigadas en las tierras secas. Las tres grandes religiones monoteístas, judaísmo, cristianismo e islam, se desarrollaron en ellas, y ello todavía es evidente en las mezquitas construidas con barro de Mali, los monasterios cristianos de Armenia y en la propia Jerusalén como ciudad del desierto. Otras religiones han recibido la influencia de su situación en las tierras secas, como los templos hindúes y jainistas de Rajastán y los templos budistas de Ladakh. En las tierras secas se encuentra también un gran número de grupos religiosos más reducidos. En el sur de Madagascar, las comunidades Mahafaly y Tandroy están trabajando con las autoridades locales y el gobierno para preservar los bosques sagrados de Sakoantovo y Vohimasio, que forman parte de los bosques secos espinosos que poseen un valor excepcional por su biodiversidad.⁴⁶

Las culturas tradicionales del desierto son a menudo nómadas, y se mueven con frecuencia siguiendo pautas periódicas para encontrar agua y tierras de pastoreo. Los pueblos nómadas todavía vagan por Asia Central, el África subsahariana y Oriente Medio, en muchos casos pese a los esfuerzos del gobierno para asentarlos. El espíritu nómada está fuertemente arraigado en la cultura moderna: por ejemplo, los hombres de negocios de la ciudad de Kuwait aún utilizan sus tiendas en primavera. Las tierras secas preservan algunas de las bibliotecas más antiguas del mundo, como en Tombuctú, así como una gran variedad de piezas artísticas codiciadas, joyas y artesanía. En el siglo XXI las culturas de las tierras secas continúan expandiéndose y

Cuadro 12.4: Efectos culturales y físicos de la desertificación en Jordania

Los habitantes beduinos de Baadia, en Jordania, experimentan una menor productividad agrícola, pérdida de biodiversidad y una disminución en el suministro de agua como consecuencia de la desertificación. La vegetación de Baadia se ha reducido a la mitad desde los años noventa, lo que ha afectado directamente a la producción ganadera y ha contribuido a una disminución de la biodiversidad, incluidos riesgos para 49 especies de plantas medicinales que tienen un significativo valor de mercado, en particular para las mujeres. La desertificación ha dado lugar a una disminución de la infiltración de agua, que experimentan no solo los beduinos sino también los consumidores de aguas abajo, incluida una gran parte del sector industrial de Jordania. Hay otros costes externos de la desertificación de Baadia, como la sedimentación de presas que suministran energía, la liberación de gases de efecto invernadero y la pérdida de la capacidad del suelo para almacenar carbono.⁴⁷

renovándose, con celebraciones culturales como las del pueblo nómada de los tuareg del Sáhara y su festival anual del desierto.

5. Otros servicios de los ecosistemas

Los alimentos y el agua no son los únicos valores que las tierras secas proporcionan a la sociedad.⁴⁸ La vegetación natural y las costras orgánicas son características estabilizadoras importantes y rentables en el control de la erosión, las tormentas de arena y polvo,⁴⁹ y la desertificación. De forma semejante, las tierras secas desempeñan un papel importante en la mitigación del cambio climático mediante el almacenamiento de carbono en los suelos.⁵⁰ A pesar de que las zonas áridas cuentan con poca biomasa de plantas, y por tanto un nivel relativamente bajo de carbono orgánico en la vegetación y en el suelo, el carbono inorgánico del suelo aumenta a medida que aumenta la aridez. Las reservas orgánicas en los suelos de tierra seca representan el 27% del total mundial.⁵¹ Los bosques y tierras arboladas de las tierras secas también contribuyen a las economías nacionales mediante el suministro de combustible, madera y productos forestales no madereros, e indirectamente mediante la protección de las cuencas y otros servicios de los ecosistemas.⁵² La extensión de los bosques en las tierras secas se ha subestimado hasta ahora en un 40–47 por ciento; estos 467 millones de hectáreas adicionales aumentan los actuales cálculos de cobertura forestal mundial en al menos un 9 por ciento.⁵³ Las tierras secas también contienen una biodiversidad única y de importancia mundial⁵⁴, incluidas las plantas originarias (parientes silvestres de los cultivos) de muchos de nuestros cultivos más importantes, como el trigo, la cebada, el café, las aceitunas y muchos árboles frutales.⁵⁵

DEGRADACIÓN DE LA TIERRA Y DESERTIFICACIÓN EN LAS TIERRAS SECAS DEL MUNDO

Debido a las frágiles condiciones, la degradación del suelo en las tierras secas es al tiempo más grave y más difícil de revertir, y en algunos casos puede progresar y llegar a la desertificación, la formación de dunas y el colapso ecológico. La historia y la literatura ofrecen muchos ejemplos de mala gestión del medio ambiente en las tierras secas, lo que contribuyó a que tuvieran lugar acontecimientos como la desaparición de la civilización maya hace un milenio⁵⁶ o el «cuenco de polvo» americano de la década de 1930, que describió John Steinbeck en su obra *Las uvas de la ira*.⁵⁷ Sin embargo, estas lecciones fueron olvidadas en gran medida, y la degradación de las tierras secas continúa produciéndose a un ritmo acelerado; de hecho, supone un problema medioambiental de tal dimensión que se ha establecido un acuerdo global para detenerlo y revertirlo: la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (UNCCD (CNULD)).⁵⁸ La desertificación ha sido descrita por la UNCCD (CNULD) como uno de los mayores desafíos medioambientales de nuestra época y como una amenaza para el bienestar universal y la

Cuadro 12.5: Desertificación

La desertificación es un fenómeno complejo que presenta todavía mucha incertidumbre acerca de sus definiciones, causas y extensión. Según el texto de la UNCCD (CNULD) (1994)⁶⁰, por «desertificación» se entiende la degradación de las tierras de zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas resultante de diversos factores, tales como las variaciones climáticas y las actividades humanas. La lucha contra la desertificación comprende actividades que forman parte del desarrollo sostenible integral, y que tienen por objeto:

1. la prevención o la reducción de la degradación de las tierras;
2. la rehabilitación de tierras parcialmente degradadas; y
3. la recuperación de tierras desertificadas.

seguridad de los seres humanos.⁵⁹ Un número creciente de países, en particular en el mundo en desarrollo, expresa su preocupación por los desafíos estrechamente relacionados de la desertificación, la degradación de las tierras y la sequía y sus efectos sobre la migración, los conflictos y la seguridad de los seres humanos en general.

Las estimaciones de la magnitud de la degradación del suelo en las tierras secas difieren considerablemente, si bien las cifras convergen hacia la degradación moderada y grave en el 25–33 por ciento de todas las tierras,⁶¹ con tal vez una mayor incidencia en las tierras secas. La falta de un sistema normalizado de evaluación y control globales⁶² contribuye a la existencia de estas diferencias y conduce a una comprensión divergente de la degradación de la tierra y a una amplia gama de cálculos diferentes.⁶³ Un estudio realizado en 2007 calculó que existía una grave degradación en aproximadamente el 10–20 por ciento de las tierras secas.⁶⁴ Un análisis más reciente de las tendencias de un periodo de 25 años, en el que se emplearon sensores remotos para medir la vegetación interanual, registró puntos de degradación de la tierra que cubrían cerca del 29 por ciento de la superficie global de la tierra, con biomas afectados por encima de la media en los que predominaban las tierras secas.⁶⁵

Causas de la desertificación

Muchos factores interrelacionados contribuyen a la desertificación, incluido el crecimiento demográfico, la demanda de mayores niveles de producción, las tecnologías que aumentan la explotación de los recursos y el cambio climático. Un análisis realizado en China descubrió que una combinación de factores socioeconómicos, y climáticos en menor medida, fueron los principales factores que causaron la desertificación de las tierras secas, pero la relación entre los distintos factores es complicada y varía de una región a otra.⁶⁶ Las principales influencias sobre la salud y la productividad de las tierras secas comprenden el clima, el régimen de incendios, el pastoreo, la agricultura y los niveles de dióxido de carbono atmosférico.⁶⁷ La desertificación se debe a la creciente demanda de alimentos, combustibles y fibras, combinada con una reducción de la superficie total de tierras agrícolas disponibles y una disminución de la fertilidad del suelo y del acceso al agua. Cuando la desertificación se produce como resultado de prácticas de gestión intensiva y esfuerzos para aumentar la productividad, a menudo se asocia a una comprensión errónea de la ecología de las tierras secas y al fracaso en la gestión adecuada de la fertilidad del suelo y la humedad. Los enfoques agrícolas tradicionales quizá ya no sean suficientes para satisfacer la creciente demanda, pero a menudo son sustituidos por alternativas más perjudiciales y menos sostenibles.

La práctica de dejar la tierra en barbecho en las tierras secas de Sudán ha sido ampliamente abandonada debido a la creciente presión de la población y a la demanda de alimentos. Las políticas nacionales que fomentan la agricultura intensiva han ocasionado un extenso desmonte de tierras para llevar a cabo actividades agrícolas mecanizadas en monocultivos, la tala de árboles y el abandono de la tradicional rotación de cultivos y otras prácticas de gestión sostenible.⁶⁸ Las tierras secas cultivadas de esta manera pierden rápidamente la biodiversidad del suelo –hongos, bacterias y otros organismos–, lo que es importante para reciclar los nutrientes y conservar el carbono orgánico en el suelo; la disminución del carbono orgánico significa

Figura 12.2: Factores de la desertificación



que se retienen menos nutrientes y menos agua en el suelo, aspecto que afecta negativamente a la producción de alimentos y que trae consigo la degradación de la tierra.

En Australia, al igual que en otros países de tierras secas, uno de los principales factores que causan la desertificación es la salinización. El aumento de la salinidad es causada por el desmonte de tierras, principalmente para la producción agrícola, y tiene lugar cuando sube la capa freática y salen a la superficie sales naturales. Esto es en gran medida el resultado del empleo de prácticas agrícolas desarrolladas en las tierras templadas de Europa y basadas en cultivos y pastos de raíces poco profundas.⁶⁹ En el año 2000, se evaluaron en Australia 5,7 millones de hectáreas con gran potencial para desarrollar salinidad, y se emitió la predicción de que la zona afectada por la salinidad llegaría a alcanzar los 17 millones de hectáreas en 2050 si no se aplicaban soluciones al problema.⁷⁰

Existe una estrecha relación entre la pobreza, la degradación de la tierra y la desertificación, y aunque las poblaciones de las tierras secas pueden haber practicado históricamente la ordenación sostenible de la tierra, a muchos les resulta cada vez más difícil lograrlo. Existen numerosas razones para ello: desde el crecimiento de la población rural hasta la desautorización del gobierno local y la implantación de prácticas agrícolas inapropiadas y selección de cultivos poco adecuados. La pobreza en las tierras secas está a menudo enraizada en el abandono histórico de las áreas consideradas como «de bajo potencial», lo que ha creado un diagnóstico autocumplido puesto que los recursos se han canalizado a otros lugares y se ha dejado a las zonas áridas privadas de inversión. Los niveles de pobreza en las tierras secas, medidos en términos de tasa de alfabetización e índices de salud, se sitúan por encima de la media en muchos países. Por ejemplo, las tasas de alfabetización de las mujeres adultas en las tierras húmedas de África occidental se sitúan en torno al 50 por ciento, pero bajan al 5–10 por ciento en las tierras secas. En las tierras secas de Asia, las tasas de mortalidad infantil se sitúan en torno al 50 por ciento por encima de la media.⁷¹

Otro factor importante de la degradación de la tierra es el débil régimen de propiedad de las tierras y la ineficiente administración de los recursos naturales, particularmente en las zonas gestionadas por la comunidad⁷², como los pastizales o los bosques secos. Estas tierras han gozado históricamente de una fuerte administración debido a acuerdos y prácticas basadas en la costumbre, como la coordinación en la recolección de productos forestales y de los pastizales, y el establecimiento de normas para prevenir las malas prácticas.⁷³ En muchos casos, estas instituciones se están debilitando como consecuencia de los poderes gubernamentales emergentes que socavan la autoridad basada en la costumbre y no ofrecen ninguna alternativa viable.

Es fundamental reforzar la administración del régimen de propiedad de las tierras para lograr una progresiva

asimilación de prácticas sostenibles de ordenación de las tierras. Esto a menudo requiere enfoques innovadores y especializados para adaptar los singulares requisitos de administración en las tierras secas, donde compartir recursos, la gestión comunitaria y la movilidad son estrategias vitales para la subsistencia. Cada vez con más frecuencia se utilizan sistemas híbridos de administración, que combinan elementos de la administración tradicional con el aparato estatal moderno. La mejora de la administración puede proporcionar una plataforma para una efectiva fusión de las instituciones y los conocimientos tradicionales con las disciplinas científicas relevantes e instituciones más formales. Desempeña asimismo un papel importante en el apoyo al desarrollo igualitario de las cadenas de valor, conectando los múltiples valores de las zonas áridas con los mercados en formas que fomentan la sostenibilidad en lugar de erosionarla.⁷⁴

Los costes de la desertificación

La desertificación representa una amenaza universal que tiene un fuerte impacto en las formas de subsistencia de millones de personas tanto dentro de las tierras secas como fuera de ellas. El verdadero coste de la desertificación se subestima con frecuencia debido a la desconocida magnitud de estos efectos externos y distantes. Los costes incluyen aquellos que afectan directamente a la salud y el bienestar de los seres humanos, incluida la seguridad alimentaria y del agua, así como otros costes más intangibles en términos de cultura y sociedad, todos los cuales representan pérdidas de biodiversidad y del funcionamiento de los ecosistemas.

La estimación del coste de la desertificación en los ámbitos local y nacional plantea muchos desafíos y, por tanto, cualquier intento de identificar una cifra mundial se debe abordar con cautela. Sin embargo, se han publicado algunos ejemplos en los últimos años. Un estudio realizado en catorce países de Latinoamérica cifró el número de pérdidas derivadas de la desertificación en un 8–14 por ciento de los productos interiores brutos agrícolas (AGDP, por su sigla en inglés) anuales,⁷⁵ y otro estudio calculó el coste global de la desertificación en un 1–10 por ciento anual del AGDP.⁷⁶ Algunas evaluaciones establecen diferencias entre los costes directos resultantes de la disminución de la productividad de la tierra y los costes económicos indirectos conocidos como externalidades. Los costes directos se han calculado en un 2 por ciento del AGDP en Etiopía, un 4 por ciento en la India y hasta un 20 por ciento en Burkina Faso y EEUU.⁷⁷ Los costes indirectos se pueden sentir lejos de la fuente de degradación, y pueden incluir la alteración de las corrientes de agua y las contribuciones al cambio climático, las tormentas de arena y polvo y otros fenómenos.

La degradación de la tierra puede alterar los ciclos del agua y disminuir la calidad del agua debido a la sedimentación de los ríos y embalses. Las zonas degradadas son proclives a inundarse debido a que el agua se desliza en lugar de empapar el suelo, lo que ocasiona la pérdida de la capa superficial del suelo y su



biodiversidad, y en casos extremos puede causar la inundación de las comunidades y las tierras situadas aguas abajo.⁷⁸ La materia orgánica del suelo desempeña un papel importante en la retención del agua, y a medida que disminuye también lo hace la capacidad del suelo para conservar la humedad. El índice de infiltración del agua también puede reducirse por la compactación de la superficie, la pérdida de invertebrados del suelo y otros factores relacionados con la desertificación que dan lugar a un suelo más seco, a la disminución de los acuíferos y a la erosión del suelo. Como resultado, la incidencia de la sequía puede aumentar independientemente de los cambios en las precipitaciones, simplemente debido a que se reduce la capacidad de la tierra para capturar y retener el agua. Se ha calculado que en la tierra gravemente degradada solo se utiliza productivamente una cantidad tan pequeña como es el 5 por ciento del total de las precipitaciones.⁷⁹

Las tormentas de arena y polvo (SDS, por su sigla en inglés) se producen cuando fuertes vientos impactan sobre los suelos secos y degradados. Las tormentas de arena tienen lugar relativamente cerca del suelo, mientras que las tormentas de polvo pueden subir varios

kilómetros en la atmósfera y ser transportadas a grandes distancias. Poseen efectos sobre la salud de los seres humanos así como sobre la agricultura, las infraestructuras y el transporte; las pérdidas económicas como consecuencia de una única tormenta (SDS) pueden ser del orden de cientos de millones de dólares estadounidenses. Alrededor del 75 por ciento de las emisiones mundiales de polvo proceden de fuentes naturales, como los lechos de antiguos lagos, y el resto proviene de fuentes antropogénicas, principalmente organismos acuáticos efímeros. Sin embargo, el desbroce de la vegetación, la pérdida de la biodiversidad y la alteración de los sedimentos o de la superficie del suelo (por ejemplo, por vehículos todoterreno o el ganado) aumentará la propensión a generar polvo. Se calcula que las tormentas (SDS) han aumentado en un 25–50 por ciento durante el último siglo debido a la combinación de la degradación de la tierra y el cambio climático.⁸⁰ Los fenómenos de tormentas de polvo de mayor magnitud pueden producirse debido a una combinación de sequía prolongada y mala gestión de la tierra. Los efectos ecológicos son diversos: en diferentes circunstancias, el polvo puede aumentar la sequía o estimular la lluvia, proporcionar nutrientes valiosos para los bosques

tropicales o representar un daño para arrecifes de coral lejanos. La inhalación de partículas de polvo puede causar o agravar el asma, la bronquitis, el enfisema y la silicosis, mientras que la exposición crónica al polvo fino incrementa el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares y respiratorias, cáncer de pulmón e infecciones agudas en las vías respiratorias inferiores. El polvo fino también transporta una serie de contaminantes, esporas, bacterias, hongos y alérgenos potenciales, lo que puede ocasionar muchas otras enfermedades y molestias médicas.⁸¹

Las zonas de mayor tamaño con alta densidad de polvo están situadas en el llamado «cinturón de polvo», que discurre desde la costa occidental de África del Norte, pasando por Oriente Medio y Asia Central/del Sur hasta China; otras zonas afectadas incluyen Australia central, el desierto de Atacama en Sudamérica y la Gran Cuenca en Norteamérica. Los lugares donde los humanos están contribuyendo a la extensión y frecuencia de las tormentas de polvo SDS incluyen el sur del Sahel, la cordillera del Atlas y la costa mediterránea, partes de Oriente Medio, las grandes Llanuras de Norteamérica, la Patagonia argentina y partes del subcontinente indio. Las simulaciones apuntan a que las emisiones globales anuales de polvo han aumentado en un 25–50 por ciento durante el pasado siglo debido al cambio en el uso de la tierra y el cambio climático.⁸²

Además de estos efectos visibles de la desertificación, la sociedad puede verse afectada en formas menos visibles, como el aumento del precio de los alimentos

cuando disminuye la productividad o cuando la pobreza contribuye a la migración, tanto en el ámbito nacional como en el internacional. La desertificación también se ha visto implicada en conflictos⁸³ como consecuencia del aumento de la competencia por los escasos recursos, y el cambio climático ha sido un factor adicional que ha contribuido a ello⁸⁴, si bien las causas de los conflictos son generalmente complejas. Cuando la desertificación ocasiona una menor producción de alimentos, contribuye a la pobreza nacional y a la vulnerabilidad de las comunidades más pobres. Este aspecto puede crear un círculo vicioso, dado que los agricultores más pobres también se enfrentan al mayor reto de abordar la degradación de la tierra.⁸⁵

Tal vez el coste menos tangible de la desertificación sea la pérdida de valores culturales y estéticos asociados a las tierras secas, y sin embargo en muchos casos este es el coste que finalmente impulsa a las personas a actuar. La tierra es algo más que un lugar donde producir alimentos o suministrar agua; para muchas personas, se encuentra inextricablemente unida a su dignidad e identidad culturales, y muchas comunidades rurales se sienten responsables de ella.⁸⁶ Resulta imposible asignar una cifra a tales pérdidas, si bien se han utilizado metodologías para calcular cuánto estarían dispuestas a pagar las personas para evitar el coste. Como respondió una anciana beduina a la pregunta de por qué invertía su tiempo en rehabilitar las dehesas, «quiero abrir mi puerta por la mañana y ver la belleza de la naturaleza ante mí».⁸⁷

Recuperación de tierras en el desierto de Kubuqi, en Mongolia Interior (China) Cinturón de protección bien establecido a lo largo de la carretera 25 años después. Al fondo se pueden ver las dunas de arena originales.



© Elion Foundation. Fuente PNUMA (2015).



© Martine Perret

Desertificación y cambio climático

Los suelos almacenan más carbono que el total combinado de la biomasa y la atmósfera del mundo, y una parte importante de ese carbono se encuentra en las tierras secas (Véase la Tabla 12.1). Cuando la tierra se degrada, el carbono puede ser liberado a la atmósfera junto con otros gases de efecto invernadero, como el óxido nitroso, haciendo de la degradación de la tierra uno de los factores más importantes para el cambio climático: alrededor de una cuarta parte de todas las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero proviene de la agricultura, de la silvicultura y de otros sectores de uso de la tierra.⁸⁸ Se prevé que el cambio climático incrementará la aridez de algunas de las tierras secas, con una mayor frecuencia de sequías en estas tierras, y existe «un acuerdo consensuado, pero con pruebas limitadas, de que la actual extensión de los desiertos aumentará en las próximas décadas».⁸⁹ A medida que más y más tierras productivas se degradan o se pierden debido a la expansión urbana, existe el riesgo de que una proporción creciente del futuro cambio en el uso de la tierra tenga lugar en las tierras secas, lo que incrementaría su contribución al cambio climático.

El cambio climático puede exacerbar la pobreza y socavar aún más la capacidad de las personas para gestionar la tierra y el ganado de forma sostenible.⁹¹ Las personas más pobres de la Tierra son las más vulnerables al cambio climático,⁹² y sin embargo, en su mayor parte, son quienes contribuyen en menor medida a esta amenaza. Dado que las tierras secas acogen a un número desproporcionado de los pobres del mundo, es probable que se encuentren entre las zonas más afectadas por el cambio climático. Muchas comunidades de tierras secas poseen prácticas ampliamente desarrolladas para compartir recursos, lo que ayudaría a difundir el riesgo climático. En algunas comunidades de pastores, esto incluye cultivar deudas y obligaciones a lo largo de muchas generaciones y a través de grandes distancias, de modo que en tiempos difíciles pueden recurrir al apoyo de personas que pueden verse menos afectadas. Los pastores mongoles cuentan con una larga historia de acuerdos recíprocos que permiten a las familias de pastoreo difundir los riesgos climáticos, como las tormentas de nieve y las sequías. Sin embargo, existen indicios de que estas instituciones están bajo la presión de las fuerzas económicas y se está produciendo un cambio en las relaciones entre los pastores y el Estado.⁹³

Tabla 12.1: Papel de los suelos de tierras secas en el almacenamiento del carbono⁹⁰

	Carbono procedente de biomasa	Carbono del suelo		
		C total del suelo	C orgánico del suelo	C inorgánico del suelo
Total	576 Gt	2529 Gt	1583 Gt	946 Gt
Tierras secas	83 Gt	1347 Gt	431 Gt	916 Gt
Proporción en tierras secas	14%	53%	27%	97%

GESTIÓN SOSTENIBLE DE LAS TIERRAS SECAS

Existe una amplia experiencia de gestión en la que basarse para lograr una revisión importante de la forma en que los ecosistemas son valorados, protegidos y gestionados. Los vínculos entre la desertificación, el cambio climático, y la pobreza contribuyen a centrar la atención en las respuestas que proporcionan múltiples beneficios. Abordar estos retos conjuntamente crearía una retroalimentación positiva capturando el carbono atmosférico del suelo, deteniendo y revirtiendo la degradación de la tierra, cerrando las brechas de rendimiento agrícola y aumentando la resiliencia en general de las comunidades y ecosistemas de las tierras secas. Es fundamental garantizarse de que el carbono del suelo sea calculado y controlado plenamente como un indicador del progreso no solo para luchar contra la desertificación, sino también para revertir el cambio climático y la pérdida de biodiversidad.⁹⁴

Debido a que la degradación de la tierra es a menudo el resultado de múltiples factores, las respuestas

deben adaptarse a las situaciones particulares. Las respuestas simples, como la plantación de árboles, no siempre son eficaces y el abandono de la tierra no necesariamente conduce a la recuperación.⁹⁵ La sostenibilidad requiere dar muchos pasos, desde los enfoques holísticos de gestión hasta la selección y producción de cultivos, la ganadería y la conservación del agua, así como otra serie de factores favorables. Entre ellos se encuentran:

- **Cultivos sostenibles**, que comprenden la elección de especies y las prácticas de gestión
- **Administración de pastizales** para evitar el sobrepastoreo y la degradación
- **Seguridad del agua** mediante una mejor gestión y conservación
- **Incentivos políticos** y cambios legales, incluida una mayor seguridad de la propiedad y los derechos de la tierra
- **Investigación y creación de capacidades** para colmar las lagunas de conocimientos y habilidades
- **Inversión** para revertir la degradación de las tierras secas

Figura 12.3: Gestión sostenible de las tierras secas

1. Cultivos sostenibles

La agricultura de siembra directa requiere cambios sustanciales en las prácticas agrícolas; sin embargo, puede ser más rentable que la agricultura convencional puesto que reduce el coste de mano de obra, combustible, riego y maquinaria



2. Gestión de pastizales

En Namibia, algunas granjas han sustituido totalmente el ganado doméstico por la gestión y sacrificio de antílopes y cebras salvajes, mejor adaptados a las condiciones de aridez



3. Seguridad hídrica

En Israel, el uso de sistemas de riego por goteo combinado con el reciclado de aguas grises ha supuesto un aumento de un 1600% del valor de los productos cultivados por los granjeros locales durante los últimos 65 años

4. Incentivos políticos

Entre 1980 y 2000, sólo un 3,23% de los subsidios medioambientales se destinó a abordar la degradación de la tierra.

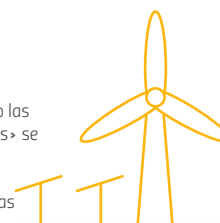


5. Investigación y creación de capacidades

Los conocimientos ecológicos tradicionales se están perdiendo en muchos lugares, y es preciso apoyarlos y registrarlos

6. Inversión

Es probable que en el futuro las tierras secas <improductivas> se utilicen cada vez más para obtener energía, incluidas fuentes eólicas y geotérmicas





© Olivier Girard (CFOR)

1. Cultivos sostenibles

Muchos de los elementos que componen la «intensificación sostenible»⁹⁶ en las tierras secas ya son ampliamente conocidos y se describen en el Capítulo 7: conservación de nutrientes, uso de estiércol, compost y mantillo, microdosificación de fertilizantes, estrategias integradas de gestión de plagas,⁹⁷ selección de mezclas adecuadas y sostenibles de cultivos y diversas técnicas de conservación de suelos, con el fin de aprovechar mejor los servicios de los ecosistemas para la seguridad alimentaria a largo plazo.⁹⁸ El barbecho, que desde hace mucho tiempo forma parte del mantenimiento de la fertilidad del suelo y el aumento de la humedad del suelo en las tierras secas, está mostrando algunas señales de reactivación pese a un descenso global en los últimos años.

La agricultura de siembra directa o de labranza reducida minimiza los daños ocasionados al suelo y mantiene los residuos de cultivos y otras materias orgánicas en la superficie del suelo, donde ayuda a reducir las pérdidas por evaporación e incrementa la infiltración. Las pruebas

demuestran que la agricultura de siembra directa puede conducir a una mayor concentración de carbono orgánico en el suelo cerca de la superficie, lo que a menudo se traduce en una mayor productividad. El efecto de la siembra directa sobre el balance general de carbono en el suelo todavía no se conoce en todos sus aspectos, pero existe un claro beneficio positivo para la adaptación al cambio climático.⁹⁹ La agricultura de siembra directa requiere cambios sustanciales en las prácticas agrícolas; no obstante, puede resultar más rentable que la agricultura convencional al reducir el coste de la mano de obra, el combustible, el riego y la maquinaria. La agricultura de siembra directa se practica en mayor medida en las tierras secas de las principales naciones exportadoras de cereales del mundo, como Australia y Argentina, y también en Estados Unidos, donde representa el 22,6 por ciento de todas las áreas cultivadas.¹⁰⁰

La agrosilvicultura es otro método probado de gestión sostenible de la tierra en las tierras secas. Los árboles de las granjas proporcionan sombra a los seres humanos, a los cultivos y al ganado, aportan nutrientes y contribuyen a estabilizar los suelos, proporcionan alimento de emergencia para los animales y otras materias primas; además, los árboles también pueden dar frutas comestibles y frutos de cáscara. La agrosilvicultura experimentó una disminución en el siglo XX debido a cambios en las condiciones socioeconómicas, políticas públicas y la propiedad de la tierra como parte de una visión alternativa del desarrollo agrícola basada en la mecanización a gran escala y el monocultivo.¹⁰¹ Con todo, las investigaciones muestran que los árboles están aumentando nuevamente en granjas de todo el mundo, especialmente en Brasil, Indonesia, China y la India. Alrededor del 43 por ciento de las tierras agrícolas de todo el mundo poseen al menos un 10 por ciento de cobertura forestal.¹⁰² En Níger, la agrosilvicultura ha experimentado un cierto renacimiento y se han restaurado más de 5 millones de hectáreas mediante el resurgimiento de prácticas sencillas de protección selectiva de árboles de alto valor en las zonas agrícolas.¹⁰³ Los agricultores están utilizando diversas técnicas para fomentar la regeneración o la plantación de especies arbóreas nativas, incluida la técnica Zai, que fomenta la plantación de árboles en pequeños agujeros llenos de estiércol, habitualmente en combinación con cercados de piedra como parte del enfoque de la Regeneración Natural Gestionada por los Agricultores.¹⁰⁴

2. Gestión de los pastizales

El uso de la tierra más extendido en las tierras secas es la producción extensiva de ganado o pastoreo. Los pastores tradicionales usan la movilidad de sus rebaños para encontrar los recursos que las lluvias hacen aflorar. De este modo, los rebaños domésticos imitan el comportamiento de los ungulados silvestres (animales con pezuñas). Los pastores mantienen la infraestructura tanto natural como artificial para el suministro de agua, incluidos pozos profundos, cisternas y estanques superficiales. La tierra es propensa a la degradación en los alrededores de estos lugares de agua y oasis, en



especial cuando se alienta a las personas a establecerse permanentemente en ellos con su ganado. Los pastores suelen tener elaboradas costumbres y acuerdos que rigen el uso del agua y los pastizales, lo que permite un uso equitativo de los recursos comunales en vastas áreas y, en ciertos casos, más allá de las fronteras internacionales.¹⁰⁵ Los proyectos de infraestructura de recursos hidrológicos mal planificados pueden socavar estos sistemas tradicionales.¹⁰⁶ Varios países están adoptando medidas para fortalecer la regulación local del uso de los recursos mediante la implantación de sistemas híbridos de administración que vinculan la tenencia consuetudinaria con las instituciones estatales, en algunos casos con herramientas como la teleobservación y las telecomunicaciones para permitir una planificación más eficiente de los pastizales. La ley española de vías pecuarias de 1996 ha revitalizado los movimientos de trashumancia (movimiento estacional de personas con su ganado) gracias a la protección de una antigua red de 120 000 km de cañadas –una ruta ganadera que rodearía 3 veces el planeta Tierra–, lo que ha dado lugar a mejoras importantes en la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.¹⁰⁷

La gestión de los pastizales puede mejorarse mediante la selección de especies bien adaptadas o la mezcla de especies herbívoras seleccionadas por su potencial genético (p.ej., resistencia a la sequía) y la capacidad de utilizar diversos nichos ecológicos; esto podría incluir la división de los rebaños para evitar el sobrepastoreo y el préstamo de animales a otros para construir o reconstruir los rebaños como una forma de capital social.¹⁰⁸ En Namibia, algunas granjas han sustituido por completo el ganado doméstico con la gestión y el sacrificio de antílopes salvajes y cebras, mejor adaptados a las condiciones áridas.¹⁰⁹

3. Seguridad hídrica

La gestión del agua es fundamental para una gestión eficaz de la tierra en las tierras secas. Como se analizó en el Capítulo 8, las prácticas de gestión de la tierra pueden reducir y retener las escorrentías, reducir la evaporación, aumentar la capacidad de retención de agua de los suelos y aumentar la eficiencia en el uso del agua en los cultivos. Sin embargo, la escorrentía que representa una pérdida en un lugar puede resultar un recurso vital para las personas que viven río abajo, y la toma de decisiones debe realizarse a la escala adecuada para garantizar resultados equitativos y sostenibles en todas las zonas.

Existe una gran diversidad de prácticas de recolección de agua en las tierras secas, muchas de las cuales se conocen desde hace siglos. La recolección de agua está determinada por la topografía y el tipo de suelo, y puede aplicarse en diferentes escalas. Las medidas a pequeña escala, a veces denominadas microcuencas, se utilizan para captar la escorrentía dentro de los campos e incluyen prácticas como hoyos de plantación y cercados protectores. Estos funcionan disminuyendo la velocidad de escorrentía, y fomentan la infiltración localizada. Las medidas a mayor escala se usan para captar las escorrentías fuera de los campos individuales e incluyen represas y estanques de uso comunitario. Estas macrocuencas suelen requerir almacenamiento de agua y en las tierras secas, donde las pérdidas por evaporación son importantes, esto puede incluir el almacenaje en cisternas subterráneas. En algunos suelos se utilizan presas de arena para atrapar la arena, que a su vez retiene el agua, creando con ello con eficiencia un almacenamiento subterráneo.¹¹⁰ Tanto si el agua se almacena en macrocuencas como si se recolecta de ríos y acuíferos, se requieren técnicas de riego para posteriormente aplicar agua a la tierra. Esto puede incluir el riego a gran escala, aunque esos esquemas son

ineficientes, costosos y difíciles de gestionar y ocasionan muchos costes ambientales. El riego a pequeña escala puede controlarse más cuidadosamente para servir de complemento a las precipitaciones en tiempos críticos del ciclo de crecimiento, aumentando el crecimiento o ampliando la temporada de crecimiento.¹¹¹

En Israel, el uso de sistemas de riego por goteo combinados con el reciclaje de aguas residuales ha ocasionado un aumento del 1600 por ciento del valor de los productos cultivados por los agricultores locales en los últimos 65 años.¹¹² Pero el uso de aguas residuales a menudo conlleva el riesgo de incrementar la salinización, y se consigue un importante impulso adicional en la eficiencia si se utiliza agua desalinizada.¹¹³

4. Incentivos políticos

El fomento de las inversiones en las tierras secas depende en primer lugar de la creación de las condiciones propicias, que van desde leyes, políticas e instituciones de apoyo dentro de los países hasta acuerdos internacionales y compromisos de los donantes. Sin embargo, estas condiciones, en su mayor parte, no existen actualmente. En general, las tierras secas han quedado fuera de los esfuerzos principales de desarrollo: entre 1980 y 2000, solo el 3,23 por ciento de las ayudas al medio ambiente se destinó a abordar la degradación de las tierras.¹¹⁴ Los desafíos para el crecimiento en las tierras secas de África persisten debido a lagunas críticas en el desarrollo, combinadas con la frecuencia de las sequías y otros acontecimientos adversos. Se prevé que la población de las tierras secas de África se incrementará entre un 65 y un 80 por ciento en los próximos 15 años;¹¹⁵ este pronóstico, combinado con el aumento de la inversión externa en la agricultura industrial a gran escala y en las industrias extractivas, podría agravar la degradación de la tierra y el suelo. La degradación, a su vez, incrementa el impacto humano sobre la sequía y la escasez de agua, puesto que a menudo se desvían recursos del desarrollo a largo plazo a medidas de reacción a corto plazo más costosas. Si bien se prevé que el crecimiento económico en las tierras secas será significativo a medio plazo, puede no ser suficiente para igualar el ritmo de crecimiento de la población y la vulnerabilidad creada por el cambio climático.¹¹⁶

Las prioridades políticas divergentes entre sectores pueden dar lugar a consecuencias perjudiciales, especialmente cuando la tierra, el agua, los árboles, la vida silvestre y otros recursos se gestionan con diferentes objetivos. Esto es particularmente problemático dada la escala de los retos de las tierras secas y la posible comprensión errónea de cuáles son las vías de desarrollo más adecuadas. Es necesaria una mejor coordinación entre los sectores, como la agricultura, la vida silvestre, la silvicultura y el agua, impulsada por un liderazgo político de alto nivel y guiada por el conocimiento y la evidencia empírica, para garantizar una colaboración más estrecha y una acción conjunta sobre el terreno.

Un elemento crítico de las políticas encaminadas a fomentar la gestión de las tierras secas es la necesidad de mejorar los derechos a los recursos y la seguridad de la propiedad, otorgando a los administradores de tierras libertad y legitimidad para implantar estrategias de gestión sostenible a largo plazo. Por ejemplo, el éxito de los proyectos de restauración forestal aumenta en gran medida si las comunidades locales confían en que seguirán teniendo acceso a los beneficios resultantes. Sin embargo, garantizar la propiedad a menudo requiere soluciones innovadoras que concilien las leyes y los derechos consuetudinarios. Las instituciones locales más fuertes pueden proporcionar una mediación vital entre los sistemas modernos y los tradicionales, y pueden ser la clave para mejorar la administración local en general, junto con un mejor acceso a los mercados y otros servicios. En varios países, esto lo facilita la descentralización gubernamental, lo que permite una mayor participación en la toma de decisiones en el ámbito local y un mayor respeto por los derechos y responsabilidades locales. Más de 100 países han firmado las *Directrices voluntarias sobre la gobernanza responsable de la tenencia de la tierra*, elaboradas por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura,¹¹⁷ y constituyen una excelente plataforma para fortalecer los derechos a la tierra. En Mongolia y Kirguistán, por ejemplo, las políticas públicas apoyan el establecimiento de grupos de usuarios de pastizales para la gestión de los pastizales, un mecanismo importante para garantizar la representación de la comunidad y la coordinación de las actividades de gestión.¹¹⁸

Los acuerdos formales e informales para mejorar los esfuerzos de conservación de las tierras secas también ejercen influencia sobre la tenencia. En el mundo, alrededor del 9 por ciento de las tierras secas (~5,4 millones de km²) están formalmente protegidas, cifra que está ligeramente por debajo de la media mundial del 12,9 por ciento. Si bien las primeras políticas de áreas protegidas eran a menudo excluyentes, en la actualidad muchas áreas protegidas velan por los derechos de las comunidades humanas residentes en ellas. Los enfoques no gubernamentales, como las Áreas de Conservación Indígena y Comunitaria (ICCA, por su sigla en inglés), y los enfoques cuasigubernamentales, como las Áreas Indígenas Protegidas, están ganando reconocimiento como herramienta para reconocer legalmente la tenencia en las tierras secas y para fomentar sinergias entre el uso económico y los objetivos de conservación.¹¹⁹

Muchas tierras secas se protegen eficazmente mediante prácticas tradicionales de gestión de las tierras que sustentan la biodiversidad de la que dependen los medios de subsistencia locales. Estas áreas protegidas de facto a menudo son olvidadas por los gobiernos y, por lo tanto, siguen siendo vulnerables a los intereses competidores. Calificarlas como ICCA podría ofrecer a las comunidades un mayor potencial para capitalizar los beneficios ambientales de su sistema de producción e incentivar aún más la gestión sostenible de la tierra. El reconocimiento formal de estas tierras como ICCA también podría contribuir a establecer normas para una



© Nirin Khatri

gestión sostenible y un mejor control, además de proporcionar incentivos para retener prácticas sostenibles.¹²⁰ Las llamadas reservas comunales o de tierras, desarrolladas en mayor medida en Namibia, crean un medio para que las comunidades obtengan beneficios económicos del turismo vinculado a la vida silvestre y proporcionan un modelo innovador, en particular para los países de las tierras secas con bajas poblaciones humanas.¹²¹

5. Investigación y creación de capacidades

El conocimiento científico de los sistemas de producción en tierras secas sigue siendo poco desarrollado, y a menudo se deja de lado en favor de enfoques de gestión desarrollados para tierras húmedas. Esto se ve agravado por los datos incorrectos sobre los ambientes y las economías de las tierras secas, lo que hace que se tomen decisiones importantes sin contar con ningún tipo de información. La falta de financiación para el desarrollo de las tierras secas coincide con la falta de apoyo a la investigación en tierras secas; así pues, nuestra comprensión de las tasas y las causas de la desertificación siguen estando, por desgracia, incompletas. La complejidad de las estrategias adaptadas al riesgo para gestionar las tierras secas y el valor del conocimiento y las prácticas locales requieren una atención renovada, puesto que el conocimiento ecológico tradicional se está perdiendo en muchos lugares. Se necesitan mayores esfuerzos para combinar los conocimientos locales con los conocimientos científicos emergentes mediante asociaciones apropiadas, aprendizaje participativo y una difusión más eficaz de la información y la tecnología.¹²²

Por último, para movilizar las inversiones a menudo se necesitan grandes esfuerzos para mejorar las capacidades de los profesionales, incluidos los servicios de extensión agraria y el aprendizaje entre iguales, en las tierras secas. Esto incluye que los profesionales que trabajan en el sector público proporcionen asesoramiento a los usuarios de la tierra, así como a los depositarios del conocimiento local que resulta fundamental para mejorar la resiliencia de las tierras secas.

6. Inversión

Como siempre, en las tierras secas la desertificación y la vulnerabilidad continuarán junto con un aumento de los riesgos planteados por el cambio climático, que contribuyen a incrementar los importantes problemas sociales de pobreza, migración y conflicto. En 2011, la Organización de las Naciones Unidas publicó un informe en el que se señalaba que las tierras secas se habían convertido en «desiertos de inversión», donde la subinversión crónica causaba subdesarrollo y pobreza.¹²³ Entre tanto, los Objetivos de Desarrollo Sostenible adoptados en 2015, y particularmente el Objetivo 15.3 sobre el efecto neutro en la degradación de la tierra,¹²⁴ demuestran una voluntad y un compromiso cada vez mayores para detener y revertir la desertificación. Este entusiasmo debe ir acompañado de la capacidad y los recursos necesarios para actuar de acuerdo con las prioridades nacionales de desarrollo. Nuestra comprensión del modo en que se pueden adaptar las inversiones a las tierras secas mejora constantemente y ofrece razones para la esperanza.

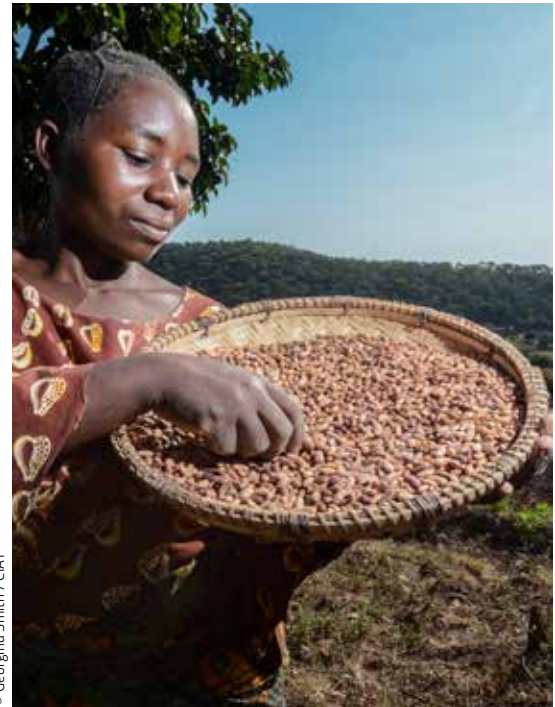
Los problemas de las tierras secas no se resuelven automáticamente mediante la disponibilidad de financiación: los graves problemas de desertificación en países comparativamente ricos, como Estados Unidos,

demuestran que los problemas no solo se producen en los países en desarrollo. Pero no se debe subestimar la magnitud de las privaciones humanas en muchas tierras secas del mundo en desarrollo, como tampoco debe serlo la ausencia de las condiciones más básicas para el desarrollo humano.

Un aspecto que necesita una atención especial es el modo de capitalizar o aprovechar múltiples valores. Los ecosistemas de las tierras secas proporcionan muchos beneficios a la humanidad más allá de los evidentes servicios de aprovisionamiento de alimentos, combustible, fibras y materiales de construcción. La rehabilitación de los pastizales en la Baadía jordana ha mostrado modestas mejoras en la producción ganadera y en la biodiversidad susceptible de comercio, como las plantas medicinales, pero los beneficios son mucho mayores para los flujos de agua subterránea, el almacenamiento de carbono y la reducción de la sedimentación en las presas hidroeléctricas, todo lo cual disfrutaban más personas aparte de los responsables de su protección.¹²⁵ Incentivar las prácticas más sostenibles de gestión de la tierra en las tierras secas precisará un cambio en la maximización de la producción de bienes únicos hacia la optimización de una gama de bienes y servicios de ecosistemas interconectados.

El avance hacia una economía basada en el equilibrio entre múltiples valores de uso de la tierra puede implicar desafíos adicionales para el desarrollo de mercados rentables. Muchas comunidades de tierras secas pueden generar ingresos secundarios sustanciales mediante el ecoturismo y, con una gestión correcta, a menudo esto se puede combinar con otras actividades, como la producción ganadera sostenible. En otros lugares, los administradores de tierras pueden acceder a los mercados de productos de alto valor, como fruta, aceite y hierbas, u obtener pagos por los servicios de los ecosistemas. Todo ello depende de la creación de cadenas de valor, así como de nuevas habilidades y fuentes de financiación que permitan a las comunidades de tierras secas conseguir una mayor proporción de beneficios de valor añadido a su trabajo.¹²⁶

La mejora de los mercados en cuanto a productos gestionados de forma sostenible requiere asimismo atraer a los inversores adecuados. En los últimos años, las tierras secas han estado especialmente expuestas al riesgo de adquisiciones extranjeras de tierras a gran escala, acompañadas de una seguridad comparativamente baja en la tenencia y, en algunos casos, de una voz política débil de los habitantes.¹²⁷ Las transferencias de tierras a menor escala también están aumentando, y ocasionan cambios no planificados o no regulados en el uso de la tierra. Los gobiernos pueden hacer más para movilizar inversiones que apoyen a los usuarios de la tierra existentes con el fin de mejorar la gestión y desarrollar planes a escala paisajística para integrar la agricultura, el pastoreo, la gestión de bosques y de la vida silvestre y la protección de los humedales, etc. Se requiere un esfuerzo particularmente arduo para movilizar e incentivar a los empresarios locales a desarrollar pequeñas y medianas empresas para ayudar



© Georgina Smith / CIAT

a fortalecer y diversificar los medios de subsistencia rurales.

Las inversiones a pequeña escala de los agricultores son vitales para la futura sostenibilidad. Los agricultores y pastores de tierras secas invierten de muchas maneras diversas en una escala relativamente pequeña que se ve multiplicada miles de veces en un paisaje. Estas inversiones pueden ser difíciles de valorar, pero representan una cartera significativa y diversificada de capital, incluidos el capital laboral y el social. Los siete millones de hectáreas de agrosilvicultura que se han establecido en Níger se consiguieron gracias a los miles de actos individuales de pequeños agricultores en un extenso paisaje de tierras.¹²⁸

Otras formas de inversión desempeñarán un papel determinante en el futuro de las tierras secas. Las tierras secas, en la actualidad una fuente importante de combustibles fósiles, serán en el futuro cada vez más importantes para diferentes tipos de fuentes de energías renovables. Los desiertos ya se utilizan para ubicar grandes centrales solares fotovoltaicas,¹²⁹ y algunos sectores argumentan que esta podría llegar a ser la mayor fuente mundial de energía. Semejante desarrollo ya supone un reto para los administradores encargados de la conservación en cuanto a la protección de los ecosistemas frágiles,¹³⁰ pero es probable que en el futuro se utilicen cada vez más las tierras secas «improductivas» para crear energía, incluidas la eólica¹³¹ y la geotérmica¹³². El aprovechamiento integrado de la producción de energía, la extracción de minerales y otras demandas globales, conjuntamente con una agricultura y una ganadería más tradicionales, podría representar oportunidades significativas en el futuro.



CONCLUSIONES

Una agenda estratégica para la gestión sostenible de las tierras secas debe estructurarse en torno a los tres pilares de sostenibilidad establecidos: social, medioambiental y económico.

1. La sostenibilidad medioambiental en las tierras secas requiere una importante revisión del sector de los recursos naturales, mediante la integración de la gestión agrícola y medioambiental, un mayor conocimiento de los problemas de las tierras secas y no tratar la producción de alimentos como una industria extractiva. El suelo se produce lentamente en condiciones áridas y a menudo se considera un recurso finito, no renovable; en el futuro, la agricultura en última instancia deberá devolver al suelo tanto como haya extraído de él. Es particularmente importante ampliar nuestra comprensión de la biodiversidad, por encima y por debajo del suelo, y desarrollar prácticas agrícolas en torno al reconocimiento de que el carbono orgánico, principal indicador de la fertilidad del suelo, es en sí mismo una parte de la biodiversidad. Los agricultores, como administradores del carbono del suelo, se encuentran en una posición crucial a la hora de abordar los mayores desafíos medioambientales de nuestro tiempo: la pérdida de biodiversidad, el cambio climático y la degradación de la tierra.

2. La sostenibilidad y la estabilidad social en las tierras secas deben fortalecerse mediante el desarrollo del capital humano, incluido un mayor

acceso a servicios básicos como la educación, la sanidad y la seguridad. También debe incluirse la seguridad de la tenencia de la tierra, la mejora de la protección social y una mejor gestión y planificación de las profundas presiones sociales actuales, como la urbanización, la pobreza rural y la continua marginación de la mujer. La sostenibilidad social precisa de instituciones eficaces para el buen gobierno de los recursos naturales y económicos, y esto solo se conseguirá cuando se respeten los derechos humanos como base para el desarrollo orientado a las personas.

3. La sostenibilidad económica debe valerse de y, en última instancia, contribuir a la sostenibilidad ecológica y social. Ello requiere inversiones en cadenas de valor que reflejen la diversidad esencial de los sistemas de producción de las tierras secas, incluida la capitalización de los servicios medioambientales y la certificación de los bienes producidos de manera sostenible. En estas iniciativas se incluye el apoyo al desarrollo de pequeñas y medianas empresas que incrementen el valor añadido en el ámbito local y creen puestos de trabajo para la creciente población urbana pobre. También se requiere un esfuerzo para superar los costes de transacción, en particular aquellos asociados al acceso a la información y la transferencia de tecnología. Para ello se necesitan inversiones del sector público a fin de desbloquear la participación del sector privado y revertir el legado de la subinversión. La sostenibilidad económica de las tierras secas debe construirse en torno a una gestión sólida de los riesgos, incluida la gestión eficiente de los suelos y el agua y el fortalecimiento de las prácticas locales de gestión de tierras cuyo acierto haya quedado demostrado.

REFERENCIAS

- 1 Safriel, U. and Adeel, Z. 2005. Dryland Systems. In: Millennium Ecosystem Assessment, *Ecosystems and Human Well-Being: Current State and Trends Volume 1*. Hossan, R., Scholes, R. and Ash, N., (eds). Washington, DC: Island Press. p. 623–62.
- 2 United Nations Environmental Management Group. 2015. Box 12. United Nations, New York.
- 3 UNCCD. 1994. Article 2 of the Text of the United Nations Convention to Combat Desertification. <http://www.unccd.int/Lists/SiteDocumentLibrary/conventionText/conv-eng.pdf>.
- 4 Davies, J., Barchiesi, S., Ogali, C.J., Welling, R., Dalton, J., et al. 2016. Box 12. IUCN, Gland, Switzerland.
- 5 Salameh, E. 1993. The Jordan River System. In: Graber, A. and Salameh, E. (eds.) Box 12. Friedrich Elbert Stiftung, Amman, Jordan, pp. 99-105.
- 6 UNCCD. Undated. Box 12 <http://www.unccd.int/Lists/SiteDocumentLibrary/Publications/Desertification-EN.pdf>
- 7 Millennium Ecosystem Assessment. 2005. Op. cit.
- 8 Map produced by ZOI Environment Network, September 2010. Source: UNEP World Conservation Monitoring Centre
- 9 Black, H.I.J. and Okwakol, M.J.N. 1997. Agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosystem function in the tropics: The role of termites. *Applied Soil Ecology* 6 (1): 37-53.
- 10 Dregne, H.E. 1982. Dryland soil resources. Agency for International Development, Department of State, Washington, DC.
- 11 Stevens, N., Lehmann, C.E.R., Murphy, B.P., and Durigan, G. 2016. Savanna woody encroachment is widespread across three continents. *Global Change Biology* DOI: 10.1111/gcb.13409
- 12 Keeley, J.E. and Brennan, T.J. 2012. Fire-driven invasion in a fire-adapted ecosystem. *Oecologia* 169: 1043-1052.
- 13 Mugerwa, S. and Emmanuel, Z. 2014. Drivers of grassland system's deterioration in Uganda. *Applied Science Reports* 2 (3): 103-111.
- 14 Solbrig, O.T. 1993. Ecological constraints to savanna land use. In: Young, M.D. and Solbrig, O.T. (eds.) *The World's Savannas: Economic driving forces, ecological constraints and policy options for sustainable land use*. Man and the Biosphere Series volume 12. UNESCO and the Parthenon Publishing Group, Paris, pp. 21-48.
- 15 Brito, J.C., Godinho, R., Martínez-Freiria, F., Pleguezuelos, J.M., Rebelo, H., et al. 2013. Unravelling biodiversity, evolution and threats to conservation in the Sahara-Sahel. *Biological Reviews* 89 (1): 215-231.
- 16 Schwimmer, H. and Haim, A. 2009. Physiological adaptations of small mammals to desert ecosystems. *Integrative Zoology* 4 (4): 357-366.
- 17 Costa, G. 1995. *Behavioural Adaptations of Desert Animals*. Springer, Berlin and Heidelberg.
- 18 Bonkoungou, E.G. 2001. Biodiversity in Drylands: Challenges and Opportunities for Conservation and Sustainable Use. The Global Drylands Partnership. UNDP, New York.
- 19 Midgley, G.F. 2012. Biodiversity and ecosystem function. *Science* 335: 174-175.
- 20 Maestre, F.T., Quero, J.L., Gotelli, N.J., Escudero, A., Ochoa, V., et al. 2012. Plant species richness and ecosystem multifunctionality in global drylands. *Science* 335: 214-217.
- 21 Belnap, J. 2006. The potential role of biological soil crusts in dryland hydrologic cycles. *Hydrological Processes* 20: 3159-3178.
- 22 Davies, J., Poulsen, L., Schulte-Herbrüggen, B., Mackinnon, K., Crawhall, N., et al. *Conserving Dryland Biodiversity*. IUCN, Gland.
- 23 Goettsch, B., Hilton-Taylor, C., and Gaston, K.J. 2015. High proportion of cactus species threatened with extinction. *Nature Plants* 1, Article number: 15142.
- 24 Goettsche, B., et al. 2016. Op. cit.
- 25 Rowe, A.G. 1999. The exploitation of an arid landscape by a pastoral society: The contemporary eastern Badia of Jordan. *Applied Geography* 19 (4): 345-361.
- 26 Barrow, E.G.C. 1996. *The Drylands of Africa: Local participation in tree management*. Initiatives Publishers, Nairobi.
- 27 Bagader, A.A., El-Sabbagh, A.T.E., Al-Ghayand, M.A., Samarrai, M.Y.I.D., and Llewellyn, O.A. 1994. *Environmental Protection in Islam*. IUCN, Gland, Switzerland.
- 28 Bose, P. 2015. India's drylands and agroforestry: A ten-year analysis of gender and social diversity, tenure and climate variability. *International Forestry Review* 17: 85-98.
- 29 Brouwer J. 2008. The importance of within-field soil and crop growth variability to improving food production in a changing Sahel. A summary in images based on five years of research at ICRISAT Sahelian Center, Niamey, Niger. IUCN Commission on Ecosystem Management, Gland, Switzerland.
- 30 Stites, E. and Stefansky Huisman, C. 2010. *Adaptation and Resilience: Responses to Changing Dynamics in Northern Karamoja, Uganda*. Briefing Paper. Feinstein International Centre, Tufts University, Massachusetts and Save the Children Uganda.
- 31 Spinoni, J., Naumann, G., Carrao, H., Barbosa, P., and Vogt, J. 2013. World drought frequency, duration, and severity for 1951-2010. *International Journal of Climatology* 34: 2792-2804.
- 32 Luo, L., Sheffield, J., and Wood, E. 2008. Towards a global drought monitoring and forecasting capability. 33rd NOAA Annual Climate Diagnostics.
- 33 Huang, J., Yu, H., Guan, X., Wang, G., and Guo, R. 2015. Accelerated dryland expansion under climate change. *Nature Climate Change*. DOI:10.1038/NCLIMATE2837.
- 34 Fan, S. 2008 (ed.). *Public Expenditures, Growth, and Poverty. Lessons from Developing Countries*. The John Hopkins University Press, Baltimore.
- 35 Ravallion, M. and Datt, G. 1999. When is growth pro-poor? Evidence from the diverse experience of India's states. Policy Research Working Paper WPS 2263. World Bank, Washington, DC.
- 36 UNCCD. 2011. *Global Drylands: A UN Systems-Wide Report*. Committee for the Review of the Implementation of the Convention 9th session, Bonn February 21-25, 2011. ICCD/CRIC(9)/CRP.1
- 37 UNCCD. 2012. *Desertification Land Degradation and Drought (DLDD) – Some global facts and figures*. Information sheet from the UNCCD. <http://www.unccd.int/Lists/SiteDocumentLibrary/WDCD/DLDD%20Facts.pdf> accessed January 29, 2017.
- 38 Davies, J. and Hatfield, R. 2008. The economics of mobile pastoralism: A global summary. *Nomadic Peoples* 11 (1): 91-116.
- 39 Sallu, S.M., Twyman, C., and Stringer, L.C. 2010. Resilient or vulnerable livelihoods? Assessing livelihood dynamics and trajectories in rural Botswana. *Ecology and Society* 15 (4): 3.
- 40 Millennium Ecosystem Assessment, 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Desertification Synthesis*. World Resources Institute, Washington, DC.
- 41 Revenga, C., Murray, S., Abramovitz, J., and Hammond, A. 1998. *Watersheds of the World: Ecological value and vulnerability*. World Resources Institute and Worldwatch Institute, Washington, DC.
- 42 Shao, M., Tang, X., Zhang, Y., and Li, W. 2006. City clusters in China: Air and surface water pollution. *Frontiers in Ecology and the Environment* 4 (7): 353-361.
- 43 Li, K., Zhu, C., Wu, L., and Huang, L. 2013. Problems caused by the Three Gorges Dam construction in the Yangtze River basin: A review. *Environmental Review* 21: 127-135.
- 44 Reynolds, J.F., Stafford Smith, D.M., Lambin, E.F., Turner, B.L., Mortimore, M., et al. *Global desertification: Building a science for dryland development*. *Science* 316: 847-851.
- 45 Millennium Ecosystem Assessment. 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Current State and Trends: Findings of the Condition and Trends Working Group*, <http://www.millenniumassessment.org/en/Condition.aspx>.
- 46 WWF. 2003. *The Sacred Forests of Sakaotovo and Vohimasio: Catalysing community-based forest management to conserve the biodiversity of Southern Madagascar*. WWF, Antananarivo.
- 47 IUCN. 2013. *Natural Resource Economic Valuations. Environmental Economic Valuation of the HIMA System: The Case of Zarqa River Basin – Jordan*. IUCN-ROWA, Amman.
- 48 Dudley, N., MacKinnon, K., and Stolton, S. 2014. The role of protected areas in supplying ten critical ecosystem services in drylands: A review. *Biodiversity*, DOI: 10.1080/14888386.2014.928790.
- 49 Al-Dousari, A.M. 2009. Recent studies on dust fallout within preserved and open areas in Kuwait. In: Bhat, N.R., Al-Nasser, A.Y., and Omar, S.A.S. (eds.) *Desertification in Arid Lands: Causes, consequences and mitigation*, Kuwait Institute for Scientific Research, Kuwait: 137-147.
- 50 Conant, R.T., Paustian, K., and Elliott, E.T. 2001. Grassland management and conversion into grassland: Effects on soil carbon. *Ecological Applications* 11: 343-355.
- 51 Millennium Ecosystem Assessment. 2005. Op. cit.
- 52 Davies, J., et al. 2012. Op. cit.
- 53 Bastin, J. F., Berrahmouni, N., Grainger, A., Maniatis, D., Mollicone, D., Moore, R., ... & Aloui, K. 2017. The extent of forest in dryland biomes. *Science*, 356: 635-638.
- 54 Davies, J., et al. 2012. Op. cit.

- 55 Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Global Mechanism of the United Nations Convention to Combat Desertification and OSLO consortium. 2013. Valuing the biodiversity of dry and sub-humid lands. Technical Series No.71. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal.
- 56 Diamond, J. 2005. *Collapse: How societies choose to fail or survive*. Penguin Books, London.
- 57 Steinbeck, J. 1939. *The Grapes of Wrath*. Viking Press, New York.
- 58 UNCCD, 1994. A/AC.24/1/27 September 12, 1994. <http://www.unccd.int/Lists/SiteDocumentLibrary/conventionText/conv-eng.pdf>
- 59 <http://www.theguardian.com/environment/2010/dec/16/desertification-climate-change> accessed January 30, 2017.
- 60 UNCCD, 1994. Op. cit.
- 61 FAO. 2011. *The state of the world's land and water resources for food and agriculture (SOLAW) – Managing systems at risk*. FAO and Earthscan, Rome and London.
- 62 Prince, S.D. 2016. Where does desertification occur? Mapping dryland degradation at regional and global scales. In: Behnke, R. and Mortimore, M. (eds.) *The End of Desertification?* Springer, pp. 225-263.
- 63 Gisladdottir, G. and Stocking, M. 2005. Land degradation control and its global environmental benefits. *Land Degradation and Development* 16: 99-112.
- 64 Reynolds, J.F., et al. 2007. Op. cit.
- 65 Le, Q.B., Nkonya, E., and Mirzabaev, A. 2014. Biomass Productivity-Based Mapping of Global Land Degradation Hotspots. ZEF-Discussion Papers on Development Policy No. 193. Bonn.
- 66 Feng, Q., Ma, H., Joang, X., Wang, X., and Cao, S. 2015. What has caused desertification in China? *Nature Scientific Reports*. DOI: 10.1038/srep15998.
- 67 Andela, N., Liu, Y.Y., van Dijk, A.I.J.M., de Jeu, R.A.M., and McVicar, T.R. 2013. Global changes in dryland vegetation dynamics (1988-2008). *Biogeosciences* 10: 6657-6676.
- 68 UNEP, 2007. *Sudan Post-Conflict Environmental Assessment*. United Nations Environment Programme, Nairobi.
- 69 Carter, D.L. 1975. Problems of salinity in agriculture. In: Poljakoff-Mayber, A. and Gale, J. (eds.) *Ecological Studies, Analysis and Synthesis vol. 15: Plants in Saline Environment*. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
- 70 ABS. 2010. *Measures of Australia's Progress, 2010: Is life in Australia getting better?* Australian Bureau of Statistics, Canberra.
- 71 Middleton, N., Stringer, L., Goudie, A., and Thomas, D. 2011. *The Forgotten Billion: MDG achievement in the drylands*. UNDP, New York and Nairobi.
- 72 Mortimore, M. 2009. *Dryland Opportunities: A new paradigm for people, ecosystems and development*. IUCN, IIED and UNDP, Gland Switzerland, London and New York.
- 73 El Mangouri, H. 1990. Dryland management in the Kordofan and Darfur Provinces in Sudan. In: Dixon, J.A., James, D.E., and Sherman, P.B. (eds.) *Dryland Management: Economic Case Studies*. Earthscan, London: pp. 86-97.
- 74 Herrera, P., Davies, J., and Manzano, P. 2014. (eds.) *The Governance of Rangelands: Collective action for sustainable pastoralism*. Routledge, UK.
- 75 Morales C., Brzovic, F., Dascal, G., Aranibar, Z., Mora L., Morera, et al. 2011. Measuring the economic value of land degradation / desertification and drought considering the effects of climate change. A study for Latin America and the Caribbean. CSFD, 29-30 June 2011, Montpellier.
- 76 UNCCD, 2013. *White Paper I: Economic and Social Impacts of Desertification, Land Degradation and Drought*. United Nations Convention to Combat Desertification. http://2sc.unccd.int/fileadmin/unccd/upload/documents/WhitePapers/White_Paper_1.pdf
- 77 Various sources cited in UNCCD, 2013, *ibid*.
- 78 Palmer, A.R. and Bennett, J. 2013. Degradation of communal rangelands in South Africa: Towards an improved understanding to inform policy. *African Journal of Range and Forage Science* 30 (1-2): 57-63.
- 79 Humphreys, E., Peden, D., Twomlow, S., Rockström, J., Oweis, T., et al. 2008. Improving rainwater productivity: Topic 1 synthesis paper. CGIAR Challenge Program on Water and Food, Colombo.
- 80 UNEP, WMO and UNCCD. 2016. *Global Assessment of Sand and Dust Storms*. United Nations Environment Programme, Nairobi.
- 81 *Ibid*.
- 82 *Ibid*.
- 83 Khan, M. 2015. The hidden puppeteer: Environmental degradation and the Darfur conflict. *Harvard International Review* 36 (4): 12-14, Cambridge, MA.
- 84 Cabot, C. 2016. *Climate Change, Security Risks and Conflict Reduction in Africa, A Case Study of Farmer-Herder Conflicts over Natural Resources in Côte d'Ivoire, Ghana and Burkina Faso 1960-2000*. Springer, pp. 45-62.
- 85 Low, P.S. (ed.) 2013. *Economic and Social impacts of desertification, land degradation and drought*. White Paper I. UNCCD 2nd Scientific Conference, prepared with the contributions of an international group of scientists. Available from: <http://2sc.unccd.int>, accessed March 26, 2013.
- 86 Llewellyn, O. 1992. Desert reclamation and conservation in Islamic law. In: Khalid, F. and O'Brien, J. (eds.) *Islam and Ecology*. Cassell, pp. 87-98.
- 87 Davies, J. 2016. *The Land in Drylands: Thriving in uncertainty through diversity*. Working Paper for the Global Land Outlook, UNCCD, Bonn.
- 88 Smith P., Bustamante, M., Ahammad, H., Clark, H., Dong, H., et al. 2014. Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU). In: *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change*. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Edenhofer, O. et al. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- 89 Settele, J., Scholes, R., Betts, R., Bunn, S., Leadley, P., et al (eds.). *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 271-359.
- 90 UNCCD, 2015. *Pivotal Carbon*. Science Policy Brief. UNCCD Science Policy Interface. http://www.unccd.int/Lists/SiteDocumentLibrary/Publications/2015_PolicyBrief_SPI_ENG.pdf
- 91 Davies, J. and Nori, M. 2008. Managing and mitigating climate change through pastoralism. *Policy Matters* 16. Commission on Environmental, Economic and Social Policy, IUCN. http://www.iucn.org/about/union/commissions/ceesp/ceesp_publications/pm/index.cfm
- 92 Intergovernmental Panel on Climate Change. 2001. *Climate Change 2001: Impacts, adaptation, and vulnerability*. Cambridge University Press, UK.
- 93 Upton, C. 2012. Adaptive capacity and institutional evolution in contemporary pastoral societies. *Applied Geography* 33: 135-141.
- 94 UNCCD, 2015. Op. cit.
- 95 Feng, Q., et al. 2015. Op. cit.
- 96 Pretty, J. and Bharucha, Z.P. 2014. Sustainable intensification in agricultural systems. *Annals of Botany-London* 114 (8): 1571-1596.
- 97 Pretty, J. and Bharucha, Z.P. 2015. Integrated pest management for sustainable intensification of agriculture in Asia and Africa. *Insects* 6: 152-182.
- 98 Bommarco, R., Kleijn, D., and Potts, S.G. 2013. Ecological intensification: Harnessing ecosystem services for food security. *Trends in Ecology and Evolution* 28 (4): 230-238.
- 99 Powlson, D.S., Stirling C.M., Jat, M.L., Gerard, B.G., Palm, C.A., et al. 2014. Limited potential of no-till agriculture for climate change mitigation. *Nature Climate Change* 4: 678-683.
- 100 Friedrich, T., Kassam, A., and Shaxson, F. 2008. Case study, Conservation Agriculture. FAO, Rome. <http://www.fao.org/ag/ca/ca-publications/stoa%20project%20conservation%20agriculture.pdf>.
- 101 WRI. 2008. Turning back the desert: How farmers have transformed Niger's landscapes and livelihoods. In: WRI, UNDP, UNEP and World Bank. *World Resources 2008: Roots of Resilience—Growing the Wealth of the Poor*. World Resources Institute, Washington, DC.
- 102 Zomer, R.J., Neufeldt, H., Xu, J., Ahrends, A., Bosio, D., et al. 2016. Global tree cover and biomass carbon on agricultural land: The contribution of agroforestry to global and national carbon budgets. *Scientific Reports* 6: 29987 DOI:10.1038/srep29987
- 103 Pye-Smith, C. 2013. The Quiet Revolution: How Niger's farmers are re-greening the parklands of the Sahel. ICRAF Trees for Change series number 12. World Agroforestry Centre, Nairobi.
- 104 Bado, B.V., Savadogo, P., and Manzo, M.L.S. 2015. Restoration of Degraded Lands in West Africa Sahel: Review of experiences in Burkina Faso and Niger. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics.
- 105 Adams, W.M. and Anderson, D.M. 1988. Irrigation before development: Indigenous and induced change in agricultural water management in East Africa. *African Affairs* 87 (349): 519-535.
- 106 Gomes, N. 2006. Access to water, pastoral resource management and pastoralists' livelihoods: Lessons learned from water development in selected areas of Eastern Africa (Kenya, Ethiopia, Somalia). LSP Working Paper 26. FAO, Rome.
- 107 Manzano Baena, P. and Casas, R. 2010. Past, present and future of Transhumancia in Spain: Nomadism in a developed country. *Pastoralism* 1 (1): 72-90.
- 108 Hesse, C. and MacGregor, J. 2006. Pastoralism: Drylands hidden asset? Developing a framework for assessing the value of pastoralism in East Africa. Issues paper number 142. International Institute for Environment and Development, London.



© GIZ-Richard Lord

- 109** Barnes, J. and Jones, B. 2009. Game ranching in Namibia. In: Suich, H. and Child, B. with Spenceley, A. (eds.) *Evolution and Innovation in Wildlife Conservation: Parks and game ranches to transfrontier conservation*. Earthscan, London, pp. 113-126.
- 110** Reij, C., Mulder, P., and Begemann, L. 1990. *Water Harvesting for Plant Production*. World Bank Technical Paper number 91, World Bank, Washington, DC.
- 111** Adams, W.M. and Carter, R.C. 1987. Small-scale irrigation in sub-Saharan Africa. *Progress in Physical Geography* 11 (1): 1-27.
- 112** Tal, A. 2016. Rethinking the sustainability of Israel's irrigation practices in the drylands. *Water Research* 90: 387-395.
- 113** Silber, A., Israeli, Y., Elingold, A., Levi, M., Levkovitch, I., et al. 2015. Irrigation with desalinated water: A step toward increasing water saving and crop yields. *Water Resources Research* 51 (1): 450-464.
- 114** Chasek, P.S. 2013. Follow the money: Navigating the international aid maze for dryland development. *Journal Box* 12 4 (1): 77-90.
- 115** Cervigni, R., and Morris, M. (eds.) 2016. *Confronting Drought in Africa's Drylands: Opportunities for Enhancing Resilience*. Africa Development Forum series. Washington, DC: World Bank.
- 116** Ibid.
- 117** FAO. 2012. *Voluntary Guidelines on the Responsible Governance of Tenure of Land, Fisheries and Forests in the context of National Food Security*. FAO, Rome.
- 118** Herrera, P., et al. 2014. Op. cit.
- 119** Kothari, A. 2013. Communities, conservation and development, *Biodiversity*, DOI: 10.1080/14888386.2013.848101
- 120** Davies, J., et al. 2012. Op. cit.
- 121** NACSO. 2004. *Namibia's communal conservancies: A review of progress and challenges*. Namibian Association of CBNRM Support Organizations, Windhoek.
- 122** Mortimore, M., Anderson, S., Cotula, L., Davies, J., Facer, K., et al. *Dryland Opportunities: A new paradigm for people, ecosystems and development*. IUCN, IIED, and UNDP, Gland, Switzerland, London, and Nairobi.
- 123** United Nations. 2011. *Global Drylands: A UN Systems-Wide Report*. Committee for the Review of the Implementation of the Convention. Ninth session. Bonn February 21-25, 2011. ICCD/CRIC(9)/CRP.1 February 11, 2011
- 124** <https://sustainabledevelopment.un.org/?menu=1300>.
- 125** Myint, M. and Westerberg, V. 2014. *An Economic Valuation of a large-scale rangeland restoration project through the Hima system within the Zarqa River Basin in Jordan*. IUCN, Nairobi.
- 126** Davies, J. and Hatfield, R. 2008. Op. cit.
- 127** Allan, T., Keulertz, M., Sojamo, S., and Warner, J. (eds.) 2013. *Handbook of Land and Water Grabs in Africa: Foreign direct investment and food and water security*. Routledge, Abingdon, UK.
- 128** WRI, 2008. Op. cit.
- 129** Moore, S. 2013. Envisioning the social and political dynamics of energy transitions: Sustainable energy for the Mediterranean region. *Science as Culture* 22 (2): 181-188.
- 130** Stoms, D.M., Dashiell, S.L., and Davis, F.W. 2013. Siting solar development to minimize biological impact. *Renewable Energy* 57: 289-298.
- 131** Raheem, A., Abbasi, S.A., Memon, A., Samo, S.R., Taufiq-Yap, Y.H., et al. *Renewable energy development to combat energy crisis in Pakistan*. *Energy, Sustainability and Society* 6 (16): DOI: 10.1186/s13705-016-0082-z.
- 132** Chandrasekharam, D., Lashin, A., Al Arifi, N., Al Bassan, A., Varun, C., et al. 2016. Geothermal energy potential of eastern desert region, Egypt. *Environmental Earth Sciences* 75: 697. DOI:10.1007/s12665-016-5534-4.





Tercera Parte

UN FUTURO MÁS SEGURO

Esta primera edición de la Perspectiva global de la tierra se ha centrado en los vínculos existentes entre la tierra y la seguridad humana: en el sentido de la seguridad alimentaria e hídrica; la preservación del suelo y la biodiversidad; la defensa de las comunidades y de los medios de subsistencia individuales; la seguridad en la tenencia de las tierras e igualdad de género; la protección de las personas marginadas en la interrelación urbano–rural; la seguridad frente a la sequía, las inundaciones y otros desastres relacionados con la meteorología; la confianza en el derecho a conservar la identidad cultural y espiritual; y, subyacente a todo lo anterior, la seguridad social y política. El capital natural basado en la tierra se encuentra bajo presión y ello amenaza con desestabilizar muchos de estos aspectos de la seguridad humana.

La tercera parte presenta las vías de cambio, resumiendo las recomendaciones críticas de la segunda parte y esbozando las prioridades estratégicas para su implantación, reconociendo que las decisiones e inversiones realizadas hoy influirán en el uso y la gestión del suelo mañana. Esperamos que esta parte de conclusiones de la *Perspectiva* contribuya a fomentar una nueva visión y agenda para la acción para garantizar un futuro más seguro.

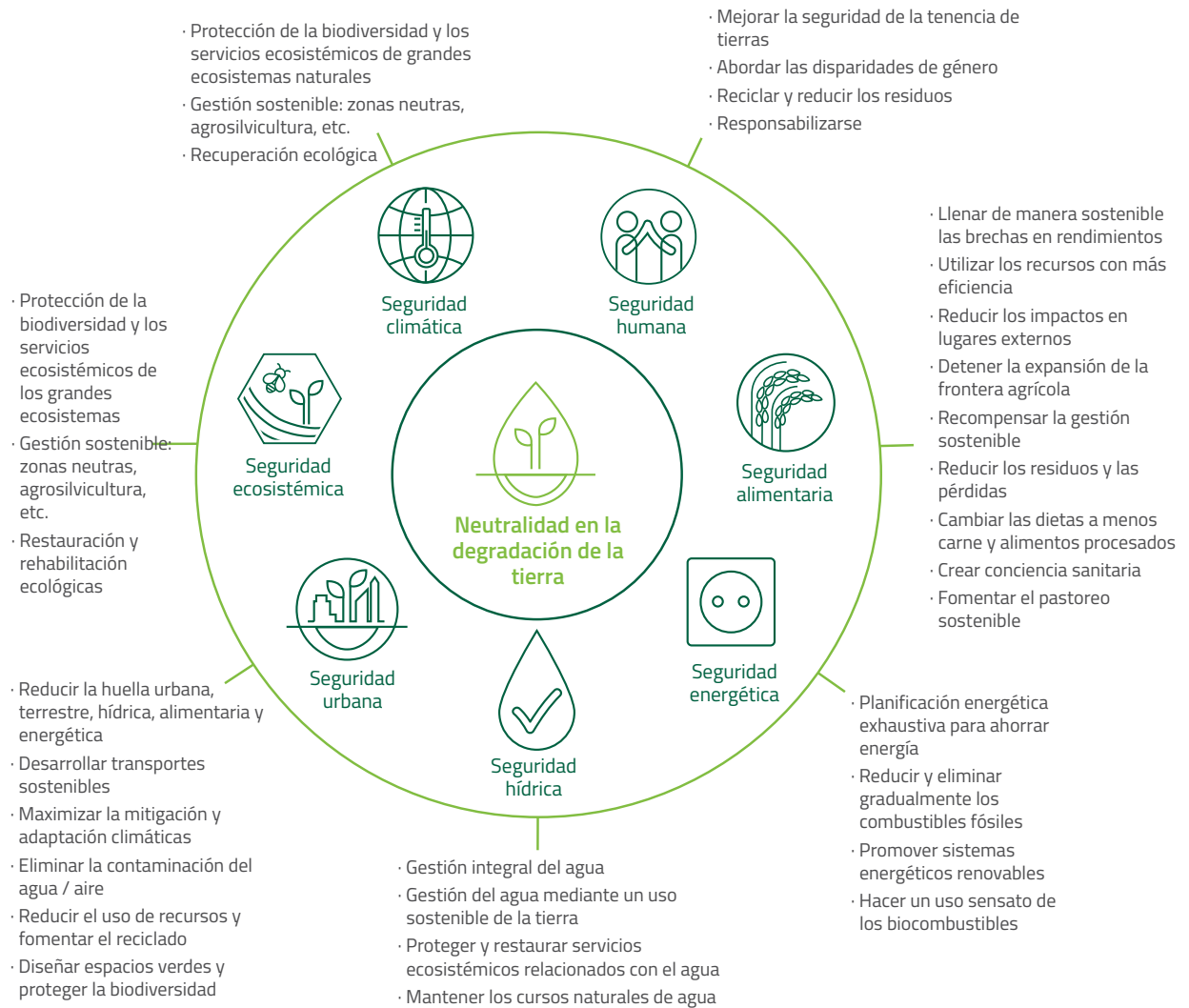
UN FUTURO MÁS SEGURO

Al reconocer que el mundo se encuentra en una coyuntura crítica apurando los límites planetarios, argumentamos que un enfoque de gestión más amplio y centrado en el paisaje, que considere e integre una amplia gama de estrategias de uso de la tierra, puede ayudar a revertir muchas de las tendencias negativas actuales de la degradación de la tierra. Abordar los factores y los efectos de la degradación de la tierra sigue constituyendo un desafío; muchas fuerzas políticas y económicas continúan comprometidas con las prácticas empresariales habituales.

El hecho de que sepamos cómo aliviar muchas de las presiones ejercidas sobre los recursos de la tierra es un buen comienzo, pero sin la acción conjunta que reúna a todos los sectores e interesados en la iniciativa no lograremos realizar el cambio.

Bajo los auspicios de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible están tomando forma programas innovadores en todo el mundo a fin de detener y revertir la degradación de la tierra y el suelo. En la tercera parte se destacan las respuestas necesarias, así como las respuestas necesarias para alcanzar el objetivo del Efecto Neutro en la Degradación de la Tierra y los objetivos conexos de reducción de la pobreza, seguridad alimentaria e hídrica, conservación de la biodiversidad, mitigación del cambio climático y adaptación al mismo, y medios de vida sostenibles.

Figura 1: Acción basada en la tierra para mejorar la seguridad humana en general



INTRODUCCIÓN

Todos tomamos decisiones en nuestras vidas cotidianas y podemos actuar sabiendo que nuestras elecciones tienen consecuencias. Llevar a cabo la transición hacia un uso más eficiente y, por ende, más sostenible de la tierra, implica comprender los efectos de las decisiones de gestión en todas las escalas, la creación de incentivos apropiados para el consumo y la producción sostenibles, y una mayor capacidad para adoptar y ampliar mejor las prácticas de gestión de la tierra. Podemos llevar a cabo la catalización del cambio necesario para pasar de la actual «era del saqueo» a una «era del respeto» que acepte un mundo regido por límites biofísicos y tenga como objetivo mantener la vida dentro de esos límites.¹

La naturaleza nos ofrece muchas oportunidades para transformar la forma en que consumimos, producimos, trabajamos y vivimos juntos sin comprometer la seguridad socioeconómica y medioambiental de las generaciones actuales y futuras.

Aquí exponemos algunos de los principios rectores que pueden orientar la toma de decisiones informadas de individuos, comunidades, corporaciones y países, cuya adopción definirá la calidad de vida futura en el planeta, y describimos asimismo cómo estos principios sustentan un enfoque de aprovechamiento integrado del paisaje para el desarrollo sostenible. Pero antes de esto, describimos de forma breve los conceptos y ambiciones que subyacen al efecto neutro de la degradación de la tierra, que constituye el Objetivo 15.3 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Figura 2: Acciones basadas en la tierra para cumplir múltiples ODS



El efecto neutro de la degradación de la tierra (LDN, por su sigla en inglés)

La UNCCD (CNULD) define el LDN como «un estado en el que la cantidad y calidad de los recursos de tierra necesarios para sustentar las funciones y servicios de los ecosistemas y la mejora de la seguridad alimentaria permanezcan estables o aumenten dentro de escalas y ecosistemas temporales y espaciales especificados».² Los objetivos principales son:

- Mantener o mejorar las reservas de capital natural y los servicios ecosistémicos
- Mantener o incrementar la productividad a fin de mejorar la seguridad de los alimentos, el agua y la energía
- Aumentar la resiliencia de la tierra y las poblaciones dependientes de la tierra
- Buscar sinergias con otros objetivos sociales, económicos y ambientales
- Reforzar la gobernanza responsable y equitativa de la tenencia de la tierra

Las estrategias efectivas de LDN actuarán asimismo como un acelerador de los ODS para alcanzar muchos de los más amplios objetivos de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Se ha confeccionado un marco conceptual (véase el Anexo I) para proporcionar unos principios rectores para los países que decidan seguir el

LDN.³ Estos principios contribuyen a prevenir resultados no deseados durante el diseño y la implantación de medidas de LDN. Si bien existe una flexibilidad inherente en su aplicación, se fijan la estructura y el enfoque fundamentales del marco conceptual para garantizar la coherencia y el rigor científico:

- Las decisiones sobre el uso de la tierra se basan en evaluaciones multi-variables, que toman en consideración el potencial de la tierra, el estado de la tierra, la resiliencia y los factores sociales, culturales y económicos.
- Se aplica una jerarquía de respuestas en la planificación de las intervenciones de LDN para evitar, reducir y revertir la degradación de la tierra.
- Se utiliza un proceso inclusivo y participativo para incluir a las partes interesadas que resulten pertinentes, especialmente a los usuarios de la tierra, en el diseño, la implantación y el control de las intervenciones para alcanzar el LDN.
- Deben establecerse regímenes de gobernanza responsable que protejan los derechos humanos, incluida la tenencia de tierras y la igualdad de género, y garanticen la rendición de cuentas y la transparencia.
- El seguimiento de las tendencias de la degradación de la tierra utiliza tres indicadores básicos (a saber, cobertura de la tierra, productividad de la tierra y reservas de carbono), complementados y mejorados con otros indicadores pertinentes.

El LDN es una idea sencilla pero revolucionaria que vincula muchos objetivos y metas globales al evitar la degradación futura y avanzar hacia una gestión sostenible de la tierra, al tiempo que amplía de forma masiva la rehabilitación y la recuperación de la tierra y el suelo. También es un concepto poderoso que nos alentará a repensar y, esperamos, redefinir nuestra relación con la naturaleza.⁴

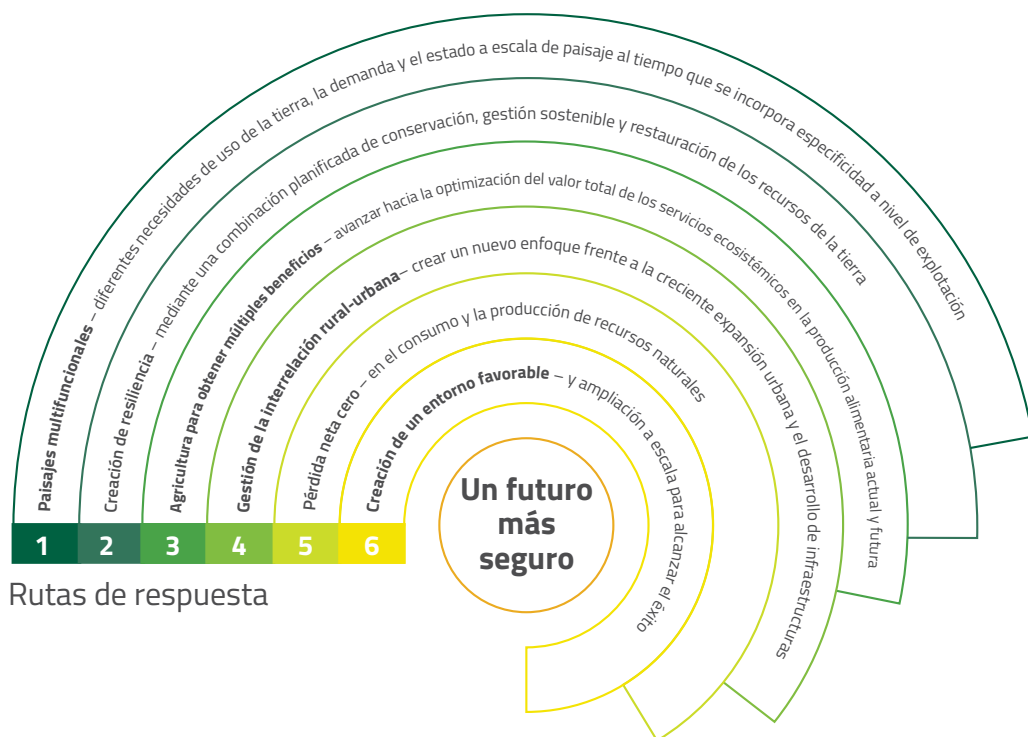
A mediados de 2017, más de 100 países utilizaban el marco del LDN para establecer objetivos individuales, identificar medidas normativas y establecer protocolos de seguimiento con el fin de lograr y superar una posición de «pérdida neta cero» de tierras saludables y productivas. Se han extraído lecciones de la experiencia en 14 países piloto.⁵ Como parte del programa de fijación de objetivos de LDN, los países pueden aplicar un enfoque estandarizado para la notificación del indicador del ODS 15.3.1 («Proporción de tierra degradada respecto a la superficie total»), que se centre principalmente en el uso de tres subindicadores adoptados por los firmantes de la UNCCD (CNULD) en 2013:6 la cobertura de la tierra y sus cambios, la productividad de la tierra y las reservas de carbono por encima y por debajo del suelo. Debido a que la degradación de la tierra es subjetiva y depende del contexto, estos indicadores básicos se consideran necesarios pero no suficientes, y deben complementarse y mejorarse con otros indicadores pertinentes en los ámbitos nacional y local.

VÍAS DE RESPUESTA

En la tercera parte examinamos seis vías de respuesta que los productores y los consumidores, los gobiernos y las empresas pueden seguir para estabilizar y reducir la presión sobre la base de la tierra y lograr un futuro más seguro y equitativo. Para cada vía, presentamos el concepto, describimos las herramientas clave para contribuir a lograr el éxito, y destacamos casos prácticos ilustrativos:

- 1. Paisajes multifuncionales:** equilibrar diferentes necesidades a escala del paisaje, incorporando al mismo tiempo la especificidad del lugar que determina el uso, la demanda y las condiciones de la tierra
- 2. Creación de resiliencia:** contra el cambio climático y otras conmociones mediante una combinación planificada de conservación, gestión sostenible y restauración de los recursos de la tierra
- 3. Agricultura para obtener múltiples beneficios:** hacia la optimización del valor total de los servicios ecosistémicos para la producción actual y futura de alimentos
- 4. Gestión de la interrelación rural-urbana:** ofrecer un nuevo enfoque frente al incremento de la expansión urbana y el desarrollo de infraestructuras
- 5. Pérdida neta cero:** en el consumo y la producción de recursos naturales
- 6. Crear un entorno propicio:** para convertir los pequeños logros en un cambio regional y mundial transformador

Figura 3: Vías de respuesta para un futuro más seguro



RESPUESTA 1: Paisajes multifuncionales

Conceptos clave

- Las áreas individuales de la tierra a menudo deben considerarse como prioridades para usos particulares –producción de alimentos, servicios ecosistémicos, transporte, conservación de la biodiversidad, etc.–, pero estas áreas deben estar equilibradas de modo que a escala del paisaje se produzca una variedad completa de bienes y servicios
- Lograr este equilibrio requiere que los administradores de las tierras piensen más allá de su propia unidad de gestión, equilibrando las necesidades y negociando las concesiones entre diferentes partes interesadas
- Existen herramientas que contribuyen a lograr un enfoque de paisaje que funcione, incluida la planificación del uso del suelo

El enfoque del paisaje⁷ representa un compromiso con la planificación y gestión multifuncionales del uso de la tierra que fomenta un crecimiento económico saludable, una gestión ambiental sólida y la cohesión y estabilidad sociales. Alienta a los planificadores y a los responsables de la toma de decisiones a establecer prioridades, gestionar las concesiones y coordinar las acciones en los diversos sectores terrestres, al tiempo que compromete a todas las partes interesadas pertinentes.⁸ La gestión de las concesiones a escala del paisaje decidirá en última instancia la salud y la productividad futuras de nuestros recursos de la tierra.

Un enfoque de paisaje multifuncional no intenta producir todos los bienes y servicios en un solo sitio—lo que resultaría una tarea imposible—, sino que reconoce que se precisa especialización en cada lugar. Sin embargo, para que una zona proporcione una gama completa de servicios a largo plazo, los usos del lugar deben estar equilibrados dentro del paisaje.

Al apuntalar los pasos hacia una gestión más sostenible de la tierra se está reconociendo que las acciones de ámbito local afectan a la tierra y el agua circundantes. Por lo tanto, en un mundo plagado de intereses contrapuestos, es necesario integrar muchos objetivos diferentes en un solo paisaje: por ejemplo, la producción de alimentos, el mantenimiento de los recursos hídricos y diversos servicios ecosistémicos, la conservación de la biodiversidad, la eliminación de la pobreza, el bienestar del ser humano y otras formas de desarrollo social y económico.⁹ Para lograr una verdadera sostenibilidad es necesario cierto grado de coordinación y cooperación entre los diferentes usuarios de la tierra.

Por lo tanto, si bien la escala ideal de planificación se encuentra en los ámbitos del paisaje o de la cuenca, será

¿QUÉ NOVEDADES HAY?

La mayoría de los intentos de conseguir «paisajes multifuncionales» tratan de encajar todos los valores en una sola parcela de tierra y, en consecuencia, ninguna de las funciones potenciales se desarrolla realmente en grado óptimo, y habitualmente predomina un uso particular sobre otros valores. Un enfoque centrado en el paisaje reconoce que la especialización es importante y aceptable en lugares individualmente considerados, siempre y cuando el conjunto necesario de bienes y servicios esté representado y armoniosamente integrado a escala del paisaje. Esto es difícil en lugares donde la planificación es débil o donde existe una fuerte tradición de derechos individuales que no reconocen valores comunes. Hacer lo correcto implica adoptar una combinación de herramientas bien conocidas y nuevos enfoques de colaboración.

la suma total de acciones y colaboraciones locales sobre el terreno la que conformará nuestro futuro. Es imposible obtener siempre resultados beneficiosos para ambas partes, y un elemento crucial para lograr la sostenibilidad es la capacidad de maximizar las aspectos que pueden resultar complementarios mediante la negociación y la participación de las partes interesadas.

Junto con la planificación espacial nacional y regional, los procesos de planificación de usos interactivos y adaptables del uso de la tierra precisan un potente componente que los impulse, mediante el cual puedan integrarse mejor en un paisaje multifuncional los diferentes intereses que se superponen. La voluntad de las comunidades de considerar tales enfoques difiere notablemente en todo el mundo. En paisajes históricos, donde ha habido interacción y colaboración durante generaciones, esta integración se entiende a nivel intrínseco o cultural y resultará relativamente fácil. En cambio, en zonas colonizadas más recientemente o en culturas con un historial de individualismo pueden ser necesarios importantes cambios sociales y culturales antes de que se acepte o se pueda alcanzar la idea de cooperación en el ámbito de la comunidad. En muchos países la implantación de un enfoque del paisaje necesitará nuevas políticas, legislación y normativas o cambios en las mismas, y la adopción de instrumentos e instituciones apropiados para apoyar la planificación de la ordenación integral de los recursos del suelo y el agua y la biodiversidad. Abordar la tenencia de las tierras y las cuestiones de género y proporcionar incentivos para la gestión sostenible constituyen dos elementos cruciales para el éxito.

Los enfoques del paisaje y el concepto de gestión integral de la tierra se han desarrollado rápidamente en las últimas décadas. Se han documentado más de 80

Cuadro 1: Gestión integral del paisaje¹⁵

La gestión integral del paisaje (ILM) se basa en los principios de la participación, la negociación y la cooperación, y la colaboración a largo plazo entre las diversas partes interesadas con el fin de lograr múltiples objetivos. Mediante la coordinación de estrategias entre los diferentes ámbitos de gobierno, la gestión integral del paisaje puede crear eficiencias en los costes y también empoderar a las comunidades. Pueden también mejorar la cooperación regional y transnacional a través de los límites ecológicos, económicos y políticos. Cinco características clave caracterizan la gestión integral del paisaje, y todas ellas facilitan procesos de desarrollo participativo:

- 1. Objetivos de gestión compartidos o acordados que abarcan múltiples beneficios derivados del paisaje:** acuerdo sobre el principio de trabajar a escala del paisaje, además de constituir la forma de facilitar el debate y las negociaciones. La amplia participación garantiza un proceso más democrático y objetivos de planificación adecuados en el ámbito local. La definición de objetivos a corto plazo puede suponer el inicio de la colaboración y permitir el aprendizaje compartido para generar confianza. Para que se produzca el debate es necesario contar con un foro reconocido en el que todos se sientan cómodos.¹⁶
- 2. Prácticas de campo concebidas para contribuir a múltiples objetivos:** esto no significa que todos los objetivos deban cumplirse en una sola parcela de tierra, sino que la gestión de una zona no debe socavar los objetivos de otros lugares y, siempre que sea posible, debe contribuir a objetivos paisajísticos más amplios (como los servicios ecosistémicos).
- 3. Gestión de las interacciones ecológicas, sociales y económicas para lograr sinergias positivas y minimizar las concesiones negativas:** los enfoques deben basarse en la comprensión de muchas cuestiones diferentes:

los servicios de los ecosistemas, las prioridades de desarrollo, las oportunidades de conservación y restauración y las interacciones entre las fuerzas sociales, económicas y ambientales que configuran el cambio en el uso de la tierra.¹⁷ La información espacial, como los mapas, el seguimiento de factores biofísicos y las variables socioeconómicas y culturales, proporcionan información crítica.

4. Procesos de planificación, gestión y seguimiento colaborativos y comprometidos con la comunidad: las partes interesadas de los diferentes sectores y a diferentes escalas deben trabajar conjuntamente para coordinar la acción, alinear objetivos o reducir las concesiones. Esto a menudo implica implantar nuevas formas de trabajo conjunto, estructurando instituciones locales y adoptando acuerdos en apoyo del empoderamiento de las comunidades y las partes interesadas. Una vez que la implantación esté en marcha, se necesitará un seguimiento y evaluación efectivos de los resultados, seguidos de un proceso de gestión adaptativa según sea necesario.¹⁸

5. Reconfiguración de los mercados y las políticas públicas para lograr diversos objetivos paisajísticos: las instituciones comerciales, las políticas públicas y los programas de inversión de soporte pueden alentar las sinergias y reducir las concesiones entre objetivos paisajísticos. Esto podría significar, por ejemplo, recompensar a los propietarios o usuarios de tierras por las acciones de gestión que proporcionen beneficios a otros. Otros elementos importantes incluyen el establecimiento de sistemas seguros de uso, derechos de acceso y derechos de propiedad para los agricultores y las comunidades. Para ser eficaz, es necesaria la cooperación entre las agencias gubernamentales en todas las escalas para alinear las políticas sectoriales, las finanzas y las inversiones, y las regulaciones.

comunidades con prácticas relacionadas con la gestión de cuencas hidrográficas, bosques y otros ecosistemas, restauración ecológica, gestión racional de tierras respecto al clima, paisajes indígenas, crecimiento agrícola verde y sistemas alimentarios ciudad–región;¹⁰ dichos procesos se están produciendo en todo el mundo.^{11,12,13} La gestión integral del paisaje tiene como objetivo reducir los conflictos por el uso de la tierra, empoderar a las comunidades y alcanzar los objetivos de desarrollo a gran escala. Se basa en los principios de participación, negociación y cooperación, y requiere una colaboración a largo plazo entre los diferentes grupos de interesados para lograr del paisaje los múltiples beneficios que se necesitan.¹⁴

La asimilación de las infraestructuras energética y de transporte en la planificación del uso de la tierra respecto a la interrelación urbano–rural y a escalas regionales será también crucial para fomentar el crecimiento económico y el desarrollo sostenible. Por ejemplo, las infraestructuras verdes o de bajo impacto en áreas urbanas y periurbanas influirán en la distribución futura de las poblaciones y contribuirán a reducir la expansión urbana y la pérdida de tierras agrícolas productivas, el hábitat natural y su biodiversidad.

Planificación del uso de la tierra: una herramienta clave para lograr paisajes multifuncionales

La planificación del uso de la tierra es la evaluación sistemática del potencial de la tierra y el agua, las alternativas de uso de la tierra y las condiciones socioeconómicas a fin de formular e implantar las mejores posibilidades de uso de la tierra.¹⁹ Su objetivo principal es seleccionar y poner en práctica los usos de la tierra que mejor satisfagan las demandas de las personas, además de salvaguardar el suelo, el agua y la biodiversidad para las generaciones futuras. La planificación del uso de la tierra puede proporcionar un bosquejo de las iniciativas para la política, la defensa y la acción a diversas escalas, así como el apoyo e impulso de vías de respuesta eficaces, como la restauración ecológica o la reforma de la tenencia. Se puede emplear, ya sea como motor o como respuesta a un cambio; en ambos casos, se reconoce la necesidad de cambio, una gestión mejorada u otros patrones de uso de la tierra debido a las circunstancias cambiantes.

La planificación del uso del suelo en el paisaje, la cuenca o la escala regional puede ser un poderoso instrumento para fomentar la conservación, la gestión sostenible y la restauración de los recursos de la tierra; proporciona asignaciones más racionales del uso de la tierra que conducen a una mayor eficiencia en el uso de los recursos y a la reducción de los desechos; y crear las condiciones previas o el entorno propicio para fomentar políticas y prácticas que aborden la degradación de la tierra a la escala requerida. A fin de resultar una herramienta eficaz que ofrezca múltiples beneficios, la planificación del uso de la tierra debe ser:²⁰

- **Empírica**, basada en una comprensión de la cobertura terrestre y sus múltiples funciones, a fin de contribuir a garantizar asignaciones más eficientes de recursos limitados.
- **Inclusiva**, que involucre a las partes interesadas implicadas o afectadas por el uso del suelo y las prácticas de gestión.
- **Integral**, integrada y aplicada en todos los sectores, guiados por una visión a largo plazo de la gestión de las concesiones y la conciliación de conflictos potenciales con las estrategias nacionales de desarrollo.
- **Aplicable**, como instrumento de planificación único en un paisaje, cuenca o escala regional que prevea los efectos acumulativos y posteriores de los usos futuros del suelo.
- **Sustentada** por las respuestas políticas, las instituciones y los incentivos basados en derechos, recompensas y responsabilidades para equilibrar el desarrollo económico y la administración ambiental.

Cuadro 2: Planificación del uso de la tierra en los ámbitos local y nacional

En **Tanzania**, la ley de tierras comunales de 1999 y la ley de ordenación territorial de 2011 establecen el marco jurídico para la planificación del uso de la tierra en el ámbito de la aldea. La gestión y planificación del uso de la tierra por las aldeas regula el uso de los recursos de la tierra, mejora la seguridad de la tenencia de la tierra, resuelve los conflictos relativos a las tierras comunales y mejora las medidas de labranza en función de las prioridades y las capacidades de las partes interesadas. El enfoque participativo permite la participación directa de las partes interesadas en las diferentes fases de planificación, lo que incluye la cartografía participativa de los recursos de los pastizales, la planificación del uso de la tierra de los particulares en las aldeas, la negociación de la asignación de tierras y la preparación de acuerdos sobre el uso de la tierra.²¹

En **Dinamarca**, la ley de ordenación espacial del territorio (2007) garantiza que la planificación general tome en consideración los intereses de la sociedad con respecto al uso de la tierra y contribuya a proteger la naturaleza y el medio ambiente del país, lográndose así un desarrollo sostenible respetando las condiciones de vida de las personas y la conservación de la fauna y la vegetación. La planificación espacial tiene por objeto un desarrollo adecuado de todo el país y de las distintas regiones administrativas y municipios, sobre la base de la planificación general y de las consideraciones económicas; además de crear y conservar los edificios valiosos, los asentamientos, los entornos urbanos y los paisajes; prevenir la contaminación del aire, el agua y el suelo, y la acústica; e involucrar a los ciudadanos en el proceso de planificación en la medida en que sea posible.²²

La formulación e implantación de la planificación y los procesos de ordenación territorial comprenden en cada caso una serie de actividades. La formulación requiere una evaluación amplia de los usos actuales de la tierra, así como de las principales limitaciones y oportunidades de desarrollo. Una vez elaborada una zonificación del uso de la tierra o un plan espacial, se identifican políticas, programas e iniciativas específicos para lograr los resultados deseados (por ejemplo, pagos por servicios ecosistémicos, instrumentos basados en el mercado, impuestos, subsidios, regulación).

Un marco y una hoja de ruta claramente definidos facilitan la implantación y el seguimiento, a fin de identificar y corregir errores y mejorar el proceso en curso. Por ejemplo, la planificación del uso de la tierra puede servir para evaluar y escrutar las opciones preliminares de uso de la tierra al establecer las prioridades de desarrollo nacional o seleccionar proyectos en el ámbito local o subnacional.

La planificación del uso de la tierra consiste en hacer lo correcto en el lugar correcto en la escala correcta.



La planificación del uso de la tierra también puede incluir programas sociales para compensar la exclusión de las áreas protegidas u otras formas de uso de la tierra, o para fomentar las inversiones en actividades no agrícolas, como el ecoturismo o la gestión comunal de los bosques.²³ Frecuentes entre ellos son los Proyectos Integrados de Conservación y Desarrollo (PICD), que combinan el desarrollo rural con los

objetivos de conservación de la biodiversidad.²⁴ Las ONG son a menudo actores principales en el diseño y la implantación de los PICD, en asociación con el gobierno local o nacional, como se demuestra en este caso práctico de países de Centroamérica.

Cuadro 3: Planificación del uso de la tierra para fomentar el uso sostenible de la tierra y la conservación de los bosques tropicales²⁵

La Selva Maya es una región de bosque tropical que abarca una extensa área de Belice, Guatemala y México. Está expuesta a una serie de presiones, como los incendios forestales, la tala ilegal, la explotación de la flora y la fauna y el avance de la frontera agrícola. El principal desafío radica en proteger la Selva Maya a largo plazo, mediante el uso sostenible de los recursos. La planificación del uso de la tierra, en la que se presta atención a la protección del medio ambiente, es una actividad dentro de un programa más amplio concebido para fomentar la protección y el uso sostenible de esta zona. La planificación participativa del uso de la tierra se ha llevado a cabo a nivel comunitario (en Guatemala) y en los *ejidos* (tierras de propiedad comunal de México). Este enfoque permite a los grupos de la sociedad civil contribuir al desarrollo de los planes. Así, se aumenta

el nivel de aceptación de los planes y se mejoran significativamente sus posibilidades de implantación con éxito. La planificación del uso de la tierra, en este contexto, conduce al desarrollo posterior de planes de gestión para uso sostenible y protección forestal, así como de proyectos agroecológicos que desarrollan la capacidad de agricultura sostenible, su promoción y la comercialización de productos. Los beneficios indirectos se extienden a una mejor gobernanza ambiental de la región, incluida la colaboración intersectorial entre actores gubernamentales y no gubernamentales dentro de cada país, en particular para mejorar la prevención de incendios forestales, las patrullas de guardabosques transfronterizas y las fuentes alternativas de ingresos para las comunidades locales.

RESPUESTA 2: Crear resiliencia mediante una combinación de conservación, gestión sostenible y restauración

Conceptos clave

- Los ecosistemas saludables, funcionales y diversos contribuyen a la mitigación y adaptación al cambio climático y a otras presiones ambientales
- Las tierras agrícolas, los bosques, los pastizales, las áreas urbanas y periurbanas, y otros paisajes culturales también pueden contribuir a la resiliencia planetaria, si se gestionan correctamente
- Cuando avanza la degradación de la tierra, es necesaria la restauración o rehabilitación ecológica, a fin de restaurar o recuperar parcialmente los servicios de los ecosistemas
- Existen muchas herramientas para la protección de los ecosistemas, para la buena gestión y la restauración, y deben ser empleadas de manera coherente y coordinada
- Es fundamental detener la conversión neta de los ecosistemas naturales y la vegetación

La construcción de un planeta resiliente, la reducción de la degradación de las tierras, la pérdida de biodiversidad y de servicios de los ecosistemas y el cambio climático requieren un conjunto de respuestas que pueden clasificarse en tres estrategias principales de gestión:

- **Conservación:** mantener la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas mediante la conservación de grandes ecosistemas naturales en zonas protegidas y otras medidas eficaces de conservación basadas en la zona específica, como la conservación y la restauración de cuencas forestales para el suministro de agua urbana de bajo coste y alta calidad. La planificación sistemática puede contribuir a lograr resultados de conservación mediante la identificación y protección de áreas naturales con valores significativos de biodiversidad, redirigiendo el desarrollo fuera de las áreas naturales y mitigando los efectos de otros usos de la tierra en estas áreas.
- **Gestión:** la adopción generalizada y la ampliación de las prácticas de gestión sostenible de la tierra son necesarias para reducir la degradación del suelo y los efectos asociados externos, p.ej., evitando el sobrepastoreo, utilizando cultivos de cobertura, residuos y abono orgánico, recolección de agua, silvicultura sostenible, incluida la agrosilvicultura, y la implantación de la siembra directa o de labranza reducida. El principal reto consiste en hacer que la gestión sostenible de la tierra tenga lugar en la práctica, y especialmente de tal manera que los productores vean los beneficios y puedan hacer un aprovechamiento de los mismos. Los mecanismos para estimular este aspecto comprenden la participación efectiva de las partes interesadas, la mejora de los sistemas de tenencia, el precio

¿QUÉ HAY DE NUEVO?

Los diferentes usos de la tierra son percibidos a menudo como una competencia: en particular, se resisten a la conservación y se consideran un obstáculo para otras formas de uso de la tierra. Sin embargo, cuando se introducen en la ecuación la resiliencia y la productividad a largo plazo, queda claro que las opciones de *conservación, administración, y restauración* constituyen todas ellas partes de un solo todo en términos de sostenibilidad a la escala del paisaje. Esta perspectiva es acogida por el concepto de efecto neutro de la degradación de la tierra que, en particular, identifica la necesidad crítica de mantener grandes áreas de nuestros ecosistemas naturales que puedan ser gestionadas desde un enfoque del paisaje.

asequible de las tecnologías alternativas, la legislación y la regulación, así como los pagos por servicios medioambientales.

- **Restauración:** son necesarios grandes esfuerzos para restablecer el funcionamiento de los ecosistemas en los paisajes de trabajo, a fin de apoyar un mosaico saludable de componentes naturales y seminaturales que proporcionan servicios esenciales, incluidos los de producción de alimentos como, por ejemplo, la polinización, el control de plagas y la regulación de agua y nutrientes. La planificación del uso de la tierra y las políticas que incentivan la restauración o rehabilitación de los ecosistemas pueden basarse en instrumentos tales como la zonificación del uso de la tierra para crear áreas de restauración o designar el uso de la tierra y restricciones de gestión dentro de las existentes.

Enfoques para la conservación de los ecosistemas naturales y seminaturales

Existe un debate activo sobre cuánta superficie terrestre del mundo debe permanecer en un estado natural para garantizar la sostenibilidad futura del planeta, y sobre qué significa exactamente «natural» en estas circunstancias. Se reconocen dos herramientas principales para la conservación de los ecosistemas naturales:

Áreas protegidas: el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) define un área protegida como: «*un área definida geográficamente que haya sido designada o regulada y gestionada a fin de alcanzar objetivos específicos de conservación*». ³⁰ La UICN posee una definición

Cuadro 4: ¿Cuánta conservación necesitamos?

Existe un creciente reconocimiento entre los científicos, los pueblos indígenas y la sociedad civil de que debe existir un límite a la transformación del medio ambiente por parte del ser humano, con el fin de salvaguardar la provisión de servicios de los ecosistemas para las generaciones futuras. Algunos sostienen que necesitamos conservar la mitad de la Tierra en estado natural y que estas áreas deben ser totalmente representativas en términos de ecosistemas y biodiversidad;²⁶ eso no es suficiente para conservar las cimas de las montañas, los desiertos y los campos de hielo. Las áreas naturales deben estar conectadas a través de corredores biológicos u otras formas de relación para evitar que los ecosistemas se aislen y se empobrezcan genéticamente con el paso del tiempo.

Objetivo Aichi 11: Actualmente, la principal guía internacional es la del CDB, que estableció el siguiente objetivo en 2010: el Objetivo 11, con el objeto de mejorar la situación de la biodiversidad salvaguardando los ecosistemas, las especies y la diversidad genética. Declara: «Para 2020, al menos el 17% de las zonas terrestres y de las aguas interiores y el 10% de las zonas marinas y costeras, especialmente las que revisten particular importancia para la diversidad biológica y los servicios de los ecosistemas, se habrán conservado por medio de sistemas de áreas protegidas administrados de manera eficaz y equitativa, ecológicamente representativos y bien

conectados, y de otras medidas de conservación eficaces basadas en áreas, y estas estarán integradas a los paisajes terrestres y marinos más amplios».²⁷

La meta de aumentar el área de conservación ha sido apoyada por los Objetivos de Desarrollo Sostenible. El ODS 15.1 se propone: «De aquí a 2020, garantizar la conservación, el restablecimiento y el uso sostenible de los ecosistemas terrestres y los ecosistemas interiores de agua dulce y sus servicios, en particular los bosques, los humedales, las montañas y las zonas áridas, en consonancia con las obligaciones contraídas en virtud de acuerdos internacionales».²⁸

Actualmente, alrededor del 15 por ciento de la superficie terrestre mundial se encuentra en un área protegida, con una cantidad desconocida de «otras medidas de conservación eficaces basadas en áreas» (OECM, por su sigla en inglés), como se indica en el Objetivo Aichi 11. Dado que el objetivo del 17 por ciento se fijó antes de que se definiera lo que significa una medida de conservación eficaz, el objetivo de área acordado por la comunidad internacional aumentará probablemente después de 2020, aunque este debate está activo.²⁹ Dos preguntas se encuentran estrechamente relacionadas: ¿cuánta tierra debe conservarse en un estado casi natural y cómo se debería gestionar?

relacionada: «Un espacio geográfico claramente definido, reconocido, específico y gestionado, mediante medios legales u otros tipos de medios eficaces para conseguir la conservación a largo plazo de la naturaleza y de sus servicios ecosistémicos y sus valores culturales asociados».³¹ El CDB y la UICN los reconocen como equivalentes.³² Los detalles de lo que «cuenta» en la consideración de área protegida están determinados por la política y las leyes nacionales. Por ejemplo, los países difieren en su visión de la relación entre los territorios indígenas y las áreas protegidas. Se reconocen seis categorías de gestión, desde áreas estrictamente protegidas reservadas para proteger la biodiversidad, donde las visitas de los seres humanos se controlan estrictamente, a paisajes protegidos donde la gente y la naturaleza coexisten en paisajes culturales. Las áreas protegidas también pueden ser gestionadas bajo diferentes tipos de gobernabilidad, lo que incluye gobiernos, comunidades, pueblos indígenas, diversas empresas privadas lucrativas o sin fines de lucro, o una serie de modelos de gobernanza compartida.³³ Las investigaciones muestran que si las áreas protegidas cuentan con los recursos adecuados y se gestionan eficazmente, impiden la pérdida y la degradación de la cubierta natural de la tierra.^{34,35} Las áreas protegidas también han frenado la tasa de pérdida de especies;³⁶ hay pruebas de que algunas especies probablemente se habrían extinguido sin las intervenciones específicas de conservación dentro de las áreas protegidas.^{37,38,39}



© GIZ-Alono-Reichmuth

Cuadro 5: Gestión sostenible de pastizales en Tanzania⁴⁰

El crecimiento de la población y la disminución de la productividad de la tierra han aumentado la presión sobre el uso de la tierra. Como consecuencia, hay un número creciente de conflictos que tienen lugar entre los diferentes usuarios de la tierra, a menudo relacionados con la inseguridad de la tenencia, el pobre desarrollo de los mercados de tierras, la degradación del suelo y los recursos hídricos, la deforestación y el aumento de la migración de personas y ganado. El reparto de los recursos (por ejemplo, el agua, las tierras de pastoreo) y el movimiento del ganado más allá de los límites de las aldeas constituyen la norma, dado que las tierras gestionadas individualmente por las aldeas suelen ser insuficientes para sostener los sistemas de producción de pastizales. No obstante, la pérdida de autoridad de los regímenes tradicionales de gobernanza local ha ocasionado niveles más altos de uso no sostenible de la tierra y socavado el desarrollo rural.

La ley de tierras comunales y la ley de ordenación del uso de la tierra establecieron un marco jurídico para la planificación del uso de la tierra en el ámbito de la aldea, que contribuye a regular y mejorar el uso de los recursos de la tierra. Ello se consigue proporcionando mecanismos de resolución de conflictos, mejorando la seguridad de la tenencia de la tierra y mejorando las medidas de ordenación de labranza de la tierra, según las prioridades y capacidades de las partes interesadas. La negociación y la protección de los derechos de acceso a los recursos de los pastores, agropastores y agricultores toman la forma de acuerdos recíprocos (los rebaños trashumantes abonan los campos de los agricultores y el ganado de los agricultores se cría en las zonas vecinas de pastoreo). Los movimientos de ganado negociados cuidadosamente sostienen los medios de subsistencia locales y la gestión sostenible de los pastizales, y contribuyen al crecimiento económico nacional. Además, la ley fortaleció la toma de decisiones en el ámbito local mediante la creación de capacidades institucionales a nivel de distrito y de aldea. Se crearon y capacitaron equipos participativos de gestión del uso de la tierra como parte del proceso para gestionar mejor la tierra y abordar los conflictos de uso de la tierra.

Otras medidas eficaces de conservación basadas en el área: una nueva categoría, surgida de los debates en el marco del CDB, y aún en proceso de definición definitiva. Las medidas eficaces de conservación reconocen que muchas áreas del planeta deben mantenerse en un estado natural por razones distintas de la conservación y que los esfuerzos efectivos de planificación a gran escala necesitan comprender y cuantificar estas contribuciones que prestan a los servicios de los ecosistemas.⁴¹ Una definición preliminar es esta: «Un espacio geográficamente definido, no reconocido como área protegida, que se rige y se gestiona a largo plazo de manera que proporcione una conservación *in situ* efectiva y duradera de la biodiversidad, con servicios ambientales y valores culturales y espirituales asociados».⁴² Estas medidas incluyen lugares que no están siendo gestionados principalmente para la conservación de la biodiversidad pero que, sin embargo, cuentan con importantes valores de conservación y una expectativa razonable de mantenerse en su estado actual a largo plazo.⁴³ Todavía no está claro cómo se incorporarán estas medidas a los objetivos de gestión nacional e internacional de la tierra, pero otorgan mayores posibilidades de retener la vegetación natural, lo que ofrece más posibilidades de lograr el objetivo de preservar la mitad del mundo en estado natural.

Iniciativas de política mundial para aumentar la restauración

El Desafío de Bonn es un desafío mundial que aspira a restaurar 150 millones de hectáreas de las tierras degradadas y deforestadas del mundo para 2020 y 350 millones de hectáreas para 2030.⁴⁴ Constituye un vehículo para abordar las prioridades nacionales como la seguridad hídrica y alimentaria y el desarrollo rural, además de contribuir al logro de los compromisos internacionales en materia de cambio climático, biodiversidad y degradación de la tierra. Están surgiendo plataformas regionales de implantación del Desafío de Bonn en todo el mundo, incluida la Iniciativa 20x20 en América Latina y el Caribe, AFR100 para África, y mesas redondas ministeriales en América Latina, África Central y Oriental y la región Asia-Pacífico. El Desafío de Bonn está supervisado por la Asociación Global sobre Restauración del Paisaje Forestal, en la que participan más de 20 instituciones. Ya cuenta con compromisos superiores a las dos terceras partes de la meta de 2020, por ejemplo 2 millones de hectáreas en Ruanda,⁴⁵ 12 millones de hectáreas en Camerún,⁴⁶ 12 millones de hectáreas en Brasil⁴⁷ y 13 millones de hectáreas en la India⁴⁸ El Desafío de Bonn se basa en las experiencias de importantes iniciativas de restauración que ya han demostrado su eficacia, como es el caso de la República de Corea.⁴⁹ No se trata de un nuevo compromiso mundial, sino más bien de un medio práctico de cumplir muchos de los compromisos internacionales existentes, incluido el Objetivo Aichi 15 del CDB, el objetivo REDD+ de la CMNUCC y ahora el objetivo ODS 15.3 sobre el efecto neutro de la degradación de la tierra.



Cuadro 6: Incorporación de una planificación regional inteligente del clima empleando un enfoque colaborativo

El territorio Trifinio es una área históricamente marginada en la frontera entre El Salvador, Guatemala y Honduras, con 45 municipios y 800 000 habitantes, dependientes principalmente de la agricultura de subsistencia. La agricultura itinerante (de tala y quema) y la escasa infraestructura han ocasionado la degradación generalizada del ecosistema. La restauración revierte en el interés de los tres países, ya que las cuencas hidrográficas proporcionan a cada uno de ellos energía hidráulica y agua de uso municipal. La región posee, asimismo, altos valores de biodiversidad, incluidas especies endémicas encontradas en el bosque nuboso de Montecristo. En 1987 se estableció un acuerdo tripartito nacional para financiar la investigación, la capacidad regional, la reforestación y el control de las inundaciones en Trifinio. Pero después de casi 30 años de cooperación, aunque se habían hecho algunos progresos, los esfuerzos se vieron obstaculizados por enfoques centralizados, que excluyeron a las comunidades locales. Los problemas continuaron, entre ellos la extrema pobreza y la sobreexplotación, que condujeron a la degradación de la tierra y de la cuenca hidrográfica y a un aumento de la variabilidad climática.

En 2014, estos desafíos se abordaron gracias al compromiso directo de las personas que trabajan la tierra, auxiliados por el Programa Agroambiental Mesoamericano del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE–MAP), un centro regional que defiende el modelo de territorios climáticamente inteligentes de gestión integral del paisaje. Este modelo supone que la población rural depende en gran medida de los recursos naturales y, por

lo tanto, se ve afectada por la calidad de los ecosistemas, lo que significa que la gestión necesita la implicación y participación de los actores locales. Los límites del paisaje se encuentran definidos por la forma en que las partes interesadas interactúan con los ecosistemas. La gestión comunal del uso de la tierra crea un grupo vinculado por un sentimiento de lugar compartido. La administración resultante establece la autoridad de la unidad para guiar y liderar la toma de decisiones sobre el uso de la tierra para abordar los desafíos, incluido el cambio climático. La aportación de personas con un conocimiento profundo del cambio climático en el ámbito local ayudó a decidir la mejor manera de dirigir las inversiones, crear capacidades de planificación del uso de la tierra y servir de apoyo a la resiliencia al cambio climático en el terreno.

Mediante el apoyo a las plataformas de múltiples actores, el Programa CATIE–MAP crea capacidades en la población local para mejorar la gestión del capital natural, humano y social, y aumenta así la resiliencia al cambio climático. Con el fin de abrirse a oportunidades de mercado, este programa trabaja para fortalecer las organizaciones de productores y las cadenas de valor asociadas. Las innovaciones prácticas y fáciles de usar en la gestión del agua, los desechos sólidos, la gestión del suelo y la producción de cultivos, capacitan a la población local para contribuir a objetivos de conservación más amplios, además de acceder a una fuente de alimentos más confiable y nutritiva. Así pues, otorga a una población históricamente marginada un beneficio crucial para confeccionar políticas que afectan directamente a sus medios de subsistencia.

Cuadro 7: Restauración de tierras en Israel mediante privatización e incentivos económicos⁵⁰

El Néguev septentrional, en Israel, se sitúa en el lugar de contacto entre el clima árido y el semiárido. Debido a la buena calidad del suelo, la zona ha sido explotada y destinada a cultivos de secano, al pastoreo y a la agrosilvicultura durante miles de años. Sin embargo, años de abandono y agitación tras la desaparición del Imperio bizantino han dejado los ecosistemas y las tierras agrícolas profundamente degradados. La propiedad y el uso de la tierra tradicionales se vieron afectados durante la creación del estado de Israel, pues las tierras se transformaron y dedicaron a pastos públicos, la agricultura intensiva, o la silvicultura, lo que dejó una gran área bajo propiedad disputada. La gestión tradicional del ganado sufrió con el deterioro de la productividad de los pastizales debido al pastoreo intensivo, el cultivo excesivo de tierras y prácticas forestales equivocadas.^{51,52}

Se crearon granjas privadas para, en su mayor parte, dedicarlas a la agricultura extensiva de secano y mejorar la gestión de los pastizales abiertos. A los agricultores judíos y beduinos seleccionados se les asignaron 100 hectáreas de granjas (50 años de arrendamiento), vinculadas a propuestas detalladas de gestión. La iniciativa privada, junto con el asesoramiento científico y

el aprendizaje ad hoc aplicado en dos propiedades, la granja Yattir Farm⁵³ y la granja Abu Rabbia,⁵⁴ permitió la restauración económica, rápida y efectiva de la productividad biológica, la mejora de los pastizales⁵⁵ y la creación de un mayor potencial de pastoreo. La siembra de olivares, otros árboles frutales, plantas medicinales y árboles de silvopastura mejoró la protección de las cuencas, la conservación del suelo y de la biodiversidad y el potencial económico.

Los efectos de una mejor gestión agrícola fueron significativos en ambas granjas. La recuperación del suelo y la agrosilvicultura en terrazas redujeron la erosión y aumentaron la captura de carbono en la biomasa y la materia orgánica del suelo. Los ingresos agrícolas han aumentado debido a la mayor disponibilidad de forraje,⁵⁶ los ingresos derivados del aceite de oliva y otros productos agroforestales.⁵⁷ Una mayor biodiversidad aumentó la resiliencia de los ecosistemas y proporcionó un importante potencial de ecoturismo.⁵⁸ La recuperación bien documentada de un número limitado de medidas de restauración de bajo coste hace que la aplicación generalizada de estas iniciativas sea una opción prometedora para la restauración a gran escala de paisajes agroecológicos.



Fotos: Las terrazas de piedra en cauces fluviales secos en la granja de Abu Rabbia crean condiciones ideales para el olivo y otros árboles agroforestales (a la izquierda). Los árboles *Acacia victoriae* plantados en la granja Yattir, junto con la gestión de la conservación y la aplicación de estiércol, permitieron una productividad triplicada de las dehesas en 20 años (a la derecha).

RESPUESTA 3: Agricultura para lograr múltiples beneficios

Conceptos clave

- La agricultura eficiente es fundamental para el suministro de alimentos en el ámbito mundial, pero la enorme superficie dominada por tierras de cultivo y pastizales hace que estas áreas también sean vitales para los servicios de los ecosistemas
- Se requiere un cambio fundamental en las prácticas agrícolas para dar un mayor reconocimiento y apoyo a los servicios ecosistémicos y sociales más amplios suministrados por estas tierras
- Tal cambio podría ser de un valor crítico para los 500 000 pequeños agricultores que a menudo se encuentran en zonas más marginales y que actualmente se encuentran en peligro de ser desplazados

La agricultura desempeña el papel más fundamental e insustituible en la sociedad humana al proporcionar alimentos. La modernización de la agricultura durante los últimos setenta años –un proceso todavía en progreso– ha reducido el riesgo de hambruna global durante un periodo en que las poblaciones humanas han aumentado a un ritmo sin precedentes. No obstante, estos incrementos en los rendimientos se han producido a un alto precio, en términos de efectos externos, contaminación, uso de energía y un sistema alimentario mundial que ha incrementado las desigualdades y ha llevado a muchos pequeños agricultores a la quiebra. Estos efectos, a su vez, debilitan la sostenibilidad del sistema alimentario mundial. Los cambios en los patrones de consumo, las dietas y las expectativas han socavado muchos de los aumentos de productividad por unidad de superficie de tierra. Los efectos secundarios de la agricultura moderna están erosionando el funcionamiento del ecosistema del que depende en última instancia la producción de alimentos, lo que significa que independientemente de las eficiencias alcanzadas hoy, la sostenibilidad a largo plazo de la agricultura está amenazada.

Los pequeños agricultores, columna vertebral de los medios de vida rurales y de la producción de alimentos durante milenios, están sometidos a una inmensa presión a causa de la degradación de la tierra, la inseguridad en la tenencia de las tierras y un sistema alimentario globalizado que favorece el sistema agrícola de negocios concentrado, a gran escala y altamente mecanizado. Muchos agricultores particulares se sienten atrapados en el sistema actual porque sus márgenes son tan estrechos que cualquier desviación puede tener como consecuencia la quiebra. De hecho, muchos de los agricultores más pequeños del mundo no tienen ni la capacidad ni el capital suficientes para hacer cambios significativos.

Estos costes no son inevitables, y se están produciendo cambios. Hay maneras de cultivar alimentos sin costes ambientales excesivos, tanto mediante modificaciones

¿QUÉ NOVEDADES HAY?

Durante generaciones, los agricultores han sido juzgados casi por completo según su capacidad para producir alimentos, de forma tan abundante y barata como fuera posible, con cualquier otro beneficio considerado como «extra» que a veces compensa, pero a menudo no lo hace. Ampliar el alcance de la agricultura para incluir una gama más amplia de beneficios y llevar los servicios de los ecosistemas y los valores culturales a ocupar la posición central de la empresa de los agricultores representaría un cambio tan profundo como la ola de industrialización que comenzó después de 1945.

de sistemas convencionales como mediante vías de producción alternativas, donde los rendimientos se acercan rápidamente a los de sistemas más intensivos. Por lo tanto, se requiere un nuevo acuerdo para los agricultores, que comprende cuatro elementos principales:

1. Políticas que contribuyan a desviar la atención de la producción de alimentos y ponerla en la administración de la tierra para la provisión de beneficios múltiples.⁵⁹
2. Desarrollo y aplicación de métodos que midan la producción agrícola en términos que representen más que únicamente el rendimiento por área, sino que incluyan el valor nutricional y valores más amplios tanto en términos de costes para el medio ambiente y la sociedad como de beneficios derivados de un paisaje saludable.⁶⁰
3. Políticas de precios que logren un equilibrio entre las necesidades de los consumidores de acceder a alimentos saludables y nutritivos y la permanencia de los productores en el negocio.⁶¹
4. Apoyo específico, incluso a través de sistemas de pago por servicios ecosistémicos y sistemas similares que ofrecen incentivos positivos para la gestión multifuncional de la tierra.⁶²

La mayoría de los elementos anteriormente descritos ya se han desarrollado o se están utilizando. La cuestión es principalmente la ampliación, un tema que trataremos a continuación.

Este nuevo acuerdo también cambiará las percepciones y los valores de los 500 millones de pequeñas explotaciones. De los 1300 millones de personas empleadas en la agricultura, cerca de mil millones operan granjas de menos de 2 hectáreas, que proporcionan gran parte de los alimentos que comen los residentes urbanos de los países en desarrollo.⁶³ Estas explotaciones a pequeña escala sustentan los medios de subsistencia y hacen cumplir la identidad cultural, a menudo sin alternativas viables para los agricultores

afectados. En los casos en que las comunidades rurales desean permanecer y trabajar la tierra, los incentivos pueden ayudar a mantener su decisión. Los pequeños agricultores con un conocimiento y un sentimiento profundos de sus tierras particulares suelen estar en buena posición para adoptar políticas de ordenación sostenible de la tierra. Sin embargo, las tendencias históricas sugieren que muchas desaparecerán en los próximos años, expulsadas por economías de escala, expectativas cambiantes en las comunidades rurales, la urbanización y en algunos casos por políticas deliberadas que van desde los subsidios agrícolas que favorecen la consolidación hasta la apropiación de tierras.

Estos 500 millones de pequeñas explotaciones desempeñan un papel fundamental en la provisión de alimentos para los hogares rurales –quizás una quinta parte de la población mundial– que se encuentran entre los que menos están en condiciones de satisfacer esta demanda al entrar en la economía monetaria. Además, las pequeñas explotaciones agrícolas y las explotaciones de pastoreo están operando cada vez con más frecuencia en tierras agrícolas marginales. Si bien el abandono puede brindar oportunidades para la restauración de ecosistemas más naturales y los servicios ecosistémicos que los acompañan, en otros casos los propios agricultores desempeñan o podrían desempeñar un papel crucial en el mantenimiento de estos servicios. Un cambio de la agricultura exclusivamente para la producción de alimentos hacia la agricultura para fines múltiples proporcionaría incentivos adicionales y un sustento para muchos millones de los administradores de tierras más pobres, lo que constituye en sí mismo un importante resultado positivo.

Intensificación sostenible

Las investigaciones basadas en datos de 85 proyectos en 24 países calcularon que el 50 por ciento de todos los pesticidas no son necesarios para el beneficio agrícola.⁶⁴ La agricultura de conservación de los recursos puede ser altamente eficiente, al igual que las pequeñas explotaciones de bajos insumos externos y mano de obra intensiva, que producen con frecuencia mayores rendimientos que los sistemas convencionales.⁶⁵ La intensificación de la agricultura, a la que a menudo se atribuye la culpa de muchos problemas ambientales, no es nociva en sí misma, sino que es el tipo de intensificación lo que lo determina.⁶⁶ El concepto de «intensificación sostenible» está ganando cada vez mayor atención por parte de los encargados de formular políticas,⁶⁷ incluidos en particular los enfoques de aprovechamiento integrado de gestión de nutrientes y plagas, que ya se están utilizando en muchos millones de granjas.

La evidencia muestra que se pueden lograr mayores rendimientos a pesar del uso reducido de pesticidas,⁶⁸ que en la gestión de plagas puede ayudar la diversidad de cultivos intraespecíficos,^{69,70} y que la agricultura eficiente no requiere monocultivos a gran escala.⁷¹ Estos tipos de estrategias de intensificación pueden contribuir a combatir tanto la inseguridad de alimentos como la disminución de la biodiversidad.⁷² Estas ganancias se hacen aún más evidentes si los cálculos de la eficiencia agrícola incluyen valores tales como los beneficios nutricionales netos y los efectos externos sobre el uso del agua y la energía, en lugar de solamente la productividad por cada área.⁷³ Sin embargo, en comparación hay poca inversión para investigar sistemas de insumos externos más bajos, y siguen estando considerablemente infravalorados. Existen varias razones. En parte, ha habido una oposición de intereses creados, pero también una errónea comprensión de las externalidades comparativas y la productividad de las pequeñas granjas, lo que ha ocasionado la falta de apoyo de las políticas comerciales y agrícolas.⁷⁴



© Neil Palmer (CIAT).

Cuadro 8: Nos pasamos a la agricultura orgánica en los ámbitos estatal y nacional

En algunas partes del mundo, la agricultura orgánica está dejando de ser una actividad aislada para convertirse en un modo principal o único de producción.

India: En enero de 2016, Sikkim se convirtió en el primer estado de la India en pasarse completamente a la agricultura orgánica. Se necesitaron 10 años para que Sikkim convirtiera 75 000 hectáreas de tierras agrícolas en granjas con certificación orgánica.⁷⁵ El estado ahora produce 800 000 toneladas de productos, lo que representa casi el 65 por ciento de todos los 1,24 millones de toneladas producidos de forma orgánica en la India. Sikkim es un estado que sirve de ejemplo al mundo porque los servicios naturales están protegidos, a la vez que demuestra que pasarse a la agricultura orgánica no implica la caída de la productividad ni compromete el desarrollo. Los cinco pasos ilustran cómo pueden imitarlo otros estados.

Bután: En 2011, la nación montañosa de Bután anunció el elevado objetivo de pasarse a la agricultura orgánica en el 100 por cien del sistema agrícola del país para el año 2020. Si tiene éxito, será el primer país del mundo en ser totalmente orgánico en su producción de alimentos. Con solo 700 000 personas viviendo dentro de sus fronteras, la mayoría de las cuales son agricultores, el único reto es demostrar que los beneficios superan los costes y que los rendimientos no se ven afectados por el uso único de fertilizantes naturales. La estrategia orgánica de Bután estriba en adoptar un enfoque paso a paso, avanzando región por región, producto por producto, y reconociendo que las nuevas innovaciones



son esenciales para encontrar formas de erradicar naturalmente las enfermedades y mejorar los rendimientos de los cultivos.⁷⁶ Simultáneamente, si los productos orgánicos han de ser económicamente viables, la capacidad de certificación debe desarrollarse en Bután.



RESPUESTA 4: Gestión de la interrelación rural–urbana

Conceptos clave

- Las ciudades diseñadas para ser sostenibles pueden reducir los costes medioambientales del transporte, el suministro de alimentos y la energía, así como ofrecer nuevas oportunidades para el reciclaje y la eficiencia de los recursos
- La migración rural–urbana también puede retirar la presión de la tierra, sobre todo en las zonas marginales menos aptas para la producción intensiva
- Los desafíos particulares se refieren a la gestión de la interrelación rural–urbana: las ciudades aportan nuevas presiones sobre el paisaje circundante en términos de demanda de recursos y contaminación, pero también ofrecen oportunidades de apoyo específico a las comunidades rurales
- A medida que crecen las ciudades, la cooperación deliberada y planificada con los habitantes de los paisajes circundantes aumentará las posibilidades de desarrollar sinergias positivas

La urbanización se está produciendo a un ritmo sin precedentes, y este aumento parece continuar, alterando el equilibrio entre los habitantes rurales y urbanos en modos que nunca se habían visto antes. Esto presenta numerosos desafíos, como se destaca en el Capítulo 11, pero también presenta una serie de oportunidades para mejorar los medios de vida dentro de las ciudades y reducir su huella, que a menudo es de alcance mundial.

Estos retos y oportunidades son quizá de mayor magnitud en las nuevas ciudades, incluidas las ciudades emergentes de tamaño medio.⁷⁷ Las grandes ciudades con una larga historia –como París, Washington o Buenos Aires– ya han tomado muchas de sus decisiones sobre el uso de los recursos naturales. Sin embargo, las ciudades que actualmente se están expandiendo rápidamente, incluidas las megaciudades como Lagos⁷⁸ pero también muchas ciudades más pequeñas en países como China, siguen pasando en gran medida inadvertidas por el resto del mundo y en los debates sobre la sostenibilidad. Las decisiones adoptadas en los próximos años determinarán sus futuras políticas de transporte,

Las áreas urbanas interactúan con las comunidades rurales de dos maneras distintas: en áreas periurbanas y en alrededores rurales inmediatos, y en otras áreas de tierras que pueden estar muy distantes mediante las demandas de alimentos, energía y otros materiales.

¿QUÉ NOVEDADES HAY?

Los análisis medioambientales habitualmente tratan a las ciudades como un problema o las ignoran por completo. No obstante, pronto más de la mitad de la población mundial vivirá en ciudades y las formas en que las ciudades se planifican y administran tienen y tendrán profundos efectos sobre el resto del planeta. Al centrarse explícitamente en la interrelación entre ciudad y país –tanto inmediatamente en las zonas periurbanas y suburbanas, pero también al considerar la huella urbana más amplia–, esta Perspectiva centra la atención en los lugares que tendrán mayor impacto sobre la forma en que la tierra es gestionada durante el resto del siglo XXI y posteriormente.

políticas energéticas, uso de los recursos y huella global. Es mucho más rentable comenzar con un plan para concebir una ciudad sostenible que intentar implantar uno retroactivamente en el futuro.⁷⁹

En esas zonas periurbanas la urbanización trae consigo nuevas presiones y demandas, pero también nuevas oportunidades. Es probable que haya un coste neto en términos de uso de la tierra debido a los nuevos edificios, carreteras y ferrocarril, y el desarrollo de otras infraestructuras.⁸⁰ Los usos tradicionales de la tierra también pueden verse afectados por las nuevas demandas de servicios ecosistémicos, como la protección de las cuencas, el control de los deslizamientos o las áreas recreativas, a fin de que las granjas puedan volver a convertirse en cuencas boscosas y áreas naturales para garantizar el suministro de agua y crear áreas para que los habitantes de las ciudades puedan ir a caminar. Las áreas protegidas cercanas a las zonas urbanas se están expandiendo en todo el mundo y desempeñan un papel importante para que los habitantes de las ciudades vuelvan a conectar con el mundo natural.⁸¹ Las autoridades municipales tienen un papel clave que desempeñar en la extensión de su planificación más allá de los límites de la ciudad, al considerar cómo las demandas competidoras por la tierra pueden equilibrarse dentro de la ciudad. Las herramientas tales como los cinturones verdes, que limitan la propagación urbana, o las estrategias de pagos por servicios ecosistémicos, pueden contribuir a optimizar el uso de la tierra en las áreas cercanas a las ciudades. El apoyo y los incentivos positivos para los alimentos cultivados localmente, como los mercados de agricultores subvencionados, pueden ayudar a los pequeños productores a competir con empresas alimentarias más grandes y distantes, y se reduce así la huella global de alimentos.⁸²

Las ciudades también afectan a zonas más remotas, tanto dentro de los países como a través de la demanda de alimentos, de enlaces de transporte y de energía, pero también cada vez más en términos de importaciones derivadas del uso intensivo de la tierra de otros países. Las iniciativas positivas, como los productos certificados de comercio justo o sostenible, pueden contribuir a garantizar que los aspectos negativos de la huella urbana distante se reduzcan al mínimo.⁸³

Las ciudades sostenibles necesitan un nuevo estilo de liderazgo municipal; pensar globalmente pero actuar localmente. En un momento en que los gobiernos nacionales están en muchos casos reduciendo su influencia, las ciudades en ocasiones asumen el liderazgo en innovación. Cuando los gobiernos estatales o nacionales han sido incapaces de tomar medidas para reducir los efectos ambientales del desarrollo urbano, han surgido en cambio modelos positivos de los ayuntamientos. Esto rara vez es sencillo; las ciudades a menudo no tienen el presupuesto ni la experiencia necesarios para asumir el papel del Estado y pueden verse obstaculizadas por las políticas de ámbito nacional, aunque el panorama político está cambiando. El fortalecimiento de esta capacidad, particularmente en los países en desarrollo que experimentan una rápida expansión, es una prioridad clave para el futuro inmediato.

Cuadro 9: Ciudades que toman la iniciativa

En todo el mundo, las zonas urbanas están demostrando su iniciativa para abordar los desafíos relacionados con la tierra.

Bogotá (Colombia): la capital goza de agua potable por cortesía de varias áreas protegidas y otras cuencas conservadas. Más del 80 por ciento de la población recibe agua potable del Parque Nacional Natural Chingaza, un área donde se conserva la valiosa vegetación de los páramos.

Seúl (Corea del Sur): El Parque Nacional Bukhansan, cerca de la capital, recibe hasta unos asombrosos 10 millones de visitantes al año, ciudadanos predominantemente coreanos. A pesar de la gran urbanización que solo posee una generación de edad, los habitantes de la ciudad de Corea han aprendido a apreciar y utilizar las áreas naturales en las zonas urbanas del interior de todo el país.

Australia, Estados Unidos y otros: una red nacional ayuda a los habitantes de las ciudades a apoyar a los productores locales, a través de los mercados de agricultores, los planes de la Agricultura sostenida por la comunidad (CSA, por su sigla en inglés) mediante los que los individuos contratan a los agricultores para comprar suministros regulares de alimentos, y a través de planes de lotes vegetarianos locales.



© UN Photo/Fred Noy

RESPUESTA 5: Pérdida neta nula en el consumo y la producción de los recursos naturales

Conceptos clave

- La aplicación del concepto de pérdida neta nula provoca el paso de un enfoque estrecho centrado en el rendimiento a una perspectiva más amplia de los beneficios totales de la producción de alimentos
- Una pérdida neta nula en tierras sanas y productivas significa la ausencia de impactos negativos netos ambientales o sociales externos
- Una pérdida neta nula en el procesamiento de alimentos y el comercio al por menor es un objetivo ambicioso que reconoce la necesidad de reducir los niveles actuales de desperdicio de alimentos y las pérdidas dentro del sistema
- El concepto de pérdida neta nula será un gran desafío, pero si se acepta ayudaría a revolucionar los enfoques que reducen la presión sobre los recursos de la tierra
- El concepto de pérdida neta nula se discute a continuación en relación a la producción de alimentos, pero tiene una aplicación clara en otros sectores de recursos naturales, tales como la silvicultura, la minería, la energía hidroeléctrica y la gestión de zonas áridas

En todo el mundo, las ineficiencias y los residuos de la producción y el consumo de productos básicos de la tierra y las cadenas de valor que los conectan aumentan significativamente las presiones sobre los recursos de la tierra, lo que obstaculiza la plena realización de su potencial biológico y económico. Ningún sistema es perfecto y no se puede evitar que ocurran pérdidas. Pero al seguir una estrategia de pérdidas netas cero, podemos incentivar una cierta cantidad de restauración y otras medidas correctivas necesarias para equilibrar los costes en términos de fugas de los sistemas agrícolas o de desperdicio posterior en la cadena de distribución de alimentos. Los 10 pasos, elaborados en el Capítulo 7, para abordar algunos de los desafíos que la tierra plantea para los sistemas agrícolas modernos se resumen aquí.

Si bien la mayoría de estas cuestiones ya se han abordado, aquí examinamos el papel de las cadenas mundiales de valor, las dietas cambiantes y el desperdicio/pérdida de alimentos, ya que proporcionan oportunidades inmediatas para aliviar la presión sobre los recursos de la tierra.

¿CUÁLES SON LAS NOVEDADES?

De modo paradójico, los enormes aumentos en los rendimientos de los cultivos se han visto acompañados de costes igualmente enormes para la salud ambiental y humana, como la degradación acelerada de la tierra y el suelo, la escasez de agua, la contaminación y la pérdida de especies y hábitats naturales. A pesar de los aumentos en la producción de alimentos, ahora experimentamos una inseguridad alimentaria generalizada en lo que debería ser un mundo de abundancia. Los intentos de abordar estas cuestiones han sido en gran medida reactivos, incompletos e ineficaces. Esta Perspectiva propone una respuesta más completa y seria.

Cuadro 10: Diez pasos para una mayor seguridad alimentaria

1. Reducir la distancia entre el rendimiento real y potencial en todos los entornos
2. Usar la tierra, el agua, los nutrientes y los pesticidas con más eficiencia
3. Reducir los impactos externos en la producción de alimentos y productos no alimentarios
4. Dejar de expandir la frontera agrícola
5. Cambiar a dietas con más verduras y alimentos integrales
6. Concienciar sobre la salud, la sostenibilidad y la responsabilidad
7. Incentivar prácticas sostenibles de gestión de la tierra
8. Reducir el desperdicio de alimentos y las pérdidas posteriores a la cosecha
9. Mejorar la seguridad de la tenencia de la tierra y la equidad de género
10. Implementar enfoques integrados de gestión del paisaje

Cadenas de valores mundiales en la agricultura⁸⁴

La industria agrícola ha cambiado de forma espectacular en los últimos 50 años y ahora implica a redes complejas, conocidas como cadenas de valor mundiales (GVC, por su sigla en inglés),⁸⁵ que generalmente engloban a muchos países.⁸⁶ Las GVC representan alrededor del 80 por ciento del comercio mundial y el 30 por ciento del valor agregado en las economías de los países en desarrollo.⁸⁷ El resultado principal de este tipo de acuerdos de mercado es que el comercio ha desplazado muchas presiones ambientales de los países desarrollados a los países en desarrollo, donde la gobernanza y la aplicación de las normas ambientales son a menudo más débiles.⁸⁸ La mayoría de las cadenas de valor están orientadas a la demanda, siendo los supermercados más importantes los principales compradores y los grandes comercios actúan como intermediarios. Los supermercados se han extendido rápidamente en todo el mundo⁸⁹ y retienen el poder⁹⁰ de determinar los precios e influir en las prácticas de producción como consecuencia de sus economías de escala. Los productores de alimentos a menudo se ven obligados a comprometerse con las empresas a través de acuerdos de agricultura por contrato, que establecen los términos de para qué, cuánto, cuándo, y a qué precio se comprarán los bienes.⁹¹

El gobierno chino ha esbozado un plan para reducir el consumo de carne de sus ciudadanos en un 50 por ciento con el fin de mejorar la salud pública y reducir significativamente las emisiones de gases de efecto invernadero.

Dada la fuerte competencia en el sector minorista, las empresas deben garantizarse de que sus operaciones sean rentables. Implantan normas privadas y públicas en sus cadenas de suministro, a fin de garantizar estándares de calidad y el cumplimiento de los resultados sociales y ambientales deseados. Estas normas poseen efectos positivos al garantizar a los consumidores que los alimentos cumplen con un nivel de calidad establecido y que la producción no crea efectos socioambientales negativos. Sin embargo, las normas también pueden representar una carga para los pequeños agricultores y sus medios de subsistencia. A menudo no disponen de los recursos financieros y técnicos para cumplir normas rigurosas, y por lo tanto, corren el riesgo de ser excluidos de la cadena de valor de un minorista. Al mismo tiempo, su bienestar se ve afectado por otras prácticas comerciales, como retrasos en los pagos, precios que fomentan las ventas a granel (por ejemplo, promociones «compre uno y llévese dos») y estándares cosméticos (por ejemplo, forma/color de las frutas y verduras).⁹²

Así, los pequeños productores deben cumplir o salir de la cadena de valor y entrar en mercados tradicionales o informales.⁹³ Cuando ninguna de las opciones es lucrativa, la única opción que les queda a los pequeños propietarios es vender, a menudo a las empresas que participan en grandes plantaciones, lo que conduce a la mayor consolidación de las tierras agrícolas. De otro modo, los agricultores pueden tratar de expandir la producción para compensar los menores beneficios que en los países en desarrollo a menudo conducen al cambio de uso de la tierra y a la deforestación. El desequilibrio de poder entre los compradores y los productores está distorsionando los mercados y expulsando a

los pequeños agricultores del negocio. Las políticas públicas para abordar este desequilibrio pueden incluir mecanismos financieros que incentiven la agricultura sostenible; leyes para garantizar tratos justos entre supermercados y pequeños agricultores; y políticas para ayudar a los agricultores a superar los fallos del mercado que les impiden acceder a mercados más lejanos.

Alientan los cambios en la dieta excluyendo los alimentos derivados del uso intensivo de la tierra con cadenas de valor largas, como productos de origen animal, alimentos procesados y frutas y verduras fuera de temporada. Un cambio de los productos básicos de tierra, agua y energía intensiva contribuirá a aumentar la seguridad alimentaria y la sostenibilidad a largo plazo. Al mismo tiempo, bajaría los precios de los alimentos en los países en desarrollo y reduciría los costes relacionados con la salud del consumo excesivo y la degradación del medio ambiente. La reducción del recorrido de los alimentos también reduciría las presiones sobre la tierra: en los sistemas de «cadena corta», los alimentos pasan directamente de los productores a los consumidores, como la agricultura de subsistencia, los mercados de agricultores o los programas de comidas escolares que emplean alimentos locales.

Los gobiernos y las empresas poseen un papel clave que desempeñar en la sensibilización y fomento de los cambios dietéticos, como la adopción de días sin carne y leche/productos no lácteos, comidas escolares vegetarianas y directrices dietéticas persuasivas. El gobierno chino, por ejemplo, ha esbozado un plan para reducir el consumo de carne de sus ciudadanos en un 50 por ciento, a fin de mejorar la salud pública y reducir significativamente las emisiones de gases de efecto invernadero. Si tienen éxito, las nuevas pautas dietéticas reducirían el consumo de carne per cápita entre 14 y 27 kg al año.⁹⁴ Este tipo de iniciativas pueden centrarse en el papel de la nutrición en el desarrollo de enfermedades crónicas; en las razones fisiológicas que nos atraen a los alimentos que no benefician a la salud; en las consecuencias ambientales de las elecciones de alimentos; o en el fundamento holístico de los alimentos integrales y la nutrición basada en vegetales. Estas estrategias de sensibilización ya han ayudado a millones de personas de todo el mundo a realizar la transición a dietas vegetales.

La reducción de los desperdicios y pérdidas de alimentos en toda la cadena de suministro de alimentos es responsabilidad de los consumidores, productores, corporaciones y gobiernos para ayudar a aliviar las presiones del sistema de tierras. Alrededor de un tercio de la comida producida se pierde o se desperdicia. En los países en desarrollo, las pérdidas de alimentos se producen principalmente después de la cosecha o durante el procesamiento, el almacenamiento y el transporte, mientras que en los países desarrollados las pérdidas de alimentos se producen principalmente en los niveles minoristas y de consumo.

La principal razón de que haya desperdicios de alimentos de los consumidores en los países ricos es que la gente puede permitirse el lujo de desperdiciar alimentos. Los consumidores de los países industrializados tiran hasta el 40 por ciento de los alimentos que compran, y la materia orgánica en los vertederos genera el 20 ciento de todas las emisiones de metano,⁹⁵ un potente gas de efecto invernadero. Este tipo de comportamiento es fomentado por múltiples factores, como los restaurantes que sirven bufets a precios fijos y tiendas minoristas que ofrecen incentivos para hacer grandes compras de un solo producto. Cuando no se consumen, la eliminación de los alimentos suele considerarse más barata y más fácil que usar o reutilizar, como la conversión de residuos en fertilizantes ricos en nutrientes.

Los consumidores del mundo desarrollado también desean que esté disponible una amplia gama de productos, lo que aumenta la probabilidad de que algunos de ellos alcancen su fecha de caducidad y así se desperdicien. Un modo eficaz de reducir los desperdicios es crear mercados para productos «inferiores», en los cuales entidades comerciales y organizaciones sin ánimo de lucro pueden recolectar y vender o utilizar los alimentos descartados que siguen siendo seguros, saben bien y tienen valor nutricional. Los cambios en la actitud de los consumidores sólo se lograrán con educación, concienciación e iniciativas del sector público que cuenten con el apoyo de los sectores de marketing y minoristas. Los consumidores generalmente están dispuestos a comprar productos irregulares o dañados, siempre y cuando el sabor no haya cambiado.⁹⁶ Un enfoque para reducir este tipo de desperdicios es la venta directa de las frutas y verduras a los consumidores –sin tener que pasar por los controles de calidad

establecidos por los supermercados en relación al peso, tamaño y aspecto– en mercados locales de agricultores, cooperativas de alimentos e iniciativas agrícolas apoyadas por comunidades.

Finalmente, los consumidores pueden reducir el desperdicio de alimentos de una manera significativa y sistémica, introduciendo cambios en los modos de cocinar. Esto lleva haciéndose miles de años en culturas alimentarias de todo el mundo, basadas en la diversidad y la inventiva en el campo, y gracias a la creatividad y las técnicas culinarias. En el pasado, esto significaba aprovechar lo que la tierra podía dar fácilmente en cada estación, y produjo un sistema alimentario regido por la diversidad y la eficiencia.⁹⁷

Reducir las pérdidas posteriores a la cosecha, incluyendo los alimentos que se dejan en los campos para que se pudran y los que se echan a perder durante el almacenamiento y el transporte debido a la falta de infraestructuras. Esto provoca una reducción de los ingresos para los pequeños agricultores y un aumento de los precios para los consumidores pobres en los países con inseguridad alimentaria. Las pérdidas de alimentos generalmente se producen en las primeras etapas de la cadena de valor, y varían en función del cultivo y la técnica de cosecha. Estas pueden producirse debido a limitaciones económicas, laborales o técnicas en el campo, o limitaciones de mercado e infraestructura que impiden un almacenamiento, procesamiento y distribución adecuados.⁹⁸ Fortalecer la cadena de suministro mediante el apoyo directo a los agricultores e inversiones en infraestructura y transporte, así como en una expansión de la industria alimentaria y del envasado, podría ayudar a reducir la pérdida de alimentos.⁹⁹



© Yusuf Ahmad/ICRAF

RESPUESTA 6: Creación de un entorno propicio y aumentar la escala para lograr el éxito

Conceptos clave

- Crear un entorno propicio significa apoyar las condiciones sociales y económicas subyacentes adecuadas que permiten el progreso, en particular las relativas a la participación de las partes interesadas, la tenencia de la tierra, la igualdad de género y la disponibilidad de inversiones e infraestructura sostenidas
- La mayoría de las técnicas y prácticas necesarias para lograr la neutralidad de la degradación de la tierra y una pérdida neta nula en el consumo y la producción sostenibles son conocidas y probadas, pero hay desafíos enormes para ampliar las pequeñas empresas hasta una escala de paisaje
- Una vez que estas condiciones previas estén establecidas, es necesario implementar un proceso consciente de aumento de escala de las buenas prácticas incorporadas en el diseño de proyectos y programas. Se describe un proceso de ocho pasos para aumentar la escala

¿CUÁLES SON LAS NOVEDADES?

Se habla mucho de la necesidad de aumentar la escala de las buenas prácticas en materia de gestión sostenible de la tierra, pero los proyectos pocas veces planean una estrategia de aumento de escala. Existen herramientas que incluyen consideraciones de escala en la fase de diseño y planificación, el uso del aprendizaje entre iguales y la difusión de la información a través de las vías locales de comunicación, pero la mayoría de las veces no existe financiación para este tipo de actividades. Los pequeños proyectos inspiradores desempeñan un papel, pero ya no son suficientes. Necesitamos aumentar la escala.

A pesar de décadas de investigación y trabajo sobre la gestión sostenible del territorio,¹⁰⁰ las pruebas y análisis presentados en esta Perspectiva muestran que seguimos perdiendo terreno en lo que respecta a la salud y la productividad de las tierras del mundo. Esto está lejos de ser inevitable: existen muchos ejemplos de gestión exitosa. Sin embargo, la multitud de proyectos a pequeña escala no se ha traducido significativamente en una adopción a gran escala. Si bien parte de la inercia puede explicarse por los muchos intereses creados que hay en el modelo de negocio del actual sistema alimentario, estos obstáculos no son inamovibles. Las tecnologías que promueven la adopción y la difusión de la gestión sostenible del territorio dependen de enfoques e instituciones que capaciten y empoderen a las personas. Un entorno propicio ayuda a fomentar la responsabilidad compartida en la gestión de concesiones para equilibrar el desarrollo económico con la sostenibilidad ambiental. Temas como los procesos participativos, la tenencia de tierras y la igualdad de género pueden parecer muy lejanos de los detalles técnicos de la gestión del suelo o de las cadenas de suministro, pero son fundamentales para el éxito total en el aumento de la escala. A continuación describimos algunos de los elementos más importantes.

1. Participación de las partes interesadas: Un enfoque de paisaje puede ayudar a conciliar las diferentes percepciones y garantizar que la tierra no sea considerada únicamente en términos utilitarios o financieros, sino que también sea gestionada de manera que se tengan en cuenta los servicios indirectos o intangibles de los ecosistemas que proporcionan identidad cultural y un futuro viable para el sector rural, al tiempo que protegen

las múltiples funciones de la tierra. Varios elementos se consideran importantes:

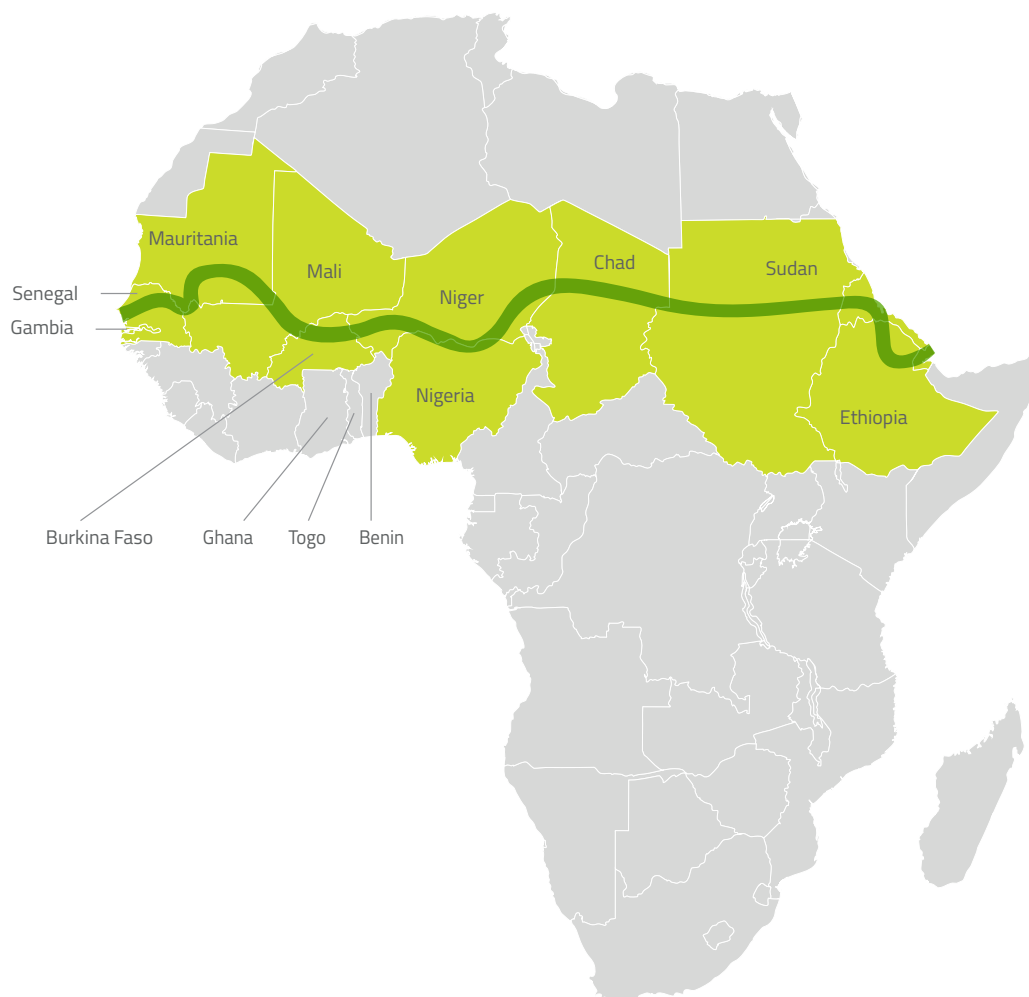
- Negociar las concesiones y desarrollar las estructuras e instituciones que perduran y que todas las partes interesadas respetan y con las cuales están dispuestas a trabajar. Puede tratarse de entidades existentes, tales como órganos gubernamentales locales, consejos comunitarios tradicionales, organizaciones religiosas y de agricultores, o pueden crearse especialmente con el propósito de aumentar la escala.
- Abordar las desigualdades en materia de tenencia de tierras, género, acceso, ingresos y justicia social. La gestión sostenible a largo plazo depende de que todos tengan intereses en juego y sean respetados. Los derechos de las minorías religiosas y culturales, y los derechos de las mujeres y los niños, requieren por lo general una atención especial.
- Apoyar un futuro viable para el sector rural, como el acceso a los mercados, a la energía y a las infraestructuras. La transformación rural está creando explotaciones agrícolas más grandes y más consolidadas y el desplazamiento de los pequeños agricultores.
- Reconocer las necesidades más amplias: la tierra no es un recurso puramente biofísico, sino que también está imbuida de muchos valores históricos, culturales, emocionales y espirituales, y un sentido de pertenencia.
- Abordar los imperativos morales y éticos: también existe el poderoso argumento ético de que los seres humanos no tienen derecho a llevar a especies y ecosistemas a la extinción.

Cuadro 11: Construcción de una gran muralla verde en África

Ya en la década de los ochenta, Thomas Sankara, el entonces Presidente de Burkina Faso, propuso replantar el Sahel. En 2007, la Unión Africana adoptó la *Iniciativa para la Gran Muralla Verde del Sahara y el Sahel*. La iniciativa es una estrategia regional armonizada¹⁰¹ para crear un mosaico de paisajes verdes y productivos en el norte de África, el Sahel y el Cuerno. Los agricultores gestionarán la regeneración natural de bosques, tierras de cultivo y pastizales. Donde la degradación es grave, se requiere una restauración activa, involucrando a las comunidades en la selección de especies nativas. La Muralla atravesará zonas áridas y semiáridas al norte y al sur del Sahara: un cinturón de 15 km de ancho y una longitud de 7.775 km de Dakar a Djibouti, con un área central de 780 millones de hectáreas, en la que viven 232 millones de personas. Tendrán que recuperarse unos 10 millones de hectáreas anuales.¹⁰² El objetivo de la Muralla es revertir la degradación de las tierras para 2025 y lograr la transformación regional de las tierras para el año 2050.

Ya se han producido muchos cambios:^{103,104}

- Etiopía: recuperación de 15 millones de hectáreas de tierras degradadas, mejora de las cuencas hidrográficas y seguridad de tenencia de la tierra; con incentivos para que las comunidades participen.
- Burkina Faso, Malí y el Níger: alrededor de 120 comunidades involucradas en la replantación; plantación de más de dos millones de semillas y plántones de cincuenta especies nativas.
- Nigeria: 5 millones de hectáreas recuperadas, incluidos 319 km de cortavientos; 20.000 empleos creados. En el norte de Nigeria se ha impartido formación en regeneración a 5.000 agricultores, y más de 500 jóvenes han sido contratados como guardias forestales.
- Senegal: 11,4 millones de árboles plantados; 1.500 km de cortafuegos; 10.000 ha utilizando regeneración natural asistida; en todas las 24.600 hectáreas de tierras degradadas restauradas.
- Sudán: se han recuperado 2.000 hectáreas de tierras.



Cuadro 12: La gran muralla verde de China

Los desiertos abarcan casi una quinta parte de China, que cuenta también con otras zonas en riesgo de desertificación, especialmente en el seco oeste de China, que también está entre las regiones más pobres. Los medios de subsistencia de 400 millones de personas se ven amenazados o afectados por la degradación y el avance de los desiertos. La rápida industrialización y la urbanización han devorado las tierras de cultivo, agravando un problema que ya era serio. La extracción de madera ha expuesto tierras vulnerables a las arenas invasoras. Una prolongada sequía en el noroeste de China ha empeorado las cosas, intensificando las tormentas de polvo y arena.

Desde 1978 se plantó una *Gran Muralla Verde* de árboles, arbustos y hierbas en el desierto de Kubuqi para proteger las ciudades del norte, con un coste de 6,3 millones de dólares, y desacelerando la desertificación de aproximadamente 3.400 km² anuales en la década de 1990 a unos 2.000 km² anuales desde 2001. Según un estudio del gobierno, hasta el año 2010 se habían recuperado 12.452 km² de tierras vulnerables a la desertificación, aunque en algunas zonas la desertificación ha aumentado.¹⁰⁵

El desierto de Kubuqi es uno de los desiertos más húmedos del mundo y la arena está relativamente húmeda a 20 cm de profundidad. Los plantones de

álamos y sauces de Xinjiang están protegidos por marcos de madera hundidos en la arena, donde las raíces ayudan a estabilizar las dunas móviles. Los agricultores locales, anteriormente escépticos, actualmente apoyan la recuperación.¹⁰⁶ Sin embargo, la desertificación sigue siendo grave y la restauración sólo es parcialmente satisfactoria.¹⁰⁷ La siembra se hizo generalmente con monocultivos de especies no nativas y muchas murieron; el brote de una plaga mató mil millones de álamos.¹⁰⁸ Se necesitan cambios estratégicos para poder satisfacer totalmente las grandes ambiciones.



2. Tenencia de la tierra e igualdad de género: La gobernanza débil de la tenencia es una importante limitación en la planificación y el logro de un desarrollo sostenible; puede conducir a la degradación de la tierra y exacerbar los conflictos sobre el uso de los recursos de la tierra. A la inversa, la garantía de los derechos sobre los recursos y la tenencia de la tierra contribuye a la adopción de prácticas de gestión sostenible de la tierra. Sigue existiendo en todo el mundo inseguridad en la tenencia de la tierra, aunque muchos países han reestructurado totalmente sus marcos jurídicos y reglamentarios en lo que respecta a la administración de tierras, en muchos casos armonizando el derecho escrito moderno con los derechos consuetudinarios.

En muchos países en desarrollo se necesitan reformas políticas y jurídicas más eficaces para salvaguardar estos derechos para los pequeños agricultores, las comunidades rurales, los pueblos indígenas y las mujeres. En algunos casos, esto incluye dar más poder a los usuarios tradicionales de las tierras dentro de los sistemas oficiales de administración de tierras para aumentar su confianza en hacer inversiones a largo plazo en las tierras. La igualdad de derechos de las mujeres y los hombres en cuanto a la posesión y utilización de propiedades es una piedra angular del progreso social, político y económico.

Es bien sabido que las mujeres desempeñan un papel fundamental en la conservación y gestión de los recursos de la tierra. Si bien algunos países han reconocido en sus constituciones y leyes los derechos de las mujeres a la tenencia de tierras, en la mayoría de los países en desarrollo el predominio de los sistemas patriarcales relega a las mujeres a posiciones subordinadas, haciendo que las mujeres solo tengan acceso a la tierra y a sus recursos a través de su esposo o parientes varones. Este sistema de acceso primario (masculino) y secundario (femenino) a la tierra –mediante el cual las mujeres rurales padecen inseguridad en la tenencia de la tierra– afecta a la manera en que los hombres y las mujeres gestionan los recursos naturales, tanto individualmente como en las áreas comunales.

La tierra es un recurso fundamental para las mujeres, particularmente cuando se convierten en cabezas de familia, lo que puede ocurrir debido a la migración masculina, el abandono, el divorcio o la muerte. Tanto en los entornos urbanos como en los rurales, la garantía de los derechos de propiedad de las mujeres puede significar la diferencia entre la dependencia del apoyo familiar y la capacidad de formar un hogar viable, autosuficiente y encabezado por mujeres. Del mismo modo, garantizar los derechos de las mujeres a la tierra en caso de matrimonio puede permitirles mayores reclamaciones sobre la disposición de los bienes en caso de divorcio o muerte de su marido.¹¹⁰

Figura 4: Funciones administrativas de la tierra para el desarrollo sostenible:
Rediseñado a partir de¹⁰⁹





Cuadro 13: Empoderamiento de mujeres y pequeños productores en el altiplano peruano¹¹¹

El altiplano peruano es una de las zonas más pobres del mundo. La alta variabilidad climática, la gran altitud, la fragmentación de la tierra y el limitado acceso a los mercados y a los recursos financieros fomentan una agricultura altamente diversificada y compleja basada en la patata y los sistemas ganaderos de baja productividad, cuyo objetivo principal es minimizar la vulnerabilidad alimentaria y los riesgos climáticos. La agricultura tiene lugar en las fincas familiares y en las tierras comunales, que proporcionan un ingreso anual promedio de 517 dólares USA (± 183) per cápita al año.

Para mejorar la productividad agrícola y los ingresos familiares y reducir la vulnerabilidad mediante la mejora de la resiliencia de los sistemas agrícolas, se utilizó un enfoque integrado de sistemas y se seleccionaron tres actividades para organizar cadenas de valor para el cultivo de la quinoa, la producción láctea y la cría de truchas. El trabajo involucró a más de 120 comunidades rurales y se seleccionaron las buenas prácticas en base al clima, los recursos humanos y naturales de la región, y la ventaja competitiva de las opciones de producción basadas en la mejora de las oportunidades de mercado, los ingresos y el empoderamiento de las mujeres. La organización de asociaciones de productores, el apoyo técnico, el mejoramiento del acceso al mercado mediante productos de valor agregado, la participación social, la disponibilidad de crédito para la inversión en actividades productivas y la diversificación de los medios de subsistencia fueron factores críticos para promover la ampliación de escala.

Se alentó a los productores a dedicar más recursos a la producción de quinoa, hasta entonces una cosecha de baja prioridad destinada al consumo. 1.175 familias participaron en la producción de quinoa orgánica, que recibió apoyo crediticio supervisado además de asistencia para el procesamiento y la comercialización. Debido a un aumento de la superficie plantada, mayores rendimientos y más exportaciones, la renta familiar neta anual producida por la quinoa aumentó de 72 a 700 dólares USA entre 2006 y 2011. La producción de leche aumentó sustancialmente con forraje adicional, pienso y la introducción de pequeños silos. En 2011, los ingresos anuales por familia procedentes de productos lácteos de catorce fábricas de queso gestionadas por productores habían aumentado de 29 a 767 dólares USA; las propias fábricas generaron un ingreso anual promedio de 3.328 dólares por cada familia participante.

El proyecto también organizó a 84 familias en siete grupos, y proporcionó formación y crédito para iniciar granjas de truchas; la participación de las mujeres fue cercana al 50%. Los grupos planearon y administraron el proceso de producción, construyeron la infraestructura básica, normalizaron el producto, administraron los costes de producción y comercializaron sus productos. En cinco años, las granjas produjeron 4.421 toneladas de truchas con un valor bruto superior a 11 millones de dólares USA. El ingreso anual por familia participante fue de entre 784 y 7.788 dólares USA.

La tenencia de tierras es un factor importante en la planificación del uso de la tierra, ya que algunas opciones de uso de la tierra pueden predeterminar un grupo de usuarios potenciales, o viceversa, donde el tipo de régimen de tenencia de la tierra o de gobierno estrecha el rango de opciones de uso de las tierras. A su vez, la planificación del uso de la tierra puede mejorar la gobernabilidad fomentando:

Marcos jurídicos y normativos: Las reformas políticas y jurídicas deben garantizar la seguridad de la tenencia de la tierra y los derechos sobre los recursos para los pequeños agricultores, las mujeres y las comunidades rurales. Esto implica políticas y leyes en materia de tierras favorables a los pobres que garanticen mecanismos de tenencia y cumplimiento de la ley, al tiempo que permitan a los pequeños agricultores recurrir a la ley. A menudo la tierra pertenece a una «comunidad», que puede incluir a diferentes grupos étnicos y tipos de usuarios de las tierras, por lo que la definición de los derechos a la tierra a menudo debe tener en cuenta los sistemas tradicionales de gobernanza y los instrumentos de negociación.

Conflictos o resolución de disputas: Debe tipificarse la naturaleza y el alcance de los conflictos antes de llevar a cabo la intervención. Las decisiones deben ser ejecutables, y se debe proporcionar arbitraje. Los mecanismos de resolución sólo tendrán éxito si los ciudadanos los consideran legítimos. También deben proporcionarse medios para alojar a los «perdedores» de la disputa o conflicto.

Redistribución: Deben identificarse los modos en que se determina el acceso y asignación de tierras, junto con el origen de las tierras disponibles, en caso de que la distribución sea una opción. Los mercados de alquiler deberán proporcionar acceso a todos, incluidos los pueblos indígenas y las mujeres. Cuando proceda, la redistribución de la tierra debe ir acompañada de un proceso transparente de concesión de la tenencia respaldado por la planificación y prestación de la infraestructura rural.

Administración de tierras: En general, es necesario mejorar la eficiencia de los sistemas de administración de las tierras, específicamente:

- Establecer sistemas de registro y titulación de los derechos existentes, proporcionar servicios catastrales, mejorar la agrimensura de las tierras y desarrollar capacidades en las comunidades locales para apoyar la identificación y la gestión (incluido el registro) de los derechos consuetudinarios;
- Formalizar y hacer seguras las transacciones de terrenos, y regular los mercados de tierras;

Cuadro 14: Tenencia de la tierra para titulares de derechos consuetudinarios en Uganda¹¹²

Los derechos de los propietarios consuetudinarios de tierras se garantizaron mediante la adjudicación, demarcación y registro de tierras consuetudinarias en el distrito de Kasese, Uganda. Anteriormente, los titulares de derechos consuetudinarios no se sentían seguros y no invertían en la tierra por miedo a ser desalojados. Para la aplicación de las Directrices Voluntarias sobre la Gobernanza Responsable de la Tenencia de Tierras, Pesquerías y Bosques (VGGT, por su sigla en inglés), la FAO apoyó la expedición de Certificados de Propiedad Consuetudinaria (CCO, por su sigla en inglés) a titulares de derechos consuetudinarios, tanto hombres como mujeres. Esto implicó: la adaptación del software VGGT Open Tenure para cumplir los requisitos legales y políticos de Uganda; la formación y desarrollo de capacidades del personal del Distrito y de los Comités de Tierras de la Zona, con la participación de estudiantes de la Universidad de Makerere; concienciación y movilización de las comunidades; trabajo de campo para la adjudicación y demarcación de los derechos sobre la tierra; y el procesamiento de datos y la transferencia de los mismos al servidor de la comunidad. Más de 5.000 hogares, que acogían a unas 30.000 personas, se beneficiaron directamente de esta iniciativa, incluidas mujeres y personas marginadas que ahora disfrutaban de una mayor seguridad en la tenencia. También hubo una reducción significativa de los conflictos relacionados con la tierra entre los beneficiarios, así como una mayor capacidad de acceder al capital y a la planificación en el distrito.

- Establecer procedimientos sencillos y justos para las transacciones de tierras y su registro formal; desarrollar mecanismos para la regulación de los mercados de tierras (dando prioridad a las comunidades locales, permitiendo que las entidades locales definan las normas sobre ventas de tierras a miembros externos a la comunidad, etc.); mantener sistemas de información sobre las tierras y realizar con regularidad estudios de valoración de los terrenos.

3. Inversión sostenida e infraestructuras:

Es necesario un flujo seguro de inversiones, por medio de mecanismos de financiación a largo plazo y previsible, pero no es suficiente para gestionar de manera sostenible los recursos de la tierra a escala del paisaje. A menudo se requiere infraestructura, como mercados (crédito), transporte y energía, para mejorar la productividad y reducir las ineficiencias y los residuos relacionados con los recursos naturales. El sector público debe desempeñar un papel principal en el suministro de la infraestructura rural y, en algunos casos, de los servicios de difusión, necesarios para fomentar o garantizar inversiones regulares del sector privado en la gestión sostenible de la tierra.



Se necesitan recursos seguros para gestionar paisajes sostenibles y proporcionar la infraestructura adecuada. Esto conllevará la estructuración de las inversiones dentro de un modelo socioeconómico más amplio que garantice mayores prestaciones sociales, y que al mismo tiempo proporcione beneficios privados razonables, incluido el acceso al crédito y a los mercados:

- Una nueva generación de políticas públicas inteligentes, que tomen en consideración las ganancias tanto públicas como privadas, y que tengan como objetivo limitar o restringir las prácticas insostenibles o aquellas con elevados costes ambientales o sociales, fomentando al mismo tiempo alternativas más sostenibles
- Lograr una mayor equidad entre las necesidades de los consumidores y de los productores en las cadenas de valor
- Encauzar las inversiones hacia productos más sostenibles y que no requieran un uso intensivo de tierra, valorados en términos sociales y económicos

Cuadro 15: La India adopta la primera política agroforestal nacional del mundo¹¹³

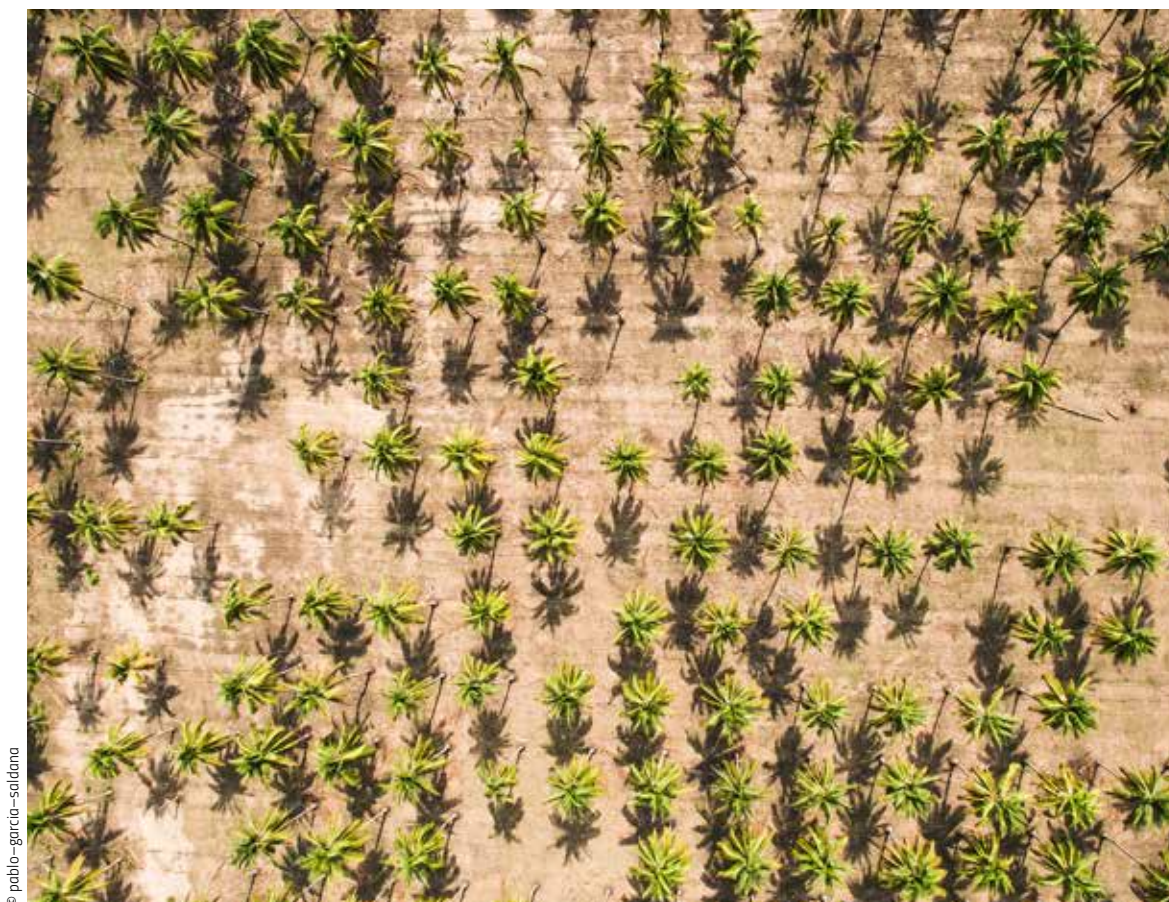
En 2014, la India se convirtió en el primer país del mundo en adoptar una política agroforestal nacional que promueve la práctica de integrar árboles, cultivos y ganado en una misma parcela de tierra. Los agricultores han plantado árboles en sus granjas durante generaciones para tener un suelo sano y garantizar así el abastecimiento de alimentos, madera y combustible. Pero la práctica de la agrosilvicultura se ha reducido drásticamente en la India durante las últimas décadas. La agrosilvicultura tiene el potencial de lograr la sostenibilidad en la agricultura, optimizando al mismo tiempo su productividad. La nueva política habla de la coordinación, convergencia y sinergia de distintos elementos de la agrosilvicultura, ahora dispersos en diversas comisiones, programas y planes de diferentes ministerios: agricultura, desarrollo rural y medio ambiente. La política se implementará a través de una comisión o consejo integrados de agrosilvicultura. Además, la política también hace referencia a la seguridad de la tenencia de la tierra, promoviendo la investigación y la creación de capacidades, alentando la participación de industrias que se ocupan de productos agroforestales y ofreciendo incentivos a los agricultores.

Cuadro 16: Invertir en la agricultura de proteínas vegetales¹¹⁴

A medida que las dietas basadas en vegetales y sucedáneos de carne son cada vez más populares entre los consumidores ricos y urbanos, principalmente por motivos de salud y ambientales, varias grandes corporaciones multinacionales de alimentos han establecido fondos de capital de riesgo para respaldar formas innovadoras de proteínas y maneras de producir alimentos. Estos fondos están destinados a aumentar su exposición a un segmento de rápido crecimiento del mercado de proteínas y a empresarios alimentarios que centran sus esfuerzos en el desarrollo de productos y tecnologías que ayudarán a cambiar nuestro actual sistema de alimentos. Un ejemplo es la vegana *Hamburguesa imposible*, que en comparación con la de carne de vacuno utiliza un 95 por ciento menos de tierra, un 74 por ciento menos de agua y produce un 87 por ciento menos de emisiones de gases de efecto invernadero; además, está 100% libre de hormonas, antibióticos e ingredientes artificiales. Su peculiar sabor ferroso, a carne, se debe a la adición de hemoglobina, una molécula que se encuentra en altas concentraciones en la sangre animal, extraída en este caso de las raíces de plantas leguminosas.¹¹⁵

Tyson Foods ha lanzado un fondo de capital de riesgo de 150 millones de dólares USA para complementar sus actuales inversiones y centrarse en compañías que están

desarrollando tecnologías y modelos de negocios innovadores, como Beyond Meats, una empresa que produce hamburguesas, pollo y otros productos cárnicos tradicionales a partir de vegetales ricos en proteínas. Del mismo modo, General Mills estableció un fondo que ha tomado posiciones en empresas de nueva creación como Kite Hill, una empresa alternativa de productos lácteos que produce yogur, ricotta e incluso queso crema a partir de leche de frutos de cáscara. Campbell Soup invirtió 125 millones de dólares USA en Acre Venture Partners, que ha emitido 10 millones de dólares USA en una ronda de serie A de acciones preferentes de Back to the Roots, una empresa que fabrica kits para cultivar hongos caseros, así como cereales orgánicos. Kellogg ha establecido un fondo de 100 millones de dólares USA destinado a invertir en marcas alimentarias emergentes que utilizan nuevas tecnologías enfocadas en el consumidor que podrían conducir a oportunidades de crecimiento mutuo a largo plazo, tales como Rhythm Superfoods, que produce aperitivos a partir de col rizada, remolacha, brócoli, semillas y frutos de cáscara. Según datos de Dow Jones VentureSource, las empresas de capital de riesgo invirtieron 420 millones de dólares USA en empresas agroalimentarias durante los tres primeros trimestres de 2016. En 2015, estas inversiones alcanzaron casi los 650 millones de dólares USA.



© pablo-garcia-soldano

Cuadro 17: Regeneración natural gestionada por agricultores en África¹¹⁶

Actualmente se están realizando esfuerzos para aumentar la escala de la regeneración natural de explotaciones agrícolas, así como la plantación de árboles para desarrollar nuevos sistemas agroforestales en 17 países de África y varios países de Asia. La regeneración natural es más económica que la plantación de árboles, y puede generar rendimientos más rápidamente. En tiempos de escasez financiera, estos son argumentos sólidos para prestar más atención a la regeneración natural. Pero se necesita un esfuerzo acelerado para ampliar el alcance de estos sistemas y poder transformar las granjas de decenas de millones de los agricultores más pobres. El acelerado aumento en escala de los logros de la actual regeneración natural es una forma pragmática de avanzar. Ayudará a conseguir los ambiciosos objetivos de recuperación, que no son alcanzables con el enfoque de repetir lo mismo limitado a los proyectos de plantación de árboles. A menos que se creen las condiciones en las que los usuarios de las tierras estén dispuestos a invertir sus escasos recursos en la protección y gestión de los árboles dentro y fuera de las explotaciones agrícolas, no se podrá ganar la batalla contra el cambio climático, la degradación de los ecosistemas y el hambre y la malnutrición.

Se habla mucho de la necesidad de aumentar la escala de las buenas prácticas en materia de gestión sostenible de la tierra, pero los proyectos pocas veces planean una estrategia de aumento de la escala. Pueden disponer de presupuesto para las visitas de estudio de los agricultores, pero no para programas de radio, que llegan a muchos hogares agrícolas. La mayoría de los pasos propuestos para aumentar la escala requieren sólo una financiación modesta, pero todos requieren paciencia, persistencia, creatividad y líderes locales.

Cuadro 18: Un agricultor empieza una iniciativa de restauración a gran escala en Sudáfrica¹²³

La ganadería caprina intensiva ha degradado más de 1,5 millones de hectáreas de matorral subtropical en la Provincia Oriental del Cabo, en Sudáfrica, lo que ha originado un paisaje desértico, con temperaturas superficiales que alcanzan los 70 °C. La reducción o pérdida de prácticamente todos los servicios del ecosistema proporcionados por el matorral condujo a la disminución de los ingresos de los agricultores y a una depresión de la economía local. El desafío era cómo restaurar la salud del ecosistema para maximizar tanto los beneficios ambientales como los económicos.

A principios de la década de 1970, un ganadero cercano a Uitenhage dio un paso pequeño pero importante para abordar este desafío. Había construido un granero en el fondo de una pendiente degradada, que se inundaba siempre que llovía copiosamente. Decidió tratar de restaurar la pendiente para que la ocupara de nuevo un denso matorral, con el fin de aumentar la infiltración de agua de lluvia y evitar la inundación de su granero. Usando esquejes del arbusto suculento indígena (*Portulacaria afra*) –el arbusto elefante–, él y otros agricultores comenzaron a regenerar la estructura del matorral; la calidad del suelo y las reservas de carbono mejoraron, y la capacidad de carga animal de la tierra y los ingresos aumentaron 10 veces.

Basándose en las experiencias de estos agricultores y ganaderos pioneros, el gobierno sudafricano decidió invertir en la restauración a gran escala de matorrales degradados. Se creó el Programa de Restauración del Matorral Subtropical, y entre 2004 y 2016 se gastaron aproximadamente 8 millones de dólares USA. Los agricultores, los administradores de las reservas, los funcionarios del gobierno y los científicos aunaron fuerzas para descubrir cómo aumentar la escala de los esfuerzos de restauración. Hasta la fecha se han plantado más de 10.000 hectáreas con esquejes de arbusto elefante en reservas naturales, en terrenos privados y en todo el Parque Nacional de los Elefantes de Addo. También se creó un gran experimento con más de 300 parcelas de un cuarto de hectárea repartidas en más de 1.000 km. Y todo ello comenzó con un único agricultor.

Figura 5: Marco progresivo para aumentar la escala de mejores prácticas:
Adaptado de¹¹⁹



Aumento de escala del marco para detener y revertir la degradación de las tierras¹¹⁷

En teoría, los proyectos exitosos a pequeña escala se pueden transformar en la práctica en cambios más amplios, pero esto ha resultado ser difícil. El Panorama Mundial de Enfoques y Tecnologías de Conservación (WOCAT, por su sigla en inglés)¹¹⁸ es una red mundial consolidada que apoya los procesos de innovación y toma de decisiones en la gestión sostenible de la tierra (SLM, por su sigla en inglés). Comprender por qué ciertas innovaciones prosperan y encontrar las formas más eficaces de aumentar la escala de las innovaciones exitosas es esencial para lograr la sostenibilidad. Las pruebas sugieren que muchos proyectos piloto y experimentales carecen a menudo de elementos cruciales para tener éxito a mayor escala, tales como la participación de las partes interesadas, características estructurales o capacidades técnicas. La Figura 5 resume algunos de los pasos clave en el aumento de escala de las prácticas de SLM desde el nivel local hasta el nacional y más allá.

La determinación del alcance de un aumento de escala de las prácticas de SLM debe iniciarse con una evaluación que identifique las limitaciones biofísicas, sociales o administrativas (Paso 1). Se recomienda un proceso inclusivo para involucrar a todos los actores en las decisiones sobre la gestión de tierras mediante el diagnóstico colectivo de los contextos ambientales, sociales, económicos, tecnológicos y políticos, y la identificación de los principales factores responsables de la degradación (Paso 2). Después se define con precisión el estado actual de la degradación de la tierra, tanto en términos biológicos como de productividad económica (Paso 3).

A continuación se hace una criba de las posibles opciones de gestión, utilizando criterios tales como el mejoramiento en la selección de cultivos o la productividad de la biomasa, los costes/beneficios económicos y la aceptación social y cultural (Paso 4). Paralelamente, se priorizan las opciones de SLM y su escala potencial en función de éxitos previamente demostrados o de los factores locales favorables (Paso 5). Después deben crearse proyectos piloto y escoger lugares de experimentación (Paso 6) con una idea clara de cuáles son los elementos a los que se les aumenta



© GIZ—Michael—Tsegaye

la escala y de la financiación necesaria (por ejemplo, tecnología, proceso u organización).

El intercambio de información, el aprendizaje entre iguales y el desarrollo de relaciones de colaboración son importantes (Paso 7), incluyendo cómo se asignan o comparten los roles entre diversos grupos de interés (por ejemplo, agricultores, ONG, organismos de difusión, sector privado, unidades administrativas, donantes, organizaciones de investigación). Finalmente, son esenciales un proceso y protocolos para la supervisión y evaluación, tanto para proporcionar información a los actores como para aportar soluciones de gestión adaptativa (Paso 8).

Determinar si existe una base adecuada para que el aumento de escala tenga éxito depende en gran medida de las pruebas disponibles. Esto puede incluir prácticas innovadoras con pruebas objetivas mínimas; una práctica prometedora con casos anecdóticos; un modelo que presente pruebas positivas en algunos casos; buenas prácticas con pruebas claras de numerosos casos; mejores prácticas con pruebas de su impacto en numerosos contextos; o un principio normativo de eficacia demostrada.¹²⁰ En muchos casos, estas innovaciones son impulsadas por «líderes» que son

capaces de obtener el imprescindible apoyo social, político y financiero. Este marco también reconoce la importancia de mecanismos de múltiples actores para el aumento de escala de las prácticas de SLM, que pueden utilizarse como vehículos para una mayor adaptación e innovación, yendo más allá del simple alcance de una intervención particular.¹²¹

La ciencia y los conocimientos tradicionales desempeñan un papel importante en la comprensión de cuáles son los contextos (por ejemplo, biofísicos, socioeconómicos, políticos y financieros), en los que una opción particular, tal como la agricultura de conservación o la agrosilvicultura, es probable que se adopte, aumente la escala y se mantenga.¹²² Esto puede ayudar a evitar las decepciones asociadas a muchos proyectos de desarrollo que han completado su ciclo y carecen de seguimiento, dando como resultado el abandono de intervenciones que se creían autosostenibles. Unido a un marco nacional general para la neutralidad de la degradación de las tierras que se esfuerce por implementar proyectos transformadores, este marco puede servir para armonizar los incentivos para los beneficios privados y locales a corto plazo, a menudo en una sola temporada de cultivo, con beneficios públicos a largo plazo y más difusos.

CONCLUSIÓN: PENSANDO EN EL FUTURO

En un mundo enojado, inestable y cada vez más peligroso, lograr una adecuada gestión de la tierra debe ser una prioridad urgente para todos si queremos que la humanidad no solo sobreviva, sino también prospere. Las numerosas prácticas y acciones destacadas en esta Perspectiva sirven como un recordatorio oportuno de maneras probadas y rentables de actuar que nos permitirán alcanzar un futuro próspero y más sostenible basado en derechos, recompensas y responsabilidades.

La primera edición de la *Perspectiva global de la tierra* proporciona una visión general de la situación de los recursos globales de tierras, examina algunas tendencias y sugiere un programa de acción, un nuevo acuerdo para los gestores de las tierras. Durante su preparación han surgido algunos temas clave, pero muchas preguntas siguen sin respuesta. La historia está llena de grandes cambios inesperados: inventos, colapsos de ecosistemas, y cosas aparentemente triviales como cambios en el gusto y la moda que de repente crean o destruyen todo un sector industrial, comercial o agrícola. Por su propia naturaleza tales cosas son difíciles de predecir. A continuación hay algunas preguntas cruciales que creemos que podrían cambiar radicalmente la dirección del uso de la tierra en los próximos años y décadas.

¿Sobrevivirán los pequeños agricultores?

Actualmente hay más de mil millones de pequeños agricultores. Las tendencias actuales indican que muchos, tal vez la mayoría, desaparecerán bajo una ola de consolidación en empresas más grandes y rentables. ¿Es inevitable este cambio? ¿Querrá la gente seguir cultivando unas pocas hectáreas de tierra cuando disponga de otras oportunidades? ¿Se abrirán oportunidades de trabajo en nuevos sectores de la economía, o la pérdida de estas explotaciones agrícolas llevará a la indigencia? Para que la agricultura a pequeña escala sobreviva, necesitará reconocimiento positivo y apoyo mediante políticas gubernamentales, las elecciones de los consumidores y los servicios de difusión. El futuro sigue siendo muy incierto.

¿Cuál es el futuro de los cultivos modificados genéticamente?

La industria y algunos gobiernos piensan que son cruciales para la agricultura. La experiencia en el sur de Asia y África cuenta una historia muy diferente, que muestra que los cultivos transgénicos no han cumplido sus promesas. ¿Los cultivos transgénicos proporcionan realmente beneficios generalizados a la agricultura, independientemente de la escala, o nos iría mejor si nos basáramos en la manera tradicional de cultivar vegetales y criar ganado? El proyecto Maíz Resistente a la Sequía para África ha desarrollado 153 variedades nuevas para mejorar las cosechas en 13 países. Para disponer de una variedad transgénica comparable faltan al menos diez años.¹²³



© Neil Palmer (CIAT).

¿Provocarí­a una crisis alimentaria un cambio a gran escala hacia sistemas productivos con un uso menos intensivo de productos químicos?

¿La agricultura orgánica alimentará al mundo?

¿O lo puede conseguir algú­n otro tipo de agricultura menos intensiva? Muchos agricultores est­an convencidos de que las aplicaciones intensivas de pesticidas y fertilizantes artificiales son fundamentales para aumentar la producci3n; los agricultores que practican la agricultura orgánica en los paí­ses en desarrollo a menudo utilizan productos químicos si pueden pagarlos.

¿Provocarí­a una crisis alimentaria un cambio a gran escala hacia sistemas con menor uso de productos químicos? Los alimentos, bebidas, suplementos, cosméticos y otros artículos para el hogar de origen orgánico son un mercado en rápido crecimiento en los paí­ses desarrollados y en las emergentes clases medias del mundo en desarrollo. Todavía es demasiado pronto para decir si la agricultura orgánica seguirá siendo un mercado especializado o se convertirá en una importante fuente mundial de alimentos.

¿Qué debe hacerse ante la apropiaci3n de tierras?

Se presta mucha atenci3n a las apropiaciones internacionales de tierras, pero las élites ricas que se apropian de tierras dentro de sus propios paí­ses es otro tema, quizá­n incluso de mayor envergadura. Ambos tienen importantes repercusiones sociales y polít­icas, desplazando a comunidades sin proporcionar compensaci3n y destruyendo medios de subsistencia. ¿Son inevitables cuando los paí­ses ricos se est­an protegiendo de una futura escasez de recursos? Son difíciles de abordar mediante instrumentos jurí­dicos, y en muchos casos se llevan a cabo utilizando medios semi-legales o ilegales. ¿Pueden los paí­ses y las empresas dar ejemplo mediante sus decisiones de arrendamiento y compra?

¿Cuál es el papel del sector privado?

Muchos de los impactos negativos del uso de la tierra han sido atribuidos a características de la agricultura moderna, la cual es impulsada por un modelo de agronegocios fuertemente subsidiado, en el sentido de que no se abonan a la sociedad todos sus costes. Sin embargo, muchas empresas se est­an esforzando por abordar la sostenibilidad, mediante certificaciones, polít­icas de compra y otros medios. ¿Será la industria una fuerza positiva o negativa en el intento de hacer frente a la degradaci3n de las tierras y alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible en el futuro? ¿Qué tipo de incentivos económicos o medidas fiscales harían que la balanza se decantara hacia la sostenibilidad?

¿Qué pasaría si se produjera una adopci3n generalizada de fuentes alternativas de proteínas?

Algunos sucedáneos de la carne ya saben prácticamente igual que la carne; en pocos años serán indistinguibles y más baratos en muchos aspectos. No implicarán el tratamiento inhumano de los animales inherente a la producci3n industrial de carne. El número de vegetarianos y veganos aumenta rápidamente; una nueva generaci3n de productos vegetales que no sacrifican el sabor o la nutrici3n podrí­a transformar en unas pocas décadas grandes partes del sistema alimentario. Al combinarlos con precios más asequibles de los productos locales, orgánicos y de comercio justo, así como con niveles más bajos de desperdicios/pérdida de alimentos, existe el potencial de reducir significativamente la demanda de recursos de la tierra.

¿La tecnología y la innovaci3n emergentes nos conducirán a la prosperidad?

Las tecnologías tradicionales tienden a ser baratas y eficaces, pero ¿puede la ciencia moderna revolucionar su aplicaci3n a escalas mayores? Las torres de agua de Warka utilizan simplemente la gravedad, la condensaci3n y la evaporaci3n para recoger agua potable de la atmósfera (es decir, lluvia, niebla y rocío). Innovaciones como estas, operadas por comunidades y de su propiedad, pueden causar grandes cambios a nivel local. El Vallerani System se basa en la siembra directa de semillas de arbustos y árboles de especies autóctonas disponibles localmente, pero es la mecanizaci3n de las tradicionales técnicas zai y semicirculares para la recolecci3n de agua la que nos lleva a una escala mayor, con cada vehículo tractor capaz de rehabilitar aproximadamente 1.500–2.500 hectáreas anuales. De modo similar, ¿podremos recuperar grandes extensiones de bosque utilizando drones? ¿Logrará la agricultura de precisi3n reducir las brechas de rendimiento y proteger al mismo tiempo el agua y la biodiversidad? Hay muchas preguntas pendientes, y se espera que la segunda edici3n de la *Perspectiva global de la tierra* pueda proporcionar algunas respuestas.

REFERENCIAS

- 1 Foley, J.A. 2017. Living by the lessons of the planet. *Science* **356** (6335): 251-252.
- 2 UNCCD. 2015. Integration of the sustainable development goals and targets into the implementation of the United Nations Convention to Combat Desertification and the Intergovernmental Working Group on land degradation neutrality. Decision 3/COP12.
- 3 Orr, B.J., Cowie, A.L., Castillo Sanchez, V.M., Chasek, P., Crossman, N.D., Erlewein, A., Louwagie, G., Maron, M., Metternicht, G.I., Minelli, S., Tengberg, A.E., Walter, S., and Welton, S. 2017. Scientific Conceptual Framework for Land Degradation Neutrality. A Report of the Science-Policy Interface. United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD), Bonn. http://www2.unccd.int/sites/default/files/documents/LDN%20Scientific%20Conceptual%20Framework_FINAL.pdf
- 4 UNCCD. 2016. Achieving Land Degradation Neutrality at a Country Level: Building blocks for LDN target setting. UNCCD, Bonn.
- 5 UNCCD. 2017. Scaling up Land Degradation Neutrality Target Setting: From lessons to actions: 14 pilot countries' experiences. UNCCD, Bonn.
- 6 <http://www.unccd.int/en/programmes/Science/Monitoring-Assessment/Documents/Decision22-COP11.pdf>
- 7 Reed, J., van Vianen, J., Deakin, E.L., Barlow, J., and Sunderland, T. 2016. Integrated landscape approaches to managing social and environmental issues in the tropics: Learning from the past to guide the future. *Global Change Biology* **22**: 2540-2554.
- 8 Sayer, J., Sunderland, T., Ghazoul, J., Pfund, J.L., Sheil, D., et al. 2013. Ten principles for a landscape approach to reconciling agriculture, conservation, and other competing land uses. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **110** (21): 8349-8356.
- 9 McShane, T.O., Hirsch, P.D., Trung, T.C., Songorwa, A.N., Kinzig, A., et al. 2011. Hard choices: Making trade-offs between biodiversity conservation and human well-being. *Biological Conservation* **144**: 966-972.
- 10 Shames, S., Scherr, S.J., and Friedman, R. 2013. Defining Integrated Landscape Management for Policy Makers. *EcoAgriculture Partners*, Washington, DC.
- 11 Milder, J.C., Hart, A.K., Dobie, P., Minai, J., and Zaleski, C. 2014. Integrated landscape initiatives for African agriculture, development, and conservation: A region-wide assessment. *World Development* **54**: 68-80.
- 12 Estrada-Carmona, N., Hart, A.K., DeClerck, F.A.J., Harvey, C.A., and Milder, J.C. 2014. Integrated landscape management for agriculture, rural livelihoods, and ecosystem conservation: An assessment of experience from Latin America and the Caribbean. *Landscape and Urban Planning* **129**: 1-11.
- 13 García-Martín, M., Bieling, C., Hart, A., and Plieninger, T. 2016. Integrated landscape initiatives in Europe: Multi-sector collaboration in multi-functional landscapes. *Land Use Policy* **58**: 45-53.
- 14 Shames, S., et al. 2013. Op. cit.
- 15 Thaxton, M., Shames, S., and Scherr, S.J. 2017. Integrated Landscape Management: An approach to achieve equitable and participatory sustainable development. GLO Working Paper for UNCCD.
- 16 Brouwer, H., Woodhill, J., Hemmati, M., Verhoosel, K., and van Vuft, S. 2015. The MSP Guide: How to Design and Facilitate Multi-Stakeholder Partnerships. The Netherlands: Centre for Development Innovation (CDI), Wageningen.
- 17 Neely, C. and Chesterman, S. 2015. Stakeholder Approach to Risked-informed and Evidence-based Decision-making (SHARED). World Agroforestry Centre, Nairobi.
- 18 Denier, L., Scherr, S.J., Shames, S., Chatterton, P., Hovani, L., et al. 2015. The Little Sustainable Landscapes Book. Global Canopy Programme, Oxford.
- 19 FAO. 1993. Guidelines for land-use planning. Development Series 1. Rome.
- 20 Metternicht, G. 2017. Land use and spatial planning to support sustainable land management. GLO Working Paper.
- 21 Kami, J.D.K., Mwita, V., Flintan, F., and Liversage, H. 2016. Making village land use planning work in rangelands: The experience of the sustainable rangeland management project, Tanzania, in 2016 World Bank Conference on Land and Poverty. World Bank, Washington, DC, p. 30.
- 22 Galland, D. 2012. Understanding the Reorientations and Roles of Spatial Planning: The Case of National Planning Policy in Denmark. *European Planning Studies* **20** (8): 1359-1392.
- 23 Wallace, G., Borborak, J., and MacFarland, C. 2003. Land use planning and regulation in and around protected areas: A study of best practices and capacity building needs in Mexico and Central America, Paper presented at the 5th World Parks Congress, Durban, South Africa.
- 24 Albert, P. 1996. Integrated conservation and development projects. *Bioscience* **46** (11): 845-855.
- 25 GIZ, 2017. Conservation and sustainable use of the Selva Maya. Project description: <https://www.giz.de/en/worldwide/13435.html> accessed April 7, 2017.
- 26 Wilson, E.O. 2016. Half-Earth: Our Planet's Fight for Life. Liveright Publishing, London, UK.
- 27 Convention on Biological Diversity, 2010. Strategic Plan on Biodiversity 2011-2020. <https://www.cbd.int/sp/>
- 28 United Nations. 2016. Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development. 2010. Op. cit.
- 29 Büscher, B., Fletcher, R., Brockington, D., Sandbrook, C., Adams, W.M., et al. 2016. Half earth or whole earth: radical ideas for conservation and their implications. *Oryx* doi:10.1017/S0030605316001228.
- 30 Convention on Biological Diversity, 2010. Op. cit.
- 31 Dudley, N. (ed.) 2008. Guidelines for Applying Protected Area Management Categories. IUCN, Gland, Switzerland.
- 32 Lopoukhine, N. and Dias, B.F. 2012. Editorial: What does Target 11 really mean? *PARKS* **18** (1): 5-8.
- 33 Borrini-Feyerabend, G., Dudley, N., Jaeger, T., Lassen, B., Pathak Broome, N., et al. 2013. Governance of Protected Areas: From understanding to action. IUCN, Gland, Switzerland.
- 34 Nelson, A. and Chomitz, K. 2009. Protected Area Effectiveness in Reducing Tropical Deforestation, The World Bank, Washington, DC.
- 35 Joppa, L.N. and Pfaff, A. 2011. Global protected area impacts. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **278**: 1633-1638.
- 36 WWF. 2016. Living Planet Report 2016. Risk and resilience in a new era. WWF International, Gland, Switzerland.
- 37 Butchart, S.H.M., Stattersfield, A.J., and Collar, N.J. 2006. How many bird extinctions have we prevented? *Oryx* **40**: 266-278.
- 38 Young, R.P., Hudson, M.A., Terry, A.M.R., Jones, C.G., Lewis, R.E., et al. 2014. Accounting for conservation: Using the IUCN Red List Index to evaluate the impact of a conservation organization. *Biological Conservation* **180**: 84-96.
- 39 Hoffmann, M., Duckworth, J.W., Holmes, K., Mallon, D.P., Rodrigues, A.S.L., et al. 2015. The difference conservation makes to extinction risk of the world's ungulates. *Conservation Biology* **29**: 1303-1313.
- 40 Kami, J.D.K., Mwita, V., Flintan, F., and Liversage, H. 2016. Making village land use planning work in rangelands: the experience of the sustainable rangeland management project, Tanzania. In World Bank Conference on Land and Poverty. Washington, DC.
- 41 Jonas, H., Barbuto, V., Jonas, H.C., Kothari, A., and Nelson, F. 2014. New steps of change: Looking beyond protected areas to consider other effective area based conservation measures. *PARKS* **20** (2): 111-128.
- 42 IUCN. 2017. Guidelines for recognizing and reporting other effective area-based conservation measures – draft document, IUCN, Gland, Switzerland.
- 43 Laffoley, D., Dudley, N., Jonas, H., MacKinnon, D., MacKinnon, K., et al. 2017. An introduction to 'other effective area-based conservation measures' under Aichi Target 11 of the Convention on Biological Diversity: Origin, interpretation and some emerging ocean issues. *Journal of Aquatic Conservation*.
- 44 Laestadius, L., Mäginen, S., Minnemeyer, S., Potapov, P., Saint-Laurent, C., et al. 2011. Mapping opportunities for forest landscape restoration. *Unasylva* **238**: 47-48.
- 45 IUCN. 2015. Rwanda's Green Wall: Opportunities to engage private sector investors in Rwanda's forest landscape restoration. IUCN, Gland, Switzerland.
- 46 <http://www.bonnchallenge.org/blog/cameroon-restore-12-million-hectares-forest-species-rich-congo-basin> accessed March 3, 2017.
- 47 <http://www.bonnchallenge.org/blog/brazil-restore-12-million-hectares-forests-under-bonn-challenge-biodiversity-and-climate> accessed March 3, 2017.
- 48 www.bonnchallenge.org/ accessed March 3, 2017.
- 49 Lee, S.K., Park, P.S., and Park, Y.D. 2016. Forest restoration and rehabilitation in the Republic of Korea. In Stanturf, J.A. (ed.) *Restoration of Boreal and Temperate Forests*. CRC Press, Boca Raton, London and New York. 2nd edition.
- 50 Provided by Stefan Leu, Sustainability Lab.
- 51 Leu, S., Mussery, A.M., and Budovsky, A. 2014. The effects of long time conservation of heavily grazed shrubland: A case study in the Northern Negev, Israel. *Environmental Management* **54** (2): 309-319.
- 52 Helman, D., Mussery, A., Lensky, I. M., and Leu, S. 2014. Detecting changes in biomass productivity in a different land management regimes in drylands using satellite-derived vegetation index. *Soil Use and Management* **30**: 32-39.

- 53 Leu, S., et al. 2014. Op. cit.
- 54 Abu Rabia, K., Solowey, E., and Leu, S. 2009. Desert agriculture of the Negev Bedouin: Potential for socio-economic development and ecological rehabilitation. *Management of Environmental Quality* **19** (3): 353-366.
- 55 Mor-Mussery, A., Leu, S., and Budovsky, A. 2013. Modeling the optimal grazing regime of *Acacia victoriae* silvopasture in the Northern Negev, Israel. *Journal of Arid Environments* **94**: 27-36.
- 56 Ibid.
- 57 Abu Rabia, K., et al. 2009. Op. cit.
- 58 Ibid.
- 59 Raymond, C.M., Bieling, C., Fagerholm, N., Martin-Lopez, B., and Plieninger, T. 2015. The farmer as landscape steward: Comparing local understandings of landscape stewardship, landscape values and land management actions. *Ambio*. DOI 10.1007/s13280-015-0694-0.
- 60 Godfray, C.J., Beddington, J.R., Crute, I.R., Haddad, L., Lawrence, D., et al. 2010. Food security: The challenge of feeding 9 billion people. *Science* **327**: 812-818.
- 61 Lang, T. and Heasman, M. 2015 (2nd edition). *Food Wars: The global battle for mouths, minds and market*. Earthscan, Oxford.
- 62 Swinton, S.M., Lupi, F., Robertson, G.P., and Hamilton, S.K. 2007. Ecosystem services and agriculture: Cultivating agricultural systems for diverse benefits. *Ecological Economics* **64** (2): 245-252.
- 63 Lowder, S.K., Skoet, J., and Raney, T. 2016. The number, size, and distribution of farms, smallholder farms, and family farms worldwide. *World Development* **87**: 16-29.
- 64 Pretty, J. and Bharucha, Z.P. 2015. Integrated pest management for sustainable intensification of agriculture in Asia and Africa. *Insects* **6**: 152-182.
- 65 Pretty, J. 2008. Agricultural sustainability: Concepts, principles and evidence. *Proceedings of the Royal Society B* **363**: 447-465.
- 66 Tschamntke, T., Clough, Y., Wanger, T.C., Jackson, L., Motzke, I., et al. 2012. Global food security, biodiversity conservation and the future of agricultural intensification. *Biological Conservation* **151**: 53-59.
- 67 Pretty, J. and Bharucha, Z.P. 2014. Sustainable intensification in agricultural systems. *Annals of Botany-London* **114** (8): 1571-1596. doi:10.1093/aob/mcu205.
- 68 Pretty, J. and Bharucha, Z.P. 2015. Op. cit.
- 69 Bommarco, R., Kleijn, D., and Potts, S.G. 2013. Ecological intensification: Harnessing ecosystem services for food security. *Trends in Ecology and Evolution* **28**, (4): pp. 230-238.
- 70 Ssekandi, W., Mulumba, J.W., Colangelo, P., Nankya, R., Fadda, C., et al. 2016. The use of common bean (*Phaseolus vulgaris*) traditional varieties and their mixtures with commercial varieties to manage bean fly (*Ophiomyia* spp.) infestations in Uganda. *Journal of Pest Science* **89**: 45-57.
- 71 Mulumba, J.W., Nankya, R., Adokorach, J., Kiwuka, C., Fadda, C., et al. 2012. A risk-minimizing argument for traditional crop varietal diversity use to reduce pest and disease damage in agricultural ecosystems in Uganda. *Agriculture, Ecosystems and the Environment* **157**: 70-86.
- 72 Pretty, J. and Bharucha, Z.P. 2014. Op. cit.
- 73 Waddington, H., Snilstveit, B., Hombrados, J., Vojtkova, M., Phillips, D., et al. 2014. Farmer Field Schools for improving farmer outcomes: A systematic review. *Campbell Systematic Reviews* 2016: 6.
- 74 De Schutter, O. and Vanloqueran, G. 2011. The new green revolution: How 21st century science can feed the world. *Solutions* **2** (4): 33-44.
- 75 Chamling, P. 2010. Sikkim Organic Mission 2015. Gangtok, India: Food Security and Agriculture Development Department, Government of Sikkim.
- 76 Neuhauff, D., Tashi, S., Rahmann, G., and Denich, M. 2014. Organic agriculture in Bhutan: Potential and challenges. *Organic Agriculture* **4**: 209-221.
- 77 Moonen, T. and Clark, G. 2013. *The Business of Cities 2013*. Jones Lang LaSalle.
- 78 Adelekan, I.O. 2009. Vulnerability of Poor Urban Coastal Communities to Climate Change in Lagos, Nigeria. Paper presented at the Fifth Urban Research Symposium, Marseille, France June 28-30, 2009.
- 79 Jones Lang LaSalle. 2013. *The African Century: Twelve Pillars of Africa's Future Success*. African Cities Research.
- 80 Newton, P.W. 2012. Livable and sustainable? Socio-technical challenges for twenty-first century cities. *Journal of Urban Technology* **19** (1): 81-102.
- 81 FAO. 2012. *Growing greener cities in Africa*. First status report on urban and peri-urban horticulture in Africa. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- 82 Watkins, M.H. and Griffith, C.A. (eds.). 2015. *Synthesis Report from the 2nd International Conference on Urbanization and Global Environmental Change*. Urban Transitions & Transformations: Science, Synthesis and Policy. Urbanization and Global Environmental Change Project, Tempe, USA.
- 83 Seitzinger, S.P., Svedin, U., Crumley, C.L., Steffen, W., Abdullah, S.A., et al. 2012. Planetary stewardship in an urbanising world: Beyond city limits. *Ambio* **41**: 787-704.
- 84 This box is drawn from Raschio, G. 2016. Working paper on land value chains. Produced for UNCCD as a contribution to the Global Land Outlook.
- 85 Taglioni, D., and Winkler, D. 2014. *Making Global Value Chains Work for Development*. <http://siteresources.worldbank.org/EXTPREMNET/Resources/EP143.pdf>.
- 86 Hernández, R.A., Martínez-Piva, J.M., and Mulder, N. 2014. *Global Value Chains and World Trade: Prospects and Challenges for Latin America*. ECLAC Book. Vol. 17. Santiago, Chile: Economic Commission for Latin America and the Caribbean (ECLAC).
- 87 Abdulsamad, A., Frederick, S., Guinn, A., and Gereffi, G. 2015. *Pro-Poor Development and Power Asymmetries in Global Value Chains* http://www.cgcc.duke.edu/pdfs/Pro-PoorDevelopment_and_PowerAsymmetries_inGlobalValueChains_Final.pdf.
- 88 Yu, Y., Feng, K., and Hubacek, K. 2013. Tele-connecting local consumption to global land use. *Global Environmental Change* **23** (5): 1178-1186.
- 89 McCullough, E.B., Pingali, P.L., and Stamoulis, K.G. 2008. Small farms and the transformation of food systems: An overview. In Semba, R.D. and Bloem, M.W. (eds.) *Nutrition and Health in Developing Countries* **1**. doi:10.1017/CBO9781107415324.004.
- 90 Gereffi, G., and Lee J. 2012. Why the world suddenly cares about global supply chains. *Journal of Supply Chain Management* **48** (3): 24-32.
- 91 Murphy, S., Burch, D., and Clapp J. 2012. *Cereal secrets: The world's largest commodity traders and global trends in agriculture*. Oxfam Research, August 2012: 1-79.
- 92 Brown, O. and Sander, C. 2007. *Supermarket Buying Power: Global Supply Chains and Smallholder Farmers*. IISD, Canada.
- 93 Lee, J., Gereffi, G., and Beauvais, J. 2012. Global value chains and agrifood standards: Challenges and possibilities for smallholders in developing countries. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **109** (31): 12326-31.
- 94 <https://www.theguardian.com/world/2016/jun/20/chinas-meat-consumption-climate-change>, accessed May 7, 2017. Source material (in Chinese): http://mp.weixin.qq.com/s?__biz=MzAxODEwNzYzOA==&mid=2650236377&idx=1&sn=54b06cf4a66cf2f71a6504c9ca32df59
- 95 FAO. 2011. *Global food losses and food waste – Extent, causes and prevention*. Rome.
- 96 Stuart, T. (2009). *Waste: Uncovering the global food scandal*. WW Norton & Company.
- 97 <http://www.nytimes.com/2016/12/07/opinion/a-blueprint-for-the-future-of-food.html>.
- 98 Lipinski B, Hanson C, Lomax J, Kitinoya L, Waite R, et al 2013. *Reducing Food Loss and Waste*. World Resources Institute, Washington, DC.
- 99 FAO. 1989. *Prevention of post-harvest food losses fruits, vegetables and root crops a training manual*. Rome
- 100 Liniger, H., Mekdaschi, R., Moll, P., and Zander, U. 2017. *Making sense of research for sustainable land management*. WOCAT, Berne, Switzerland.
- 101 African Union and Panafican Agency of the Great Green Wall, 2010. *Harmonised regional strategy for implementation of the «Great Green Wall Initiative of the Sahara and the Sahel»*
- 102 UNCCD. 2016. *The Great Green Wall: Hope for the Sahara and Sahel*. Bonn, Germany.
- 103 Global Mechanism. *The Great Green Wall for the Sahara and the Sahel Initiative*. Facts and figures. <http://www.global-mechanism.org/content/great-green-wall-sahara-and-sahel-initiative>.
- 104 Ivie Ihejirika, P. 2016. *Desertification: Ensuring sustainable future for communities through GGW*. Leadership, Nigeria's most influential newspaper. <http://leadership.ng/features/505887/desertification-ensuring-sustainable-future-communities-ggw>.
- 105 State Forestry Administration. 2011. *A Bulletin of Status Quo of Desertification and Sandification in China*. Government Report, Beijing.
- 106 UNCCD. 2011. *Desertification: A visual synthesis*. UN Convention to Combat Desertification, Bonn, Germany.
- 107 Feng, Q., Ma, Hua, Jiang, X., Wang, X. et al. 2015. *What has caused desertification in China?* *Nature Scientific Reports* **5**, number 15998. DOI: 10.1038/srep15998

- 108** Economist. 2014. Great green wall: Vast tree planting in arid regions is failing to halt the desert's march. *The Economist* August 23, 2014, London.
- 109** Enemark, S. 2005. Understanding the land management paradigm. In *Symposium on Innovative Technology for Land Administration: FIG Commission 7* (pp. 17-27).
- 110** Fafchamps, M. and Quisumbing, A.R. 2002. Control and ownership of assets within rural Ethiopian households. *Journal of Development Studies* **38** (6): 47-82.
- 111** Provided by Victor Mares, CIP.
- 112** Committee on World Food Security. 2016. *Compilation of experiences and good practices in the use and application of the Voluntary Guidelines on the Responsible Governance of Tenure of Land, Fisheries and Forests in the Context of National Food Security*.
- 113** Chavan, S.B., Keerthika, A., Dhyani, S.K., Handa, A.K., Newaj, R., et al. 2015. National agroforestry policy in India: A low hanging fruit. *Current Science* **108** (10): 1826.
- 114** <http://www.forbes.com/sites/maggiemcgrath/2016/12/05/in-a-hedge-against-a-meatless-future-tyson-foods-launches-150-million-vc-fund/#7f8b1e415d01>
- 115** <https://www.impossiblefoods.com/burger/>
- 116** Reij, C. and Garrity, D. 2016. Scaling up farmer managed natural regeneration in Africa to restore degraded landscapes. *Biotropica* **48** (6): 834-843.
- 117** Thomas, R.J., Reed, M., Appadurai, A.N., Mills, A.J., Kodsi, E., et al. 2017. *Scaling up: Sustainable Land Management and Restoration of Degraded Land*. Working Paper produced for the Global Land Outlook.
- 118** <https://www.wocat.net/>
- 119** Thomas, R.J., et al. 2017. Op. cit.
- 120** MSI. 2012. *Scaling up – from vision to large-scale change: Tools and techniques for practitioners*. Management Systems International, Washington, DC.
- 121** Wigboldus, S. and Leeuwis, C. 2013. *Towards responsible scaling up and out in agricultural development: An exploration of concepts and principles*. Centre for Development Innovation, Wageningen, The Netherlands.
- 122** Whitfield, S., Dougill, A.J., Dyer, J.C., Kalaba, F.K., Leventon, J., et al. 2015. Critical reflection on knowledge and narratives of conservation agriculture. *Geoforum* **60**: 133-142.
- 123** Gilbert, N. 2016. Cross-bred crops get fit faster. *Nature* **513**: 292.



© World Agroforestry Centre

Tercera parte





Anexo Uno

EL MARCO CONCEPTUAL CIENTÍFICO PARA LA NEUTRALIDAD DE LA DEGRADACIÓN DE LA TIERRA

Annette L. Cowie
y Barron J. Orr

EL MARCO CONCEPTUAL CIENTÍFICO PARA LA LDN

Los recursos de la tierra suministran alimentos, piensos y fibra, y respaldan la comúnmente olvidada regulación y los servicios de apoyo de los que estos servicios de aprovisionamiento dependen, así como los servicios culturales proporcionados por ecosistemas saludables. La presión sobre los recursos mundiales finitos de la tierra crecerá porque la población crece y aumenta en prosperidad. El aumento de la competencia por los recursos de la tierra es probable que aumente la inestabilidad social y política, exacerbando la inseguridad alimentaria, la pobreza, los conflictos y la migración. El mantenimiento de la capacidad de la tierra para proporcionar los servicios de los ecosistemas dependerá de crear resiliencia en la base de recursos de la tierra.

Mientras que la demanda de los recursos mundiales de la tierra está aumentando, la salud global y la productividad de esta disminuye. Por lo tanto, es muy importante encontrar medidas eficaces para abordar la degradación de la tierra. Evitar e invertir la degradación de la tierra tendrá beneficios colaterales para la mitigación y adaptación al cambio climático, y también para la conservación de la biodiversidad, además de mejorar la seguridad alimentaria y el desarrollo sostenible.

La Neutralidad de la Degradación de la Tierra (LDN, por su sigla en inglés) es el nuevo paradigma para controlar la degradación de la tierra, introducido para detener la pérdida en curso de una tierra sana como resultado del manejo insostenible y la conversión de la tierra. Definido como «un estado en el que la cantidad y la calidad de los recursos necesarios de la tierra para apoyar las funciones y los servicios del ecosistema y mejorar la seguridad alimentaria permanecen estables o aumentan dentro de escalas temporales y espaciales y ecosistemas»¹ el objetivo de la LDN es mantener la base de los recursos de la tierra para que pueda continuar suministrando servicios ecosistémicos tales como provisión de alimentos y regulación del agua y del clima, al mismo tiempo que se mejora la resiliencia de las comunidades que dependen de la tierra.

El objetivo de la LDN es un importante plan en la Agenda Global 2030 para el Desarrollo Sostenible: la LDN apoyará el logro de múltiples Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) relacionados con la seguridad alimentaria, la reducción de la pobreza, la protección ambiental y el uso sostenible de los recursos naturales.

Visión general del marco conceptual

El Marco Conceptual Científico para la Neutralidad de la Degradación de la Tierra² proporciona una base científica para la planificación, implementación y monitoreo de la LDN. Fue elaborado por un grupo de expertos dirigido por la Interfaz Científico–Normativa («SPI») de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNULD), y ha sido revisado por expertos técnicos y responsables políticos. Al definir el concepto de la LDN en términos operativos, el marco está diseñado para crear un puente entre la visión y su implementación práctica. Se articula la base científica para la visión y la lógica de la LDN, y, sobre esta base, presenta una estrategia para lograr la LDN, un enfoque para supervisar el estado de la LDN, y orientación sobre la interpretación de los resultados de la supervisión.

Los objetivos de la LDN, tal como se articulan en el marco conceptual, son:

- Mantener o mejorar los servicios de los ecosistemas;
- Mantener o mejorar la productividad, para reforzar la seguridad alimentaria;

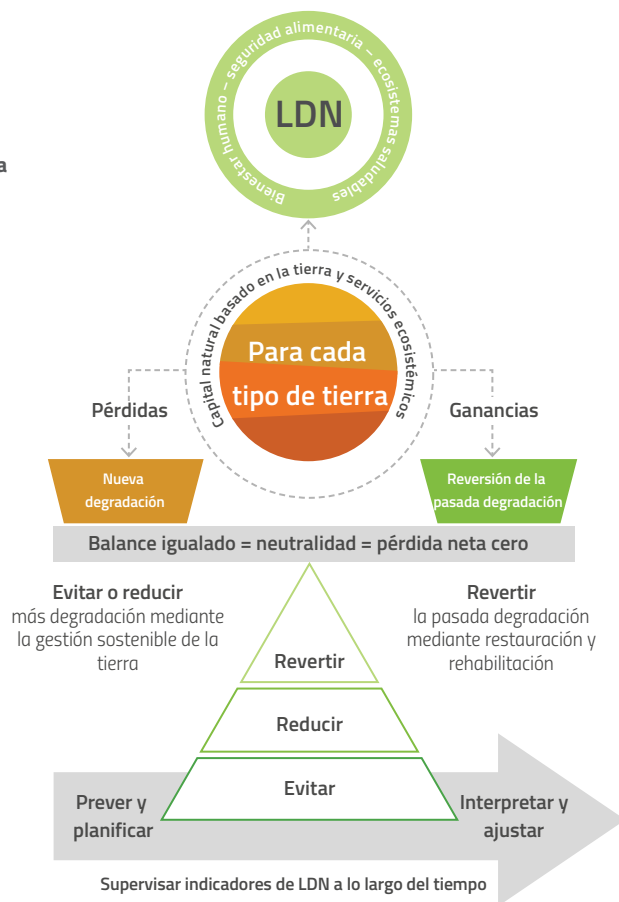
- Aumentar la resiliencia de la tierra y las poblaciones que dependen de la tierra;
- Buscar sinergias con otros objetivos medioambientales;
- Reforzar la gestión responsable de la tenencia de la tierra.

El marco está estructurado en torno a cinco «módulos»: *Visión de la LDN*, que articula el objetivo al que aspira la LDN; el *Marco de referencia*, que explica la base de referencia de la LDN contra la cual se mide el logro; el *Mecanismo de Neutralidad*, que describe el mecanismo de contrapeso; *Cómo alcanzar la Neutralidad*, que presenta la teoría del cambio (modelo lógico) que describe el camino para la implementación de la LDN, incluyendo el análisis preparatorio y las políticas favorables; y *Monitoreo de la Neutralidad*, que presenta los indicadores para evaluar el logro de la LDN. El marco conceptual se describe en un informe que presenta los cinco módulos, y se centra en el aspecto de neutralidad de la LDN, destacando las características de la LDN que difieren de los enfoques históricos de evaluación y gestión de la degradación de la tierra.

El marco presenta los principios que deben seguir todos los países que optan por continuar la LDN. Los principios rigen la aplicación del marco y ayudan a prevenir resultados no deseados durante la implementación y monitoreo de la LDN. Hay flexibilidad en la aplicación de muchos principios, pero la estructura y el enfoque fundamental del marco son fijos, para garantizar la coherencia y el rigor científico. El marco conceptual se resume en la Figura 1.

Con el fin de alcanzar la meta del ODS de un mundo neutral para la degradación de la tierra, se ha invitado a los países a comprometerse voluntariamente con la LDN a nivel nacional. Si bien el ámbito de aplicación de la CMNUCC se limita a las tierras secas, el marco conceptual de la LDN debe aplicarse a todos los tipos de tierras, usos de la tierra y servicios de los ecosistemas, de modo que los países puedan utilizarlos según sus circunstancias individuales. Por lo tanto, el marco conceptual de la LDN está diseñado para aplicarse a todos los usos de la tierra (es decir, la tierra administrada para la producción –por ejemplo, agricultura, silvicultura, para conservación–por ejemplo, áreas protegidas y también tierras ocupadas por asentamientos humanos e infraestructura) y todo tipo de degradación de tierras, a través de la amplia variedad de circunstancias de los países, para que pueda ser implementada de manera armonizada por todos los países que decidan seguir la LDN.

Figura 1: Esquema del marco conceptual científico para la neutralidad de la degradación de la tierra

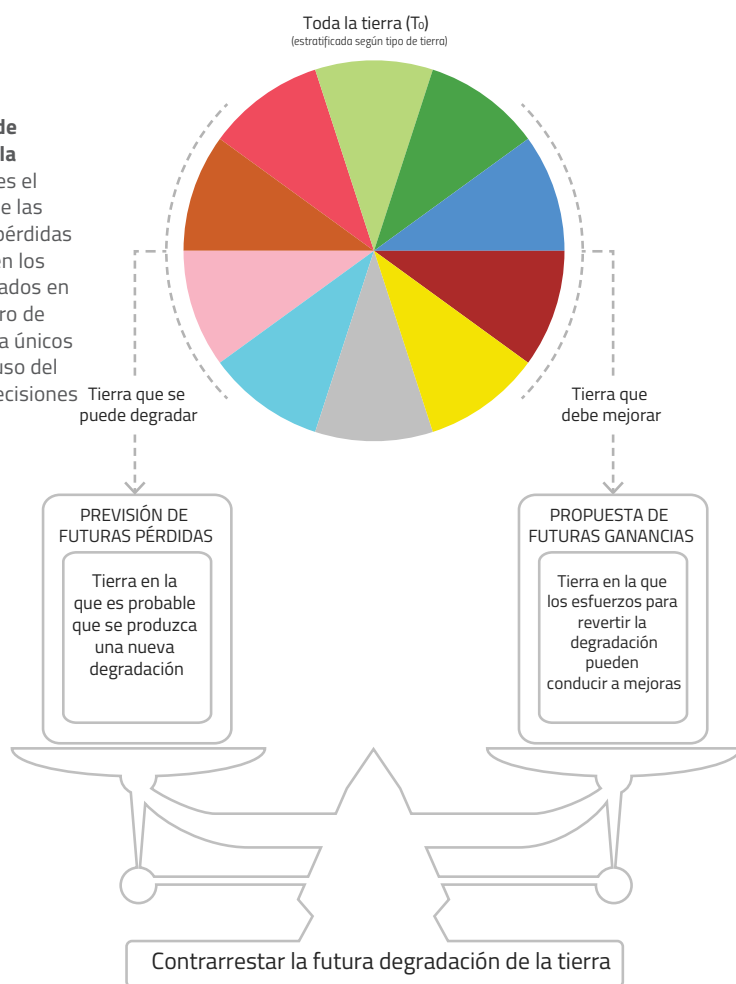


Los elementos del marco conceptual

La visión y la base de referencia El objetivo al que aspira la LDN es mantener o mejorar el capital natural de la tierra y los servicios asociados de los ecosistemas terrestres. Por lo tanto, la búsqueda de la LDN requiere de un esfuerzo para evitar una pérdida neta adicional del capital terrestre natural en relación con un estado de referencia o línea de base. Por lo tanto, a diferencia de los enfoques anteriores, la LDN crea un objetivo para la gestión de la degradación de la tierra, promoviendo un enfoque dual de medidas para evitar o reducir la degradación de la tierra, combinado con medidas para revertir la degradación pasada. La intención es que las pérdidas se equilibren con ganancias, para lograr una posición de pérdida neta cero de tierras sanas y productivas.

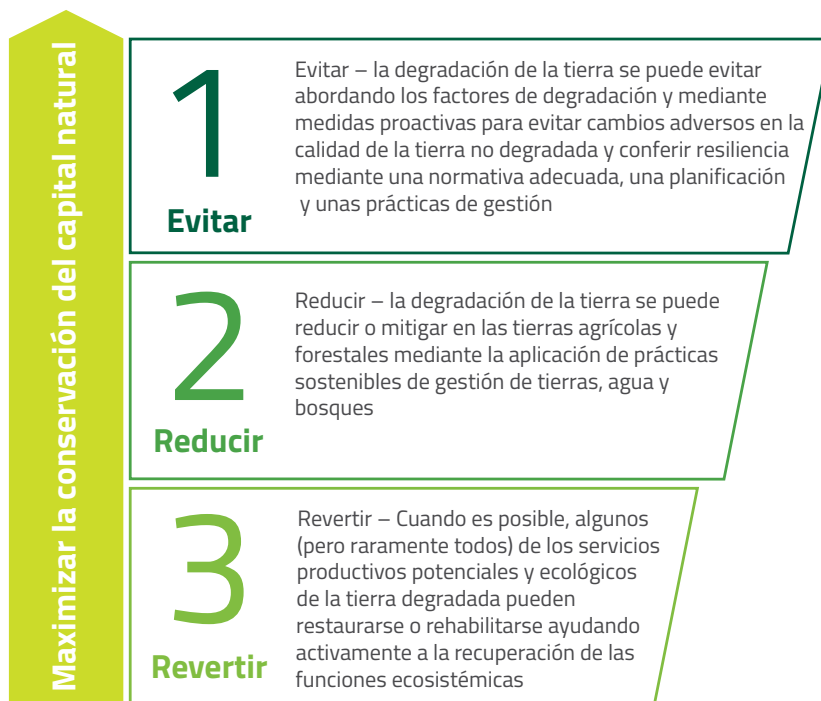
Integrados la planificación del uso de la tierra y el mecanismo de contrapeso, el logro de la LDN requerirá el seguimiento de los cambios en el uso de la tierra donde se prevé la degradación a fin de poder estimar los impactos negativos acumulativos e implementar una combinación óptima de intervenciones diseñadas para evitar, reducir o revertir la degradación de tierras, con la intención de lograr neutralidad a escala nacional. Por lo tanto, el marco conceptual introduce un nuevo enfoque en el que la gestión de la degradación de la tierra se combina con la planificación del uso de la tierra. Se alienta y guía a los responsables políticos a considerar los efectos acumulativos sobre la salud y la productividad de los recursos de tierras de una nación causados por el impacto colectivo de sus decisiones individuales que influyen en la gestión de determinadas parcelas de tierra. Por lo tanto, la LDN promueve una planificación integrada del uso de la tierra, con un horizonte de planificación de largo plazo incluyendo el examen de los probables impactos del cambio climático. El mecanismo de contrapeso requiere la implementación de intervenciones que proporcionen ganancias en recursos basados en la tierra iguales o mayores a las pérdidas anticipadas como consecuencia de la degradación en otros lugares (véase la Figura 2).

Figura 2: El mecanismo de la LDN para la neutralidad es el contrapeso de las ganancias y pérdidas anticipadas en los recursos basados en la tierra dentro de tipos de tierra únicos a través del uso del suelo y las decisiones de gestión.



Cómo alcanzar la neutralidad Las acciones para lograr la LDN incluyen enfoques de gestión sostenible de la tierra que evitan o reducen la degradación, junto con los esfuerzos para revertir la degradación mediante la restauración o rehabilitación de las tierras degradadas. La jerarquía de respuesta para Evitar > Reducir > Revertir la degradación de la tierra (ver Figura 3) expresa las prioridades en la planificación de las intervenciones de la LDN: la mayor parte del esfuerzo debería ser aplicado para evitar la degradación de la tierra, sobre la base de que «más vale prevenir que curar», porque restaurar la tierra degradada es lento y costoso. La implementación de la LDN se gestiona a gran escala. El contrapeso de las pérdidas previstas con medidas para lograr ganancias equivalentes debe realizarse dentro de cada tipo de terreno. Los tipos de tierra se definen por el potencial de la tierra, que es un reflejo de propiedades inherentes, tales como tipo de suelo, topografía, hidrología, características biológicas y climáticas.

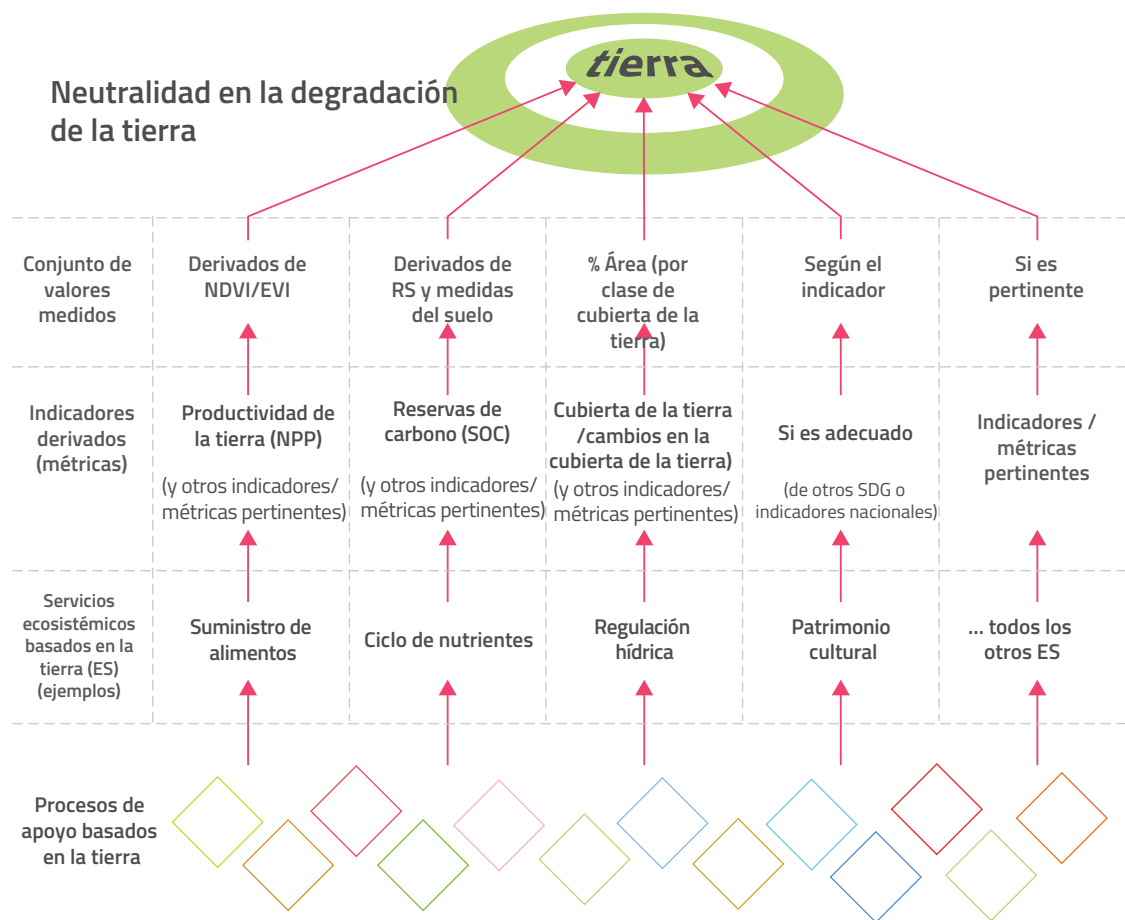
Figura 3: La jerarquía de respuesta de la LDN alienta la amplia adopción de medidas para evitar y reducir la degradación de la tierra, combinada con una acción localizada para revertir la degradación, para lograr la LDN a través de cada tipo de tierra.



El potencial de la tierra influye en la composición y productividad de la comunidad de vegetación y determina su idoneidad para usos tales como cultivos, pastoreo, silvicultura, infraestructura o desarrollo urbano. Generalmente, el contrapeso no ocurrirá entre diferentes tipos de tierras, para garantizar «una a una», al evaluar y gestionar el contrapeso entre pérdidas y ganancias. En otras palabras, una ganancia en un tipo de tierra no puede compensar una pérdida en un tipo de tierra diferente. Además, la tierra equilibrada debería tener un valor de capital natural igual o mayor al que se espera perder. Tenga en cuenta también que las tierras con las mismas características biofísicas pueden tener un valor diferente con respecto al bienestar humano y los medios de subsistencia dependiendo de dónde se encuentren. Deberían evitarse las pérdidas de contrapeso en los tipos de tierras gestionados para la conservación con ganancias en los tipos de tierras administrados para la producción.

Para lograr los objetivos de desarrollo más amplios del UNCCD (CNULD) y los Objetivos de Desarrollo Sostenibles, las actividades de la LDN deben procurar lograr resultados «beneficios para todos» en los que la restauración y rehabilitación de la tierra contribuyan a objetivos ambientales más amplios y a medios de vida más sostenibles. Por lo tanto, la planificación de las medidas «de la LDN debería considerar la totalidad de las implicaciones ambientales, sociales y económicas de las opciones alternativas. Debería evaluarse la resiliencia de las medidas para garantizar que las actividades de restauración emprendidas proporcionen un contrapeso de la degradación en el largo plazo.

Figura 4: Selección de indicadores basados en los servicios ecosistémicos a ser monitoreados



El monitoreo de la LDN y el monitoreo de la neutralidad cuantificarán el equilibrio entre el área de ganancias (cambios positivos significativos en los indicadores de la LDN = mejoras) y el área de pérdidas (cambios negativos significativos en los indicadores de la LDN = degradación) dentro de cada tipo de tierra a través del paisaje. Los indicadores de la LDN especifican qué medir, mientras que las métricas indican cómo se evalúan cada uno de los indicadores. Los indicadores para la LDN fueron seleccionados para reflejar los servicios de los ecosistemas terrestres que la LDN busca apoyar. La relación entre los servicios de los ecosistemas, los indicadores y las métricas se ilustra en la Figura 4.

Los indicadores globales de la LDN (y las métricas asociadas) son la cobertura de la tierra (cambio en la cobertura de la tierra), la productividad de la tierra (producción primaria neta) y las reservas de carbono (reservas de carbono orgánico del suelo). Estos indicadores se aplican en un enfoque «totalmente eliminatorio»: cuando cualquiera de los indicadores muestra un cambio negativo significativo, se considera una pérdida y, por el contrario, si al menos un indicador muestra una tendencia positiva y ninguno muestra una tendencia negativa, se considera una ganancia. Se alienta a los países a que completen los tres indicadores mundiales con indicadores adicionales para los servicios ecosistémicos no cubiertos por los tres indicadores mundiales, que pueden incluir otros indicadores de los ODS y/o indicadores nacionales que son relevantes para su contexto, tales como las medidas de contaminación del suelo o la los impactos en la biodiversidad. Una revisión participativa de los resultados del monitoreo ayudará a garantizar su exactitud y relevancia local, permitiendo refinamientos para dar cuenta de falsos positivos, como usurpación invasiva de arbustos.

Gobernabilidad, compromiso de las partes interesadas y aprendizaje

La gobernabilidad de la LDN es un elemento crítico. Las políticas adecuadas deben ser promulgadas para apoyar la implementación de la LDN. Deben establecerse salvaguardias para garantizar que las comunidades vulnerables no sean desplazadas cuando las tierras son objeto de actividades de restauración. El marco conceptual recomienda la adopción de las Directrices Voluntarias sobre la Gobernanza Responsable de la Tenencia de Tierras, Pesca y Bosques en el Contexto de la Seguridad Alimentaria Nacional (VGGT), que proporcionan orientación práctica sobre cómo proteger los derechos de los usuarios locales de tierras, especialmente aquellos individuos y comunidades que no tienen ningún defensor en la toma de decisiones sobre el uso de la tierra.

Las partes interesadas deben participar en la planificación e implementación de la LDN y en la verificación e interpretación de los resultados del monitoreo.

Hay muchos grupos de interesados importantes, incluidos los usuarios de la tierra, los responsables de la formulación de políticas y los reguladores a nivel local, regional y nacional que participan en la planificación del uso de la tierra, la gestión de los recursos; expertos en evaluación de tierras, restauración y oficiales de extensión agrícolas. Cuando esté disponible y sea eficaz, el compromiso de las partes interesadas en la LDN debe involucrar el uso de las redes locales y regionales existentes.

El aprendizaje es un elemento transversal clave del marco conceptual de la LDN. El conocimiento del monitoreo debería ser verificado a través de la consulta de las partes interesadas, y las lecciones aprendidas deben ser usadas para la gestión adaptativa, es decir, aplicadas para ajustar los planes para la implementación de la LDN, y para la futura gestión de la degradación de la tierra.

Principios para gobernar la LDN.

El marco conceptual propone los siguientes principios para gobernar la implementación de la LDN:

1. Mantener o mejorar el capital natural de la tierra.
2. Proteger los derechos de los usuarios de la tierra.
3. Respetar la soberanía nacional.
4. Con el fin de lograr neutralidad, el objetivo de la LDN equivale (es igual a) a la línea de base.
5. La neutralidad es el objetivo mínimo: los países pueden optar por fijar un objetivo más ambicioso.
6. Integrar la planificación y la implementación de la LDN en los procesos existentes de planificación del uso de la tierra.
7. El contrapeso anticipó las pérdidas en el capital natural de la tierra con intervenciones para revertir la degradación, para lograr la neutralidad.
8. Gestionar el contrapeso en la misma escala que la planificación del uso de la tierra.
9. Contrapeso «idéntico» (dentro del mismo tipo de terreno).
10. Equilibrar la sustentabilidad económica, social y ambiental.
11. Basar las decisiones del uso de la tierra en evaluaciones de múltiples variables, considerando el potencial de la tierra, la condición de la tierra, la resiliencia, los factores sociales, culturales y económicos.
12. Aplicar la jerarquía de respuesta en la elaboración de intervenciones para la LDN: Evitar > Reducir > Revertir la degradación de la tierra.
13. Aplicar un proceso participativo: incluir a las partes interesadas, especialmente a los usuarios de la tierra, en el diseño, implementación y monitoreo de las intervenciones para lograr la LDN.
14. Reforzar la gestión responsable: proteger los derechos humanos, incluidos los derechos de tenencia; desarrollar un mecanismo de revisión; y garantizar la rendición de cuentas y la transparencia.
15. Monitorear utilizando los tres indicadores mundiales basados en la UNCCD (CNUCLD): cobertura de la tierra, productividad de la tierra y reservas de carbono.
16. Utilizar el enfoque de «un solo uso» para interpretar el resultado de estos tres indicadores globales.
17. Utilizar indicadores nacionales y subnacionales adicionales para facilitar la interpretación y para llenar los vacíos de los servicios ecosistémicos no cubiertos por los tres indicadores globales.
18. Aplicar los conocimientos y datos locales para validar e interpretar los datos de seguimiento.
19. Aplicar un enfoque de aprendizaje continuo: anticipar, planificar, rastrear, interpretar, revisar, ajustar, crear el próximo plan.

CONCLUSIÓN

La neutralidad de la degradación de las tierras es un nuevo enfoque de la gestión de la tierra que pretende fomentar acciones para evitar o reducir la degradación, y también para restaurar las tierras degradadas, con el fin de lograr el objetivo de pérdida neta cero en tierras sanas y productivas, a nivel nacional. El marco conceptual científico para la LDN proporciona una guía científicamente basada en la planificación, implementación y monitoreo de la LDN.

Para lograrlo, los países de la LDN deberán evaluar el efecto acumulativo de las decisiones de uso de la tierra, y luego adoptar medidas para restaurar las tierras degradadas, a fin de contrarrestar las pérdidas previstas. Vincular los objetivos de la LDN con los mecanismos existentes de planificación del uso de la tierra facilitará la implementación de la LDN. Los países deben considerar los resultados sociales, económicos y ambientales de las opciones alternativas al planificar las medidas de la LDN, y deben comprometer a las partes interesadas importantes.

Contrarrestar las pérdidas previstas con medidas diseñadas para lograr ganancias debería ocurrir en una base «similar» y ser manejada dentro de cada tipo de tierra.

Se han seleccionado tres indicadores que reflejan los servicios ecosistémicos terrestres para informar sobre la LDN: cambios en la cobertura terrestre, productividad primaria y reservas de carbono. El marco conceptual proporciona una guía práctica que incluye ejemplos teóricos de cómo se evalúan los indicadores. El enfoque práctico presentado en el marco conceptual ha dado lugar a una importante adhesión de los países: en septiembre de 2016, el Mecanismo Mundial (MM) de la UNCCD (CNULD) anunció que 100 países –más de la mitad de todos los signatarios de la UNCCD (CNULD)– habían iniciado el proceso de establecer objetivos nacionales para la LDN.

Información adicional

UNCCD (CNULD) / Interfaz Científica–Normativa (2016). Tierra en Equilibrio: Marco Conceptual Científico para la Neutralidad de la Degradación de la Tierra. Informe Científico–Normativo 02– septiembre 2016. http://www.unccd.int/Lists/SiteDocumentLibrary/Publications/10_2016_spi_pb_multipage_eng.pdf

UNCCD (CNULD) / El Mecanismo Mundial (2016). Lograr la neutralidad de la degradación de la tierra a nivel de país, bloques de construcción para la fijación de objetivos de la LDN. http://www2.unccd.int/sites/default/files/documents/18102016_LDN%20country%20level_ENG.pdf

REFERENCIAS

- 1 UNCCD decision 3/COP12 [http://www.unccd.int/en/about-the-convention/official-documents/Pages/SymbolDetail.aspx?k=ICCD/COP\(12\)/20/Add.1&ctx=COP\(12\)](http://www.unccd.int/en/about-the-convention/official-documents/Pages/SymbolDetail.aspx?k=ICCD/COP(12)/20/Add.1&ctx=COP(12))
- 2 Orr, B, A Cowie, V Castillo, P Chasek, N Crossman, A Erlewein, G Louwagie, M Maron, G Metternicht, S Minelli, A Tengberg, S Walter, S Welton. (2017). Scientific Conceptual Framework for Land Degradation Neutrality. A Report of the Science-Policy Interface. UNCCD/Science-Policy Interface. <http://www2.unccd.int/publications/scientific-conceptual-framework-land-degradation-neutrality>



© Georgina Smith

Anexo Uno





Anexo Dos

TRAZADO DE UN MAPA DE LA DINÁMICA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA TIERRA:

detección de
las trayectorias
fundamentales de
las transformaciones
mundiales de la tierra

Stefan Sommer,
Michael Cherlet,
y Eva Ivits

TRAZADO DE UN MAPA DE LA DINÁMICA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA TIERRA:

detección de las trayectorias fundamentales de las transformaciones de las tierras del mundo

Toda la vida en la Tierra depende de la conversión y fijación de la energía solar en forma de compuestos orgánicos de carbono. En la tierra, este proceso es realizado por la fotosíntesis de las plantas que forman la cobertura vegetal terrestre, y la producción resultante se denomina habitualmente productividad de la tierra, que puede cuantificarse en términos de la productividad primaria neta (PPN). Todos los otros organismos (p.ej., los seres humanos, otras especies de animales, bacterias, hongos) dependen directa e indirectamente de esta productividad primaria para su salud y bienestar.

A escala mundial, los seres humanos se apropian de una proporción cada vez mayor de esta PPN, afectando a la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas en tal grado que en muchos casos supera su variabilidad y dinámica naturales.¹ Por lo tanto, la productividad de la tierra es una variable esencial para detectar y supervisar las transformaciones activas de la tierra típicamente asociadas a los procesos de degradación de la tierra. Puede expresarse como un equivalente de la PPN terrestre por unidad de área y tiempo, y refleja la capacidad total de la tierra de sustentar la biodiversidad y proporcionar servicios ecosistémicos. Los cambios en la productividad de la tierra son el resultado de condiciones ambientales o del uso y gestión de la tierra que afectan a la cantidad y calidad de los servicios ecosistémicos terrestres. Una constante reducción de la productividad de la tierra apunta a la alteración prolongada de la salud y capacidad productiva de la tierra, la base para el crecimiento económico y los modos de vida sostenibles.

En este contexto, la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNULD) ha escogido las tendencias de la productividad de la tierra como uno de los tres indicadores de progreso biofísico² para la presentación de informes obligatorios, y se propone como un subindicador del indicador mundial para supervisar el progreso hacia la consecución del Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 15.3 sobre neutralidad en la degradación de la tierra (LDN).³

Principios básicos de supervisión de la productividad de la tierra a nivel global

El estado de la cobertura vegetal de la Tierra y su evolución a lo largo del tiempo es una representación generalmente aceptada de la productividad de la tierra y sus dinámicas, que refleja las condiciones ecológicas generales y el impacto del cambio ambiental natural y del predominantemente antropogénico.

La supervisión global de la productividad de la tierra se basa normalmente en la evaluación multitemporal y temática de series temporales prolongadas de los índices de vegetación capturados con teledetección, calculados a partir de mediciones espectrales continuas de la actividad fotosintética. El suministro de las series temporales de índices de vegetación adecuados y de una parte de la producción primaria bruta y neta derivada de modelos (PPB, PPN) lo llevan a cabo operativamente los sistemas nacionales e internacionales existentes de observación de la Tierra, en estrecha cooperación con los marcos internacionales como el Grupo de Observación de Tierra (GOT), intergubernamental, en la implementación del Sistema de Sistemas de Observación Global de la Tierra (SSOGT).

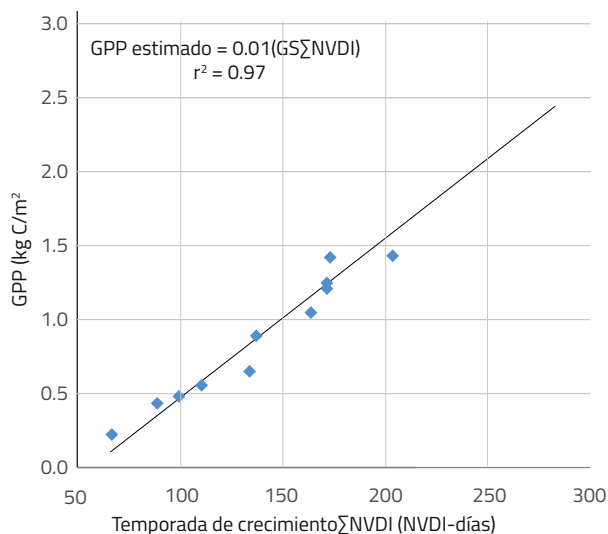
Un conjunto considerable de investigaciones revisadas por expertos recomienda claramente el uso de estos índices para estudiar la dinámica de la vegetación a escala global, continental y subcontinental. Existen pruebas empíricas de que estos datos están muy correlacionados con características biofísicamente significativas de la vegetación, como la capacidad fotosintética y la producción primaria, que están estrechamente relacionadas con cambios típicos en la superficie terrestre asociados a los procesos de degradación y recuperación de la tierra.⁴

El uso de series temporales continuas de datos sobre la vegetación global, principalmente en forma de un Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (IVDN), se extendió rápidamente a principios de la década de 1990. Desde entonces, el procesamiento de datos y las técnicas para su análisis han mejorado considerablemente. Las técnicas para cribar la calidad de los datos, la corrección geométrica, la calibración entre sensores, las correcciones atmosféricas y zenitales solares, el filtrado de nubes y la composición de datos han dado lugar a varias bases de datos globales de IVDN de alta calidad y libremente accesibles en Internet. Actualmente, la resolución espacial de estos conjuntos de datos va desde una baja resolución (8 a 1 km) hasta una resolución media (250 m).⁵

Aunque el IVDN es el índice de vegetación más utilizado, se han propuesto y utilizado otros índices en estudios a escala global y regional, como las dos variantes del Índice de Vegetación Mejorado (IVM),⁶ el Índice de Vegetación Ajustado al Suelo (IVAS),⁷ y el FRFAA (Fracción de Radiación Fotosintéticamente Activa Absorbida) a partir de modelos.⁸ Aunque algunos de estos índices han sido considerados mejores que el IVDN bajo condiciones específicas de vegetación, por ejemplo, el IVAS para coberturas de vegetación escasa o el FRFAA para coberturas escasas y muy densas, requieren factores adicionales de ajuste o la introducción de datos modelo para su obtención, que no siempre son medidos de modo fiable y dependen de estimaciones empíricas. En Yengoh et. al., 2015 se puede encontrar una revisión y comparación actualizadas de los diversos índices de vegetación.⁹

A pesar de sus bien conocidas limitaciones, el IVDN se considera actualmente la opción más independiente y sólida para los análisis globales de la productividad de la tierra, ofreciendo las series temporales consolidadas de mayor duración y una amplia gama de conjuntos de datos operativos a diferentes escalas espaciales. En las últimas décadas, una extensa investigación ha demostrado la estrecha relación entre el IVDN y la productividad primaria, como se muestra en la Figura 1.

Figura 1: Comparación entre la producción primaria integrada de 12 torres de flujo y el IVDN integrado de MODIS Terra, para las respectivas temporadas de crecimiento donde estaban ubicadas las torres de flujo. Esto demuestra la estrecha relación entre el IVDN y la producción primaria, que está directamente vinculada a la abundancia de clorofila y la absorción de energía.^{10,11}



Por lo tanto, el uso de series de tiempo IVDN es consistente con el requerimiento de utilizar un parámetro que consiga proporcionar equivalentes de la productividad primaria. Sin embargo, en el contexto de la lucha contra la desertificación y la implementación de la LDN dentro de los marcos de UNCCD (CNULD) y ODS, los enfoques para evaluar la degradación de la tierra con datos globales por satélite requieren la capacidad de desglosar la información desde escalas nacionales a unidades administrativas y de paisaje subnacionales (p.ej., cuencas) para ser pertinentes para la formulación de políticas. Esto es esencial, ya que todas las medidas para detener y revertir la degradación de la tierra deben abordarse a nivel nacional o subnacional teniendo en cuenta debidamente el contexto y las condiciones locales.

El desafío es cómo expresar cambios en la productividad de la tierra directamente en unidades físicas de PPB o PPN a nivel subnacional y local. No son factibles mediciones directas de PPB/PPN exhaustivas, distribuidas espacialmente. Los productos actuales basados en satélites, como el MODIS PPN¹² o el COPERNICUS DMP (Productividad de Materia Seca),¹³ aunque son proporcionados en un muestreo de 1 km, se modelan con datos de radiación y variables climáticas de resolución muy baja (normalmente de 5 a 10 km) que, cuando se desglosan a nivel subnacional, no reflejan la heterogeneidad característica de la vegetación a nivel del paisaje.¹⁴ Muy recientemente han comenzado a utilizarse técnicas más avanzadas que utilizan mediciones de fluorescencia de clorofila, que ofrecen resoluciones espaciales de 10 km o más.¹⁵

Por consiguiente, en términos de madurez y «disponibilidad operativa», la estimación del estado de productividad primaria y de los cambios a escala nacional y local (en resoluciones de 250 m a 1 km) con datos aportados por teledetección, en forma de índices de vegetación integrados en el tiempo como indicadores sustitutivos de la productividad primaria, son la opción más realista para el uso habitual en este momento.¹⁶

Procesamiento de las series temporales para la evaluación de la degradación de la tierra: fundamentos y estrategias

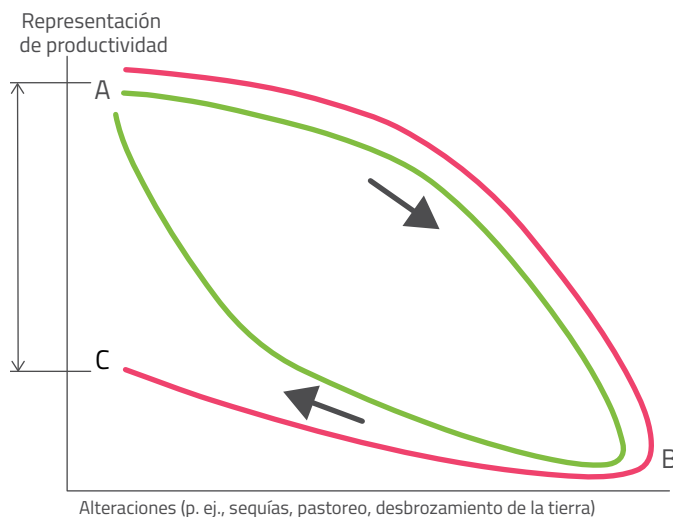
El uso del cambio de productividad en la supervisión de la degradación de la tierra está en concordancia en muchos aspectos con los principios de la teoría de la resiliencia de los ecosistemas. En este contexto, un concepto básico es la capacidad del sistema para hacer frente a las perturbaciones y el estrés y recuperarse de los mismos, que se puede describir y analizar siguiendo las trayectorias de una curva de histéresis como se muestra en la Figura 2.¹⁷

Esto implica que los cambios en la productividad de la tierra no pueden evaluarse sólo mediante la comparación de los valores de productividad de la tierra expresados en unidades de producción primaria (PPB, PPN) para años aislados de referencia o promedios de unos pocos años centrados alrededor de ellos. Para ser significativos, los enfoques deben basarse en cambios multitemporales y análisis de tendencias que se repitan continuamente en periodos definidos de tiempo utilizando una prolongada serie temporal.

Además, debe entenderse que el análisis de tendencias y cambios en la productividad de la tierra es una metodología para detectar las áreas con disminuciones constantes y activas en la productividad primaria que apuntan a una degradación en curso de la tierra, más que las áreas que ya han sufrido procesos de degradación y han alcanzado un nuevo equilibrio a partir del cual no se degradan más dentro del período de observación en la serie temporal utilizada. Esto está confirmado por estudios que compararon y supervisaron áreas no degradadas y degradadas de Sudáfrica durante 16 temporadas de cultivo; a pesar de que ambos tipos de tierra estuvieron expuestos a idénticos regímenes de lluvia, las áreas degradadas no eran menos estables o resilientes que las zonas no degradadas.¹⁸

Figura 2: Trayectoria esquemática de una curva de histéresis.

Cuando la presión creciente reduce la productividad hasta el punto B, al reducir la presión, la productividad aumenta de nuevo. Un sistema totalmente elástico (curva verde) volverá a su estado original (A), oscilando así entre las etapas A y B. Si el sistema presenta falta de resiliencia (curva roja), sólo volverá a una menor productividad en el punto C, y posiblemente alcance un nuevo equilibrio a un menor nivel de productividad. La resiliencia del sistema (R) está relacionada con la distancia entre A y C.





© Ibrahim Aysünçü

En vista de esto, el término «dinámicas de la productividad de la tierra» (LPD) utilizado en la 3^{era} edición del Atlas Mundial de la Desertificación (WAD)¹⁹ realizado por el Centro Común de Investigación de la Comisión Europea pone de relieve que la productividad primaria de un sistema de tierras, incluso en condiciones estables, no es un estado estacionario sino que suele ser muy variable en distintos años y distintos ciclos de crecimiento de la vegetación. Esta es una función de la adaptación natural o inducida por el hombre (p.ej., gestión sostenible de la tierra) a la considerable variabilidad natural de las condiciones ambientales. Por lo tanto, la productividad primaria de un sistema de tierras adopta un equilibrio dinámico en lugar de una continuidad lineal.

Los mapas de las LPD utilizados en la 3^{era} edición del WAD¹⁹ no proporcionan una medida numérica de la productividad de la tierra per se, sino que representan la trayectoria persistente de la dinámica de la productividad de la tierra durante el período de observación de 15

años de la serie temporal teledetectada disponible. Proporciona 5 clases cualitativas de trayectorias persistentes de productividad de la tierra durante el periodo de tiempo disponible de 1999 a 2013, donde las clases no se corresponden directamente con una medida cuantitativa (p.ej., t/ha de PPN o PPB) de productividad perdida o ganada de biomasa. Las 5 clases, tal y como se describen en las Tablas 1 y 2, son más bien una medida cualitativa combinada de la intensidad y persistencia de las tendencias negativas o positivas y los cambios en la cobertura vegetal fotosintéticamente activa durante el período observado. A continuación se resumen los principales elementos de la cadena de procesamiento del conjunto de datos LPD que condujo a las 5 clases de los datos de la imagen.

Tabla 1: Etapas de procesamiento para cartografiar la dinámica de la productividad de la tierra

Sensor	SPOT-VGT21
Pre-procesamiento	<p>Entrada: Cobertura diaria SPOT-VGT</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ corrección geométrica ▪ calibraciones espectrales y radiométricas de la reflectancia en el techo de la atmósfera (ToA) ▪ enmascaramiento de píxeles (delineación tierra-agua-nieve, detección de nubes y de sombras de nubes) ▪ corrección atmosférica (incluye la corrección de los efectos de absorción y dispersión de los gases atmosféricos, en particular el ozono, el oxígeno y el vapor de agua, de la dispersión de las moléculas de aire, la absorción y la dispersión debidas a las partículas de aerosol) y corrección de los efectos direccionales. ▪ derivación y extracción IVDN de 10 días de imágenes compuestas IVDN (3 mensuales), es decir, un total de 540 observaciones en las series temporales.
Clasificación	<p>Pasos principales:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Durante los 15 años, la agregación de las 36 observaciones anuales IVDN a una medición proxy anual de la productividad, es decir, un IVDN integral del ciclo de crecimiento estacional principal, en caso de una estacionalidad pronunciada del ecosistema, o un IVDN anual integrado en la ausencia de estacionalidad pronunciada. (Véase Figura 3) ▪ Cálculo de la tendencia lineal de las series temporales normalizadas Z-score de los valores agregados de IVDN a lo largo de los 15 años y cálculo paralelo del cambio neto durante el mismo período mediante la aplicación del método de diferenciación de imágenes multitemporales (MTID).²⁰ Combinación de las dos variables, tendencia y cambio, con 4 variantes posibles (+ tendencia/+ cambio; +tendencia/- cambio; -tendencia/+ cambio; -tendencia/- cambio).²¹ (Véase Figura 4, Paso 1) ▪ Nivelación de la clase Iso-data y diferenciación de la productividad media en los 3 años iniciales y finales de la serie temporal, dando como resultado una capa de cambios de la clase de productividad. (Véase Figura 4, Pasos 2 y 3) ▪ Combinación de matrices lógicas de las dos últimas capas en una capa de clase integrada y agregación concluyente a las 5 clases finales (ver Figura 5 Mapa Global de LPD), aplicando funciones de ponderación derivadas de LNS (Local Net Scaling)²² (Véase Figura 4, Paso 4) aplicadas a los últimos 5 años de los valores promedio de la medición de productividad anual dentro de las Unidades Funcionales de un Ecosistema^{23,24}
Leyenda descripción	<p>Las cinco clases de tendencias de productividad se describen como combinaciones de los pasos antes mencionados, como sigue:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tendencia decreciente: hay tendencia negativa, cambio MTID negativo, rendimiento LNS por debajo de la mediana 2. Primeras/moderadas señales de declive: tendencia negativa, cambio MTID negativo, rendimiento LNS por encima de la mediana 3. Estable, pero presionado: combinaciones de señales contradictorias de tendencia negativa y cambio MTID positivo, rendimiento LNS por debajo de la mediana 4. Estable, no presionado: tendencia positiva, cambio MTID positivo + rendimiento LNS por debajo de la mediana o tendencia positiva, MTID negativo 5. Tendencia creciente: tendencia positiva, cambio MTID positivo, LNS por encima de la mediana

Figura 3: Parámetros fenológicos derivados de series temporales de teledetección para cada año de 1999 a 2013 a partir de 1 km. Datos de SPOT VEGETATION (36 observaciones/año)

- SI: integral estacional (b+e+g)
- CF: fracción cíclica (g)
- PF: fracción permanente (d+e+f)
- SER: integral residual estacional excedente (d+f)
- MPI: integral mínimo-mínimo permanente (a+b+c)
- SPI: integral estacional permanente (b+e)
- SRI: integral residual estacional (e+g)

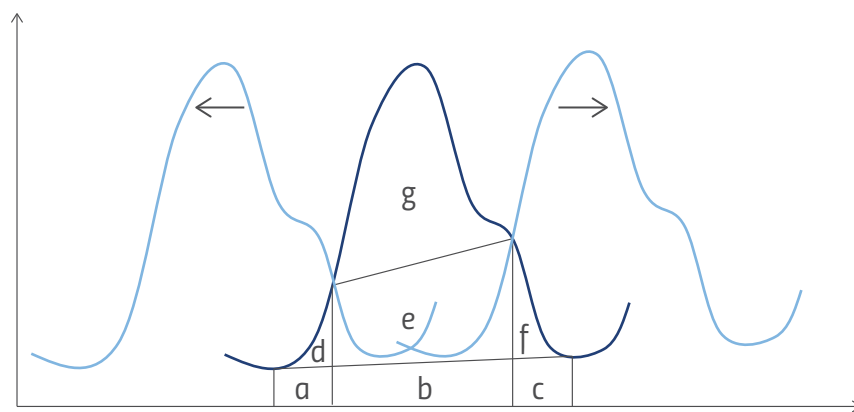
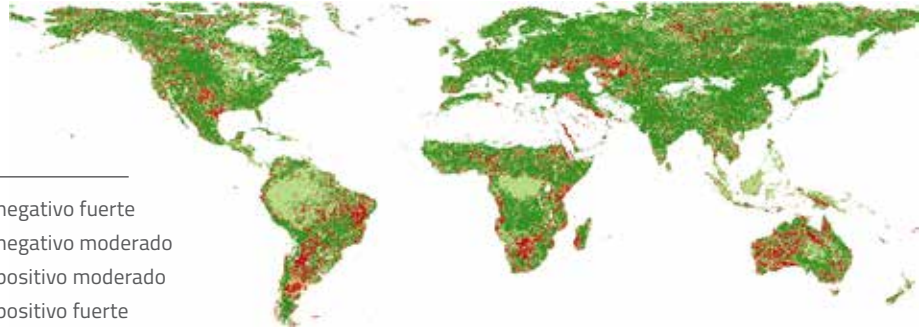


Figura 4: Ilustración de la secuencia de los 4 principales pasos intermedios de procesamiento como muestra la Tabla 1, aplicada a series temporales completas de 15 agregados fenológicos anuales (1999 a 2013), véase también la Figura 3 y su resultado en el mapa final de LPD que se muestra en la Figura 5.

Paso 1: Estabilidad (1999–2013)

Clave

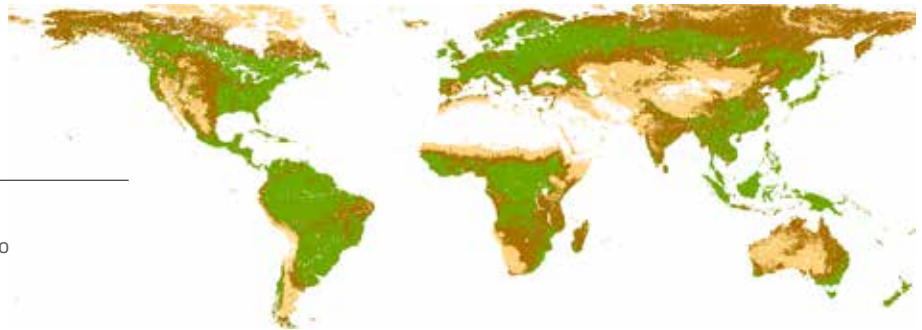
- ECD negativo fuerte
- ECD negativo moderado
- ECD positivo moderado
- ECD positivo fuerte



Paso 2: Biomasa inicial existente (1999-2001)

Clave

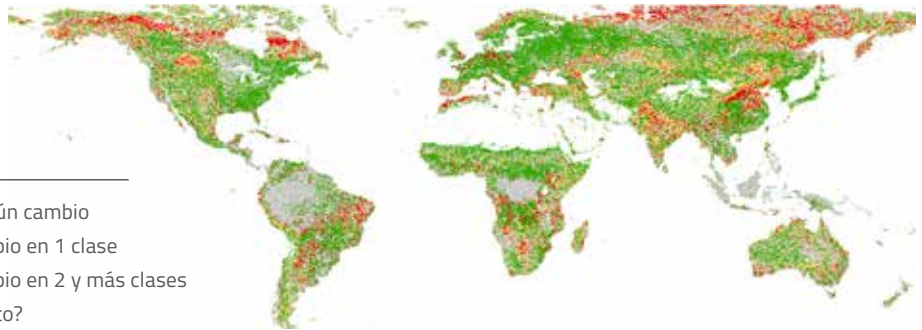
- Bajo
- Medio
- Alto



Paso 3: Biomasa existente en el cambio (1999-2001 vs 2011-2013)

Clave

- Ningún cambio
- Cambio en 1 clase
- Cambio en 2 y más clases
- ¿Mixto?



Paso 4: Escalamiento neto local (desempeño de los últimos 5 años)

Clave

- LS ≥ 50%
- LS < 50%

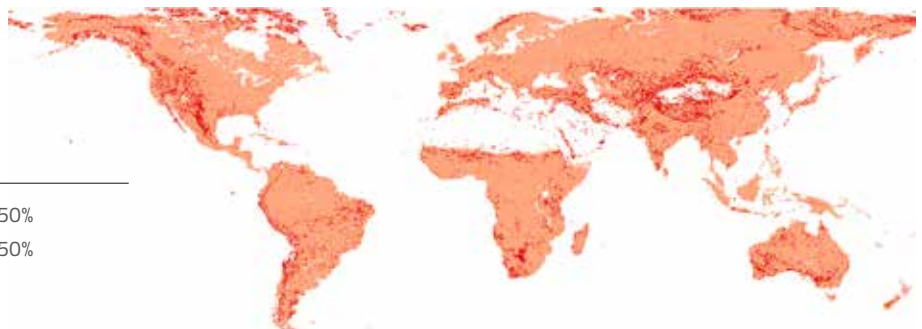


Tabla 2: Cinco clases de dinámicas de la productividad de la tierra

Valores de las clases	Descripción
1	Pérdida persistente de la productividad
2	Pérdida moderada persistente de la productividad
3	Estable pero presionada; persistentes variaciones interanuales pronunciadas de la productividad
4	Productividad estable
5	Aumento persistente de la productividad

La evaluación temática del mapa LPD resultante (ver Figura 5) se analiza más a fondo a la luz de la información disponible sobre la cobertura/uso de la tierra y como un segundo paso contextualizado en procesos de cambio ambiental que coinciden con causas potenciales de la degradación de la tierra, siguiendo el marco conceptual del WAD de «convergencia de pruebas».

Para incorporar las complejas interacciones y dinámicas que desencadenan el cambio de cobertura/uso de la tierra, el WAD se basa en el concepto de convergencia de pruebas: cuando múltiples fuentes de pruebas concuerdan, se pueden sacar conclusiones sólidas aunque ninguna de las fuentes individuales de pruebas sea significativa por sí misma. Los mapas de convergencia se confeccionan combinando conjuntos de datos globales en procesos clave utilizando un período de referencia de 15–20

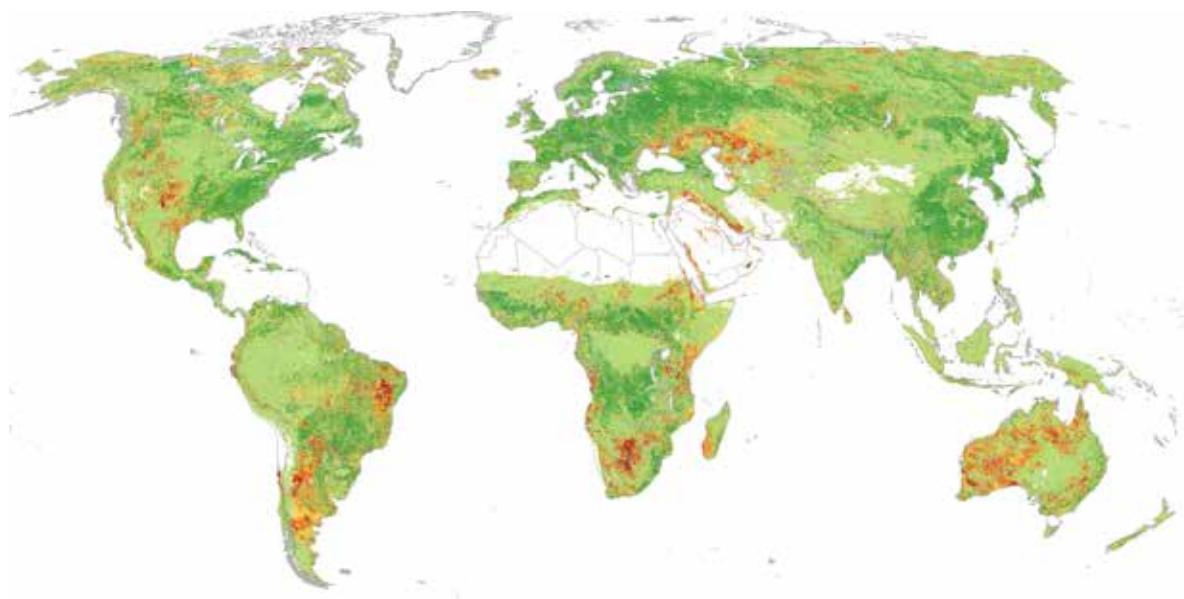
años. Las combinaciones se realizan sin suposiciones previas a falta de un conocimiento exacto sobre los procesos de cambio de la tierra en lugares variables. Los patrones indican áreas donde es previsible una presión significativa sobre los recursos de la tierra.²⁵

El mapa LPD muestra que la disminución de la productividad de la tierra es un fenómeno global con considerables diferencias entre continentes y regiones. Variaciones aún más marcadas en las distribuciones de clases LPD son evidentes a nivel continental cuando se desglosan por tipos fundamentales de cobertura/uso de la tierra. Si bien se excluyen las áreas de tierra sin productividad primaria vegetal significativa, es decir, las regiones montañosas hiper-áridas, árticas y de alturas muy elevadas, es evidente que se pueden observar indicios de disminución de la capacidad productiva del sistema terrestre en todos los continentes.

Figura 4.1: Mapa global de la dinámica de la productividad de la tierra de 1999 a 2013, que muestra 5 clases de trayectorias persistentes de la productividad de la tierra durante el período observado. Las clases de tendencia decreciente de la productividad no indican per se una degradación de la tierra, ni las tendencias crecientes una recuperación. Para realizar una evaluación más completa dirigida a identificar las zonas críticas de degradación de la tierra, se precisa un marco analítico de convergencia de pruebas que utilice información temática adicional tal y como se expone en las secciones siguientes.

Clave

- En declive
- Pérdida moderada
- Presionado
- Estable
- En aumento



En referencia al período de observación de 1999 a 2013, aproximadamente el 20,4% de la superficie terrestre con vegetación del planeta muestra persistentes tendencias decrecientes en la productividad de la tierra. Sin embargo, el nivel en el que los diferentes continentes se ven afectados por la disminución persistente de la productividad (clases 1 y 2) o una señal de inestabilidad o estrés en la capacidad productiva de la tierra (clase 3) varía significativamente (véase la figura 6). África, Australia y América del Sur se ven afectadas en mayor grado que el promedio global, con áreas en declive o bajo presión en aproximadamente un 22% de África, 37% de Australia y 27% de América del Sur. Asia, con un 14%; Europa, con un 12%; y Norteamérica, con un 18% de dinámicas en declive o inestables de la productividad de la tierra, están por debajo del promedio global. Es posible establecer una mayor diferenciación de la extensión y el significado de los cambios en la productividad de la tierra mediante análisis estratificados adicionales de las distribuciones de clases LPD, por ejemplo cómo la función de la información sobre cobertura/tierra utiliza la información, como se muestra brevemente en el Capítulo 4 de esta *Perspectiva*.

Validación de las clases LPD frente a otros conjuntos de datos

La validación de las clases LPD no es una tarea trivial, pues normalmente no hay datos de campo directamente comparables sobre cambios en la productividad de la tierra. Sin embargo, se ha realizado la validación de las clases LPD en términos de pruebas de plausibilidad frente al cambio de cobertura terrestre detectado por el conjunto de datos de la Agencia Espacial Europea para la Protección del Clima (CCI LC)²⁶, y localmente frente a datos multitemporales de alta resolución en Google Earth. Se realizó una validación estadística preliminar de las clases LPD en función de

los cambios mapeados de la cobertura terrestre entre las épocas CCI LC 2000 y 2010 teniendo en cuenta toda la gama de clases CCI LC mapeadas, no sólo las 6 clases de cobertura y uso de la tierra del IPCC. El área del CCI LC del cambio de cobertura terrestre global mapeado abarca aproximadamente 246 067 km².

Para una serie de transiciones críticas de la cobertura de la tierra, se investigó la intercorrelación entre las distribuciones previstas de las clases LPD en relación con los cambios observados y se está realizando una verificación adicional. Por ejemplo, se prevé que las transiciones de las clases semi-naturales de cobertura de la tierra con cobertura arbórea a áreas desnudas/con escasa vegetación queden incluidas predominantemente en las clases LPD 1 a 3, pero menos en las clases LPD 4 y 5. Esto muestra un panorama algo distinto a la distribución de clases LPD global, donde las clases 4 y 5 suponen la gran mayoría al representar aproximadamente el 80% de todos los píxeles.

Este ejemplo queda ilustrado en la Figura 8 a) y b), donde un alto nivel de correspondencia entre la disminución de la productividad de la tierra y la pérdida de cobertura vegetal cartografiada independientemente, expresada como cambio en la clase de cobertura terrestre, proporciona evidencia de plausibilidad y exactitud relativa de la distribución de clases LPD. El caso contrario se muestra con transiciones de coberturas forestales semi-naturales a cultivos de regadío (Figura 8 c), uno de los pocos casos en los que la alta aportación y la agricultura intensiva pueden superar el potencial natural de la productividad primaria. Para otras transiciones de la cobertura terrestre, la correlación es menos clara a nivel global (p.ej., la conversión de bosques de frondosas perennes a tierras de cultivo), pero los pasos iniciales hacia una verificación más afinada y espacialmente desglosada a nivel de regional a nacional muestran relaciones más claras y más plausibles entre las clases

Figura 6: Porcentajes de la superficie mundial y continental afectados por una dinámica persistente de la productividad de la tierra en declive o inestable durante el período de observación de 1999 a 2013.

Clave

- Combinación de en declive y declive moderado
- Presionada

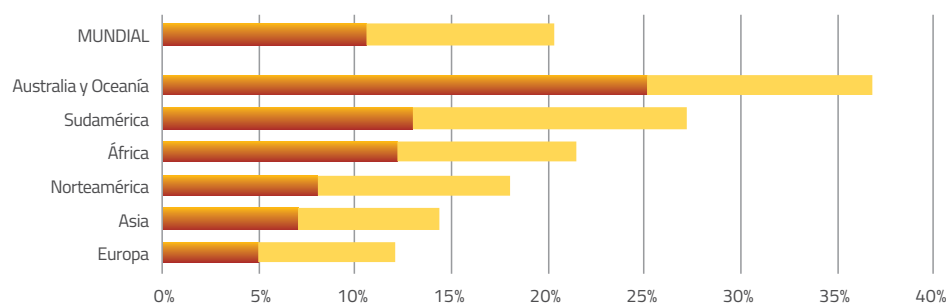


Figura 7: Distribución global de áreas con cambio de cobertura de la tierra cartografiada CCI LC entre 2000 y 2010. Las extensiones de las áreas están exageradas para ser visibles en la escala presentada.

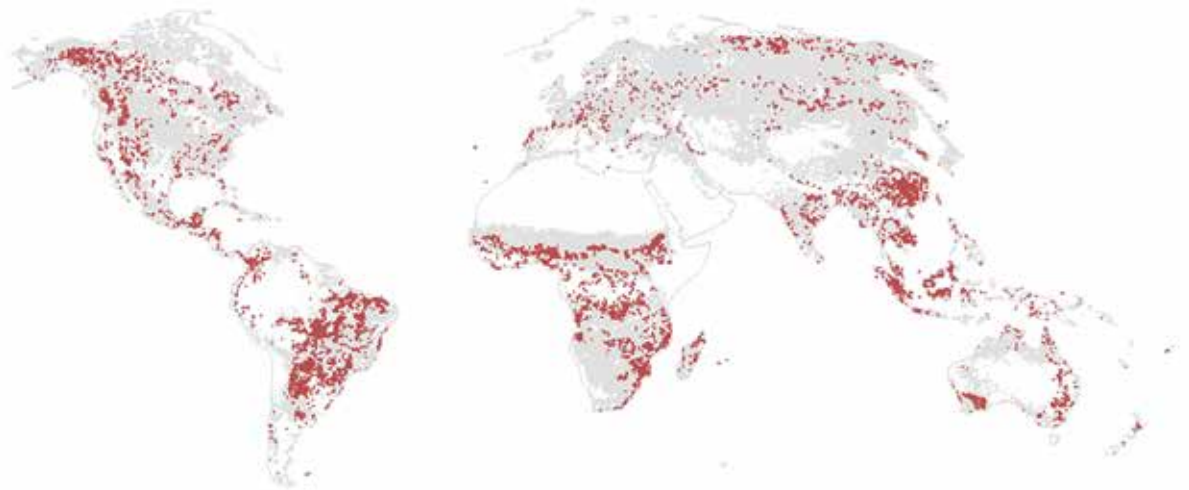
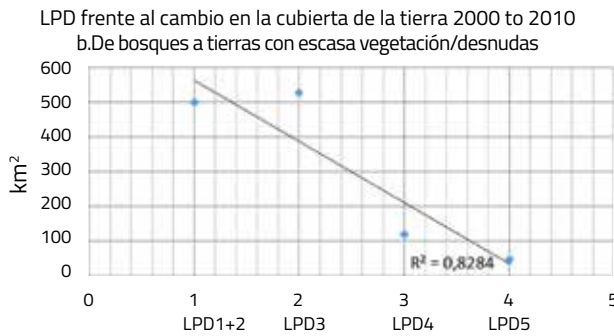
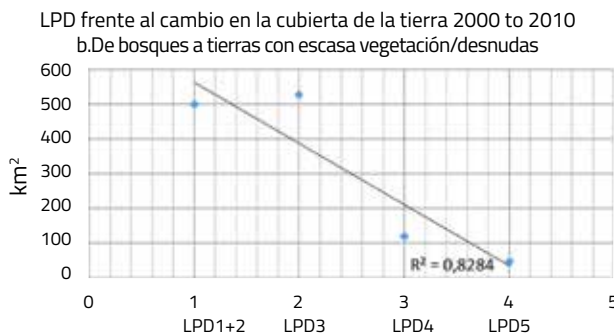
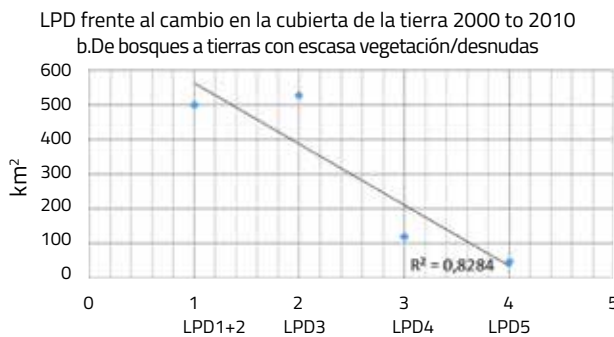


Figura 8: Distribución de las clases de LPD dentro de las áreas que pasan de a) bosque a tierra sin vegetación/con vegetación escasa, b) bosque a tierra arbustiva y c) bosque de cultivo irrigado.



LPD y la transición de coberturas seminaturales a tierras de cultivo. Los resultados de este proceso de validación más afinado estarán disponibles y se presentarán en la 3^{era} edición del WAD.

La gran mayoría de las clases LPD que indican un cambio claro y persistente de la productividad de la tierra están en áreas de las que no se dispone de información cartográfica sobre cambios en la cobertura terrestre. Por lo tanto, se recomienda la verificación local utilizando imágenes de alta resolución multitemporales de Google Earth como una opción rápida para verificar los cambios en la productividad de la tierra. Las imágenes de las clases LPD Geo-TIFF se pueden descargar fácilmente desde Google Earth y examinarse de forma interactiva comparándolas con los cambios visibles en la base de datos de imágenes de alta resolución subyacente. Durante la primera fase piloto 2014/2015 de la LDN de UNCCD²⁷ se demostró que en muchos casos la disminución de las clases de productividad se debía a la expansión urbana y de infraestructuras (p.ej., la construcción de presas, la aperturas de minas), que actuaba como un impulsor de pérdidas localizadas de productividad de la tierra que afectaban al funcionamiento del ecosistema en su entorno más amplio.



CONCLUSIÓN

Las 5 clases del conjunto de datos LPD integran –durante un período de observación de 15 años entre 1999 y 2013– información sobre la dirección, intensidad y persistencia de las tendencias y cambios en la biomasa superficial generada por la cobertura vegetal fotosintéticamente activa, ampliamente equivalente a la PPB de la superficie terrestre global.

Dentro de un píxel (1 km²), las imágenes de baja resolución pueden habitualmente reunir una cantidad considerable de heterogeneidad vegetativa, y la producción de biomasa superficial no debe equipararse con la producción de los cultivos. Por tanto, debe entenderse y comunicarse claramente que la «productividad de la tierra» en el contexto del conjunto de datos LPD se refiere exclusivamente a la productividad total de la biomasa vegetal superficial. Esto no es conceptualmente lo mismo que, ni tiene que estar necesariamente relacionado con, los ingresos agrícolas por unidad de superficie, o «productividad de la tierra» tal y como se conoce en la terminología agrícola convencional.

Además, debe entenderse que las 5 clases LPD proporcionadas no están asociadas a niveles específicos de producción de biomasa superficial ni a cantidades específicas de biomasa perdidas o ganadas durante el período de observación. Cada clase caracteriza principalmente la dirección general, la intensidad de cambio relativo y la persistencia de la PPB, independientemente del nivel real de abundancia de vegetación o tipo de cobertura terrestre. Esto significa que cada clase LPD puede aparecer en cualquier tipo de cobertura terrestre y en cualquier nivel de densidad de vegetación. Sin embargo, la información cuantitativa sobre los niveles de productividad de la biomasa está contenida en los datos de partida de la serie temporal IVDN y se utiliza en la cadena de procesamiento, como se describe en la Tabla 1.

Dado que las series temporales globales de observaciones diarias de los índices de vegetación, como el IVDN (u otros), se actualizan continuamente para cada fase de supervisión posterior, se utilizarán las series temporales IVDN ampliadas para producir las clases LPD pero con series temporales más largas como punto de partida. Por lo tanto, los cambios de clase LPD entre el período de referencia y las fases de supervisión de seguimiento indicarán cambios en las trayectorias de productividad de la tierra. La próxima versión de las LPD ampliará el producto existente al período 1999 a 2016. Paralelamente, se propone abordar la supervisión de la productividad de la tierra con valores numéricos de cambio en lugar de hacerlo con las «clases cualitativas» LPD, proporcionando información sobre el cambio porcentual en la productividad de la tierra entre la base de referencia y cada año de supervisión posterior. Un indicador sustitutivo de la PPB podría expresarse como un promedio de IVDN integrado en el tiempo durante un periodo de 3 a 5 años centrado en el año de referencia y los años de referencia de supervisión.

En términos de madurez y «disponibilidad operativa», la estimación de la PPB a nivel nacional y subnacional (a una resolución espacial de entre 1000 y 250 m), el uso de datos de teledetección en forma de índices de vegetación que reflejen la dinámica de la cobertura vegetal verde, y la heterogeneidad espacial a estas escalas, son actualmente las más prácticas para un uso habitual. La extensión del enfoque LPD a una resolución de 30 m para áreas específicas utilizando los archivos disponibles Landsat y nuevas fuentes de datos (p.ej., Copernicus Sentinel) está sólo a entre 5 y 10 años de distancia.



REFERENCIAS

- 1 Krausmann, F., Erb, K. H., Gingrich, S., Haberl, H., Bondeau, A., Gaube, V., ... & Searchinger, T. D. (2013). Global human appropriation of net primary production doubled in the 20th century. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(25), 10324–10329.
- 2 UNCCD. (2013). Report of the Conference of the Parties on its eleventh session, held in Windhoek from 16 to 27 September 2013. ICCD/COP(11)/23/Add.1. United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD), Bonn. See Decision22/COP.11, pp 79-83. <http://www.unccd.int/Lists/OfficialDocuments/cop11/23add1eng.pdf>
- 3 UNCCD. (2015). Report of the Conference of the Parties on its twelfth session, held in Ankara from 12 to 23 October 2015. ICCD/COP(12)/20/Add.1. United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD), Bonn. See Decision3/COP.12, page 8. <http://www.unccd.int/Lists/OfficialDocuments/cop12/20add1eng.pdf>
- 4 Yengoh, G. T., Dent, D., Olsson, L., Tengberg, A. E., & Tucker, C. J. (2015). Use of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) to assess land degradation at multiple scales: current status, future trends, and practical considerations. *SpringerBriefs in Environmental Science* (pp. 110). Springer. <http://www.springer.com/us/book/9783319241104>
- 5 Yengoh, G. T., Dent, D., Olsson, L., Tengberg, A. E., & Tucker, C. J. (2015). Use of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) to assess land degradation at multiple scales: current status, future trends, and practical considerations. *SpringerBriefs in Environmental Science* (pp. 110). Springer. <http://www.springer.com/us/book/9783319241104>
- 6 Jiang, Z., Huete, A. R., Didan, K., & Miura, T. (2008). Development of a two-band enhanced vegetation index without a blue band. *Remote Sensing of Environment*, 112(10), 3833-3845.
- 7 Huete, A. R. (1988). A soil-adjusted vegetation index (SAVI). *Remote Sensing of Environment*, 25(3), 295-309.
- 8 Zhu, Z., Bi, J., Pan, Y., Ganguly, S., Anav, A., Xu, L., ... & Myneni, R. B. (2013). Global data sets of vegetation leaf area index (LAI) 3g and Fraction of Photosynthetically Active Radiation (FPAR) 3g derived from Global Inventory Modeling and Mapping Studies (GIMMS) Normalized Difference Vegetation Index (NDVI3g) for the period 1981 to 2011. *Remote Sensing*, 5(2), 927-948.
- 9 Yengoh, G.t., et al. (2015) Op. Cit.
- 10 Myneni, R. B., Hall, F. G., Sellers, P. J., & Marshak, A. L. (1995). The interpretation of spectral vegetation indexes. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 33(2), 481-486.
- 11 Myneni, R. B. (2014). Attribution of global vegetation photosynthetic capacity from 1982 to 2014. *Global Change Biology* (in review).
- 12 Running, S. W., Nemani, R. R., Heinsch, F. A., Zhao, M., Reeves, M., & Hashimoto, H. (2004). A continuous satellite-derived measure of global terrestrial primary production. *Bioscience*, 54(6), 547-560.
- 13 COPERNICUS 2016. Product User Manual, Dry Matter Productivity (DMP), Version 1. http://land.copernicus.eu/global/sites/default/files/products/GIOGL1_PUM_DMP_12.10.pdf
- 14 Yengoh, G.t., et al. (2015) Op. Cit.
- 15 Yengoh, G.t., et al. (2015) Op. Cit.
- 16 Yengoh, G.t., et al. (2015) Op. Cit.
- 17 Kinzig, A., Ryan, P., Etienne, M., Allison, H., Elmquist, T., & Walker, B. (2006). Resilience and regime shifts: assessing cascading effects. *Ecology and society*, 11(1).
- 18 Wessels, K. J., Prince, S. D., Frost, P. E., & Van Zyl, D. (2004). Assessing the effects of human-induced land degradation in the former homelands of northern South Africa with a 1 km AVHRR NDVI time-series. *Remote Sensing of Environment*, 91(1), 47-67.
- 19 Joint Research Centre of the European Commission. 2017. World Atlas of Desertification, 3rd edition. Ispra
- 20 <http://wad.jrc.ec.europa.eu/>
- 21 Ivits, E., Cherlet, M., Sommer, S., & Mehl, W. (2013) Addressing the complexity in non-linear evolution of vegetation phenological change with time-series of remote sensing images. *Ecological Indicators*, 26, 49–60.
- 22 Prince, S. D., Becker-Reshef, I., & Rishmawi, K. (2009). Detection and mapping of long-term land degradation using local net production scaling: Application to Zimbabwe. *Remote Sensing of Environment*, 113(5), 1046-1057.
- 23 Ivits, E., Cherlet, M., Mehl, W., & Sommer, S. (2013). Ecosystem functional units characterized by satellite observed phenology and productivity gradients: A case study for Europe. *Ecological indicators*, 27, 17-28.
- 24 Ivits, E., Cherlet, M., Horion, S., & Fensholt, R. (2013) Global Biogeographical Pattern of Ecosystem Functional Types Derived From Earth Observation Data. *Remote Sensing*, 5(7), 3305-3330.
- 25 Craglia, M. and Shanley, L. (2015). Data democracy – increased supply of geospatial information and expanded participatory processes in the production of data. *International Journal of Digital Earth* 8-9: 1–15.
- 26 <https://www.esa-landcover-cci.org/>
- 27 http://www2.unccd.int/sites/default/files/documents/18102016_LDN%20setting_final_ENG_0.pdf



SERIE DE DOCUMENTOS DE TRABAJO SOBRE LA PERSPECTIVA GLOBAL DE LA TIERRA

La serie de documentos de trabajo de la GLO es un conjunto suplementario de publicaciones que abordan una amplia variedad de cuestiones estratégicas relacionadas con la gestión y planificación de la tierra. Además, se encomendaron algunos documentos de trabajo para suministrar ideas y análisis sobre los principales temas tratados en esta Perspectiva. Se espera que la serie sea una actividad continua que contribuya a posteriores Perspectivas. Visite www.unccd.int/glo para descargar una copia.

CO-GESTIÓN DE TIERRAS Y AGUA PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE

Alfred M. Duda

ENERGÍA Y USO DE LA TIERRA

Uwe R. Fritsche et al.

NEUTRALIDAD DE LA DEGRADACIÓN DE LA TIERRA CON PERSPECTIVA DE GÉNERO

Atieno Mboya Samandarii

GESTIÓN INTEGRADA DEL PAISAJE: UN ENFOQUE PARA LOGRAR UN DESARROLLO SOSTENIBLE EQUITATIVO Y PARTICIPATIVO

Melissa Thaxton, Seth Shames, y Sara J. Scherr

TENENCIA DE LA TIERRA Y DERECHOS PARA MEJORAR LA GESTIÓN DE LA TIERRA Y EL DESARROLLO SOSTENIBLE

Emmanuel Kasimbazi

LA PLANIFICACIÓN DEL USO DEL SUELO

Graciela Metternicht

CADENAS DE VALOR DE LA TIERRA

Giancarlo Raschio

MIGRACIÓN Y DEGRADACIÓN DE LA TIERRA: EXPERIENCIAS RECIENTES Y TENDENCIAS FUTURAS

Robert McLeman

PAZ, SEGURIDAD, TIERRA Y DESARROLLO SOSTENIBLE

Grammenos Mastrojeni

VÍNCULOS URBANO-RURALES EN EL CONTEXTO DEL DESARROLLO SOSTENIBLE Y LA PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

Craig Hatcher

«ASÍ QUE LA TIERRA EN REALIDAD ES COMO UN GRAN LIBRO, ¿SABES?» GEOMITOLOGÍA Y EL VALOR DE UN PUENTE ENTRE LA CIENCIA CONVENCIONAL Y LA INDÍGENA

Michael Welland

LA ECONOMÍA DE LA POLÍTICA, LA PLANIFICACIÓN Y LAS PRÁCTICAS DE USO DE LA TIERRA

Nicola Favretto et al.

LA TIERRA EN LAS TIERRAS SECAS: PROSPERAR EN LA INCERTIDUMBRE POR MEDIO DE LA DIVERSIDAD

Jonathan Davies

EL PAPEL DE LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA Y LA REHABILITACIÓN EN LOS PAISAJES PRODUCTIVOS: UN ENFOQUE MEJORADO PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE

Neville D. Crossman

AMENAZAS PARA LOS SUELOS: TENDENCIAS Y PERSPECTIVAS GLOBALES

Gary Pierzynski y Brajendra (Editores)



© Nam Nguyen Thon

Las decisiones audaces que se tomen y las inversiones osadas que se hagan hoy determinarán la calidad de la vida en la tierra mañana. Esta Perspectiva sirve como un recordatorio oportuno de los pasos que podemos dar para construir un futuro próspero y más seguro. Un futuro basado en derechos, recompensas y, sobre todo, respeto por nuestros preciados recursos de tierras.

La tierra es un pilar fundamental de la civilización, pero su contribución a nuestra calidad de vida es percibida y valorada de maneras muy diferentes y, a menudo, incompatibles. Los conflictos sobre el uso de la tierra se están intensificando en muchos países. El mundo ha alcanzado un punto en el cual debemos reconciliar estas diferencias y pensar de nuevo la forma en que utilizamos y gestionamos la tierra.

Las pruebas presentadas en esta primera edición de Perspectiva Global de la Tierra demuestran que una toma de decisiones informada y responsable, junto con cambios sencillos en nuestra vida cotidiana, pueden, si se adoptan ampliamente, ayudar a revertir las preocupantes tendencias actuales del estado de nuestros recursos terrestres.



United Nations
Convention to Combat
Desertification