



EL ESTADO DE LOS RECURSOS DE TIERRAS Y AGUAS DEL MUNDO PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA

La gestión de los sistemas en situación de riesgo

EL ESTADO DE LOS RECURSOS DE TIERRAS Y AGUAS DEL MUNDO PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA

La gestión de los sistemas en situación de riesgo



Mundi-Prensa



Publicado por:
Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)
y
Ediciones Mundi-Prensa

Título de la edición original: *The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture. Managing systems at risk*. Publicado por FAO y Earthscan, 2011

Las denominaciones empleadas en este producto informativo y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, por parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), juicio alguno sobre la condición jurídica o nivel de desarrollo de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites. La mención de empresas o productos de fabricantes en particular, estén o no patentados, no implica que la FAO los apruebe o recomiende de preferencia a otros de naturaleza similar que no se mencionan.

Las denominaciones empleadas en los mapas y la forma en que aparecen presentados los datos no implican, por parte de la FAO, juicio alguno sobre la condición jurídica de países, territorios o zonas marítimas, ni respecto de la delimitación de sus fronteras.

ISBN FAO: 978-92-5-306614-8

ISBN Mundi-Prensa: 978-84-8476-553-0

Depósito legal: M-33.360-2012

© FAO, 2012 (de esta edición en español)

© FAO, 2011 (de la edición original en inglés)

Todos los derechos reservados. La FAO fomenta la reproducción y difusión del material contenido en este producto informativo. Su uso para fines no comerciales se autorizará de forma gratuita previa solicitud. La reproducción para la reventa u otros fines comerciales, incluidos fines educativos, podría estar sujeta a pago de tarifas. Las solicitudes de autorización para reproducir o difundir material de cuyos derechos de autor sea titular la FAO y toda consulta relativa a derechos y licencias deberán dirigirse por correo electrónico a: copyright@fao.org, o por escrito al Jefe de la Subdivisión de Políticas y Apoyo en materia de Publicaciones, Oficina de Intercambio de Conocimientos, Investigación y Extensión, FAO, Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Roma (Italia).

Citación recomendada:

FAO. 2011. *El estado de los recursos de tierras y aguas del mundo para la alimentación y la agricultura. La gestión de los sistemas en situación de riesgo*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Roma, y Mundi-Prensa, Madrid.

Ediciones Mundi-Prensa

Avda. Filipinas, 50, bajo, puerta A

28003 Madrid (España)

www.mundiprensa.com

Índice

Prólogo	vii
Prefacio	ix
Reconocimientos	xiii
Lista de siglas y acrónimos	xv
Lista de cuadros	xviii
Lista de recuadros	xx
Lista de figuras	xxiii
Lista de mapas	xxiv
Aspectos destacados de <i>El estado de los recursos de tierras y aguas del mundo para la alimentación y la agricultura</i>	xxvi
Resumen	1
El reto de la tierra y el agua	3
Tierras y aguas para una intensificación sostenible de la agricultura	10
Hacer frente a los retos: el funcionamiento habitual no es suficiente	16
Conclusión	18
1. Estado y tendencias de los recursos de tierras y aguas	21
El estado actual de las tierras y las aguas	23
Los recursos de tierras y aguas en la agricultura de secano	32
Los recursos de tierras y aguas en la agricultura de regadío	40
Bosques, pastizales, pesquerías interiores y acuicultura	49
Demanda agrícola prevista para 2050	56
Consecuencias para la agricultura de regadío	59
Consecuencias para la agricultura de secano	61
Conclusiones	65
2. Las presiones socioeconómicas y el marco institucional	67
La dependencia socioeconómica de la tierra y el agua	69
Sistemas básicos de asignación de recursos	76
Respuestas en cuanto a políticas hasta el momento	82

Enfoques institucionales y resultados	87
Consecuencias medioambientales de las decisiones del pasado relativas a políticas	94
Inversiones en la tierra y el agua	98
Cooperación internacional en relación con la tierra y el agua	102
Conclusiones	108
3. Los sistemas de tierras y aguas en situación de riesgo	111
Competencia creciente por la tierra y el agua	113
Degradación de la tierra y del agua: impactos y causas	119
Efectos previsibles del cambio climático	133
Sistemas en situación de riesgo	136
Conclusiones	147
4. Opciones técnicas para la gestión sostenible de la tierra y el agua	151
Mejora de la productividad del secano	153
Gestión de la salud y la fertilidad de los suelos	154
Gestión de la humedad del suelo en zonas de secano	160
Enfoques integrados para mejorar la productividad en los sistemas de secano	163
Obtención de agua para la agricultura de regadío	170
Modernización de los sistemas de regadío	172
Aumento de la productividad del agua en la explotación agrícola	174
Gestión de los riesgos ambientales asociados a la intensificación	180
Enfoques sobre la tierra y el agua ante el cambio climático	187
Perspectivas de aplicación	194
5. Respuestas institucionales para la gestión sostenible de la tierra y el agua	197
El entorno político general	199
Garantizar el acceso a los recursos de tierras y aguas	205
Definir las estrategias nacionales	209
El papel del conocimiento	220
Reforzar las asociaciones internacionales	222
Mejora de la cooperación e inversión internacionales	232
Lecciones para el futuro	240

Garantizar la producción sostenible en los principales sistemas de tierras y aguas	245
Políticas y estrategias para la gestión sostenible de la tierra y el agua	249
Reforma de la cooperación internacional en la gestión de la tierra y el agua	255
Mirada al futuro	259

Anexos

A1: Agrupaciones de países utilizadas	261
A2: Externalidades ambientales asociadas a la agricultura de regadío	267
A3: Programas nacionales para la gestión sostenible de la tierra	270
A4: Indicadores básicos de la tierra y el agua por países o regiones	274

Glosario de términos y definiciones utilizados en este informe	279
---	------------

Nota explicativa sobre los mapas mundiales presentados en este informe	286
---	------------

Referencias	289
--------------------	------------

Índice alfabético	309
--------------------------	------------

Prólogo

Esta edición de *El estado de los recursos de tierras y aguas del mundo para la alimentación y la agricultura* llena un importante vacío temático en la serie de publicaciones principales de la FAO y presenta una información objetiva y global y un análisis del estado actual, las tendencias y los retos a los que se enfrentan dos de los más importantes factores de la producción agrícola: la tierra y el agua.

Los recursos de tierras y aguas son fundamentales para la agricultura y el desarrollo rural y están intrínsecamente relacionados con retos mundiales como la inseguridad alimentaria y la pobreza, la adaptación al cambio climático y la mitigación del mismo, así como la degradación y el agotamiento de los recursos naturales que afectan al sustento de millones de habitantes de las zonas rurales de todo el mundo.

Las proyecciones actuales indican que la población mundial pasará de los actuales 6 900 millones de personas a 9 100 millones en 2050. Además, el progreso económico, especialmente en los países emergentes, se traduce en un aumento de la demanda de alimentos y de dietas diversificadas. Por consiguiente, habrá un fuerte crecimiento de la demanda mundial de alimentos, y se prevé que la producción alimentaria aumentará un 70 % en el mundo y un 100 % en los países en desarrollo. Sin embargo, los recursos de tierras y aguas, la base de nuestra producción alimentaria, son limitados y se encuentran ya sometidos a una gran presión, por lo que la futura producción agrícola tendrá que ser más productiva y, al mismo tiempo, más sostenible.

Uno de los objetivos principales de esta publicación, por lo tanto, es concienciar al público sobre el estado de los recursos de tierras y aguas e informar sobre las oportunidades y los retos relacionados con este asunto. A lo largo de los años, la FAO se ha instituido como una fuente excepcional de información mundial sobre las tierras y las aguas. En la preparación de este libro se ha aprovechado a fondo esta información, y el resultado es la más completa y actualizada perspectiva mundial sobre la disponibilidad de los recursos de tierras y aguas, su uso y gestión, y las tendencias y novedades que pueden presentar de cara al futuro. También se han tenido en cuenta las principales causas de cambio a escala mundial, entre ellas las presiones demográficas, la variación de los patrones de consumo, la producción de biocombustibles y los impactos del cambio climático.

El núcleo del presente informe es la variedad de situaciones que caracterizan los paisajes agrícolas mundiales. Se identifican las zonas geográficas con elevada densi-

dad de población, donde los sistemas de producción de secano y regadío sufren cada vez más mayores presiones y corren el riesgo de llegar al límite de producción y de productividad. Con este informe se pretende llamar la atención de la comunidad mundial sobre los «sistemas en situación de riesgo», para que se pueda emprender una intervención correctiva coordinada por medio de inversiones y de la cooperación internacional, no solo a escala mundial sino también localmente, donde es probable que sean mayores las consecuencias de la falta de acción en los medios de vida agrícolas.

En este informe se hace también hincapié en la contribución esencial y a menudo subestimada que pueden aportar las políticas, las instituciones y las inversiones apropiadas al acceso equitativo a los recursos y a su gestión sostenible y productiva, sin dejar de garantizar unos niveles aceptables de desarrollo económico. Además, se analizan opciones y estrategias encaminadas a resolver problemas en evolución, como la escasez de agua y la degradación de la tierra.

Asimismo, se presentan numerosos ejemplos de acciones satisfactorias emprendidas en diversas regiones del mundo, lo que ilustra las múltiples opciones disponibles y que pueden utilizarse también en otros lugares, y se destacan los mecanismos de planificación y negociación necesarios para introducirlas. Dada la creciente competencia por los recursos de tierras y aguas, la elección de las opciones requiere inevitablemente que los implicados evalúen las compensaciones recíprocas entre una gran variedad de bienes y servicios de los ecosistemas. Este conocimiento puede ser útil para movilizar la voluntad política, el establecimiento de prioridades y medidas correctivas orientadas a las políticas, en el nivel de toma de decisiones más elevado.



Jacques Diouf

Director General (1994-2011)

Organización de las Naciones Unidas

para la Alimentación y la Agricultura (FAO)

Prefacio

Alimentar a una población cada vez mayor

Los recursos de tierras y aguas y la forma en que se utilizan son fundamentales para mejorar la seguridad alimentaria en todo el mundo. Es probable que las presiones demográficas, el cambio climático y la creciente competencia por la tierra y el agua agraven la vulnerabilidad a la inseguridad alimentaria, particularmente en África y en Asia. El reto de suministrar suficientes alimentos para toda la población mundial nunca ha sido tan grande.

La población mundial continúa aumentando. Se prevé que la actual cifra, de unos 7 000 millones, llegue a los 9 000 millones de personas en 2050 (Naciones Unidas, 2009). Para entonces, será necesario producir anualmente otros 1 000 millones de toneladas (Mt) de cereales y 200 Mt más de productos ganaderos (Bruinsma, 2009). Las exigencias de este crecimiento agrícola son mayores en los países en desarrollo, donde el problema no es solo producir alimentos sino garantizar que las familias tienen acceso a ellos, lo que les proporcionará seguridad alimentaria.

Actualmente, hay casi mil millones de personas subnutridas, especialmente en el África subsahariana (239 millones) y en Asia (578 millones). En los países en desarrollo, aun cuando se hubiera duplicado la producción agrícola en 2050, una persona de cada veinte seguiría corriendo el riesgo de sufrir subnutrición: una cifra equivalente a 370 millones de personas que padecerán hambre, la mayoría de las cuales se concentrarán en África y en Asia. Este aumento supondría que la agricultura sigue siendo un motor del crecimiento, vital para el desarrollo económico y los servicios medioambientales y fundamental para reducir la pobreza rural.

Para que mejore la nutrición y desaparezcan la inseguridad alimentaria y la subnutrición, en el futuro la producción agrícola tendrá que crecer más deprisa que la población. Esto tendrá que producirse, en gran parte, en las tierras agrícolas actuales. Por lo tanto, las mejoras tendrán que provenir de una intensificación sostenible que haga un uso eficiente y no perjudicial de los recursos de tierras y aguas.

Las políticas, prácticas y tecnologías necesarias para elevar la producción y aumentar la seguridad alimentaria han sido objeto de debate desde hace tiempo. A nivel internacional, se han negociado los mecanismos institucionales, el desarrollo del comercio y los mercados y las facilidades financieras necesarios para elevar la productividad de forma sostenible. A nivel nacional, se están empezando a aplicar algunas medidas destinadas a aumentar la producción y reforzar la seguridad

alimentaria, como las inversiones en actuaciones favorables a los pobres, la creación de políticas, instituciones e incentivos respetuosos con el mercado, y la implantación de infraestructuras y servicios para mejorar la productividad. No obstante, el problema sigue existiendo.

Competencia creciente por la tierra y el agua

Los indicios son alarmantes. Las tasas de crecimiento de la producción agrícola se han reducido y no llegan a la mitad del 3 % anual de la cifra que se registraba en el pasado en los países en desarrollo. En 2007 y 2008 se dispararon los precios de los cereales, y su impacto en los precios de los alimentos acabó con cualquier autocomplacencia. Desde entonces, la creciente competencia por la tierra y el agua se ha puesto especialmente de manifiesto cuando entidades de inversión públicas y privadas han comenzado a adquirir extensiones de tierra agrícola en los países en desarrollo. En algunas de las principales tierras cultivadas de calidad excelente, la producción de materia prima para biocombustibles compite con la producción de alimentos. Una sucesión de grandes inundaciones, sequías y corrimientos de tierras ha amenazado aún más la estabilidad de los recursos de tierras y aguas.

Además, se han puesto de manifiesto problemas estructurales más profundos en la base de los recursos naturales. La escasez de agua está aumentando, como también aumentan la salinización y la contaminación de los cursos y masas de agua y la degradación de los ecosistemas hídricos. En muchos grandes ríos solamente circula el 5 % de los antiguos caudales, y algunos ríos, como el Huang He, ya no desembocan en el mar durante todo el año. Se ha reducido la extensión de los grandes lagos y los mares interiores, y la mitad de los humedales de Europa y la América septentrional ya no existen. La escorrentía de los suelos erosionados causa colmatación en los embalses, lo que reduce el suministro de energía hidráulica y de agua. Las aguas subterráneas se están bombeando de forma intensiva, y los acuíferos están cada vez más contaminados y salinizados en algunas zonas costeras. En todos los continentes hay grandes territorios con grave deterioro de sus ecosistemas, sobre todo por problemas de calidad del suelo, pérdida de biodiversidad y perjuicios en sus valores recreativos y de patrimonio cultural.

Actualmente, la agricultura es uno de los principales aportadores de gases de efecto invernadero, con un 13,5 % de las emisiones mundiales (IPCC, 2007). Al mismo tiempo, el cambio climático aumenta los riesgos y la incertidumbre de los agricultores, por el calentamiento y la consiguiente aridez, por los cambios en los regímenes de precipitaciones y por la creciente incidencia de los fenómenos climatológicos extremos. Los agricultores pobres que habitan en países de bajos ingresos son los más vulnerables y los menos capacitados para adaptarse a estos cambios.

El aumento sostenido de la acuicultura interior contribuye también a la competencia por los recursos de tierras y aguas: el suministro per cápita de pescado procedente de la acuicultura ha aumentado a un ritmo medio anual del 6,6 % entre 1970 y 2008 (FAO, 2010a), lo que ha producido un incremento en la demanda de piensos, aguas y tierras para la construcción de estanques piscícolas.

El deterioro de la capacidad de los ecosistemas para proporcionar bienes y servicios fundamentales está afectando ya al potencial de producción de importantes zonas productoras de alimentos. Si estas tendencias persisten, las repercusiones en la seguridad alimentaria serán mayores en los países en desarrollo, donde hay menos agua y el suelo es menos rico en nutrientes. Sin embargo, en algunos lugares, la introducción de tecnologías mejoradas y de prácticas de gestión y políticas que tienen en cuenta la necesidad de mantener un equilibrio apropiado entre las necesidades medioambientales y la producción agrícola han invertido las tendencias negativas y, por lo tanto, marcan el camino hacia un modelo de intensificación sostenible. No obstante, los riesgos son considerables. Si se mantienen las tendencias actuales, importantes sistemas de tierras y aguas, y los alimentos que producen, se encontrarán en situación de riesgo.

Objeto de este libro

En este libro se aborda el problema de la tierra y el agua en los cultivos y se examina el tipo de respuestas de producción que podrían ayudar a satisfacer la demanda. Asimismo, se evalúa el potencial de los recursos hídricos y de tierras del mundo para mantener este aumento de la producción y de la productividad. Además, se estudian los riesgos y las compensaciones recíprocas y se describen las posibilidades de gestionarlos sin causar daños a la base de los recursos.

Aunque en el Capítulo 1 se discute brevemente el uso de tierras y aguas para la actividad forestal y ganadera, estos temas han sido tratados con más detalle en dos informes previos de la FAO, a los que remitimos al lector: *Situación de los bosques del mundo 2009* (FAO, 2009a) y *El estado mundial de la agricultura y la alimentación* (FAO, 2009b). Igualmente, en un informe reciente de la FAO, *El estado mundial de la pesca y la acuicultura* (FAO, 2010a), se analizan con más detalle las tendencias y los problemas de las pesquerías interiores y la acuicultura. Este panorama de la situación mundial se complementa con los análisis generales de la agricultura presentados en diversos informes de la FAO y del Banco Mundial (FAO, 2011a; Banco Mundial, 2009b).

En el Capítulo 1 se analizan el estado actual de los recursos de tierras y aguas y las tendencias que presentan, se evalúan los aspectos biofísicos y técnicos de los recursos y su uso y se anticipan las proyecciones para el año 2050. En el Capítulo 2 se revisan las disposiciones institucionales y se evalúan los impactos medioambien-

tales y socioeconómicos de la gestión actual de la tierra y el agua. En el Capítulo 3 se abordan las amenazas actuales y futuras para la tierra y el agua y sus consecuencias en una serie de sistemas importantes en situación de riesgo. En el Capítulo 4 se examinan los requisitos y opciones que podrían ayudar a conseguir los necesarios niveles de producción y productividad de forma sostenible. En el Capítulo 5 se evalúan las respuestas institucionales a nivel local, nacional e internacional y se analizan las lecciones que estas pueden ofrecer de cara al futuro. Finalmente, en el Capítulo 6 se sacan conclusiones y se apuntan recomendaciones relativas a las políticas. Estas últimas se expresan en forma de enfoques pragmáticos y graduales hacia un nuevo paradigma de producción agrícola intensiva más sostenible y con menos emisiones de carbono, basado en una gestión de la tierra y el agua más sensible a la ecología por parte de los agricultores, y apoyado en las políticas, las instituciones y los incentivos ofrecidos por los gobiernos nacionales y la comunidad mundial.

Reconocimientos

La preparación del informe *El estado de los recursos de tierras y aguas del mundo para la alimentación y la agricultura* ha contado con el apoyo y la contribución de diversas personas e instituciones especializadas.

Conceptualización y supervisión general: P. Koohafkan.

Coordinación: H. George.

Grupo básico de preparación del presente informe: H. George, J. M. Faurès, J. Burke, N. Forlano, F. Nachtergaele, P. Groppo, S. Bunning, P. Koohafkan y P. Steduto.

Revisores y asesores externos: H. P. Binswanger, R. Conant, P. Mahler, R. Stewart y R. Brinkman.

Equipo de redacción del resumen: C. S. Wand (consultor independiente) y J. Pretty (Universidad de Essex).

Preparación y revisión de los informes temáticos y de los capítulos de este informe: D. Bartley, C. Batello, M. Bernardi, R. Biancalani, H. P. Binswanger, J. Bonnal, J. Bruinsma, S. Bunning, J. Burke, C. Casarotto, N. Cenacchi, M. Cluff, R. Cumani, J. De la Cruz, C. De Young, O. Dubois, T. Facon, J. M. Faurès, N. Forlano, G. Franceschini, K. Frenken, T. Friedrich, A. Fynn, J. Gault, H. George, P. Gerber, P. Grassini, P. Groppo, T. Hofer, J. Hoogeveen, B. Huddleston, W. Klemm, P. Koohafkan, R. Lal, D. Lantieri, J. Latham, C. Licona Manzur, L. Lipper, M. Loyche-Wilkie, J. Mateo-Sagasta, P. Mathieu, G. Muñoz, F. Nachtergaele, C. Neely, D. Palmer, M. Petri, T. Price, T. Robinson, S. Rose, M. Salman, V. Sadras, S. Schlingloff, P. Steduto, L. Stravato, P. Tallah, L. Thiombiano, J. Tranberg, F. Tubiello, J. Valbo-Jorgensen y M. van der Velde.

Instituciones que han intervenido en la preparación de los informes temáticos:

- **Instituto Internacional para el Análisis de Sistemas Aplicados (IIASA):** G. Fischer, E. Hizsnyik, S. Prieler y D. A. Wiberg.
- **Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias (IFPRI):** R. Meinzen-Dick, E. Nkonya y C. Ringler.
- **Instituto Internacional de Medio Ambiente y Desarrollo (IIMAD):** L. Cotula
- **Centro para el Desarrollo y el Medio Ambiente (CDE) de la Universidad de Berna:** G. Schwilch, C. Hauert y H. Liniger.

- **Universidad de Bonn y Universidad de Frankfurt:** S. Siebert.
- **Geodata Institute** (Universidad de Southampton).
- **Asociación para la mejora de la Gobernanza de la Tierra, del Agua y de los Recursos Naturales (AGTER).**

Elaboración de estadísticas y mapas: K. Frenken, H. George, J. M. Faurès, J. Hoogveen, L. Peiser, M. Marinelli, M. Petri y L. Simeone, con la asistencia de R. Biancalani, J. Latham y R. Cumani.

Página web de *El estado de los recursos de tierras y aguas del mundo para la alimentación y la agricultura*: H. George, L. Peiser y S. Giaccio, con la asistencia de G. Lanzarone, M. Fani, D. Lanzi, M. Marinelli, B. Mukunyora, E. Snijders y K. Sullivan.

Acuerdos de publicación y realización del diseño gráfico: N. Forlano, R. Tucker y J. Morgan, con la asistencia de G. Zanolli, M. Umena y P. Mander.

Asistencia de secretaría: M. Finka.

Lista de siglas y acrónimos

AGTER	Asociación para la Mejora de la Gobernanza de la Tierra, del Agua y de los Recursos Naturales
AgWA	Asociación por el Agua de uso agrícola en África
AIE	Agencia Internacional de la Energía
AIF	Asociación Internacional de Fomento (Banco Mundial)
AOD	asistencia oficial al desarrollo
AQUASTAT	Sistema mundial de información sobre el agua en la agricultura
ARID	Asociación Regional de Riego y Drenaje para el África Occidental y Central
ASEAN	Asociación de Naciones del Asia Sudoriental
AUA	Asociación de Usuarios del Agua
BIRF	Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento
CAADP	Programa general para el Desarrollo de la Agricultura en África
CCC	capacidad de cambio de cationes
CCX	Bolsa del Clima de Chicago
CDB	Convenio de las Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica
CDE	Centro para el Desarrollo y el Medio Ambiente
CEOS	Comité sobre Satélites de Observación de la Tierra
CLD	Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación
CMA	Consejo Mundial del Agua
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
DFID	Departamento del Reino Unido para el Desarrollo Internacional
EM	Evaluación de los Ecosistemas del Milenio
EMBRAPA	Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria
ESA	Agencia Espacial Europea
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FAOSTAT	Base de datos estadísticos de la FAO
FCT	Grupo de Seguimiento del Carbono en los Bosques (Forest Carbon Tracking Task)
FIDA	Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola
FLO	Organización de Etiquetado de Comercio Justo
FMAM	Fondo para el Medio Ambiente Mundial
GCAI	Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional
GEI	gases de efecto invernadero

GEO	Grupo de Observación de la Tierra
GEOS	Sistema de Sistemas de Observación Global de la Tierra
GIZ	Sociedad Alemana de Cooperación Internacional
GLADIS	Sistema Global de Información sobre la Degradación de las Tierras
GLASOD	Evaluación Mundial de la Degradación de los Suelos
GST	gestión sostenible de la tierra
GWP	Alianza Mundial en favor del Agua
ICLARM	Centro Internacional para la Ordenación de los Recursos Acuáticos Vivos
IED	inversión extranjera directa
IFPRI	Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias
IIASA	Instituto Internacional para el Análisis de Sistemas Aplicados
IIMAD	Instituto Internacional de Medio Ambiente y Desarrollo
IIRR	Instituto Internacional de Reconstrucción Rural
ILC	Coalición Internacional para el Acceso a la Tierra
IMAWESA	Programa de mejora de la ordenación de las aguas para la agricultura en el África oriental y austral
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
ISRIC	Centro Internacional de Información y Referencia en Suelos
IWMI	Instituto Internacional para el Manejo del Agua
LADA	Evaluación de la Degradación de Tierras Secas
MASSCOTE	Programa de cartografía de sistemas y servicios para las técnicas de funcionamiento de canales
MDL	Mecanismo para un Desarrollo Limpio
MICCA	Proyecto de Mitigación del Cambio Climático en la Agricultura
NPK	nitrógeno, fósforo, potasio (fertilizantes)
OCDE	Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos
ODM	Objetivos de Desarrollo del Milenio
OEA	Organización de los Estados Americanos
OMC	Organización Mundial del Comercio
OMS	Organización Mundial de la Salud
ONG	organización no gubernamental
ONU-REDD	Programa de colaboración de las Naciones Unidas para la reducción de emisiones de la deforestación y la degradación de bosques en los países en desarrollo
PBIDA	países de bajos ingresos y con déficit de alimentos
PCIC	Directiva sobre la Prevención y el Control Integrado de la Contaminación
PMA	Programa Mundial de Alimentos
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

PSA	pago por servicios ambientales
RAE	Fundación para la Rehabilitación de los Entornos Áridos (RAE Trust, Kenya)
REDD+	Reducción de las emisiones derivadas de la deforestación y la degradación forestal; además de la conservación, el manejo sostenible y el mejoramiento del stock de carbono de los bosques en los países en desarrollo
RHRI	recursos hídricos renovables internos
SADC	Comunidad para el Desarrollo del África Austral
SARIA	Asociación Regional de Regadío del África Austral
SICIAV	Sistemas de información y cartografía sobre la inseguridad alimentaria y la vulnerabilidad
SIG	sistema de información geográfica
SIPAM	Sistemas Importantes del Patrimonio Agrícola Mundial
SMOT	Sistema Mundial de Observación Terrestre
SOLAW	<i>The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture</i> (El estado de los recursos de tierras y aguas del mundo para la alimentación y la agricultura)
UA	Unión Africana
UE	Unión Europea
UNCTAD	Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo
WOCAT	Reseña Mundial de Enfoques y Tecnologías de la Conservación
WWAP	Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos
ZAE	zonificación agroecológica
ZAEM	zona agroecológica mundial

Lista de cuadros

Cuadro 1.1:	Distribución regional de las principales tipologías de uso de las tierras (2000)	23
Cuadro 1.2:	Variación neta en los principales usos de las tierras (Mha)	26
Cuadro 1.3:	Distribución mundial de las tierras aptas para el cultivo con sistemas adecuados de producción	28
Cuadro 1.4:	Extracción de agua por principales sectores de uso	29
Cuadro 1.5:	Tipos de sistemas de secano	33
Cuadro 1.6:	Distribución de las tierras cultivadas por grado de calidad del suelo, según la disponibilidad de nutrientes naturales	37
Cuadro 1.7:	Estimación de brechas de rendimiento (porcentaje del potencial) en el cultivo de cereales, raíces y tubérculos, legumbres, cultivos azucareros, cultivos oleaginosos y hortalizas	38
Cuadro 1.8:	Superficie con infraestructura de regadío (porcentaje de tierra cultivada y parte regada con aguas subterráneas)	42
Cuadro 1.9:	Medias anuales de los recursos hídricos renovables a largo plazo y de extracción de agua para el riego	46
Cuadro 1.10:	Distribución de las tierras de regadío y porcentaje de la producción de cereales de regadío en la producción cerealera total (2006)	48
Cuadro 1.11:	Zonificación regional de los sistemas de pastoreo	54
Cuadro 1.12:	Crecimiento histórico y proyectado de la producción de cereales	58
Cuadro 1.13:	Crecimiento proyectado de la producción agrícola: resultados más probables	58
Cuadro 1.14:	Superficie con infraestructura de regadío proyectada para 2050	61
Cuadro 1.15:	Medias anuales de los recursos hídricos renovables a largo plazo y de la extracción de agua para el riego, 2006, 2050	62
Cuadro 1.16:	Disponibilidad mundial y calidad de los recursos de tierras aptas para la producción agrícola	64
Cuadro 2.1:	Gasto público en agricultura en una serie de países en desarrollo 1980-2002	99

Cuadro 2.2:	Cuantía estimada de la inversión extranjera directa por sectores e industrias, 1990 y 2004 (en millones de dólares)	99
Cuadro 2.3:	Necesidades de inversión proyectadas para el período de 2005-2007 a 2050, en miles de millones de dólares de 2009	102
Cuadro 2.4:	Distribución regional de las inversiones proyectadas en la producción agrícola, de 2005-2007 a 2050	102
Cuadro 3.1:	Emisiones antropógenas anuales de gases de efecto invernadero (2005)	131
Cuadro 3.2:	Principales países productores de alimentos que dependen de las aguas subterráneas	133
Cuadro 3.3:	Principales sistemas de tierras y aguas en situación de riesgo (tipología amplia)	138
Cuadro 4.1:	Potencial de mitigación en la agricultura y la silvicultura en 2030	191
Cuadro 5.1:	Tendencias indicativas en la distribución de costes y beneficios de diversas tecnologías o prácticas	204
Cuadro 5.2:	Programas internacionales de generación, armonización y distribución de datos	223
Cuadro 5.3:	Casos de esfuerzos de cooperación regional en la gestión de tierras y aguas	225
Cuadro 5.4:	Comercio virtual del agua en una serie de países	231
Cuadro 6.1:	Respuestas técnicas e institucionales para respaldar la mejora de la gestión de la tierra y el agua	246

Lista de recuadros

Recuadro 1.1:	Cómo se evalúa la aptitud de una tierra para el cultivo	28
Recuadro 1.2:	Transformación de pastizales en cultivos agrícolas en el África septentrional, el Cercano Oriente y el Mediterráneo	53
Recuadro 1.3:	Cultivos forrajeros para la alimentación del ganado y para la fabricación de combustible	55
Recuadro 2.1:	Conflictos, capacidad de adaptación y equilibrio precario en el uadi Dahr del Yemen	80
Recuadro 2.2:	Directiva Marco de la Unión Europea sobre el Agua	86
Recuadro 2.3:	Efectos de la gestión de cuencas en el ciclo del agua	90
Recuadro 2.4:	Ejemplo de transferencia en la gestión del regadío: puesta en práctica y mantenimiento en Rumania	92
Recuadro 2.5:	Impacto de un marco de incentivos distorsionado en la gestión de la tierra y el agua	95
Recuadro 2.6:	Influencia de las políticas generales en la gestión sostenible del agua	96
Recuadro 2.7:	Rehabilitación de la cuenca del Río Amarillo en la meseta de loess china	97
Recuadro 2.8:	Acuerdos de adquisición de tierras en los países en desarrollo	100
Recuadro 2.9:	La desertificación: Retos de la tierra y el agua en las tierras secas y respuestas de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación	104
Recuadro 3.1:	Tendencias en la demanda y producción de biocombustibles líquidos	118
Recuadro 3.2:	Pérdida de bosques naturales en América Latina y el Caribe	120
Recuadro 3.3:	Principales características del marco FAO-LADA de evaluación de la degradación de las tierras secas	121
Recuadro 3.4:	Evaluación nacional de la degradación de la tierra en el Senegal	122
Recuadro 3.5:	Agotamiento de los nutrientes en los sistemas de cultivo a pequeña escala del África subsahariana	127
Recuadro 3.6:	Impactos previstos en el potencial de producción de cereales	135

Recuadro 4.1:	Árboles fertilizantes: un caso de éxito	158
Recuadro 4.2:	Gestión integrada de la fertilidad del suelo	160
Recuadro 4.3:	Captación y almacenamiento de agua de lluvia	162
Recuadro 4.4:	Fajas vegetales	163
Recuadro 4.5:	Barreras estructurales	164
Recuadro 4.6:	Silvopastoreo en Shinyanga (República Unida de Tanzania)	167
Recuadro 4.7:	Inversión de la desertificación en los pastizales de Baringo (Kenya)	169
Recuadro 4.8:	Tecnología del riego por goteo	175
Recuadro 4.9:	Cinco estudios de casos de mejora de la productividad del agua en los cultivos	179
Recuadro 4.10:	China es una sociedad que ahorra agua	181
Recuadro 4.11:	Problema de la contaminación por nitrógeno en China	183
Recuadro 4.12:	Recomendaciones para la gestión de pesticidas en el regadío	185
Recuadro 4.13:	Los sistemas de pastoreo en las tierras secas y el cambio climático	190
Recuadro 4.14:	Reforestación comunitaria en el Brasil: respuesta a las inundaciones y a los corrimientos de tierras	192
Recuadro 4.15:	Barreras vegetales contra la erosión eólica de los arenales en la provincia de Gansu (China)	193
Recuadro 4.16:	Éxito de la expansión del regadío individual privado en el Níger	194
Recuadro 5.1:	Evaluación del coste de la degradación de la tierra	205
Recuadro 5.2:	Gestión colectiva y participativa de las aguas subterráneas en Andhra Pradesh	210
Recuadro 5.3:	Evaluación de la salud del suelo en el marco de los ecosistemas	212
Recuadro 5.4:	El programa MASSCOTE de la FAO: modernización de los equipos de gestión del regadío	216
Recuadro 5.5:	Margen para la implicación del sector privado en la gestión del regadío	217
Recuadro 5.6:	El Sistema de Sistemas de Observación Global de la Tierra	224
Recuadro 5.7:	Ejemplos del apoyo del Fondo para el Medio Ambiente Mundial a la gestión sostenible de la tierra y el agua	227
Recuadro 5.8:	Apoyo internacional para la gestión sostenible de la tierra y el agua en la cuenca del lago Chad	229

Recuadro 5.9:	Iniciativas privadas en el ámbito de la gestión sostenible de la tierra y el agua	230
Recuadro 5.10:	Una agricultura verde para una economía verde	233
Recuadro 5.11:	Gestión sostenible de la tierra y el agua para alcanzar los objetivos generales del desarrollo	234
Recuadro 5.12:	El Programa de colaboración de las Naciones Unidas para la Reducción de Emisiones de la Deforestación y la Degradación de Bosques en los Países en Desarrollo	237
Recuadro 5.13:	Proyectos piloto de financiación del carbono para pequeños agricultores en China	237
Recuadro 5.14:	Mercados voluntarios del carbono	238
Recuadro 5.15:	Pago por servicios ambientales	239
Recuadro 6.1:	Una estrategia nacional para la gestión sostenible de la tierra y el agua	252
Recuadro 6.2:	Algunos puntos de partida para aumentar la cooperación en relación con los recursos de tierras y aguas	256
Recuadro 6.3:	Seguimiento de los sistemas de tierras y aguas en situación de riesgo	258

Lista de figuras

Figura 1.1:	Distribución regional de los usos y coberturas de las tierras	24
Figura 1.2:	Evolución de las tierras de regadío y de secano (1961-2008)	26
Figura 1.3:	Superficie total de tierra cultivada por grado de aptitud para cada región geográfica	27
Figura 1.4:	Superficie con infraestructura de regadío	41
Figura 1.5:	Aumento de la producción, la superficie cosechada y la superficie de tierras de cultivo del mundo, 1961-2009	50
Figura 1.6:	Tierra cultivada per cápita, 2000, 2050	63
Figura 2.1:	Distribución per cápita de las tierras de pastizales, de secano y de regadío por quintiles de pobreza en las zonas rurales de los países en desarrollo	70
Figura 2.2:	Relación entre la degradación de la tierra y la pobreza	70
Figura 2.3:	Ayuda oficial a la tierra y el agua como porcentaje del total de ayuda oficial al desarrollo destinada a inversiones rurales en agua y medioambiente	107
Figura 2.4:	Distribución por regiones de la ayuda para tierras y aguas (media 1995-2008)	107
Figura 3.1:	Representación esquemática de un cambio previsible en la situación de seis servicios ecosistémicos, asociado a un cambio importante en el uso de la tierra (del uso forestal a la producción ganadera extensiva)	123
Figura 3.2:	Situación y tendencias de la degradación mundial de las tierras	125
Figura 3.3:	Tendencias en el uso de fertilizantes minerales (NPK)	130
Figura 3.4:	Distribución mundial de los riesgos asociados a los principales sistemas de producción agrícola: visión general	148
Figura 4.1:	Productividad del agua en cultivos de maíz, trigo y arroz: potencial en regadío y en secano	177
Figura 4.2:	Rendimiento de la cuenca del río Mekong por unidad de evapotranspiración de arroz a escala regional (en kg de cereal/ha/mm)	180
Figura 5.1:	Modelo teórico de estrategia para un marco de inversión en regadío	218

Lista de mapas

Mapa 1.1:	Usos y coberturas predominantes de las tierras	25
Mapa 1.2:	Distribución mundial de la escasez física de agua por principales cuencas fluviales	31
Mapa 1.3:	Principales sistemas agrícolas	34
Mapa 1.4:	Principales limitaciones en los suelos y tierras destinados a la agricultura de bajos insumos	36
Mapa 1.5.:	Brecha de rendimiento para un conjunto de cultivos básicos	39
Mapa 1.6:	Superficie con infraestructura de regadío en porcentaje de la superficie de tierras	43
Mapa 1.7:	Porcentaje de la superficie regada con aguas subterráneas	45
Mapa 2.1:	Prevalencia del retraso del crecimiento entre los niños	72
Mapa 2.2:	Distribución de la densidad de población pobre, basada en el retraso del crecimiento entre los niños	73
Mapa 3.1:	Proporción de tierra salinizada a consecuencia del regadío	128
Mapa 3.2:	Sistemas agrícolas en situación de riesgo: presión demográfica sobre la tierra y el agua	140

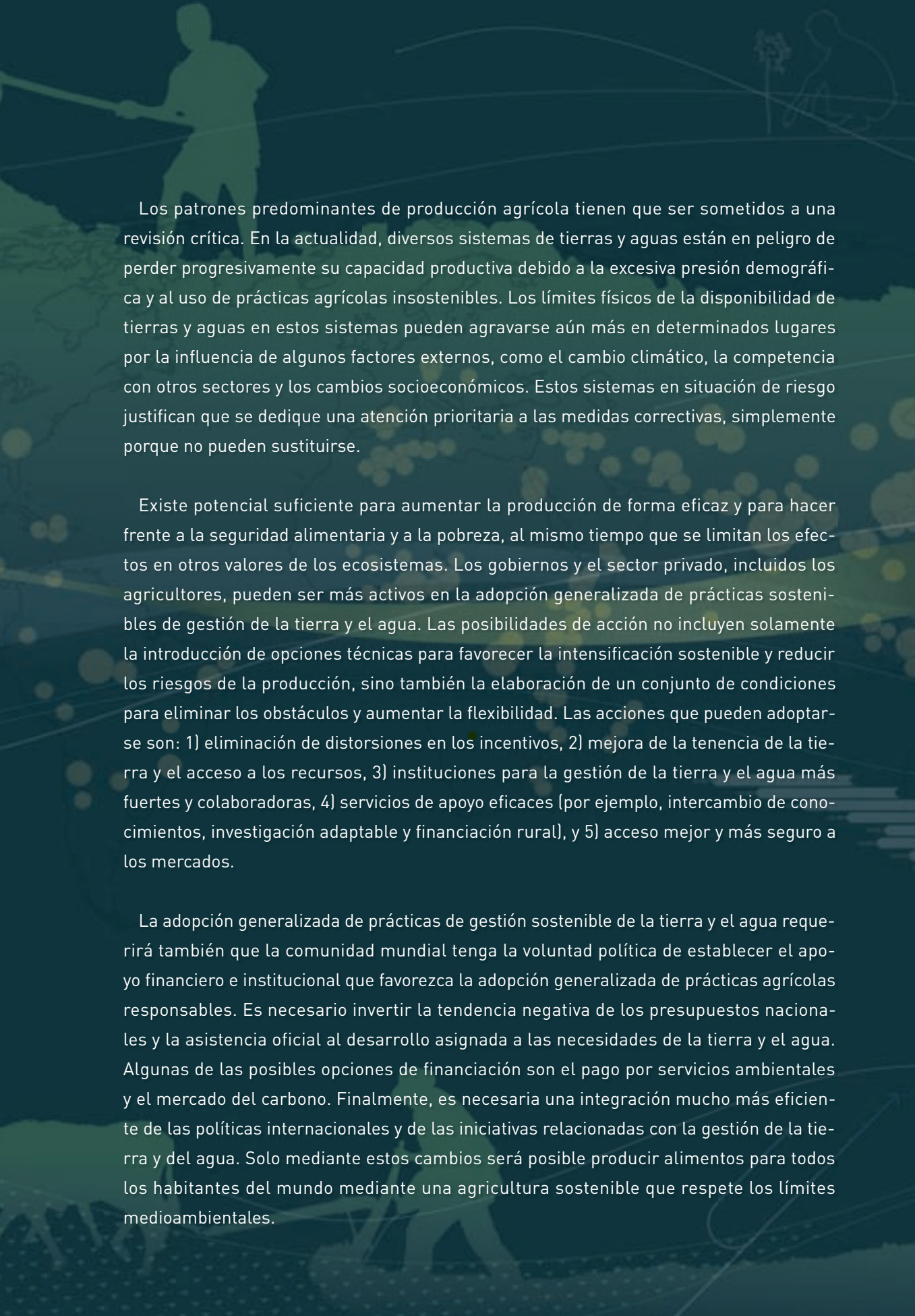
ASPECTOS DESTACADOS DE *EL ESTADO DE LOS RECURSOS DE TIERRAS Y AGUAS DEL MUNDO PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA*

La superficie cultivada del mundo se ha incrementado un 12 % en los últimos cincuenta años. En el mismo período se ha duplicado la superficie mundial de regadío, lo que supone la mayor parte del incremento neto de la tierra cultivada. Entre tanto, la producción agrícola se ha multiplicado por 2,5 o por 3, gracias al aumento significativo del rendimiento de los principales cultivos.

Sin embargo, en algunas regiones los logros en la producción han estado asociados a la degradación de los recursos de tierras y aguas y al deterioro de los bienes y servicios de los respectivos ecosistemas. Algunos de estos bienes y servicios son la biomasa, el almacenamiento del carbono, la salud del suelo, el almacenamiento y suministro de agua, la biodiversidad y diversos servicios sociales y culturales. La agricultura utiliza ya el 11 % de la superficie mundial de tierras para la producción agrícola. También hace uso del 70 % de toda el agua extraída de acuíferos, corrientes fluviales y lagos. Las políticas agrícolas han beneficiado principalmente a los agricultores con tierras productivas y acceso al agua, pero han marginado a la mayoría de los productores a pequeña escala, que siguen atrapados en una situación de pobreza y extrema vulnerabilidad, degradación de las tierras e inseguridad climática.

Las instituciones que gestionan la tierra y el agua no se han adaptado a la creciente intensidad del desarrollo agrícola ni al mayor grado de interdependencia y competencia por los recursos hídricos y de tierras. Se necesitan instituciones mucho más adaptables y colaboradoras, capaces de responder con eficacia a la escasez de los recursos naturales y a las oportunidades del mercado.

Se prevé que en torno al año 2050 el aumento de la población y de los ingresos requerirá un 70 % más de producción alimentaria a nivel mundial, y hasta un 100 % más en los países en desarrollo, en comparación con los niveles de 2009. Sin embargo, la distribución de los recursos de tierras y aguas no favorece a los países que necesitan producir más en el futuro: en los países de bajos ingresos, la disponibilidad media de terrenos cultivados per cápita es menos de la mitad que en los países de ingresos altos, y la aptitud de las tierras cultivadas para la agricultura es por lo general menor. Algunos de los países en los que hay una demanda cada vez mayor de alimentos son también los que sufren mayor escasez de tierras y aguas. Probablemente, la mayor contribución al aumento de la producción agrícola vendrá de la intensificación de la producción de las actuales tierras agrícolas. Esto requerirá la adopción generalizada de prácticas de gestión de la tierra sostenibles y un uso más eficiente del agua para riego, mediante una programación más flexible y responsable del regadío.

The background of the page features a dark, muted green color with faint, stylized white line drawings of people working in a field. On the left, a person is shown from the side, holding a long-handled tool like a hoe. On the right, another person is depicted in a more dynamic pose, possibly planting or tending to crops. The overall aesthetic is that of a technical or policy document with a focus on agriculture.

Los patrones predominantes de producción agrícola tienen que ser sometidos a una revisión crítica. En la actualidad, diversos sistemas de tierras y aguas están en peligro de perder progresivamente su capacidad productiva debido a la excesiva presión demográfica y al uso de prácticas agrícolas insostenibles. Los límites físicos de la disponibilidad de tierras y aguas en estos sistemas pueden agravarse aún más en determinados lugares por la influencia de algunos factores externos, como el cambio climático, la competencia con otros sectores y los cambios socioeconómicos. Estos sistemas en situación de riesgo justifican que se dedique una atención prioritaria a las medidas correctivas, simplemente porque no pueden sustituirse.

Existe potencial suficiente para aumentar la producción de forma eficaz y para hacer frente a la seguridad alimentaria y a la pobreza, al mismo tiempo que se limitan los efectos en otros valores de los ecosistemas. Los gobiernos y el sector privado, incluidos los agricultores, pueden ser más activos en la adopción generalizada de prácticas sostenibles de gestión de la tierra y el agua. Las posibilidades de acción no incluyen solamente la introducción de opciones técnicas para favorecer la intensificación sostenible y reducir los riesgos de la producción, sino también la elaboración de un conjunto de condiciones para eliminar los obstáculos y aumentar la flexibilidad. Las acciones que pueden adoptarse son: 1) eliminación de distorsiones en los incentivos, 2) mejora de la tenencia de la tierra y el acceso a los recursos, 3) instituciones para la gestión de la tierra y el agua más fuertes y colaboradoras, 4) servicios de apoyo eficaces (por ejemplo, intercambio de conocimientos, investigación adaptable y financiación rural), y 5) acceso mejor y más seguro a los mercados.

La adopción generalizada de prácticas de gestión sostenible de la tierra y el agua requerirá también que la comunidad mundial tenga la voluntad política de establecer el apoyo financiero e institucional que favorezca la adopción generalizada de prácticas agrícolas responsables. Es necesario invertir la tendencia negativa de los presupuestos nacionales y la asistencia oficial al desarrollo asignada a las necesidades de la tierra y el agua. Algunas de las posibles opciones de financiación son el pago por servicios ambientales y el mercado del carbono. Finalmente, es necesaria una integración mucho más eficiente de las políticas internacionales y de las iniciativas relacionadas con la gestión de la tierra y del agua. Solo mediante estos cambios será posible producir alimentos para todos los habitantes del mundo mediante una agricultura sostenible que respete los límites medioambientales.



CRECIMIENTO CONSTANTE DE LA POBLACIÓN MUNDIAL

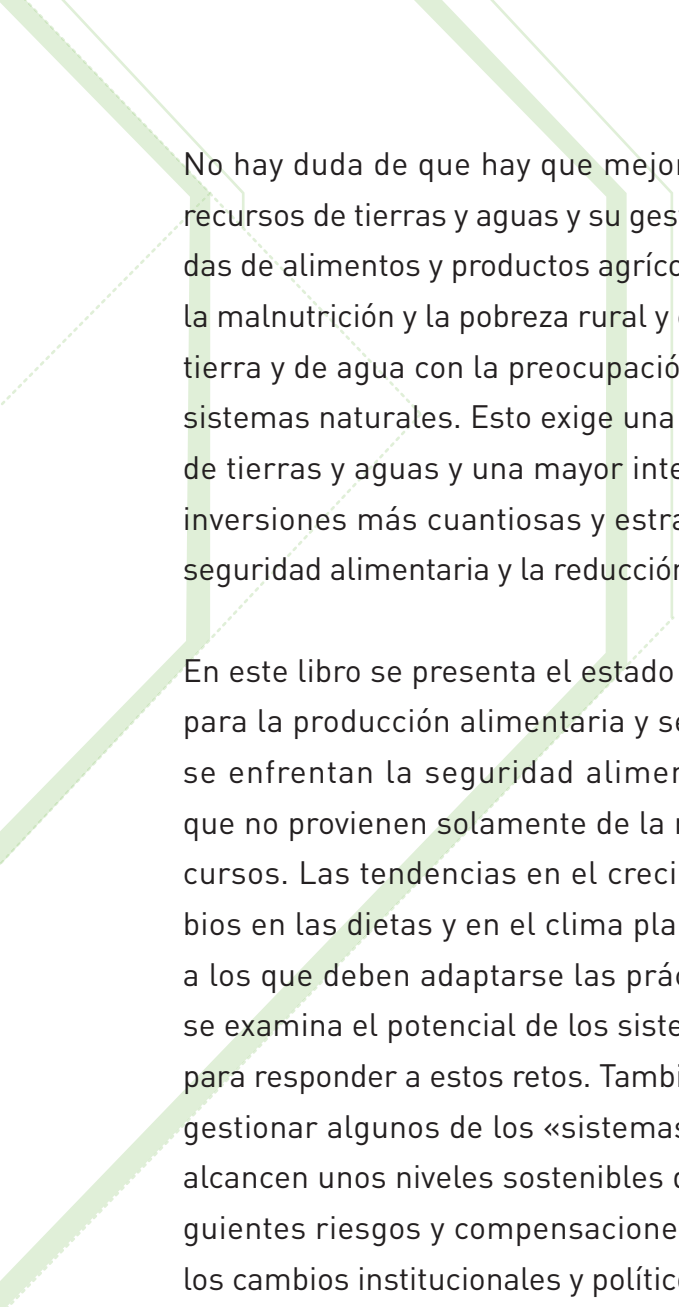
FENÓMENOS METEOROLÓGICOS EXTREMOS

A person is shown from behind, bent over and working in a field of green plants. The image is overlaid with a collage of three geometric shapes: a blue triangle in the top left, a red triangle in the bottom left, and a green triangle in the top right. The text 'SE NECESITAN MEDIDAS URGENTES' is written diagonally across the blue triangle.

SE NECESITAN MEDIDAS URGENTES

RESUMEN

En un mundo cada vez más poblado y con unos patrones de consumo cambiantes, la humanidad aún puede hacer mucho para planificar y gestionar la futura evolución de los recursos hídricos y del suelo. Después de varias décadas de inversiones escasas, gestión inadecuada y falta de gobernanza, las pruebas son evidentes. Desde los catastróficos corrimientos de tierra en laderas con demasiada pendiente para soportar asentamientos humanos, hasta las inundaciones sin precedentes de cuencas fluviales enteras, el efecto de los fenómenos meteorológicos extremos en las vidas humanas es noticia. Pero lo que no se conoce tanto es la creciente degradación de los sistemas hídricos y del suelo, que proporcionan seguridad alimentaria al mundo y medios de vida a las zonas rurales. En algunas regiones, hay sistemas enteros en situación de riesgo. Es necesario tomar medidas urgentes para invertir la tendencia a la degradación, sin menoscabar la integridad y productividad de estos sistemas.



No hay duda de que hay que mejorar sensiblemente el acceso a los recursos de tierras y aguas y su gestión. Hay que satisfacer las demandas de alimentos y productos agrícolas proyectadas, seguir afrontando la malnutrición y la pobreza rural y conciliar las diversas demandas de tierra y de agua con la preocupación por la rápida degradación de los sistemas naturales. Esto exige una mejor gobernanza de los recursos de tierras y aguas y una mayor integración de las políticas, junto con inversiones más cuantiosas y estratégicas, destinadas a asegurar la seguridad alimentaria y la reducción de la pobreza.

En este libro se presenta el estado de los recursos de tierras y aguas para la producción alimentaria y se analizan las amenazas a las que se enfrentan la seguridad alimentaria y el desarrollo sostenible, que no provienen solamente de la relativa escasez física de estos recursos. Las tendencias en el crecimiento de la población y los cambios en las dietas y en el clima plantean una compleja serie de retos a los que deben adaptarse las prácticas agrícolas. En este contexto, se examina el potencial de los sistemas de tierras y aguas del mundo para responder a estos retos. También se discuten las posibilidades de gestionar algunos de los «sistemas en situación de riesgo» para que alcancen unos niveles sostenibles de producción, junto con los consiguientes riesgos y compensaciones recíprocas. También se discuten los cambios institucionales y políticos y los enfoques técnicos más necesarios en algunos entornos específicos, y se presentan las principales conclusiones y recomendaciones.

El reto de la tierra y el agua

La disponibilidad de tierra y de agua para satisfacer las demandas nacionales y mundiales de alimentos y productos agrícolas ha cobrado relevancia bruscamente tras el reciente aumento en los precios de los productos básicos (con la consiguiente volatilidad) y el incremento de adquisiciones de tierras a gran escala. Los efectos sociales de la rápida inflación de los precios alimentarios han afectado sobre todo a la población más pobre. La capacidad de los mercados agrícolas mundiales para amortiguar los impactos de la oferta y estabilizar los precios de los productos básicos está asociada al funcionamiento sostenido de los sistemas hídricos y del suelo. Al mismo tiempo, el cambio climático introduce riesgos adicionales y vuelve más imprevisibles las cosechas por el calentamiento y la consiguiente aridez, los cambios en los regímenes de precipitaciones y la frecuencia y duración de los fenómenos naturales extremos. Mientras que el calentamiento puede ampliar el límite de la agricultura en el hemisferio norte, se prevé que los principales sistemas agrícolas de las latitudes más bajas sufrirán los efectos de las nuevas temperaturas, la humedad y las tensiones hídricas.

Estado y tendencias en el uso de los recursos de tierras y aguas

En los últimos cincuenta años, la gestión de la tierra y el agua ha logrado cubrir una creciente demanda de alimentos y fibra. En particular, la agricultura y el regadío mecanizados y con insumos intensivos han contribuido al rápido aumento de la productividad. La producción agrícola mundial ha crecido de 2,5 a 3 veces más en este período, mientras que la superficie cultivada ha aumentado solo un 12 %. Más del 40 % del aumento de la producción alimentaria proviene de las zonas de regadío, que han duplicado su superficie. En el mismo período, la superficie de tierra cultivada por persona ha descendido gradualmente hasta situarse por debajo de 0,25 ha, un claro exponente del éxito de la intensificación agrícola. La agricultura utiliza actualmente un 11 % de la superficie de las tierras del mundo para la producción agrícola, y representa el 70 % de toda el agua extraída de acuíferos, corrientes fluviales y lagos.

La distribución de la tierra apta para el cultivo presenta un sesgo desfavorable para aquellos países que tienen más necesidad de aumentar la producción. En los países de bajos ingresos, la superficie de tierra cultivada por persona es menos de la mitad que en los países de ingresos altos, y su aptitud para la agricultura es generalmente menor. Este es un dato preocupante, ya que se prevé que el crecimiento de la demanda de productos alimenticios en función de la población y de los ingresos se concentrará en los países de bajos ingresos. La principal consecuencia es que será necesario prever un ajuste mundial de la producción agrícola, con el fin de compensar estas disparidades geográficas.

La agricultura de secano es el sistema de producción agrícola predominante en el mundo, pero también es el que concentra a la mayoría de los habitantes pobres de regiones rurales. Las grandes franjas templadas de producción de cereales del hemisferio norte continuarán suministrando alimentos a los mercados mundiales, e incluso pueden conocer una expansión hacia el norte, facilitada por el calentamiento global. En cambio, en los trópicos y subtrópicos secos, la producción de secano seguirá sufriendo los efectos de las precipitaciones irregulares. La imprevisible disponibilidad de humedad del suelo durante el período vegetativo reduce la absorción de nutrientes y, por tanto, los rendimientos. Dada la baja fertilidad y el bajo contenido en carbono de los suelos tropicales, en muchos países de bajos ingresos el rendimiento de los sistemas de secano es ligeramente inferior a la mitad de su potencial. Aunque la mejora de la gestión de tierras y nutrientes puede traducirse en rendimientos mayores, estos pueden ser difíciles de mantener si las precipitaciones siguen siendo irregulares. La población pobre de zonas rurales, con tierras de aptitud marginal y un acceso limitado a la información y a los fertilizantes y las semillas mejoradas, sigue siendo vulnerable.

La tendencia a situar la agricultura de grandes insumos en las tierras más aptas para el cultivo alivia la presión sobre la expansión de las tierras y limita la invasión de los bosques y otros usos de las tierras. Hay una clara tendencia hacia la agricultura de precisión y la comercialización de todo tipo de cultivos alimentarios e industriales. Aunque el total de la tierra cultivada ha experimentado un crecimiento neto del 12 % desde 1961 hasta 2009, la tierra de regadío se ha duplicado con creces. Si bien muchas de las tierras agrícolas de calidad excelente y aptas para el regadío están desarrolladas, la demanda de sistemas de suministro de agua puntuales y a medida está aumentando, y la superficie mundial con infraestructura de regadío continúa expandiéndose a un ritmo del 0,6 % al año. El uso de aguas subterráneas para el regadío se está incrementando rápidamente, y casi el 40 % de la superficie irrigada depende ahora de las aguas subterráneas como fuente primaria o como complemento de las aguas superficiales. Este modelo de intensificación mediante la concentración de los insumos ha contrarrestado la expansión del cultivo de secano para producir cereales de primera necesidad, y también ha asegurado cadenas de suministro de una amplia gama de productos agrícolas a los centros urbanos.

En muchos sitios, sin embargo, los logros en la producción han estado asociados a prácticas de gestión que han degradado los sistemas de tierras y aguas. En algunas de estas zonas, la acumulación de impactos ambientales en los principales sistemas de tierras y aguas ha llegado a un extremo que pone en peligro la producción y el sustento de los agricultores. En algunos casos, la práctica de la agricultura intensiva ha causado una grave degradación del medioambiente, con pérdida de biodiversidad y contaminación de las aguas superficiales y subterráneas debido a un uso inadecuado de fertilizantes y pesticidas.

El regadío ha tenido beneficios directos en la producción y los ingresos, y también beneficios indirectos ya que ha reducido los daños causados por las inundaciones en el curso bajo de los ríos. Sin embargo, también ha tenido algunos impactos cuyos costes pueden sobrepasar en ocasiones los beneficios de la producción. Algunos de estos impactos son la reducción de los flujos ambientales, los cambios en el acceso al agua en el curso bajo de las cuencas o la disminución de la superficie de los humedales, que tienen una función ecológica clave en lo que respecta a la biodiversidad, la retención de nutrientes y el control de las inundaciones. La acumulación de impactos ambientales en algunos de los principales sistemas de tierras y aguas llega a poner en peligro la producción y los medios de vida de los agricultores.

Aunque la explotación intensiva de los recursos de tierras y aguas, especialmente en la agricultura a gran escala, puede ayudar a proteger los bosques al reducir la presión sobre las tierras, también podría causar un mayor deterioro de los ecosistemas, ya que el desbroce reduce la capacidad de amortiguación climática y de almacenamiento de carbono de la biomasa forestal y produce una pérdida de la biodiversidad y de los valores recreativos, turísticos y de patrimonio cultural. Las prácticas de gestión no sostenible utilizadas en explotaciones agrícolas a pequeña escala también podrían causar degradación (por la extracción excesiva de nutrientes o la erosión, por ejemplo) y contribuir a la emisión de gases de efecto invernadero (GEI). Con frecuencia, estas prácticas son el resultado de condiciones socioeconómicas desfavorables (por ejemplo, tenencia insegura de la tierra, falta de incentivos, falta de acceso a los mercados o a las tecnologías adecuadas, uso de tierras marginales).

La disponibilidad de agua para la agricultura es una limitación creciente en aquellas zonas donde se ha utilizado ya una gran proporción de los recursos hídricos renovables o donde no se puede negociar su gestión transfronteriza. En general, la mayor escasez de agua limita la producción del regadío, especialmente en los países y zonas con mayor estrés hídrico. En países con ingresos bajos o medios y rápido crecimiento de la población, la demanda de agua sobrepasa a la oferta. El aumento de la demanda por parte de la agricultura y de otros sectores está impulsando la competencia por el agua, lo que se traduce en estrés ambiental y tensiones socioeconómicas. En los lugares donde las precipitaciones son insuficientes y no es viable el desarrollo de nuevos recursos hídricos, se prevé que la producción agrícola estará más limitada por la escasez de agua que por la disponibilidad de tierra.

La extracción de aguas subterráneas ha supuesto una aportación inestimable de agua de regadío, pero ha resultado casi imposible de regular. Como consecuencia de ello, en algunas de las principales zonas productoras de cereales, tanto en países de ingresos altos como en países de ingresos medios o bajos, la extracción intensiva de agua subterránea a escala local sobrepasa la tasa de recarga natural. Dada la de-

pendencia de las aguas subterráneas de muchas de las principales zonas de producción alimentaria, el descenso de nivel de los acuíferos y la extracción continuada de aguas subterráneas no renovables supone un riesgo cada vez mayor para la producción de alimentos a escala local y mundial.

Existe un vínculo muy claro entre la pobreza y la falta de acceso a los recursos de tierras y aguas. En todo el mundo, los más pobres son los que menos acceso tienen a la tierra y al agua, y no pueden salir de la trampa de la pobreza por el uso de explotaciones pequeñas y con suelos de mala calidad y por la gran vulnerabilidad a la degradación de las tierras y a la inseguridad climática. Normalmente, las tecnologías y métodos de cultivo al alcance de los pobres se basan en sistemas mal gestionados y de insumos escasos, que pueden contribuir a la degradación de las tierras o amortiguar la variabilidad de las precipitaciones. Las tendencias más claras hacia la degradación de las tierras están asociadas a la población pobre.

Políticas, instituciones e inversiones relacionadas con la tierra y el agua

La falta de unos derechos claros y estables sobre la tierra y el agua, así como la escasa capacidad reguladora y de aplicación de las normas, han contribuido a crear conflictos en torno al acceso a la tierra y a la competencia por el uso del agua. En particular, sería necesario asegurar la inclusión sistemática de los derechos de uso tradicionales y consuetudinarios en la legislación nacional para proteger los medios de vida de las zonas rurales e incentivar el uso responsable de la tierra y el agua.

Por lo general, las políticas de desarrollo agrícola se han centrado en las inversiones en regadío y en zonas de potencial elevado, en la mecanización y en la especialización de los cultivos (monocultivo) para la exportación y comercialización de productos. Sus beneficios han ido a parar principalmente a los agricultores que disponen de tierras productivas y acceso al agua, maquinaria y capital, pero han dejado de lado a la mayoría de los pequeños agricultores, limitados por unos suelos generalmente pobres y vulnerables y por el uso de sistemas de escasos insumos y mala gestión. Muchas veces estas políticas han dado prioridad a las ganancias económicas a corto plazo, sin tener en cuenta la degradación de los recursos a largo plazo y el impacto en los servicios ecosistémicos. Cuando se han adoptado estos nuevos sistemas agrícolas, los medios de vida y las culturas de las zonas rurales también se han visto afectados.

El uso agrícola de la tierra y el agua es un problema de difícil solución. Por una parte, las políticas agrícolas han logrado satisfacer la creciente demanda, pero por otra parte han tenido una serie de consecuencias inesperadas, como la excesiva aplicación de fertilizantes y pesticidas y el agotamiento de las reservas de aguas subterráneas. Igualmente, las políticas del agua han ampliado el suministro y almacenamiento de este recurso, pero en algunas zonas esto ha provocado una demanda

excesiva y una escasez «generada». Los bajos precios de los servicios de agua de regadío también han fomentado su uso inadecuado.

En muchas cuencas fluviales, la evolución socioeconómica y la acumulación de problemas ambientales han ido a más velocidad que las respuestas institucionales. Las políticas medioambientales han tenido cierta influencia en los países de altos ingresos, pero han tenido mucho menos efecto, hasta ahora, en la agenda de desarrollo de los países pobres.

La colaboración efectiva entre las instituciones encargadas de la gestión de la tierra y el agua ha ido por detrás de los nuevos patrones de uso y consumo. Si bien la tierra y el agua funcionan como un sistema integrado, muchas instituciones los tratan separadamente. Aunque la diferenciación jurídica entre la tierra y el agua está encaminada a evitar el acaparamiento de los recursos, la creciente urbanización de las cuencas fluviales y el grado de interdependencia y competencia por los recursos de tierras y de aguas requieren unas instituciones más adaptables y colaboradoras, que puedan responder con eficiencia a la escasez de los recursos naturales y a las cambiantes oportunidades del mercado. Incluso aquellas instituciones que se dedican a la gestión integrada de cuencas o regiones se ocupan principalmente o bien de los recursos hídricos o bien de los recursos de tierras y de sus respectivos usos, antes que de la tierra y el agua conjuntamente. En muchos países, las instituciones nacionales y locales que regulan el uso de la tierra y el agua tienen que ejercer cada vez más una función de arbitraje entre los diversos usos, ya que la competencia por la tierra y el agua ha aumentado. La debilidad o la ausencia de marcos transfronterizos de cooperación (tanto en los estados federados como entre países ribereños) ha reducido la eficiencia de las inversiones y ha causado tensiones entre los usuarios que habitan en la parte superior e inferior de las cuencas.

Los niveles de inversión pública y privada destinada a las instituciones y la infraestructura básica del sector agrícola han disminuido en las dos últimas décadas. La infraestructura agrícola (carreteras rurales, planes de regadío, cadenas de comercialización y almacenamiento) tiene cada vez menos capacidad de responder a los cambios del mercado y es menos eficaz para suministrar productos de alta calidad. Actualmente se piensa que una inversión renovada y más inteligente en la agricultura moderna es un componente vital de la recuperación mundial y puede proporcionar más estabilidad al suministro alimentario. La creciente interdependencia y competencia por los recursos hídricos y de tierras en las cuencas fluviales utilizadas intensivamente indica que dicha estabilidad no se conseguirá sin una asignación más eficiente de los recursos naturales y sin una regulación medioambiental. Los actuales sistemas hídricos y de tierras que están amenazados por el agotamiento y la degradación de los recursos naturales serán un objetivo prioritario.

Las adquisiciones de tierra a gran escala están aumentando en ciertas zonas de África, Asia y América Latina, donde los recursos de tierras y aguas son abundantes y están disponibles. Dichas adquisiciones responden a la preocupación por la seguridad alimentaria y energética, pero también intervienen otros factores, como las oportunidades comerciales, la demanda de productos agrícolas básicos para la industria y las características del país receptor. Aunque las adquisiciones de tierra a gran escala siguen representando un pequeño porcentaje de la tierra apta para el cultivo, en cualquiera de los países implicados, contrariamente a la impresión generalizada, hay muy poca tierra «vacía», ya que la mayoría de la tierra apta está en uso u ocupada, normalmente por la población local. Aunque estas adquisiciones ofrecen oportunidades para el desarrollo, existe el riesgo de que la población pobre local sea expulsada o pierda el acceso a la tierra, el agua y otros recursos afines. Muchos países no tienen suficientes mecanismos para proteger los derechos locales y tener en cuenta los intereses, los medios de vida y el bienestar locales. La falta de transparencia y de controles y ajustes en las negociaciones contractuales podría favorecer los acuerdos que no maximizan el interés público. A menudo, la indeterminación de los derechos locales sobre las tierras, la dificultad de acceder a los procedimientos de registro, la indefinición de los requisitos para el uso productivo, los vacíos legales y otros factores debilitan la situación de los habitantes locales.

Perspectivas sobre el uso de las tierras y las aguas en torno al año 2050

Se espera que, para el 2050, el crecimiento de la población y de los ingresos se traducirá en un aumento del 70 % en la demanda mundial de productos agrícolas. Tomando como referencia el año 2009, se necesitará un incremento del 100 % de la producción en los países de ingresos medios y bajos, lo cual supone una tasa de crecimiento anual mundial del 1 % y hasta del 2 % en estos países. Las proyecciones indican que el aumento de producción se derivará principalmente de una explotación más intensiva de las actuales tierras cultivadas. La expansión será todavía posible en el África subsahariana y en América Latina. A más largo plazo, se prevé que el cambio climático aumente el potencial de expansión de algunas zonas de clima templado.

Tanto la agricultura de secano como la de regadío responderán al aumento de la demanda. Podría alcanzarse un aumento del doble de la producción actual a partir de los recursos de tierras y aguas ya desarrollados. Hay otros recursos de tierras y aguas que podrían desviarse hacia la producción agrícola, pero en la mayoría de los casos ya cumplen importantes funciones ambientales y económicas. La posible transformación en producción agrícola requeriría evaluar previamente las compensaciones recíprocas entre los beneficios de esta producción y la pérdida de los servicios ecológicos y socioeconómicos actuales.

En los países en desarrollo, es probable que el futuro crecimiento de la producción agrícola proceda sobre todo de la intensificación y que el regadío tenga

un papel cada vez más estratégico gracias a la mejora de los servicios hídricos y la eficiencia de su uso, el aumento del rendimiento y cultivos más intensivos. Se prevé que la superficie irrigada y el uso agrícola del agua aumentarán muy lentamente: la tierra de regadío pasará de los 301 millones de hectáreas (Mha) en 2009 a los 318 Mha en 2050, un aumento del 6 %. Sin embargo, cualquier expansión requerirá compensaciones recíprocas, especialmente entre las asignaciones intersectoriales de agua y los impactos ambientales. Es probable que en las explotaciones privadas haya un aumento considerable del riego suplementario y a presión. Partiendo de las tendencias actuales sobre el uso eficiente del agua para la agricultura y los aumentos del rendimiento, se estima que las extracciones para uso agrícola deberán haberse incrementado en más de 2 900 km³/año en 2030, y en casi 3 000 km³/año en 2050. Esto supone un incremento neto del 10 % hasta el año 2050.

A medida que sea más evidente la escasez de los recursos de tierras y aguas, se intensificará la competencia entre las demandas urbanas e industriales, y en la agricultura estará muy presente la competencia intrasectorial entre la ganadería, la producción de alimentos básicos y la producción de cultivos no alimentarios, como los biocombustibles líquidos. Las demandas de agua urbanas e industriales crecerán mucho más deprisa que las agrícolas, y es posible que desplacen asignaciones previstas para la agricultura. Entre tanto, la gestión del suelo y la aplicación precisa del agua tendrán que mejorar para adaptarse al aumento de la productividad agrícola. Esto supondrá una competencia intrasectorial por unas tierras y aguas escasas, lo cual perjudicará gravemente a la última fuente de agua dulce naturalmente disponible: las aguas subterráneas.

Se prevé que el cambio climático alterará los regímenes de temperaturas, precipitaciones y caudales fluviales de los que dependen los sistemas agrícolas. Aunque algunos sistemas agrícolas situados en latitudes superiores pueden resultar beneficiados por el aumento de las temperaturas porque habrá más tierras aptas para el cultivo, se prevé que las latitudes inferiores serán las más afectadas por los efectos negativos. Se estima que el calentamiento mundial aumentará la frecuencia e intensidad de las sequías e inundaciones en las regiones subtropicales. Asimismo, se prevé que las zonas costeras y los deltas se verán afectados negativamente por la subida del nivel del mar. Se espera que los sistemas montañosos o de tierras altas y los sistemas de regadío que dependen del agua del deshielo que reciben en verano experimentarán también cambios a largo plazo en los flujos basales. Las estrategias de adaptación y mitigación deberían centrarse en aumentar la capacidad de recuperación de los sistemas de cultivo para reducir los riesgos actuales y previsibles, como las sequías, las precipitaciones excesivas y otros fenómenos naturales extremos. Asimismo, estas estrategias deberían mitigar los impactos negativos del cambio climático en la producción agrícola.

Sistemas de tierras y aguas en situación de riesgo: cuáles son y dónde están

En todo el mundo, una serie de sistemas de producción agrícola están en situación de riesgo por la combinación de una presión demográfica excesiva y unas prácticas agrícolas insostenibles. Las cifras mundiales sobre el nivel de uso y degradación de los recursos de tierras y aguas no reflejan las grandes discrepancias regionales en cuanto a la disponibilidad de estos recursos. Se prevé que las limitaciones de la tierra y el agua pondrán en peligro la capacidad de los principales sistemas de producción agrícola para satisfacer la demanda. En algunos lugares estas limitaciones físicas pueden verse agravadas por factores externos, como el cambio climático, la competencia con otros sectores y los cambios socioeconómicos. Estos sistemas en situación de riesgo requieren medidas correctivas porque no pueden replicarse.

En *El estado de los recursos de tierras y aguas del mundo para la alimentación y la agricultura* se considera que un sistema de producción está «en situación de riesgo» cuando existen limitaciones a la disponibilidad y el acceso a unos recursos hídricos y de tierras adecuados. Además, la escasez de este tipo de recursos a escala local puede verse agravada por el uso de prácticas agrícolas insostenibles, las crecientes presiones socioeconómicas o el cambio climático. Los sistemas en situación de riesgo se sitúan dentro de las nueve categorías principales de sistemas mundiales de producción agrícola identificados en este informe.

Tierras y aguas para una intensificación sostenible de la agricultura

Se prevé que en 2050 el crecimiento de la producción agrícola provendrá en más de cuatro quintas partes del aumento de productividad de las tierras cultivadas actuales. Existen diversos enfoques agronómicos y técnicos que pueden ayudar a elevar la producción, superar las limitaciones y gestionar los riesgos, pero deberán contar con el apoyo y la orientación de unas instituciones encargadas de la gestión de la tierra y el agua cada vez más eficientes y colaboradoras, ya sean públicas o privadas, formales o informales.

Brechas de productividad de la tierra y el agua: un potencial sin explotar

La productividad de la tierra es generalmente baja en los cultivos de secano, debido a la escasa fertilidad de este tipo de terrenos, el grave agotamiento de los nutrientes, la mala estructura del suelo y el uso de prácticas inapropiadas de gestión del suelo. Esto es especialmente cierto en el África subsahariana, donde a menudo se obtienen rendimientos inferiores a 1 t/ha. Las técnicas de gestión sostenible de la tierra y el agua pueden aumentar la productividad mediante una gestión integrada de la fertilidad del suelo en aquellos lugares con un régimen de precipitaciones previsible.

Las prácticas integradas de producción de secano, como la agricultura de conservación, la agrosilvicultura y los sistemas integrados de cultivos y ganadería o de regadío y acuicultura, combinan las prácticas de gestión más adaptadas a los ecosistemas, culturas y demandas de mercado de cada lugar. El uso de pesticidas y sus riesgos se pueden minimizar mediante una gestión integrada de las plagas. La gestión integrada de la fertilidad del suelo, junto con la captación y almacenamiento del agua de lluvia y la conservación del suelo y el agua en laderas, podría mejorar los rendimientos del secano. En lo que respecta a los ciclos del nitrógeno y del carbono, estas prácticas pueden mejorar también la captación del carbono y reducir las emisiones de GEI.

Estos enfoques han demostrado su eficacia cuando se enmarcan en una estrategia de desarrollo rural y de mejora de los medios de vida de los agricultores, que incluye servicios de apoyo y facilidades de acceso a los mercados. La educación, los incentivos y las escuelas de campo para agricultores aceleran el paso a sistemas de gestión del uso de las tierras más productivos y con mayor capacidad de recuperación. Sin embargo, los riesgos y la baja rentabilidad inicial pueden inhibir la adopción de estas técnicas. En general, es necesario realizar estudios de viabilidad y de evaluación de los riesgos para conocer las limitaciones socioeconómicas y formular paquetes de incentivos eficaces, que animen a los agricultores a utilizar propuestas de gestión adecuadas y a adaptar las diversas prácticas y técnicas a su situación específica.

La mayoría de los sistemas de regadío del mundo están funcionando por debajo de su capacidad y no se ajustan a las necesidades de la agricultura actual. El bajo nivel de productividad del agua asociado a la gestión de estos sistemas conlleva menores oportunidades de usar eficazmente los recursos y obtener rendimientos económicos. En la actualidad, muchas regiones con escasez de agua tienen dificultades para aumentar el suministro para regadío. Los grandes planes hidroeléctricos polivalentes pueden ofrecer cierta cantidad adicional de agua para el riego. Se espera que los proyectos de almacenamiento de agua a pequeña escala puedan aumentar la oferta, y se prevé el desarrollo de nuevos sistemas de utilización de aguas subterráneas. Sin embargo, cada vez será más importante gestionar la demanda de agua. La combinación entre una gestión mejorada de los planes de regadío, las inversiones en tecnología moderna y el desarrollo de los conocimientos y la formación puede mejorar significativamente el uso eficiente del agua y el suministro a los usuarios situados al final del ciclo, que suelen ser los más pobres. Además, puede ayudar a mejorar la gestión del agua cuando hay un interés colectivo por mantener la función y los servicios de los acuíferos. Los mayores avances se podrán obtener en el África subsahariana y en algunas partes de Asia.

Para incrementar la productividad de la tierra y el agua en los grandes planes de regadío, se requiere un paquete integrado de medidas de modernización de las in-

fraestructuras y mejora de los sistemas de gestión, junto con un entorno económico que facilite el acceso al mercado, ofrezca incentivos no distorsionados y distribuya adecuadamente los riesgos. También existe la posibilidad de mejorar la eficiencia y productividad del riego en los sistemas de regadío informales y a pequeña escala. Para ello se requieren mecanismos que garanticen la disponibilidad de los conocimientos y las tecnologías y favorezcan las inversiones, y que estén adaptados a las prácticas de gestión y el contexto socioeconómico locales.

El reciclaje y la reutilización es otra posibilidad, pero se requiere una regulación adecuada para poder utilizar sin peligro el agua procedente del drenaje, la desalinización y el tratamiento de las aguas residuales. En muchos proyectos de regadío, los riesgos de salinización y encharcamiento in situ o externos requieren una minuciosa planificación del drenaje, inversiones adecuadas y una correcta gestión. También es necesario llevar a cabo estudios sobre el equilibrio entre sal y agua y contar con un sistema de regulación y seguimiento.

Apoyo nacional a la gestión sostenible de la tierra y el agua

Los agricultores del mundo seguirán siendo agentes de cambio destacados y sus opiniones deben ser escuchadas. Los agricultores están necesariamente implicados en la planificación y gestión sostenible de la tierra y el agua, pero muchos se ven obligados a utilizar prácticas insostenibles por la pobreza y la falta de incentivos, la inseguridad en la tenencia de la tierra y en los derechos de uso del agua, la falta de organizaciones locales adecuadas y la ineficacia de los servicios de apoyo (entre ellos, los créditos y la financiación de los proyectos rurales, los mercados y el acceso a la tecnología y a los conocimientos). En este ámbito, puede ser útil una asignación más estratégica de los recursos públicos, junto con la introducción de mecanismos que involucren la financiación del sector privado, tanto a nivel nacional como mediante la utilización de créditos a nivel local. Esto se traduciría en una mayor presencia de las inversiones públicas en la agricultura. Dentro de cada país, hay tres áreas de inversión fundamentales. 1) A nivel nacional, los gobiernos deberán invertir en bienes públicos, como carreteras, almacenamiento y obras de protección de los recursos de tierras y aguas, y facilitar la inversión privada. 2) Es necesario invertir en las instituciones que regulan y promueven la gestión sostenible de la tierra y el agua: investigación y desarrollo, sistemas de incentivos y de regulación y planificación del uso de la tierra y la gestión del agua. 3) A nivel de cuenca o de planes de regadío, se requiere un enfoque integrado de planificación que impulse un programa gradual de inversiones en las tierras y las aguas. En lo que respecta a los planes de regadío, hay que centrarse en la modernización de las infraestructuras y en los acuerdos institucionales.

Cuando existan carencias que dificulten las mejoras de productividad, es posible reforzar las instituciones encargadas de la administración de la tierra y el agua

para mejorar el sistema de derechos sobre estos recursos. El reconocimiento oficial y la protección legal de los sistemas de propiedad comunal y la adaptación consensuada y legalizada de los derechos individuales pueden mejorar la tenencia de la tierra. También pueden promoverse y regularse mercados de tierras para mejorar la eficiencia y la equidad en su distribución.

La participación de los interesados a diferentes niveles en los sistemas de tierras y aguas puede aumentar significativamente la productividad de los recursos hídricos y reducir las tensiones, ya que mejora la asignación de responsabilidades entre los diferentes sectores y permite introducir tecnologías y una estructura de gobernanza que faciliten el uso eficiente del agua. Como ejemplos se pueden citar el manejo colectivo y participativo del riego y la gestión de las aguas subterráneas. La cooperación en la gestión del agua transfronteriza, comenzando por el nivel técnico, puede favorecer una inversión óptima y con múltiples objetivos, que permita obtener beneficios en toda la cuenca. Probablemente las futuras novedades institucionales reflejarán mejor los enfoques participativos y pluralistas, con una mayor transferencia de competencias y responsabilidades a nivel local. Las reformas se apoyarán en medidas oficiales encaminadas a descentralizar el control sobre los regadíos y asegurar una mayor responsabilidad de los agricultores que utilizan el riego. Los enfoques basados en la gestión de las cuencas reflejan las buenas prácticas encaminadas a transferir la gestión de la tierra y el agua a la unidad geográfica más pequeña y a implicar a los interesados en la planificación y toma de decisiones.

En particular, la necesidad de gestionar las compensaciones recíprocas se centrará en el grado y las modalidades de intensificación, protección y conservación, el equilibrio entre la agricultura comercial y la producción de alimentos básicos y entre la distribución del crecimiento y los ingresos, el grado de seguridad alimentaria nacional y la distribución de costes y beneficios entre las poblaciones urbanas y rurales. Es fundamental que el análisis sea explícito y que las decisiones adoptadas busquen el máximo interés público. De ahí la importancia de aplicar procedimientos participativos y transparentes.

Para mejorar la aplicación de la tecnología a la gestión sostenible de la tierra y el agua es necesario integrar los conocimientos derivados de la investigación con mecanismos de diagnóstico y adaptación locales. Hay una amplia base de información sobre la mayoría de los sistemas hídricos y de tierras, pero la investigación y la extensión deben estar preparadas para ofrecer tecnologías adaptadas a la demanda. Los programas de sensibilización, como los de las escuelas de campo para agricultores, que trabajan en colaboración con grupos de agricultores locales, ONG y entidades del sector privado, han demostrado su utilidad para divulgar una serie de tecnologías y prácticas sostenibles, como el riego a presión, la agricultura de conservación o la certificación de los productos.

El presente informe ha puesto de manifiesto varias lagunas e inconsistencias de las bases de datos y los sistemas de información actuales. Para eliminar estas lagunas deberían hacerse nuevos inventarios de los recursos hídricos y de tierras, que ayuden a orientar la toma de decisiones y su puesta en práctica. La investigación sobre los sistemas agrícolas actuales será esencial para determinar las estrategias de conservación e intensificación. Deberían desarrollarse métodos de evaluación de los servicios ecosistémicos, entre ellos auditorías de la tierra y el agua, que sirvan de herramienta para definir las opciones de desarrollo y tomar decisiones informadas. Las redes y los medios de comunicación modernos tienen que actuar de forma más eficiente en el intercambio y difusión de los conocimientos y en la identificación y eliminación de estas lagunas.

Un primer paso para asegurar una gestión más eficaz es eliminar las distorsiones que favorecen la degradación de la tierra y el agua, como los bajos precios de la energía, que inducen al uso de prácticas agrícolas ineficientes y de consumo energético intensivo o al agotamiento de las aguas subterráneas. Para ello se puede elaborar un programa que fomente el uso de mejores prácticas, mediante incentivos a los precios y medidas reguladoras. El pago por servicios ambientales (PSA) puede redistribuir mejor los costes en los que incurren los agricultores y los beneficios que reciben otros sectores de la sociedad.

La reciente tendencia a la adquisición de tierras debe afrontarse con la adopción de normativas adecuadas y con políticas agrícolas y alimentarias bien informadas, que tengan más en cuenta la disponibilidad de las tierras y los derechos de acceso. Para mejorar las negociaciones y la toma de decisiones sería conveniente desarrollar directrices sobre la gobernanza de las tierras o un código que regule las inversiones internacionales y se apoye en la capacitación a todos los niveles.

Requisitos para la cooperación y la inversión internacionales

Es urgente asegurar una mejor y más eficiente integración de las iniciativas internacionales sobre la gestión de la tierra y el agua. La cooperación internacional en la gestión sostenible de la tierra y el agua es ya una de las principales prioridades de muchas instituciones, dada la actual preocupación por la seguridad alimentaria, la reducción de la pobreza, la protección ambiental y el cambio climático. Varios acuerdos internacionales recogen entre sus principios la necesidad de conservar recursos naturales como la tierra y el agua, pero pocas veces se han traducido en actuaciones claras sobre el terreno o en códigos de conducta nacionales, y tampoco se ha llegado todavía a un acuerdo consensuado o a un marco de acción sobre la gestión sostenible de la tierra y el agua.

Varias organizaciones y programas, como el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM), han sensibilizado al público y han impulsado medidas de gestión

sostenible de la tierra y el agua, y en algunos casos han fortalecido las instituciones y la gobernanza. Sin embargo, es habitual que haya diferentes organizaciones trabajando en el mismo campo, lo que reduce su capacidad de concentración y su impacto, y los enfoques siguen siendo mayoritariamente sectoriales, en lugar de integrados.

Algunas iniciativas y colaboraciones recientes con la sociedad civil y el sector privado (como la organización de Comercio Justo Fairtrade, la certificación medioambiental o el etiquetado ecológico) también pueden tener efectos positivos en la gestión sostenible de la tierra y el agua. Sería útil promover y orientar este tipo de iniciativas con un conocimiento más profundo de estos asuntos y con mecanismos de seguimiento. En la agricultura a gran escala, en concreto, hay potencial para reducir los costes de las transacciones asociadas al comercio de emisiones de carbono, lo que incentivaría una gestión sostenible.

La inversión mundial en la gestión de la tierra y el agua sigue sin alcanzar los niveles necesarios para afrontar la persistente inseguridad alimentaria y resolver la escasez de los recursos naturales. Se estima que las necesidades brutas de inversión para el desarrollo y gestión de sistemas de regadío son de casi 1 billón de dólares estadounidenses (en adelante, dólares) para el período 2007-2050. Por otra parte, la protección y el desarrollo de las tierras, la conservación del suelo y el control de las inundaciones requerirán unos 160 000 millones de dólares. Entre las nuevas opciones de financiación están el PSA y el mercado del carbono. La financiación a escala mundial debería complementar la financiación pública y privada a escala nacional. Para atraer y absorber eficazmente estos nuevos niveles de inversión, los países tienen que desarrollar políticas, instituciones e incentivos adecuados, junto con un mecanismo sólido de seguimiento y evaluación, que tengan en cuenta las dimensiones sociales, económicas y ambientales de la sostenibilidad.

Para impulsar la gestión sostenible de la tierra y el agua será necesario conseguir recursos financieros que serán desembolsados a través de los fondos o las fuentes privadas y comerciales ya existentes. En el contexto de las negociaciones mundiales sobre el cambio climático y la financiación de la captación de carbono, se podría crear un fondo específico, destinado a apoyar la gestión sostenible de la tierra y el agua por los pequeños agricultores y centrado en los múltiples beneficios derivados del aumento de la retención de carbono en el suelo, la disminución de las pérdidas de nutrientes y el control de las escorrentías en las explotaciones. Asimismo, se podrían establecer programas que incentivaran la adopción a nivel local de prácticas de gestión sostenible de la tierra y el agua, que promocionaran bienes globales, como la reforestación y la captación de carbono, y que redujeran los impactos ambientales negativos. Los programas que adopten el concepto del PSA podrían facilitar la adopción de estas iniciativas por parte de los agricultores.

La gestión de la tierra y el agua ofrece grandes posibilidades de sinergia entre la adaptación al cambio climático y su mitigación. En conjunto, la agricultura y la deforestación son responsables de hasta un tercio del total de las emisiones antropógenas de GEI. Al mismo tiempo, se prevé que el cambio climático afectará a los patrones de uso de la tierra y el agua para la agricultura. Sin embargo, muchas de las prácticas de gestión sostenible de la tierra y el agua que se recomiendan para aumentar la capacidad de recuperación del entorno y reducir la vulnerabilidad ante el cambio climático contribuirán también a la mitigación de estos efectos, en gran parte gracias a la captación de carbono. Además de su papel como sumidero de carbono, aumentar el almacenamiento de materia orgánica en el suelo puede aportar muchos otros beneficios, como la mejora de las reservas de agua del suelo y la retención de nutrientes, que a su vez pueden reducir la necesidad de fertilizantes y favorecer su absorción. La contribución de la gestión mejorada de la tierra y el agua a la mitigación del cambio climático puede significar que los países en desarrollo estén en condiciones de atraer apoyo financiero, dado el valor que aporta la captación de carbono derivada de la gestión sostenible de la tierra y el agua.

Hacer frente a los retos: El funcionamiento habitual no es suficiente

Los principales retos a los que se enfrenta la agricultura son: producir al menos un 70 % más de alimentos en 2050; mejorar la seguridad alimentaria y los medios de vida de la población rural pobre; mantener los servicios necesarios de los ecosistemas, y conciliar las diversas utilidades de los recursos de tierras y aguas. Todos estos retos tendrán que ser abordados conjuntamente con los efectos previstos del cambio climático en aquellos lugares donde estos pueden tener un visible impacto negativo en la producción agrícola. Para poder afrontar estos retos será imprescindible:

- Transformar las prácticas agrícolas actuales para reducir la presión sobre los sistemas de tierras y aguas.
- Reducir notablemente los efectos negativos de los sistemas de producción intensiva y armonizar el aumento de la producción alimentaria con la disminución de la pobreza, la diversificación de la seguridad alimentaria y de los medios de vida de los agricultores y el mantenimiento de los servicios ecosistémicos.
- Reducir los efectos negativos de la agricultura de pequeños productores asociados a una alta densidad de población, pobreza generalizada y falta de un acceso seguro a los recursos de tierras y aguas.

- Tratar como prioritarios los sistemas agrícolas en situación de riesgo y llevar a cabo un seguimiento de los avances en el control de los riesgos.
- Contar con inversiones y políticas económicas y comerciales que favorezcan una agricultura sostenible y un desarrollo rural equilibrado.
- Aplicar una intensificación sostenible mediante enfoques de planificación y gestión integrados, que puedan extenderse desde el nivel local para tratar los sistemas en situación de riesgo y favorecer simultáneamente la adaptación al cambio climático y la mitigación de sus efectos.

Los principios y prácticas en los que pueden basarse las grandes iniciativas para la gestión sostenible de la tierra y el agua son:

- La adopción generalizada de enfoques participativos y pluralistas en la gestión de la tierra y el agua, aumentando la transferencia de competencias y la responsabilidad local.
- El aumento de las inversiones destinadas a mejorar las infraestructuras de bienes públicos esenciales relacionadas con toda la cadena comercial, desde el productor al consumidor.
- La evaluación de los servicios ecosistémicos, por ejemplo mediante auditorías de la tierra y el agua, concebidas para orientar las decisiones de planificación e inversión.
- La revisión de los mandatos y actividades de las actuales organizaciones mundiales y regionales relacionadas con la tierra y el agua, con el fin de fomentar la colaboración e incluso la integración.
- Acuerdos comerciales internacionales que favorezcan los enfoques de «economía verde» y contribuyan en términos generales a una agricultura sostenible.
- Marcos cooperativos e instituciones de gestión de cuencas, que puedan trabajar conjuntamente para optimizar el valor económico y garantizar un reparto equitativo de los beneficios en las cuencas fluviales internacionales
- Un fondo específico para la gestión sostenible de la tierra y el agua por parte de los pequeños productores. De este modo se podrían establecer programas de incentivos, como el PSA en la gestión de cuencas, por la limpieza de las aguas, la biodiversidad y la producción sostenible, que favorecieran la adop-

ción de prácticas de gestión sostenible de la tierra y el agua, con captación de carbono y reducción de los impactos ambientales negativos.

Conclusión

Los sistemas de tierras y aguas, de los que dependen muchos de los sistemas de producción alimentaria más importantes del mundo, están sometidos a la presión de unos niveles de demanda sin precedentes. Se estima que el cambio climático agravará estas tensiones en algunas de las zonas productivas más destacadas.

Los gobiernos y el sector privado (incluidos los agricultores) pueden adoptar una actitud mucho más proactiva a la hora de facilitar y difundir la adopción general de prácticas más sostenibles de gestión de la tierra y el agua. Dichas prácticas podrían ampliar eficientemente la producción para resolver la inseguridad alimentaria, limitando al mismo tiempo los impactos en otros valores del ecosistema. En cualquier caso, para ello es necesario introducir cambios profundos en la forma en que se gestionan la tierra y el agua. Habrá que armonizar las políticas mundiales y las nacionales y transformar las instituciones para que puedan ser colaboradoras genuinas en la aplicación de los conocimientos y en la regulación responsable del uso de los recursos naturales. El funcionamiento habitual, con o sin ajustes marginales, no será suficiente.

El estado y las tendencias de los recursos de tierras y aguas para la alimentación y la agricultura que se describen en este informe proporcionan una base para elaborar y priorizar programas y financiaciones regionales, promover una gestión sostenible de la tierra y el agua y abordar los problemas de los sistemas en situación de riesgo.



Capítulo 1

ESTADO Y TENDENCIAS DE LOS RECURSOS DE TIERRAS Y AGUAS

Los recursos mundiales de tierras y aguas son finitos y están sometidos a la presión de una población en aumento. Las cifras mundiales muestran que la agricultura utiliza un porcentaje relativamente reducido de la tierra y el agua, pero estos datos no reflejan las grandes variaciones regionales ni una serie de desequilibrios localmente importantes entre la oferta y la demanda. La demanda de tierra y agua por parte de los sectores no agrícolas y la necesidad cada vez mayor de satisfacer los requisitos medioambientales acrecientan todavía más la competencia. En el presente capítulo se examinan el estado y las tendencias actuales de los recursos hídricos y de tierras, su distribución geográfica y su uso en la agricultura. Además, se presentan proyecciones sobre las futuras demandas agrícolas en torno al año 2050 y se analizan sus consecuencias para la agricultura, tanto de secano como de regadío.



El estado actual de las tierras y las aguas

La superficie neta cultivada del mundo se ha incrementado en un 12 % en los últimos cincuenta años, en gran parte a expensas de los bosques, los humedales y las zonas de pastizales. En el mismo período, se ha duplicado la superficie mundial de regadío. La distribución de estos activos de tierras y aguas difiere según los países. Aunque para la producción agrícola se utiliza solamente una pequeña proporción de las tierras y aguas del mundo, la mayor parte de los recursos fácilmente accesibles (y por tanto, económicos) está dedicada al cultivo o a otros usos de interés ecológico y económico. Por lo tanto, la posibilidad de ampliar más las tierras cultivadas está sujeta a unos límites. Solo algunas zonas de América del Sur y del África subsahariana ofrecen aún ciertas posibilidades de expansión. Al propio tiempo, ha aumentado la competencia por los recursos hídricos, hasta tal punto que, en la actualidad, más del 40 % de la población rural del mundo vive en regiones con escasez de agua.

Distribución, uso y aptitud de las tierras

La superficie de tierra mundial es de 13 200 millones de hectáreas. De esta superficie, el 12 % (1 600 millones de ha) se dedica actualmente al cultivo agrícola, el 28 % (3 700 millones de ha) a los usos forestales y el 35 % (4 600 millones de ha) corresponde a pastizales y ecosistemas de bosque. Los países de bajos ingresos abarcan aproximadamente el 22 % de la superficie de las tierras (Cuadro 1.1).

El uso de las tierras varía con las condiciones climáticas y del suelo y con las diversas influencias humanas (Mapa 1.1). La Figura 1.1 muestra el uso predominante

CUADRO 1.1: DISTRIBUCIÓN REGIONAL DE LAS PRINCIPALES TIPOLOGÍAS DE USO DE LAS TIERRAS (2000)

Categoría de países			Tierras cultivadas		Terrenos forestales		Pastizales y ecosistemas de bosque		Tierras con escasa vegetación y rasas		Asentamientos e infraestructuras		Masas de agua interiores	
	Porcentaje mundial de tierra, %	Porcentaje de la población mundial, %	Mha	%	Mha	%	Mha	%	Mha	%	Mha	%	Mha	%
Ingresos bajos	22	38	441	15	564	20	1 020	36	744	26	52	1,8	41	1,4
Ingresos medios	53	47	735	11	2 285	33	2 266	33	1 422	21	69	1	79	1
Ingresos altos	25	15	380	12	880	27	1 299	39	592	18	31	1	123	4

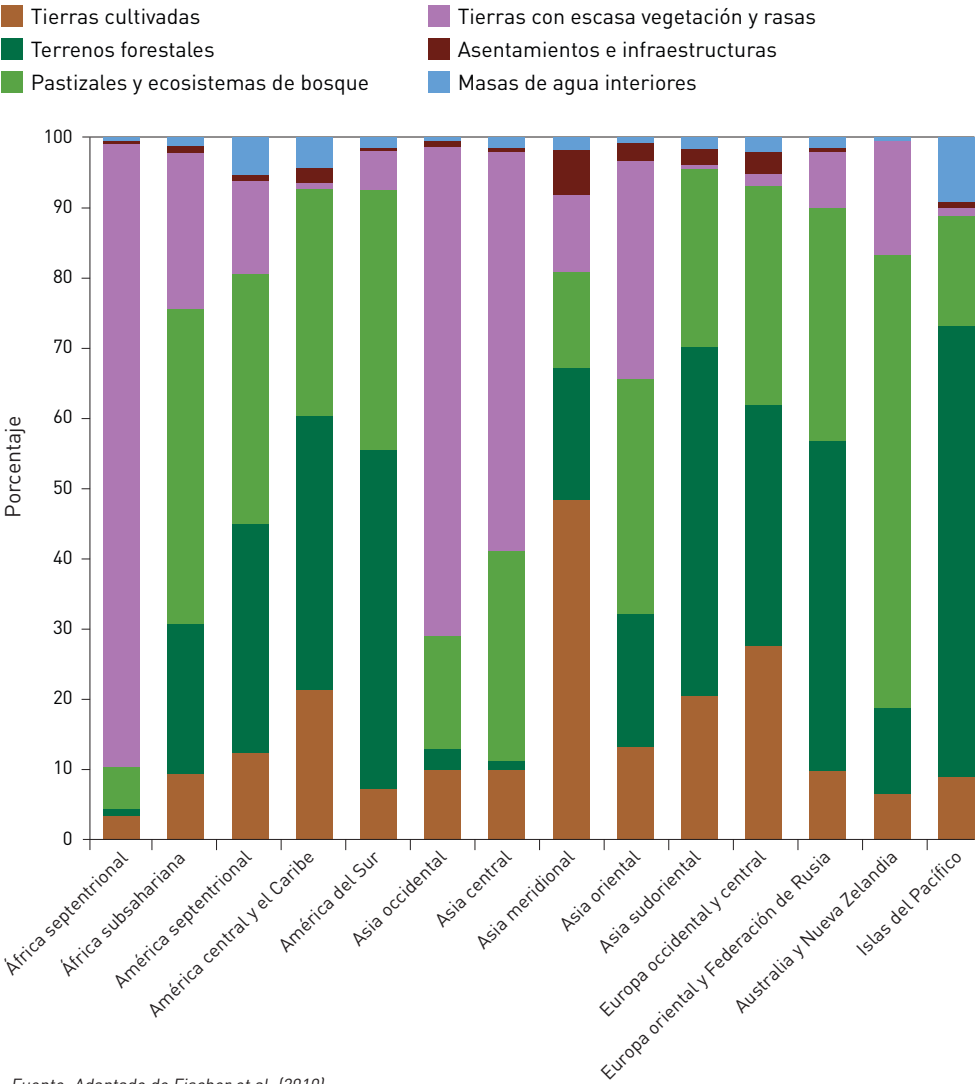
Fuente: Adaptado de Fischer et al. (2010)

Nota: Las superficies de los diferentes tipos de cobertura del suelo se han obtenido a partir de un conjunto de datos utilizado para la elaboración de modelos agroecológicos a nivel mundial. Debido a las diferencias en las fechas de adquisición de los datos, las resoluciones espaciales, las definiciones y las técnicas de procesamiento, las estimaciones de este cuadro pueden variar respecto a las de otras fuentes más recientes. Por ejemplo, la FAO calcula la superficie mundial de terrenos forestales (2010d) en 4 000 millones de hectáreas, frente a los aproximadamente 3 700 millones de hectáreas que figuran en este cuadro. Véase el Anexo A1 para la definición de las agrupaciones regionales y subregionales de países.

te de las tierras por regiones. Los desiertos abundan en gran parte de las latitudes septentrionales de poca altitud de África y Asia. Los bosques densos predominan en las tierras interiores de América del Sur, a lo largo de las costas de la América septentrional y en todo el Canadá, la Europa septentrional y gran parte de la Federación de Rusia, así como en los cinturones tropicales del África central y el Asia sudoriental. Las tierras cultivadas representan entre el 12 y el 15 % de la superficie total de cada categoría. Los pastizales y los bosques (33 a 39 %) y los terrenos forestales (20 a 33 %) son los usos y coberturas del suelo predominantes en las tres categorías de países.

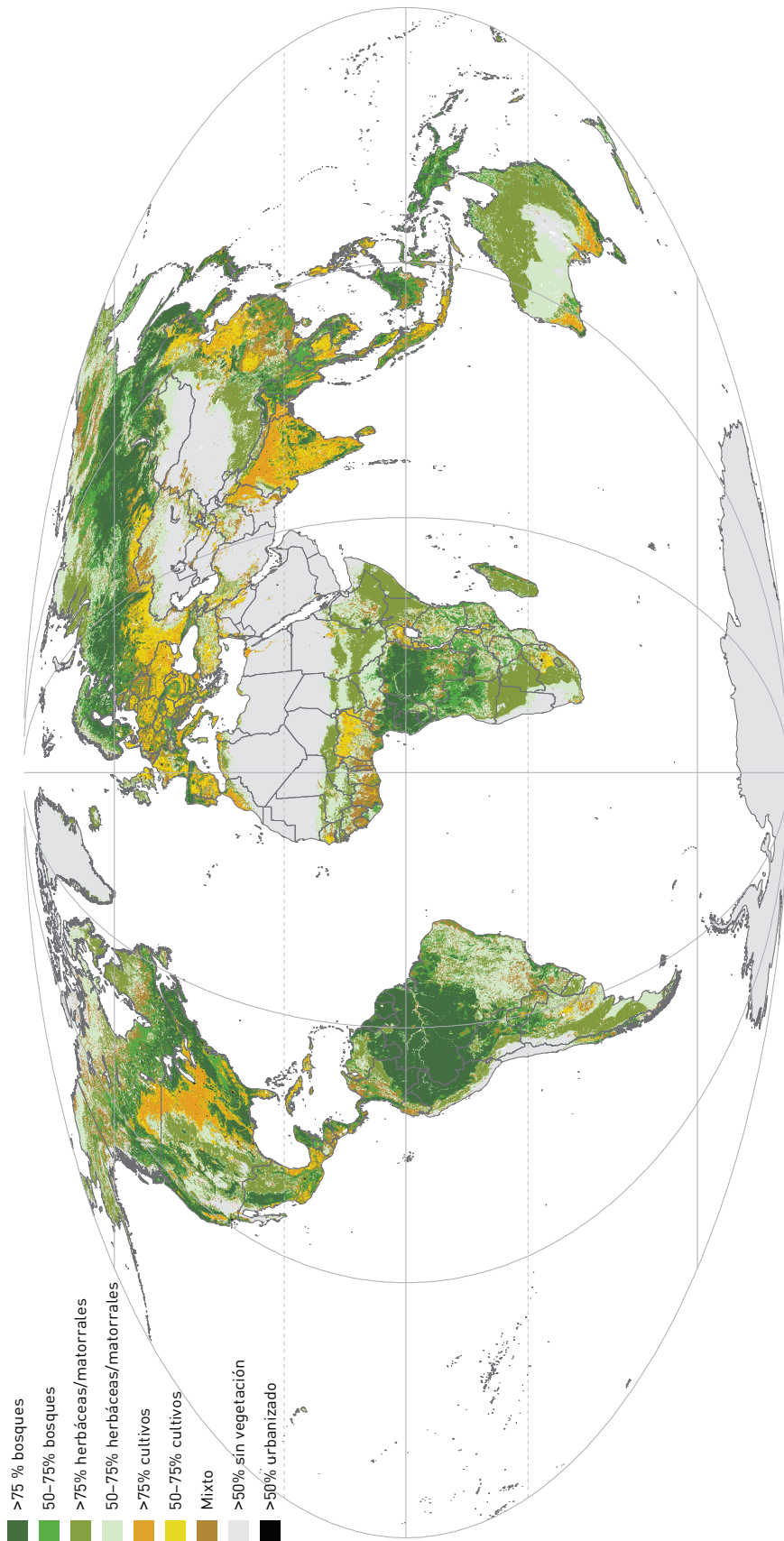
Las tierras cultivadas representan uno de los principales usos del suelo (una quinta parte o más de la superficie de tierras) en el Asia meridional y sudoriental, en la

FIGURA 1.1: DISTRIBUCIÓN REGIONAL DE LOS USOS Y COBERTURAS DE LAS TIERRAS



Fuente: Adaptado de Fischer et al. (2010)

MAPA 1.1: USOS Y COBERTURAS PREDOMINANTES DE LAS TIERRAS

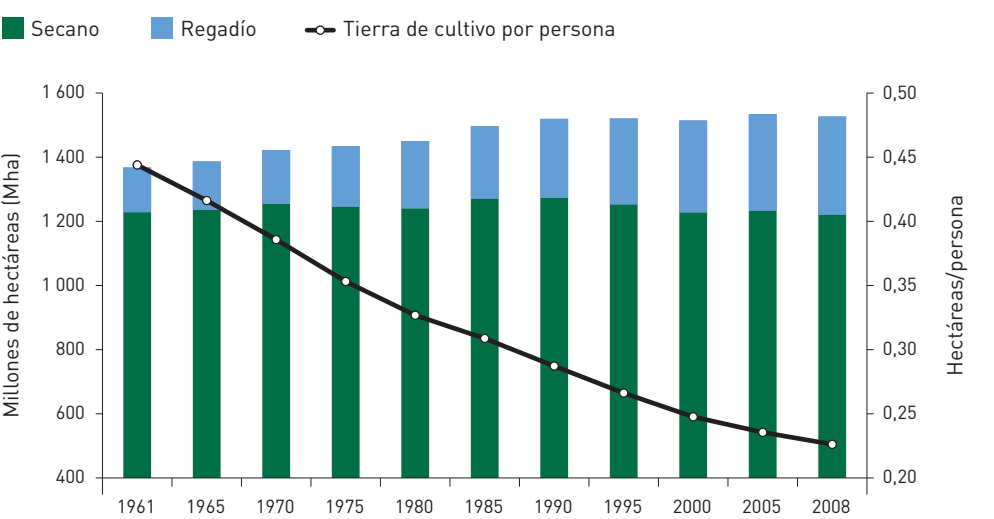


Fuente: IIASA/FAO [2010]

Europa occidental y central y en América central y el Caribe, pero están menos presentes en el África subsahariana y en el África septentrional, donde los cultivos ocupan menos de una décima parte de la superficie.

La superficie mundial de las tierras cultivadas ha aumentado en 159 Mha netos desde 1961 (Cuadro 1.2 y Figura 1.2). Sin embargo, este aumento incluye una superficie mayor de tierra recientemente puesta en cultivo, mientras que en el mismo período se ha abandonado la producción en otras tierras antes cultivadas. El aumento neto de la superficie cultivada durante los últimos cincuenta años es atribuible al incremento neto de los cultivos de regadío, mientras que los sistemas de cultivo de secano muestran un ligero descenso. La superficie irrigada se ha duplicado con creces durante el mismo período, y el número de hectáreas necesarias para alimentar a una persona se ha reducido espectacularmente, de 0,45 a 0,22 ha por persona (FAO, 2010b).

FIGURA 1.2: EVOLUCIÓN DE LAS TIERRAS DE REGADÍO Y DE SECANO (1961-2008)



Fuente: FAO (2010b)

CUADRO 1.2: VARIACIÓN NETA EN LOS PRINCIPALES USOS DE LAS TIERRAS (MHA)

	1961	2009	Incremento neto 1961-2009
Tierra cultivada	1 368	1 527	12%
• Secano	1 229	1 226	-0,2%
• Regadío	139	301	117%

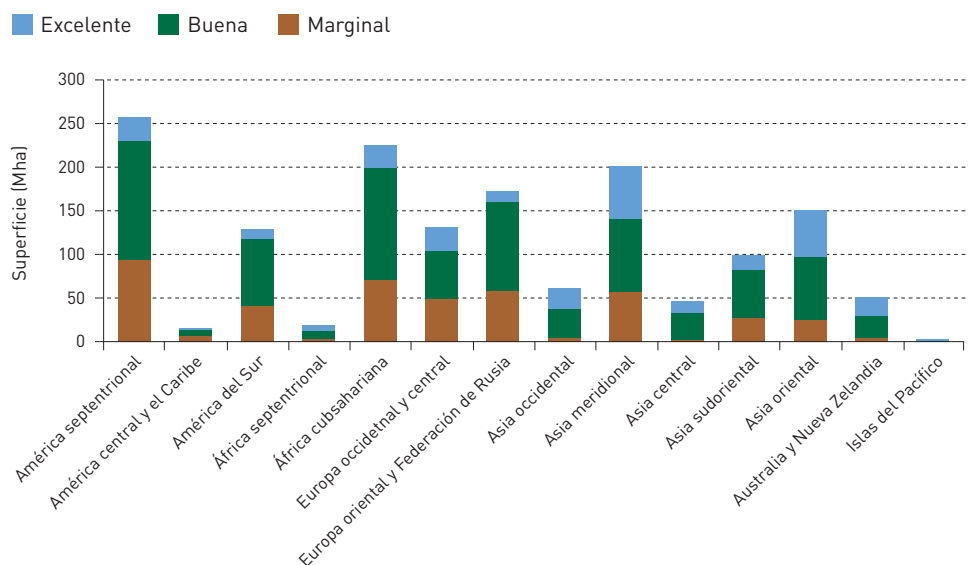
Fuente: FAO (2010b,c)

Los métodos de inventariado forestal, las definiciones de bosque y la extensión geográfica de las evaluaciones varían con el tiempo, lo que dificulta las comparaciones. Sin embargo, la disminución de aproximadamente 135 Mha (3,3 %) experimentada por la superficie forestal entre 1990 y 2010 parece indicar que la expansión del área cultivada y la sustitución de tierra laborable degradada por nuevas tierras cultivadas se ha conseguido en parte gracias a la conversión de áreas anteriormente cubiertas de bosque (FAO, 2010d).

Mundialmente se cultivan unas 0,23 ha de tierra per cápita. Los países de altos ingresos cultivan más del doble de superficie per cápita (0,37 ha) que los países de bajos ingresos (0,17 ha), mientras que los países de ingresos medios cultivan 0,23 ha per cápita (Cuadro 1.3).

La FAO define la aptitud de la tierra para la agricultura como su capacidad para alcanzar los rendimientos potenciales en una serie de cultivos (Recuadro 1.1). Suponiendo que se utilicen sistemas de producción bien adaptados, la mayor parte de la tierra actualmente cultivada es de calidad excelente (28 % del total) o buena. La mayor proporción de tierra cultivada excelente se encuentra en la América central y el Caribe (42 %), seguida de la Europa occidental y central (38 %) y la América septentrional (37 %). En el conjunto de los países de altos ingresos, el porcentaje de tierra cultivada excelente es del 32 % (Cuadro 1.3). En los países de bajos ingresos, los suelos suelen ser más pobres y solo el 28 % del total de tierra cultivada está clasificado como excelente (Figura 1.3).

FIGURA 1.3: SUPERFICIE TOTAL DE TIERRA CULTIVADA POR GRADO DE APTITUD PARA CADA REGIÓN GEOGRÁFICA



Fuente: Fischer et al. (2010)

CUADRO 1.3: DISTRIBUCIÓN MUNDIAL DE LAS TIERRAS APTAS PARA EL CULTIVO CON SISTEMAS ADECUADOS DE PRODUCCIÓN

Regiones	Tierra cultivada (Mha)	Población (millones)	Tierra cultivada per cápita (ha)	Cultivos de secano (%)		
				Tierra excelente	Tierra buena	Tierra marginal
Países de ingresos bajos	441	2 651	0,17	28	50	22
Países de ingresos medios	735	3 223	0,23	27	55	18
Países de ingresos altos	380	1 031	0,37	32	50	19
Total	1 556	6 905	0,23	29	52	19

Fuente: Adaptado de Fischer et al. (2010)

RECUADRO 1.1: CÓMO SE EVALÚA LA APTITUD DE UNA TIERRA PARA EL CULTIVO

En el presente estudio se tienen en cuenta tres niveles de aptitud para el cultivo: tierra excelente, buena y marginal / no apta. La tierra excelente es capaz de producir el 80 % de los rendimientos potencialmente alcanzables para una serie de cultivos. La tierra buena puede producir el 40-80 % de su potencial. La tierra marginal / no apta produce menos del 40 %. En todas partes, la gestión influye en el rendimiento. Las cifras que se muestran en el Cuadro 1.3 dan por supuesto el uso de sistemas de producción adecuados, en los que la gestión y el nivel de insumos se ajustan a la aptitud del suelo. Bajo este supuesto, la superficie de tierra excelente y buena del mundo varía entre el 70 % con bajos niveles de insumos y el 80 %.

Fuente: Fischer et al. (2010)

Uso, extracción, escasez y calidad del agua

En el ciclo hidrológico mundial, los recursos hídricos renovables suponen 42 000 km³/año. De esta cifra, unos 3 900 km³ se extraen de ríos y acuíferos para consumo humano: unos 2 710 km³ (70 %) se destinan al riego, el 19 % a la industria y el 11 % al uso urbano (Cuadro 1.4). Se estima que más del 60 % de todas las extracciones de agua vuelve a los sistemas hidrológicos locales a través del caudal de retorno a los ríos o aguas subterráneas. La parte restante se considera un uso consuntivo debido a la evaporación y a la transpiración de las plantas.

Al duplicarse en los últimos cincuenta años la superficie irrigada mundial, las extracciones de agua para la agricultura han aumentado. A escala mundial, las extracciones de agua totales siguen representando un porcentaje pequeño, próximo al 9 % de los recursos hídricos renovables internos (RHRI) (Cuadro 1.4), pero esta cifra no refleja las grandes divergencias geográficas. La tasa de extracción varía mucho por países o regiones. Europa extrae solamente el 6 % de sus recursos internos, y solo el 29 % de esta cantidad se destina a la agricultura. Las economías agrícolas intensivas de Asia extraen el 20 % de sus recursos renovables internos, de los cuales más del

CUADRO 1.4: EXTRACCIÓN DE AGUA POR PRINCIPALES SECTORES DE USO

Continente Regiones	Extracción total por sectores						Extracción total de agua*	Extracción total de agua dulce	Extracción de agua dulce en % de RHRI
	Urbano		Industrial		Agrícola				
	km³/año	%	km³/año	%	km³/año	%			
África	21	10	9	4	184	86	215	215	5
África septentrional	9	9	5	6	80	85	94	94	201
África subsahariana	13	10	4	3	105	87	121	121	3
Américas	126	16	280	35	385	49	791	790	4
América septentrional	88	15	256	43	258	43	603	602	10
América central y el Caribe	6	26	2	11	15	64	24	24	3
América del Sur	32	19	21	13	112	68	165	165	1
Asia	217	9	227	9	2 012	82	2 456	2 451	20
Asia occidental	25	9	20	7	227	83	271	268	55
Asia central	5	3	8	5	150	92	163	162	61
Asia meridional	70	7	20	2	914	91	1 004	1 004	57
Asia oriental	93	14	150	22	434	64	677	677	20
Asia sudoriental	23	7	30	9	287	84	340	340	17
Europa	61	16	204	55	109	29	374	374	6
Europa occidental y central	42	16	149	56	75	28	265	265	13
Europa oriental y Federación de Rusia	19	18	56	51	35	32	110	110	2
Oceanía	5	17	3	10	19	73	26	26	3
Australia y Nueva Zelandia	5	17	3	10	19	73	26	26	3
Islas del Pacífico	0.01	14	0.01	14	0.05	71	0.1	0.1	0.1
Mundo	429	11	723	19	2 710	70	3 862	3 856	9
Ingresos altos	145	16	392	43	383	42	920	916	10
Ingresos medios	195	12	287	18	1 136	70	1 618	1 616	6
Ingresos bajos	90	7	44	3	1 191	90	1 324	1 324	18
Ingresos bajos y déficit de alimentos	182	8	184	8	1 813	83	2 180	2 179	16
Menos adelantados	10	5	3	1	190	94	203	203	5

* Incluye el uso de aguas desalinizadas

Fuente: FAO (2010c)

Nota: Véase el Anexo A1 para la definición de las agrupaciones regionales y subregionales de países.

80 % se destina al regadío. En muchas de las regiones de escasas precipitaciones del Cercano Oriente, el África septentrional y el Asia central, ya se extrae la mayor parte del agua aprovechable y en un 80-90 % se destina a la agricultura, por lo que ríos y acuíferos están por debajo del nivel de sostenibilidad.

Aproximadamente el 40 % de la población mundial vive en cuencas hidrográficas transfronterizas, y más del 90 % vive en países con cuencas que atraviesan fronteras internacionales (Sadoff y Grey, 2005). Las 263 cuencas hidrográficas internacionales

representan aproximadamente el 50 % de la superficie mundial de las tierras y el 40 % de los recursos de agua dulce (Giordano y Wolf, 2002). Muchos de estos ríos transfronterizos figuran entre las mayores corrientes fluviales del mundo. El incremento de las extracciones de agua, principalmente para uso agrícola, ha hecho necesaria la colaboración entre países ribereños por medio de tratados y acuerdos y la formulación de acuerdos internacionales, como la Convención de las Naciones Unidas de 1997 sobre el Derecho de los Usos de los Cursos de Agua Internacionales para Fines Distintos a la Navegación, o de iniciativas regionales como el protocolo de la Comunidad para el Desarrollo del África Austral (SADC) sobre los recursos hídricos compartidos.

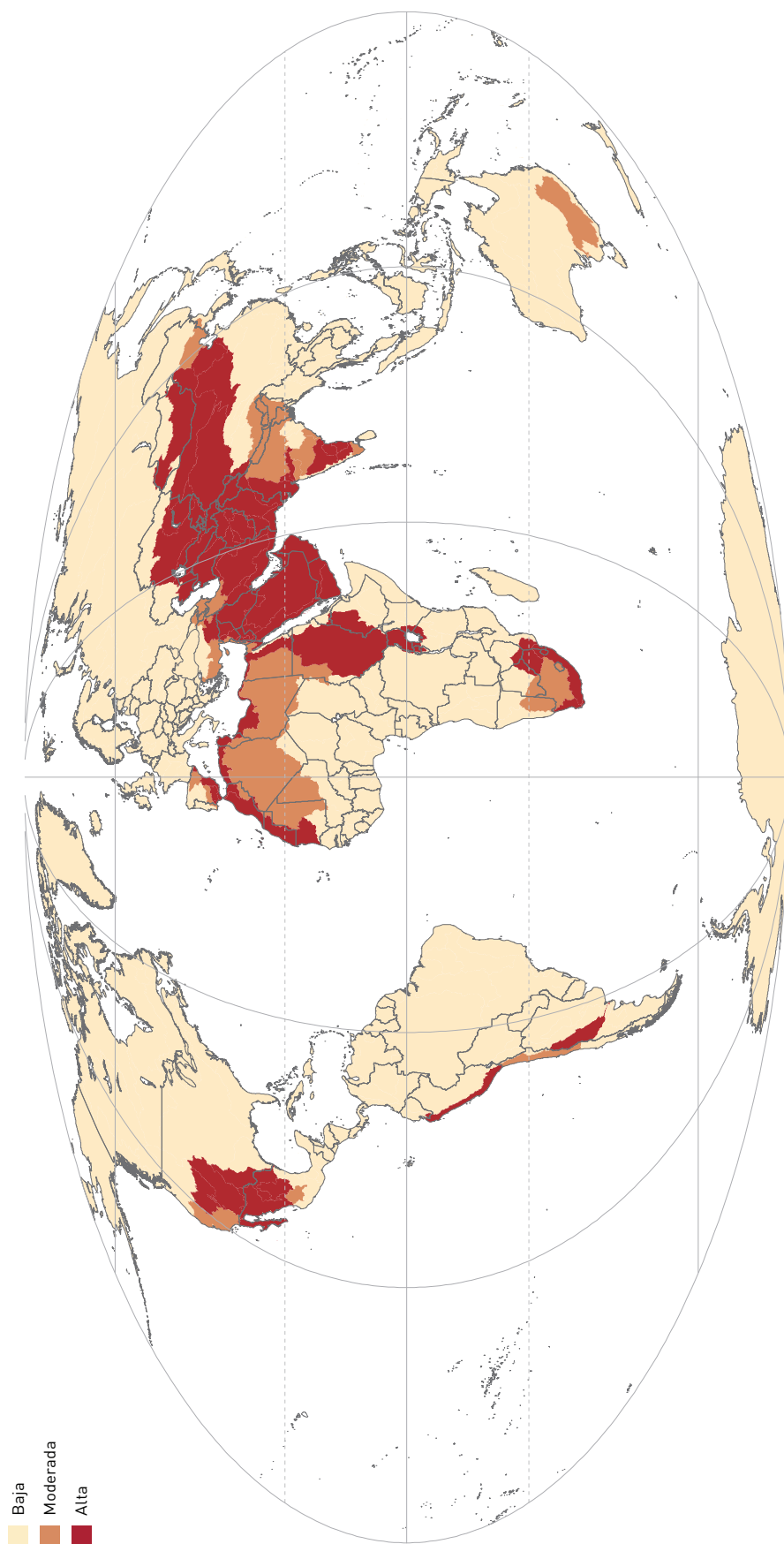
Los recursos hídricos están distribuidos de forma muy desigual, ya que algunos países disponen de gran abundancia de agua, mientras que muchos otros se enfrentan a situaciones de extrema escasez. Asimismo, incluso cuando puede parecer que hay agua en abundancia, gran parte de ella no es accesible, o su extracción es muy cara, o no está cerca de las tierras que pueden dedicarse a la agricultura. La escasez de agua tiene tres dimensiones: física (cuando la oferta disponible no satisface la demanda), infraestructural (cuando la infraestructura existente no permite satisfacer la demanda de agua de todos los usuarios) e institucional (cuando las instituciones y normativas legales no logran garantizar un suministro de agua fiable, seguro y equitativo a los usuarios).

En cuanto a la escasez física de agua, se estima que, por término medio, una tasa de extracción superior al 20 % de los recursos hídricos renovables supone una presión considerable sobre dichos recursos; cuando es superior al 40 %, se considera «crítica». En algunas regiones, particularmente en el Cercano Oriente, el África septentrional y el Asia central, hay países que ya están extrayendo agua por encima del umbral crítico. El estrés resultante sobre las funciones de los ecosistemas es cada vez más evidente. Se estima que más del 40 % de la población rural mundial vive en cuencas hidrográficas con escasez física de agua. El Mapa 1.2 muestra la distribución mundial de la escasez de agua en las principales cuencas hidrográficas, según el uso consuntivo del agua en el regadío.

Análogamente, algunos países han desarrollado extensivamente sus recursos hídricos mediante una combinación de políticas e inversiones destinadas a aumentar la oferta y estimular la demanda. En consecuencia, en algunos lugares la demanda está sobrepasando a la oferta, y este desequilibrio está creando nuevas tensiones en el sector agrícola. Quedan pocas oportunidades de utilizar infraestructuras sencillas y de bajo coste, y por lo tanto el coste marginal de los nuevos proyectos de desarrollo hídrico es elevado.

Al propio tiempo, la demanda de otros sectores, especialmente el urbano y el industrial, ha crecido con más rapidez que la demanda agrícola. Mientras en los paí-

MAPA 1.2: DISTRIBUCIÓN MUNDIAL DE LA ESCASEZ FÍSICA DE AGUA POR PRINCIPALES CUENCAS FLUVIALES



Fuente: El presente estudio

ses menos desarrollados sigue predominando el uso agrícola, en Europa la industria extrae el 55 % del agua. Hay tensiones hídricas locales en todo el mundo, pero algunas regiones las sufren en mayor medida, especialmente el Cercano Oriente, el subcontinente indio y el nordeste de China. Por lo general, el África subsahariana y las Américas experimentan menos estrés hídrico.

Cuando se utiliza agua para actividades domésticas y productivas y se devuelve de nuevo al medioambiente, la calidad del agua cambia. En general, el aumento de la población y el crecimiento económico, combinados con un tratamiento del agua escaso o nulo, han originado más efectos negativos en la calidad del agua. La agricultura, como sector con el mayor uso de agua, es uno de los principales responsables. La principal contaminación procedente de fuentes no puntuales se debe a los nutrientes y pesticidas de la gestión agrícola y ganadera. Otro problema surge de la salinización: se han registrado muchos problemas de salinidad del suelo y el agua en los grandes planes de regadío del Pakistán, China, la India, la Argentina, el Sudán y diversos países del Asia central, donde más de 16 Mha de tierras de regadío sufren ya salinización (FAO, 2010c).

Los recursos de tierras y aguas en la agricultura de secano

La agricultura de secano es el sistema de producción agrícola predominante en todo el mundo. Cuando se practica en zonas de tierras altas y en los trópicos secos y húmedos, es el sistema en el que predominan los pequeños productores pobres y donde el riesgo de degradación de los recursos es mayor. En muchas tierras de secano la disponibilidad de nutrientes del suelo tiende a ser escasa, y la pendiente de los terrenos y los regímenes de precipitación y escorrentía contribuyen a la erosión. Las temperaturas elevadas y las precipitaciones escasas e irregulares ocasionan muchas veces que haya poca humedad en el suelo, y las técnicas para mejorar la disponibilidad de agua (como la captación y almacenamiento de agua) son caras. Unos mayores niveles de insumos y de gestión pueden aumentar la productividad, pero muchos agricultores no pueden asumir los costes ni los riesgos. Todos estos factores que afectan a la tierra y al agua en la agricultura de secano practicada por la población pobre contribuyen a la vulnerabilidad y la inseguridad alimentaria de esta.

Distribución de los recursos de tierras y aguas

La agricultura de secano depende de las precipitaciones para la producción agrícola, con ninguna fuente permanente de riego. De los actuales 1 600 Mha de tierras cultivadas, aproximadamente 1 300 Mha (80 %) son de secano. La agricultura de secano es la responsable de aproximadamente el 60 % de la producción agrícola mundial en una gran diversidad de sistemas de producción (Cuadro 1.5, Mapa 1.3). Los

sistemas más productivos se concentran en las zonas templadas de Europa, seguidos por la América septentrional y por los sistemas de secano de los subtrópicos y los trópicos húmedos. Los cultivos de secano de las tierras altas y los trópicos secos suelen ser de rendimiento relativamente bajo, y muchas veces están asociados a sistemas agrícolas de subsistencia. Datos de explotaciones de todo el mundo demuestran que las plantas utilizan menos del 30 % de las precipitaciones en el proceso de producción de biomasa. El resto se evapora a la atmósfera, se filtra a las aguas subterráneas o contribuye a la escorrentía de los ríos (Molden, 2007).

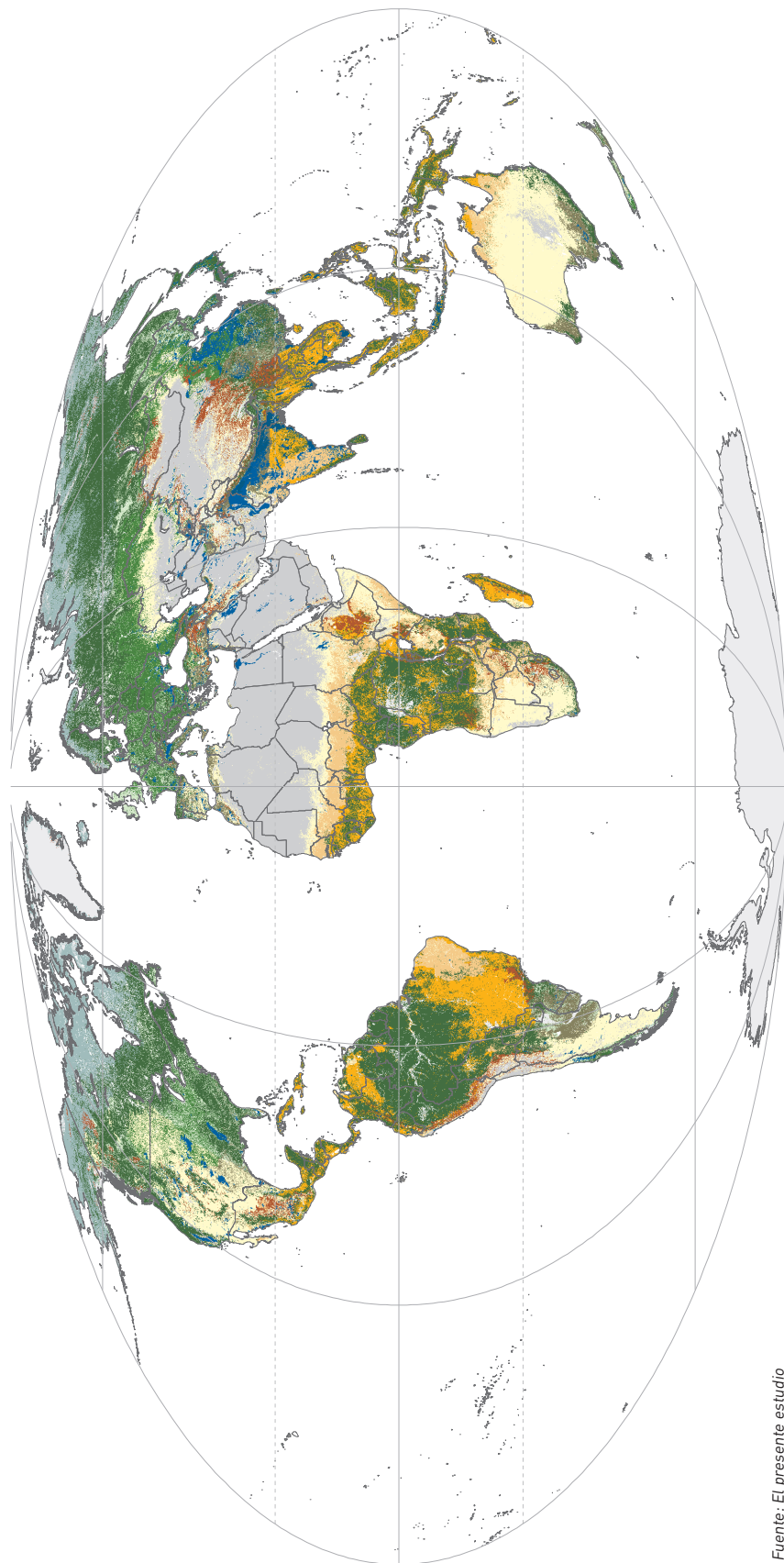
Dependiendo de la temperatura y de las condiciones del suelo, es posible practicar ciertos tipos de cultivo de secano cuando las precipitaciones anuales sobrepasan los 300 mm. La distribución de las precipitaciones durante el período vegetativo es otro factor importante: unas medias anuales elevadas pueden ocultar una mala distribución a lo largo del período vegetativo, lo que, combinado con ciertos factores de difícil previsión, como la variabilidad de las precipitaciones de un año a otro, aumenta los riesgos y reduce las oportunidades de que la agricultura de secano sea altamente productiva.

CUADRO 1.5: TIPOS DE SISTEMAS DE SECANO

Sistema	Características y ejemplos seleccionados
Agricultura de secano: tierras altas	Baja productividad, agricultura de subsistencia a pequeña escala (bajos insumos); diversos tipos de cultivo en pequeñas parcelas, con algunos animales.
Agricultura de secano: trópicos secos	Cereales resistentes a la sequía, como maíz, sorgo y mijo. La ganadería suele ser caprina y ovina, especialmente en la zona sudanoheliana de África y en la India. El ganado vacuno está más extendido en el África austral y en América Latina.
Agricultura de secano: trópicos húmedos	Principalmente cultivo de tubérculos, bananos, caña de azúcar y especialmente soja en América Latina y en Asia. El maíz es el cereal más importante. Normalmente los agricultores pobres crían ganado ovino y caprino, mientras que los más pudientes crían ganado bovino.
Agricultura de secano: subtrópicos	Trigo (el cereal más importante), frutas (por ejemplo, cítricos y uvas) y cultivos oleaginosos (por ejemplo, olivo). El ganado bovino es el predominante. El ganado caprino es también importante en la orilla sur del Mediterráneo, mientras que el ganado porcino predomina en China y el ovino en Australia.
Agricultura de secano: clima templado	Los principales cultivos son: trigo, maíz, cebada, colza, remolacha azucarera y patatas. En los países industrializados de la Europa occidental, los Estados Unidos de América y el Canadá, este sistema agrícola es muy productivo y muchas veces se combina con ganadería intensiva estabulada (principalmente cerdos, pollos y terneros).

Fuente: El presente estudio

MAPA 1.3: PRINCIPALES SISTEMAS AGRÍCOLAS



Fuente: El presente estudio

La superficie de secano no ha aumentado en los últimos años, pero esto no refleja el hecho de que algunas tierras, abandonadas por estar demasiado degradadas para el cultivo, han sido sustituidas por tierras procedentes de bosques y pastizales y dedicadas recientemente a la agricultura de labor. Este proceso de degradación y abandono de unas tierras y desarrollo de tierras nuevas para sustituir las primeras es especialmente característico de los sistemas de cultivo con bajos insumos y escasas necesidades de gestión, como la «corta y quema» de los trópicos húmedos o el cultivo en laderas de gran pendiente. La escasez de datos sobre estos sistemas de cultivo, y el hecho de que algunas de estas tierras no sufran una degradación permanente y puedan dedicarse de nuevo al cultivo tras un barbecho largo, dificulta el cálculo de las superficies implicadas.

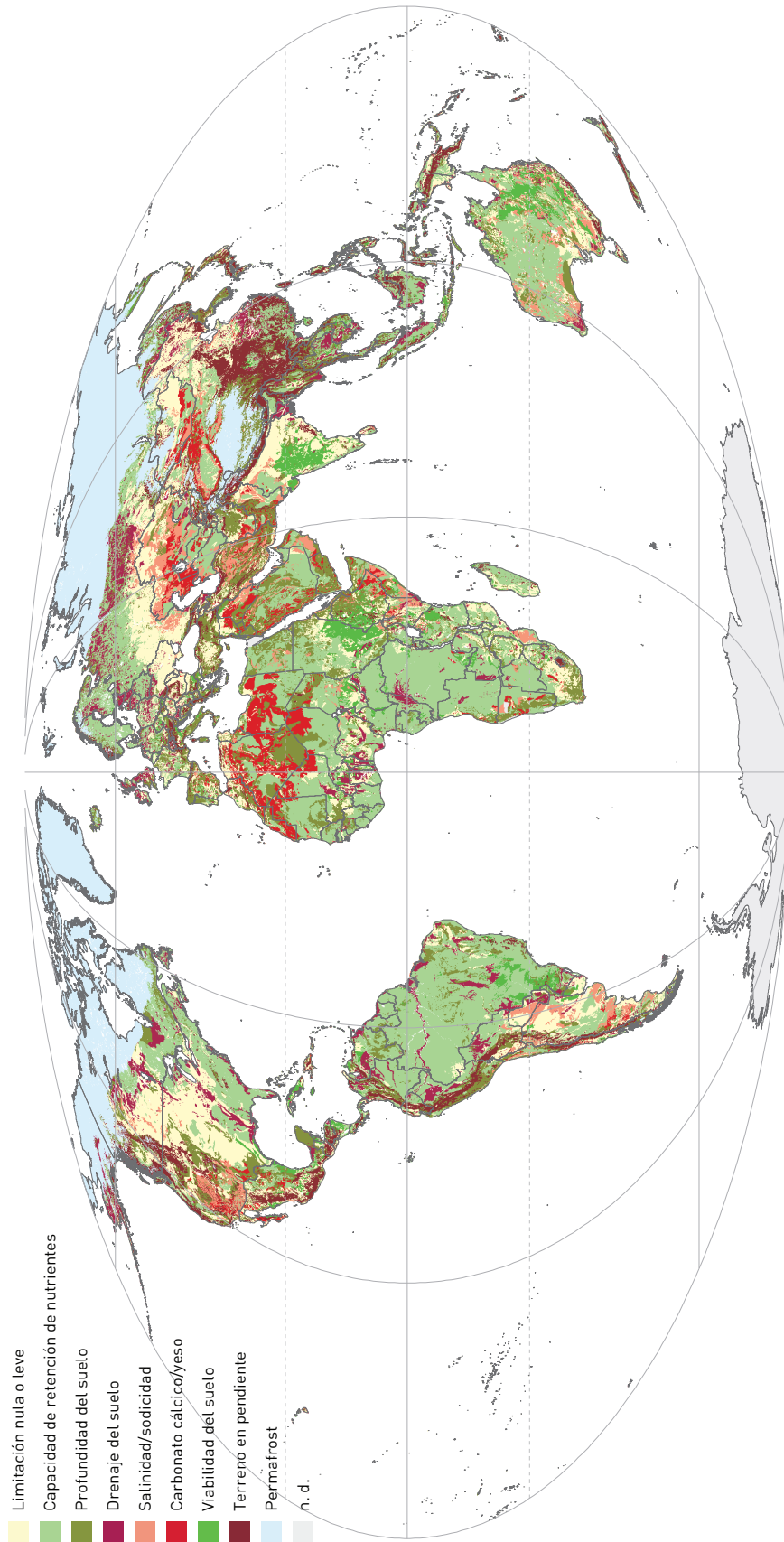
Las tendencias de las superficies de secano difieren según la región. En el África subsahariana, donde el 97 % de la producción de alimentos básicos es de secano, la superficie cultivada de cereales se ha duplicado desde 1960. En América Latina y el Caribe, el cultivo de secano ha aumentado un 25 % en los últimos cuarenta años (FAO, 2010b).

Limitaciones del suelo y el terreno

Siempre que la disponibilidad de humedad del suelo sea la adecuada, el potencial general de las tierras de secano viene determinado en gran parte por la calidad del suelo (Mapa 1.4). El factor más importante es la disponibilidad de nutrientes y la consiguiente capacidad de retención de nutrientes del suelo. Asimismo, la profundidad del suelo afecta al enraizamiento de las plantas, y las características de drenaje afectan a la disponibilidad de oxígeno durante el crecimiento de las raíces. La estructura del suelo es importante para facilitar el cultivo y está asociada a la química del suelo y a las prácticas de cultivo. Finalmente, la pendiente de las tierras puede afectar a la calidad del suelo, ya que un terreno muy inclinado se erosiona por la escorrentía y los arrastres masivos.

La disponibilidad de nutrientes es la limitación del suelo predominante en las tierras actualmente cultivadas en la mayor parte de las regiones, especialmente en los países tropicales en desarrollo. Esto se debe, en parte, a la menor disponibilidad de nutrientes naturales, en comparación con las tierras templadas. En el África subsahariana, América del Sur, el Asia oriental, el Asia sudoriental, Australia y Nueva Zelanda los niveles naturales de disponibilidad de nutrientes del suelo son especialmente bajos. El porcentaje de suelos sin ninguna o casi ninguna limitación en cuanto a la disponibilidad de los nutrientes es mayor en los países de altos ingresos (76 %), mientras que en los países de bajos ingresos es del 68 % (Cuadro 1.6). Asimismo, el estado de fertilidad natural de algunos suelos se ha deteriorado con el tiempo, debido a la «sobreexplotación de nutrientes».

MAPA 1.4: PRINCIPALES LIMITACIONES EN LOS SUELOS Y TIERRAS DESTINADOS A LA AGRICULTURA DE BAJOS INSUMOS



Fuente: IIASA/FAO (2010)

CUADRO 1.6: DISTRIBUCIÓN DE LAS TIERRAS CULTIVADAS POR GRADO DE CALIDAD DEL SUELO, SEGÚN LA DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES NATURALES

Categoría de países	Tierra cultivada (Mha)	Clasificación de las zonas por grado de disponibilidad de nutrientes del suelo (%)			
		< 40	40-60	60-80	> 80
Países de ingresos bajos	443	0	20	12	68
Países de ingresos medios	740	1	16	15	67
Países de ingresos altos	382	1	9	13	76

Fuente: Adaptado de Fischer et al. (2010)

En varias regiones, las limitaciones de la calidad del suelo afectan a más de la mitad de la base de tierras cultivadas, especialmente en el África subsahariana, América del Sur, el Asia sudoriental y la Europa septentrional. En los países de bajos ingresos, solamente el 44 % de los suelos cultivados (aproximadamente 196 Mha) no tiene limitaciones o estas son de escasa importancia. En los 247 Mha restantes, la principal limitación es la escasa disponibilidad de nutrientes, que afecta aproximadamente al 24 % de los suelos, con niveles que van de la limitación leve a la muy grave.

Ahora bien, con una buena gestión del suelo, se puede mejorar la calidad. En condiciones de cultivo con altos insumos, la escasa disponibilidad de nutrientes naturales se puede compensar con la aplicación de fertilizantes, siempre que el suelo tenga una capacidad de retención de nutrientes adecuada. No obstante, la escasa capacidad de retención de nutrientes se da sobre todo en el África austral, la zona del Amazonas, el Asia central y la Europa septentrional. En estas zonas, el aumento del uso de fertilizantes por sí solo puede ser insuficiente para mejorar los rendimientos de los cultivos, y por lo tanto se deben aplicar otros métodos complementarios para mejorar el suelo. Otro gran obstáculo para el cultivo es la deficiente estructura del suelo y su dificultad de labranza, una situación habitual, por ejemplo, en grandes zonas de Etiopía, el Sudán y el centro de la India. Estas limitaciones se pueden paliar también con un mayor uso de insumos y un manejo conveniente del suelo. Con frecuencia son zonas en las que predominan los vertisoles, que en teoría se deben cultivar con técnicas de labranza mínima.

Productividad del secano y vacíos de producción

La productividad de los cultivos de secano se mide por su rendimiento (producción por unidad de superficie). La productividad varía considerablemente, y es muy sensible a factores que no son el suelo o el agua: por ejemplo, la disponibilidad y el precio asequible de tecnologías e insumos, el acceso a los mercados y los rendimientos financieros locales. En un extremo se encuentran los sistemas de secano que consiguen rendimientos de unos centenares de kilogramos por hectárea en el cultivo

del sorgo y del mijo. En el otro, algunos agricultores europeos que obtienen rendimientos de hasta 7-10 t/ha en el cultivo del trigo (FAO, 2010b; Molden, 2007).

En el África subsahariana, los rendimientos han variado poco desde la década de 1960, y el aumento de producción se ha debido casi exclusivamente a la expansión de las tierras. Por ejemplo, el rendimiento de los cultivos de maíz de secano se ha mantenido constante, en torno a 1 t/ha. En América Latina y el Caribe, en cambio, los rendimientos del maíz de secano se han triplicado en el mismo período, pasando de poco más de 1 t/ha a más de 3 t/ha. En Europa, el rendimiento medio de los cultivos de trigo se ha duplicado con creces (de 2 t/ha a más de 5 t/ha). La FAO calcula que hay una «brecha de rendimiento» comparando la productividad real con la potencialmente alcanzable si los insumos y la gestión fueran óptimos para las condiciones locales del suelo y el agua (Mapa 1.5; Cuadro 1.7).

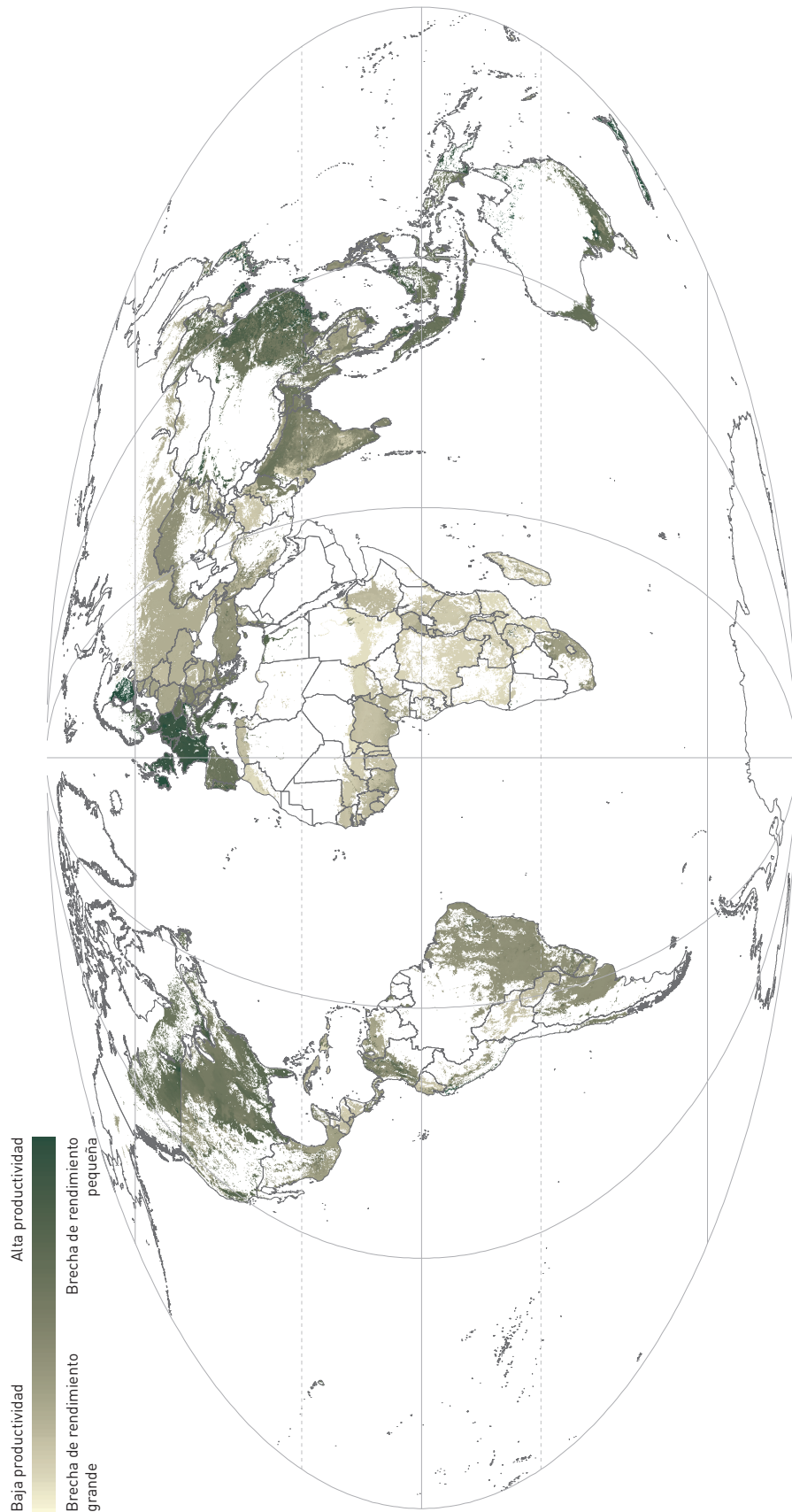
Estos resultados muestran que la mayor brecha de rendimiento se da en el África subsahariana (donde se alcanza solamente el 24 % de lo que se podría producir

CUADRO 1.7: ESTIMACIÓN DE LAS BRECHAS DE RENDIMIENTO (PORCENTAJE DEL POTENCIAL) EN EL CULTIVO DE CEREALES, RAÍCES Y TUBÉRCULOS, LEGUMBRES, CULTIVOS AZUCAREROS, CULTIVOS OLEAGINOSOS Y HORTALIZAS

Región	Rendimientos reales en 2005 comparados con el rendimiento potencial (%)	Brecha de rendimiento (%)
	Año 2005	
África septentrional	40	60
África subsahariana	24	76
América septentrional	67	33
América central y el Caribe	35	65
América del Sur	48	52
Asia occidental	51	49
Asia central	36	64
Asia meridional	45	55
Asia oriental	89	11
Asia sudoriental	68	32
Europa occidental y central	64	36
Europa oriental y Federación de Rusia	37	63
Australia y Nueva Zelandia	60	40
Islas del Pacífico	43	57

Fuente: Adaptado de Fischer et al. (2010)

MAPA 1.5: BRECHA DE RENDIMIENTO PARA UN CONJUNTO DE CULTIVOS BÁSICOS



Fuente: IIASA/FAO (2010)

con un mejor nivel de gestión). La brecha es mínima en el Asia oriental (11 %). Esto indica que si todas las tierras y aguas actuales se gestionaran de forma óptima, se podría duplicar la producción en las regiones donde hay una brecha de rendimiento inferior al 50 %: el África septentrional, el África subsahariana, América central y el Caribe, América del Sur, el Asia occidental, el Asia central, el Asia meridional, la Europa oriental y la Federación de Rusia y las Islas del Pacífico. En cambio, en gran parte de la agricultura asiática se está aplicando ya una gestión avanzada, y el Asia oriental en particular rivaliza con los sistemas más productivos del mundo desarrollado, a un 89 % de su potencial.

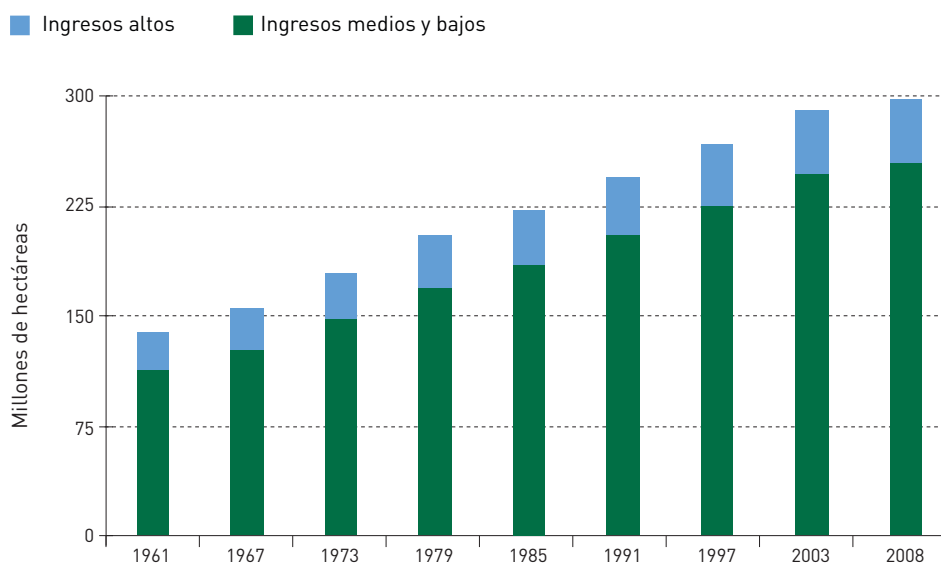
Los recursos de tierras y aguas en la agricultura de regadío

Los sistemas de regadío se han extendido en los últimos años gracias al control del agua, lo cual, junto con el rápido aumento de productividad de los recursos hídricos, ha impulsado la producción y los ingresos de la agricultura. Sin embargo, la mayoría de los sistemas de regadío están funcionando muy por debajo de su potencial, y todavía hay muchas posibilidades de mejorar la productividad de la tierra y el agua. La extracción de aguas subterráneas ha demostrado ser un valioso método de obtención de agua de riego, aunque es casi imposible de regular. En consecuencia, se están intensificando las extracciones de aguas subterráneas para usos agrícolas y algunos de los principales acuíferos se están agotando. La calidad del agua se está deteriorando, ya que el regadío tiene un impacto tanto en las aguas superficiales como en las subterráneas, y cada vez es más grave el problema de salinización en las tierras irrigadas. La competencia por el agua para usos domésticos e industriales está aumentando con rapidez, y muchos países y cuencas padecen escasez de agua y tienen menos cantidad disponibles para el riego. Los nuevos embalses y desvíos tienen mayores costes marginales y plantean retos ambientales crecientes. El agua reciclada puede aumentar la oferta, pero es un recurso limitado y costoso que además requiere una gestión cuidadosa.

Extensión del uso de la tierra y control de los recursos hídricos

En 2006, la superficie mundial con infraestructura de regadío era de 301 Mha (Cuadro 1.8). El regadío se ha extendido rápidamente en las últimas décadas, especialmente en los países en desarrollo, en respuesta a la necesidad de garantizar fuentes de agua controladas para asegurar una producción agrícola óptima (Figura 1.4). A medida que ha aumentado la población mundial, la superficie con infraestructura de regadío se ha multiplicado por más de dos (de 139 Mha a 301 Mha) y las extracciones de agua para riego casi se han duplicado (de aproximadamente 1 540 Km³ a 2 710 Km³). Durante este mismo período, la proporción que representa el total de tierra cultivada de regadío ha pasado del 10 al 20 %.

FIGURA 1.4: SUPERFICIE CON INFRAESTRUCTURA DE REGADÍO



Fuente: FAO (2010b)

Aproximadamente el 70 % de la superficie mundial con infraestructura de regadío está en Asia, donde representa el 39 % de la superficie cultivada (Mapa 1.6). El Asia oriental y el Asia meridional representan más de la mitad de la superficie mundial con infraestructura de regadío, y la India y China en conjunto (cada una con aproximadamente 62 Mha con infraestructura de regadío) representan el 40 %. La mayor parte de estos sistemas de regadío son explotaciones a gran escala situadas en las grandes cuencas y dedicadas especialmente a la producción de arroz. El riego es también muy importante en el Asia occidental, donde representa el 37 % de la superficie cultivada, y en el África septentrional (23 % de la superficie cultivada). La región con menor superficie de riego es el África subsahariana, donde solo el 3 % es de regadío.

Tasa de expansión

La tasa de expansión del regadío, que superó el 2 % anual en las décadas de 1960 y 1970, ha disminuido considerablemente. Hay múltiples razones, entre ellas el largo período de suministro alimentario sostenido y descenso de los precios (hasta 2007), la disminución del ritmo de crecimiento de la población y la importancia que han adquirido las inversiones en otros sectores (Faurès *et al.*, 2007). Además, el incremento de la inversión y de los costes de mantenimiento (y la correspondiente disminución del rendimiento económico de los proyectos de regadío), junto con la preocupación por los impactos negativos en la sociedad y el medioambiente, han reducido el interés de gobiernos y donantes.

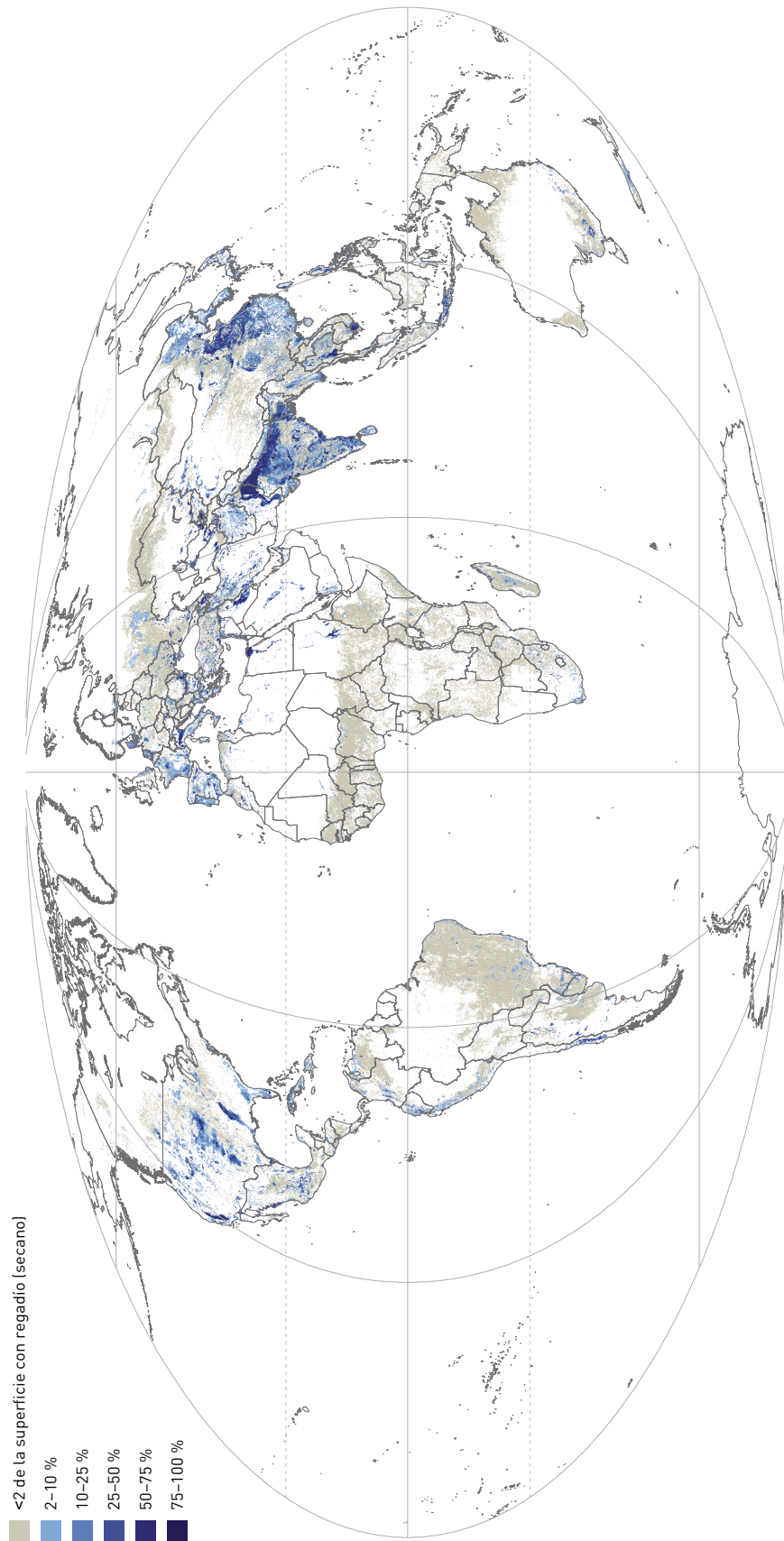
CUADRO 1.8: SUPERFICIE CON INFRAESTRUCTURA DE REGADÍO (PORCENTAJE DE TIERRA CULTIVADA Y PARTE REGADA CON AGUAS SUBTERRÁNEAS)

Continente Regiones	Superficie con infraestructura de regadío (millones ha)		En % de tierra cultivada		Con riego de aguas subterráneas (2006)	
Año	1961	2006	1961	2006	Superficie con infraestructura de regadío (millones ha)	En % de la superficie irrigada total
África	7,4	13,6	4,4	5,4	2,5	18,5
África septentrional	3,9	6,4	17,1	22,7	2,1	32,8
África subsahariana	3,5	7,2	2,4	3,2	0,4	5,8
Américas	22,6	48,9	6,7	12,4	21,6	44,1
América septentrional	17,4	35,5	6,7	14,0	19,1	54,0
América central y el Caribe	0,6	1,9	5,5	12,5	0,7	36,3
América del Sur	4,7	11,6	6,8	9,1	1,7	14,9
Asia	95,6	211,8	19,6	39,1	80,6	38,0
Asia occidental	9,6	23,6	16,2	36,6	10,8	46,0
Asia central	7,2	14,7	13,4	37,2	1,1	7,8
Asia meridional	36,3	85,1	19,1	41,7	48,3	56,7
Asia oriental	34,5	67,6	29,7	51,0	19,3	28,6
Asia sudoriental	8,0	20,8	11,7	22,5	1,0	4,7
Europa	12,3	22,7	3,6	7,7	7,3	32,4
Europa occidental y central	8,7	17,8	5,8	14,2	6,9	38,6
Europa oriental y Federación de Rusia	3,6	4,9	1,9	2,9	0,5	10,1
Oceanía	1,1	4,0	3,2	8,7	0,9	23,9
Australia y Nueva Zelandia	1,1	4,0	3,2	8,8	0,9	24,0
Islas del Pacífico	0,001	0,004	0,2	0,6	0,0	18,7
Mundo	139,0	300,9	10,2	19,7	112,9	37,5
Ingresos altos	26,7	54,0	6,9	14,7	26,5	49,1
Ingresos medios	66,6	137,9	10,5	19,3	36,1	26,1
Ingresos bajos	45,8	108,9	13,1	24,5	50,3	46,2
Ingresos bajos y déficit de alimentos	82,5	187,6	16,6	29,2	71,9	38,3
Menos adelantados	6,1	17,5	5,2	10,1	5,0	28,8

Fuente: FAO (2010b, c)

La expansión del regadío se ha conseguido sobre todo mediante la conversión de la agricultura de secano. Sin embargo, una parte del regadío se sitúa en zonas áridas y sumamente áridas (desiertos) que no son aptas para la agricultura de secano. Se estima que de los 219 Mha de tierras irrigadas existentes en la actualidad en los países en desarrollo, unos 40 Mha están en zonas áridas y muy áridas, una cifra que podría llegar a los 43 Mha en 2050. En algunas regiones y países, las tierras áridas y

MAPA 1.6: SUPERFICIE CON INFRAESTRUCTURA DE REGADÍO EN PORCENTAJE DE LA SUPERFICIE DE TIERRAS



Fuente: Siebert et al. (2010)

muy áridas sometidas a riego constituyen una parte importante de la superficie total irrigada actualmente en uso: 19 de 28 Mha en el Cercano Oriente y el África septentrional, y 15 de 85 Mha en el Asia meridional.

Algunos factores específicos de carácter regional han tenido también un papel importante. En Asia se han desarrollado casi todas las zonas existentes. La Europa oriental y los países del Asia central, que desarrollaron el regadío rápidamente en las décadas de 1960 y 1970, iniciaron un período de reestructuración y crisis económica tras la desintegración de la antigua Unión Soviética. En algunas partes de la Europa oriental y de la Federación de Rusia se han abandonado grandes zonas con infraestructura de regadío en las últimas dos décadas.

Fuentes de agua para regadío

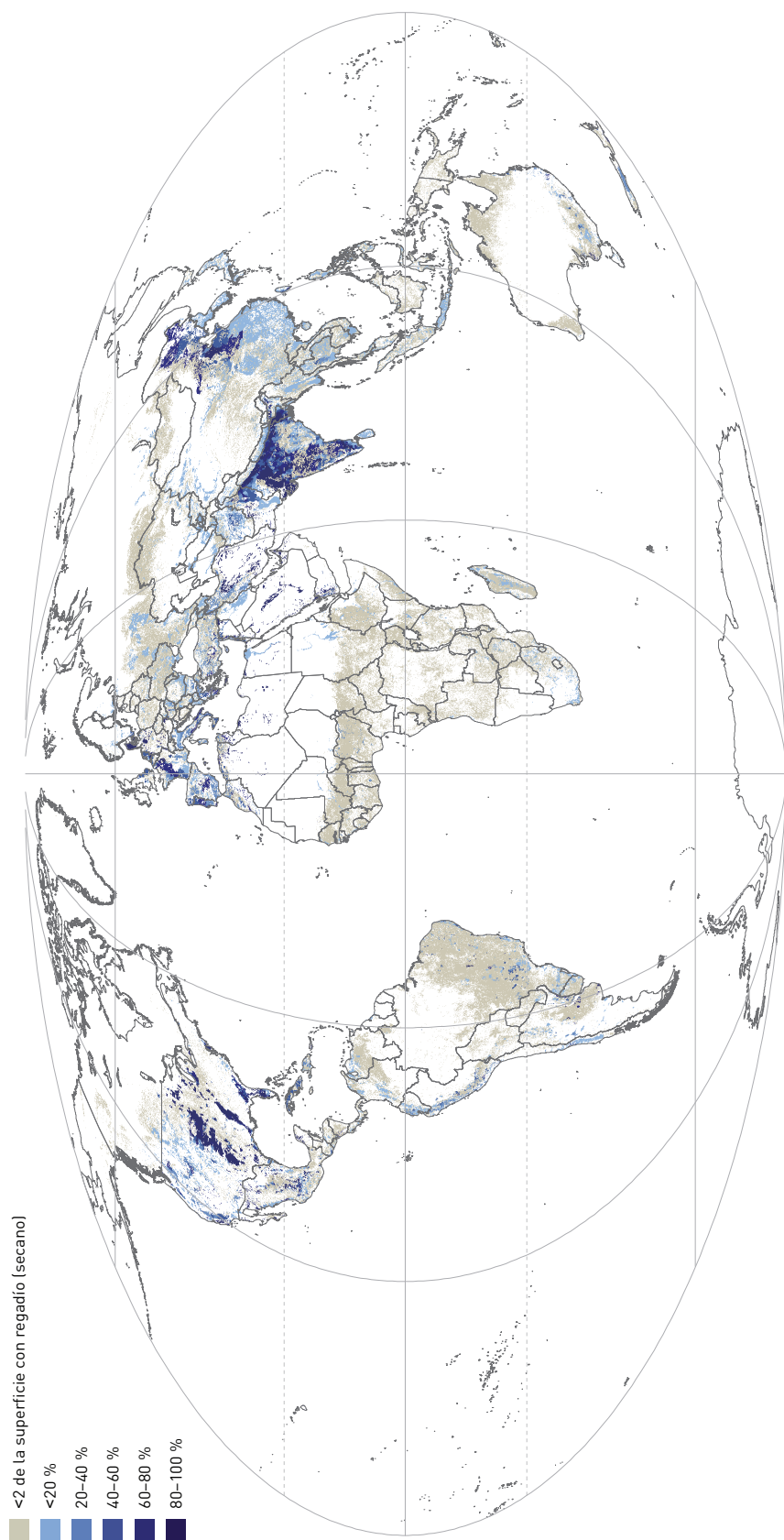
El regadío utiliza agua de ríos, lagos y acuíferos. Unos 188 Mha (el 62 % de la superficie irrigada) se riega con aguas superficiales, y 113 Mha (38 %), con aguas subterráneas (Mapa 1.7). Tras la introducción de la tecnología de pozos entubados, y alentado por los bajos precios de la energía, el uso de aguas subterráneas ha aumentado rápidamente en los últimos años, especialmente en Asia, el África septentrional y el Cercano Oriente. Según datos del censo agrícola de la India, las superficies de regadío dotadas de estructuras de aprovechamiento de aguas subterráneas pasaron de ocupar unos 10 Mha en 1960 (Mukherji y Shah, 2005) a casi 40 Mha en 2010 (Seibert *et al.*, 2010). En el Asia meridional, las aguas subterráneas representan ya el 57 % de la superficie total irrigada, y en la península Arábiga, el 88 %.

Las fuentes de agua no convencionales, como las aguas residuales tratadas o el agua desalinizada, suponen un suministro menor de agua de riego (aproximadamente el 1 %). El uso de aguas residuales tratadas está aumentando a medida que las zonas urbanas invierten en tratamiento, y su uso se ha popularizado en los cultivos periurbanos. Se utiliza agua desalinizada para el riego en algunos lugares donde se producen cultivos de valor elevado y no se dispone de fuentes alternativas de agua, pero suelen ser casos excepcionales.

Limitaciones de los recursos hídricos

En algunas regiones, la competencia por el agua y la creciente escasez de este recurso están limitando tanto la disponibilidad actual de agua para riego como la expansión futura de la superficie regada. Hay ya casos de escasez de agua muy graves, en particular en el Asia occidental, central y meridional, donde al menos la mitad de los recursos hídricos se dedican al riego (Cuadro 1.9), y en el África septentrional, donde las extracciones de agua para el riego superan a los recursos renovables, por la sobreexplotación de las aguas subterráneas y el reciclaje. Por el contrario, América del Sur apenas usa el 1 % de sus recursos. En muchas zonas del Cercano Oriente, el África septentrional, China y otros lugares están descendiendo los niveles freáti-

MAPA 1.7: PORCENTAJE DE LA SUPERFICIE REGADA CON AGUAS SUBTERRÁNEAS



Fuente: Siebert et al. (2010)

CUADRO 1.9: MEDIAS ANUALES DE LOS RECURSOS HÍDRICOS RENOVABLES A LARGO PLAZO Y DE EXTRACCIÓN DE AGUA PARA EL RIEGO

Continente Regiones	Precipitaciones (mm)	Recursos hídricos renovables* (km³)	Cociente de eficiencia en el uso del agua (%)	Extracción de agua para el riego (km³)	Presión sobre los recursos hídricos debida al riego (%)
África	678	3 931	48	184	5
África septentrional	96	47	69	80	170
África subsahariana	815	3 884	30	105	3
Américas	1 091	19 238	41	385	2
América septentrional	636	6 077	46	258	4
América central y el Caribe	2 011	781	30	15	2
América del Sur	1 604	12 380	28	112	1
Asia	827	12 413	45	2 012	16
Asia occidental	217	484	47	227	47
Asia central	273	263	48	150	57
Asia meridional	1 602	1 766	55	914	52
Asia oriental	634	3 410	37	434	13
Asia sudoriental	2 400	6 490	19	287	4
Europa	540	6 548	48	109	2
Europa occidental y central	811	2 098	43	75	4
Europa oriental y Federación de Rusia	467	4 449	67	35	1
Oceanía	586	892	41	19	2
Australia y Nueva Zelandia	574	819	41	19	2,3
Islas del Pacífico	2 062	73	-	0,05	0,1
Mundo	809	43 022	44	2 710	6
Ingresos altos	622	9 009	45	383	4
Ingresos medios	872	26 680	39	1 136	4
Ingresos bajos	876	7 332	50	1 191	16
Ingresos bajos y déficit de alimentos	881	13 985	48	1 813	13
Menos adelantados	856	4 493	28	190	4

* Se refiere a los recursos hídricos renovables internos; excluye los «flujos de entrada» a nivel regional.

Fuente: FAO (2010c)

cos, porque los agricultores extraen agua en cuantías superiores a las tasas de reposición derivadas de la recarga y el caudal de fuga de los acuíferos.

En el nivel nacional, las variaciones son aún mayores. En 2005-2007, cuatro países (Libia, la Arabia Saudita, el Yemen y Egipto) dedicaron al riego volúmenes de agua superiores a sus recursos hídricos renovables anuales. En conjunto, once países utilizaron más del 40 % de sus recursos hídricos para el riego, superando el umbral que se considera crítico. Otros ocho países extrajeron más del 20 % de sus recursos hídricos, lo que indica una considerable presión y una inminente escasez de agua.

En varios países, las cifras de conjunto relativamente reducidas pueden crear una impresión demasiado optimista sobre el nivel de estrés hídrico: China, por ejemplo, se enfrenta a una grave escasez de agua en el norte, mientras que el sur dispone todavía de abundantes recursos hídricos. También hay sobreexplotación de las aguas subterráneas en zonas puntuales de otros países del Cercano Oriente, el Asia meridional y occidental y la América central y el Caribe, aunque a nivel nacional el balance hídrico puede ser positivo.

Riego y productividad de la tierra

En las últimas décadas el regadío ha contribuido en gran medida a las mejoras de la productividad y de la producción agrícola mundiales. La India y China triplicaron su producción en los veinticinco años que van desde 1964-1966 hasta 1997-1999, gracias sobre todo a la inversión en regadío y la adopción generalizada de medidas destinadas a aumentar la productividad de la tierra y el agua. Actualmente, en los países en desarrollo, la agricultura de regadío abarca aproximadamente una quinta parte de toda la tierra laborable, pero representa prácticamente la mitad (47 %) de toda la producción agrícola y cerca del 60 % de la producción de cereales. En los países menos adelantados, el regadío representa menos de una quinta parte (17 %) de la superficie cosechada de cereales, pero casi dos quintas partes (el 38 %) de la producción cerealera (Cuadro 1.10).

La agricultura de regadío es muy diversa. La unidad de regadío puede ir desde la explotación individual hasta los planes integrados masivos, como la red de canales de Rohri, en el Pakistán, que ocupa 1,04 Mha.

Los patrones predominantes son: los sistemas públicos a gran escala (arrozales en las zonas húmedas o cultivos básicos o comerciales en las zonas secas); los sistemas gestionados por comunidades, a pequeña o mediana escala; los sistemas comerciales privados para cultivos industriales; y las explotaciones de gestión individual que producen para el mercado local (Molden, 2007: 359). La conducción y distribución del agua puede hacerse por gravedad o a presión, y su gestión y marco institucional pueden ser públicos, a cargo de los usuarios, privados, comunitarios o una combinación de estas modalidades.

Productividad del agua y brechas de productividad

En países donde hay escasez de agua, como México, existe el problema de optimizar la productividad del agua ante la competencia de las demandas urbanas e industriales. En gran parte de China y de la India, el elevado uso del agua para la agricultura está impulsando mejoras en la productividad de este recurso, pero los problemas medioambientales causados por la contaminación y la sobreexplotación de las aguas subterráneas están amenazando la base de recursos. En el Pakistán, los problemas de drenaje y la consiguiente salinización son una cuestión primor-

CUADRO 1.10: DISTRIBUCIÓN DE LAS TIERRAS DE REGADÍO Y PORCENTAJE DE LA PRODUCCIÓN DE CEREALES DE REGADÍO EN LA PRODUCCIÓN CEREALERA TOTAL (2006)

Continente Regiones	Todos los cultivos de regadío		Cereales de regadío		
	Superficie de regadío en % de la superficie cultivada	Superficie cosechada de regadío en % de la superficie cosechada total	Superficie cosechada de cereales de regadío en % de la superficie cosechada de regadío total	Superficie cosechada de cereales de regadío en % de la superficie cosechada de cereales total	Producción del cultivo de cereales de regadío en % de la producción de cereales total
África	5	7	48	7	24
África septentrional	21	43	48	33	75
África subsahariana	2	3	48	3	9
Américas	10	15	44	14	22
América septentrional	11	20	43	15	22
América central y el Caribe	7	18	32	17	32
América del Sur	8	8	47	13	22
Asia	34	43	68	51	67
Asia occidental	28	49	52	32	48
Asia central	30	43	45	27	45
Asia meridional	38	41	70	52	70
Asia oriental	44	58	69	68	78
Asia sudoriental	19	21	84	35	49
Europa	5	9	28	4	8
Europa occidental y central	9	12	30	5	10
Europa oriental y Federación de Rusia	1	5	23	2	4
Oceanía	7	12	14	2	7
Australia y Nueva Zelandia	7	12	14	2	7
Islas del Pacífico	1				
Mundo	17	25	62	29	42
Ingresos altos	11	19	39	13	20
Ingresos medios	26	28	63	32	49
Ingresos bajos	14	26	69	33	55
Ingresos bajos y déficit de alimentos	26	34	68	42	64
Menos adelantados	8	10	83	17	38

Fuente: FAO (2010b,c)

dial en la agenda del regadío, mientras que el control de las inundaciones es uno de los asuntos que más preocupan en los deltas costeros de Bangladesh y el Viet Nam.

Por lo general, el rendimiento de los sistemas de regadío duplica como mínimo el de los cultivos de secano de las cercanías. A nivel mundial, los rendimientos de los cultivos de cereales de secano en el mundo en desarrollo alcanzan 1,5 t/ha por tér-

mino medio, mientras que los rendimientos de los cultivos de regadío llegan a las 3,3 t/ha. La intensidad de cultivo de las zonas de regadío suele ser también más elevada, con dos cosechas anuales en la mayor parte de Asia (Faurès *et al.*, 2007). La productividad del agua también ha mejorado: en los últimos cuarenta años, el rendimiento de los cultivos de arroz y de trigo por unidad de agua se ha duplicado con creces. Sin embargo, a medida que la demanda aumente, se necesitará una mayor producción en estas mismas zonas con infraestructura de regadío.

En los últimos cincuenta años, el ritmo de incremento de la producción en los grupos de cultivo más destacados a nivel mundial ha superado el ritmo de incremento de la superficie laborable y de los cultivos permanentes. Los cereales son con diferencia el grupo de cultivos más extendido (sobre la base de la superficie cosechada total) y han registrado incrementos medios del rendimiento relativamente elevados (Figura 1.5). Más de dos terceras partes del aumento de la producción se han debido a incrementos del rendimiento, especialmente en condiciones de regadío. Bruinsma (2003) ha estimado que el 77 % del aumento de producción de los países en desarrollo se ha derivado de la «intensificación» debida a los aumentos del rendimiento y de la intensidad de cultivo. El Asia meridional y oriental, donde hay un mayor porcentaje de regadío respecto a las tierras cultivadas, se ha dado el crecimiento de productividad más rápido, y el 94 % del incremento de la producción es atribuible a la intensificación.

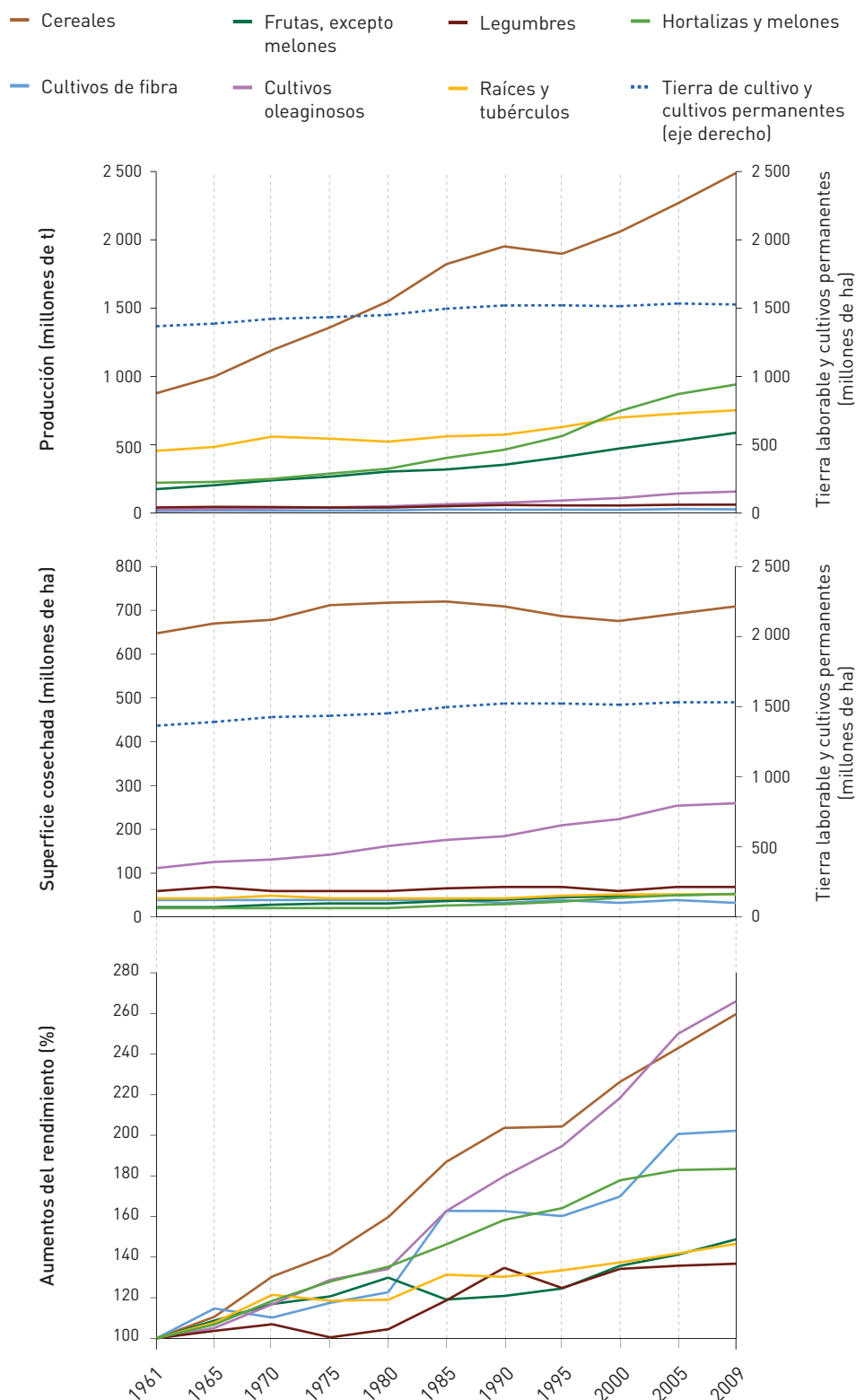
Dos factores clave han impulsado el rendimiento del regadío: la adopción generalizada de nuevas variedades, insumos y prácticas agrarias, y las innovaciones en la tecnología de riego, como los pozos entubados y el riego a presión.

Bosques, pastizales, pesquerías interiores y acuicultura

Bosques

La evaluación de los recursos forestales mundiales de la FAO proporciona estimaciones regulares sobre el estado de los bosques del mundo, su superficie y salud y la situación de sus funciones socioeconómicas y medioambientales (FAO, 2010d). En 2010, los bosques abarcaban aproximadamente 4 000 millones de hectáreas. La deforestación, debida principalmente a la conversión de los bosques tropicales en tierras agrícolas, ha mostrado recientemente indicios de decrecimiento, pero sigue produciéndose a un ritmo alarmante. En la última década, alrededor de 13 Mha anuales de bosques se convirtieron a otros usos o se perdieron por causas naturales, en comparación con los 16 Mha anuales de los años noventa. Sin embargo, durante la última década, la reducción neta de las zonas forestales se ha visto considerablemente limitada por la plantación de árboles a gran escala, estimada en 5,2 Mha al año durante la primera década del siglo XXI. Las pérdidas netas de tierra forestal se con-

FIGURA 1.5: AUMENTO DE LA PRODUCCIÓN, LA SUPERFICIE COSECHADA Y LA SUPERFICIE DE TIERRAS DE CULTIVO DEL MUNDO, 1961-2009



Fuente: FAO (2010a)

centraron en América del Sur, el África subsahariana, el Asia sudoriental y Oceanía, mientras que los Estados Unidos de América, la India, China, la Federación de Rusia y varios países europeos presentaron un aumento neto de la superficie forestal. Los bosques primarios representan el 36 % de la superficie forestal, pero han disminuido en más de 40 Mha desde el año 2000. La reducción de los bosques primarios puede tener un impacto importante en la biodiversidad forestal.

Los bosques tienen un papel crucial en el ciclo hidrológico, por lo que es importante tenerlos en cuenta al analizar los problemas del agua a nivel territorial. Captan y almacenan agua, evitan la erosión del suelo y actúan como sistemas naturales de purificación del agua. Los bosques influyen en la cuantía del agua disponible, regulan las corrientes superficiales y subterráneas y garantizan la calidad del agua. Por otra parte, los bosques y los árboles ayudan a reducir algunos riesgos relacionados con el agua, como los corrimientos de tierra, las inundaciones y las sequías locales, y también contribuyen a evitar la desertificación y la salinización. Las cuencas hidrográficas y los humedales cubiertos de bosque proporcionan las tres cuartas partes del agua dulce accesible con las que se satisfacen las necesidades domésticas, agrícolas, industriales y ecológicas del mundo (FAO 2008c).

Pastizales

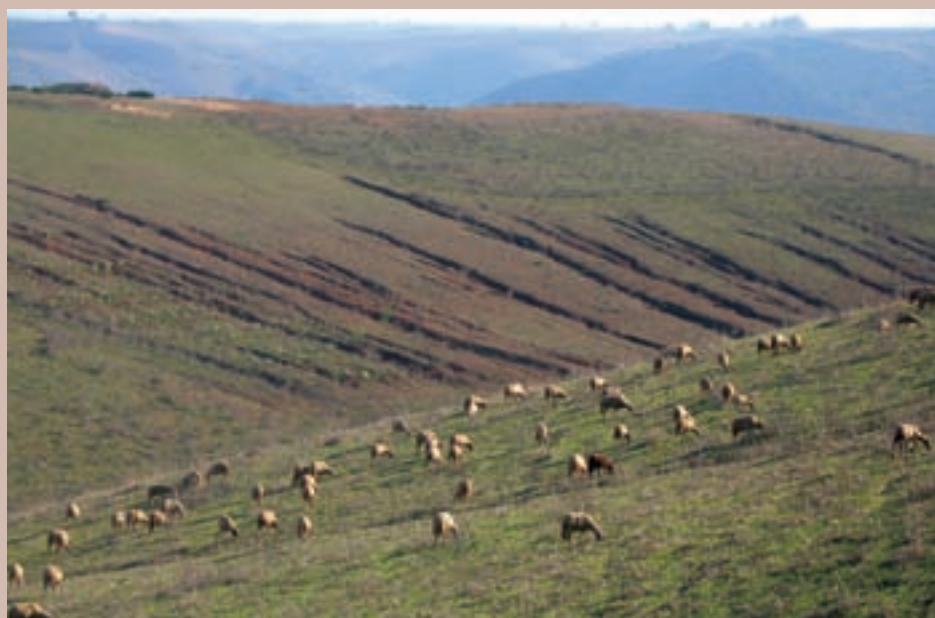
Los pastizales se extienden por todas las latitudes y normalmente se caracterizan por una escasa producción de biomasa, debido a las limitaciones del suelo, las temperaturas y la disponibilidad de agua. Ocupan en torno a un 25 % de la superficie de tierras mundial e incluyen las tierras secas de África (el 66 % de la superficie continental total) y de la península Arábiga, las estepas del Asia central y las tierras altas de América Latina (Nori y Neely, 2009). En la vegetación predominan las agrupaciones naturales de especies perennes y anuales, entre ellas herbáceas, arbustos y árboles. Los pastizales son ecosistemas frágiles por naturaleza, y cuando se gestionan mal desembocan fácilmente en degradación, pérdida de biodiversidad y de capacidad de retención del agua, emisiones de carbono y productividad reducida.

Es difícil evaluar la extensión y tendencias de los pastizales. Las estadísticas mundiales indican que la superficie total de pastizales era de 3 430 Mha en el año 2000, y hasta el año 2008 descendió ligeramente, hasta los 3 360 Mha. Los motivos de estas pequeñas variaciones son difíciles de determinar, aunque pueden deberse a la falta de información, la desertificación y la invasión de la agricultura. La conversión a gran escala de pastizales secos en cultivos y su gestión inadecuada han tenido consecuencias lamentables, como las tormentas de polvo de las Grandes Llanuras de los Estados Unidos de América en los años veinte y treinta. A mediados del siglo xx, grandes extensiones áridas de la URSS se destinaron al cultivo, pero la producción agrícola resultó insostenible (Boonman y Mikhalev, 2005) y en la actualidad están volviendo a ser pastizales.

La contribución de los pastizales al mantenimiento de las funciones ecosistémicas y la biodiversidad es muy importante. Además de proporcionar alimento al ganado, tienen un importante papel como hábitat para la fauna y la flora silvestres y contribuyen a la retención de agua y a la conservación de los recursos genéticos vegetales. Los pastizales tienen una flora rica, formada por aproximadamente 750 géneros y 12 000 especies de herbáceas. Estos ecosistemas son también importantes para el mantenimiento de la fauna; por ejemplo, los pastizales incluyen el 11 % de las zonas de aves endémicas del mundo (White *et al.*, 200: 40) y contribuyen al mantenimiento de los polinizadores y otros insectos que desempeñan importantes funciones reguladoras. Se empieza a reconocer el valor económico de los beneficios que aportan estos ecosistemas, especialmente en lo que respecta a la regulación de servicios como la infiltración y purificación del agua, la regulación del clima (por ejemplo, captación de carbono) y la polinización, y la recogida sistemática de información sobre los pastizales de los países desarrollados y en desarrollo debería ser una prioridad mundial.

Más de 600 millones de personas dependen de los pastizales para su sustento. Las sociedades pastoriles han desarrollado estrategias que se adaptan constantemente a una dotación de recursos limitada, muy variable e impredecible (por ejemplo, con la ganadería transhumante), pero tanto los pastizales como sus usuarios son vulnerables a los cambios derivados de la presión demográfica, la conversión de los cultivos (Recuadro 1.2) y el cambio climático. La fluctuación de las precipitaciones y las sequías es un problema recurrente de los pastizales; por ejemplo, 70 millones de habitantes del Cuerno de África, muchos de los cuales se dedican al pastoreo, sufren inseguridad alimentaria crónica a largo plazo (FAO, 2000). El Cuadro 1.11 recoge los principales sistemas de pastoreo e ilustra cómo han evolucionado con el tiempo.

En las tierras secas se pierden cantidades considerables de carbono por culpa de una mala gestión, causada en gran parte por el aumento de la presión humana y ganadera. Debido a la degradación, los suelos de las tierras secas están muy lejos de alcanzar el punto de saturación de carbono y su potencial para captar este elemento puede ser alto. Se ha estimado que una mejor gestión de los pastizales tendría suficiente potencial biofísico para captar 1 300-2 000 Mt de CO₂eq a escala mundial hasta el 2030 (Tennigkeit y Wilkes, 2008). Algunas de las estrategias que podrían aumentar la dotación de carbono de los pastizales son la recuperación de la materia orgánica de los suelos y la biomasa de las raíces, lo cual mejoraría la biota del suelo (por ejemplo, con el cultivo de leguminosas y especies herbáceas mejoradas; el abonado periódico y la agrosilvicultura; el control de la erosión; la repoblación y la restauración forestales; el empleo de densidades ganaderas óptimas; la conservación de agua y la captación y almacenamiento de agua; la modificación del uso de la tierra, pasando por ejemplo de los cultivos a la plantación de herbáceas o de árboles, o el barbecho). De todos modos, se desconocen todavía muchas



Pastizales degradados en Marruecos

El acelerado crecimiento de las poblaciones humanas y ganaderas, junto con la desaparición de los derechos de pastoreo tradicionales, han ocasionado una grave sobrecarga y degradación de los pastizales en el litoral mediterráneo. Muchas tierras semiáridas han sido aradas para obtener cosechas anuales, lo cual es insostenible con los sistemas actuales. Los sistemas de producción ganadera están cambiando por la intensificación, el control gradual de las enfermedades animales y la comercialización de productos ganaderos, sobre todo en las zonas periurbanas. El cambio climático está agravando los procesos de sequía y desertificación.

Foto: G. Schwilch

cosas sobre el potencial de captación de carbono de las tierras secas y faltan estudios sobre las metodologías más adecuadas y la relación entre costes y beneficios de las prácticas de captación de carbono empleadas por pastores y agricultores rurales a pequeña escala.

Forrajes y pastizales

Los pastizales (entre los cuales se incluyen las dehesas, los matorrales, las tierras de pastoreo y las tierras cultivadas con árboles de pasto y plantas forrajeras) ocupan casi el 30 % de la superficie emergida no cubierta por el hielo. Los pastos y forrajes abarcan más del 60 % de las tierras agrícolas del mundo (FAO, 2010b). Los pastizales y forrajes tienen diversas funciones: proporcionan servicios ecosistémicos esenciales y ofrecen diversos medios de sustento (por ejemplo, como recurso gené-

CUADRO 1.11: ZONIFICACIÓN REGIONAL DE LOS SISTEMAS DE PASTOREO

Zona	Especies principales	Estado actual
África subsahariana	Terneros, camellos, ovejas, cabras	En disminución, debido al avance de la agricultura
Mediterráneo	Pequeños rumiantes	En disminución, debido al cercado de tierras y al avance de la agricultura
Cercano Oriente y Asia central y meridional	Pequeños rumiantes	En disminución en algunas zonas, debido al cercado de tierras y al avance de la agricultura
India	Camellos, terneros, ovejas, cabras	En disminución debido al avance de la agricultura, pero en expansión en la producción ganadera periurbana
Asia central	Yaks, camellos, caballos, ovejas, cabras	En expansión tras la descolectivización
Regiones circumpolares	Renos	En expansión tras la descolectivización en Siberia, pero sometidos a presión en Escandinavia
América septentrional	Ovejas, vacas	En disminución por el aumento del cercado de tierras y las alternativas económicas
Andes	Llamas, alpacas	Reducción de la producción de llamas por la ampliación de la red de carreteras y la producción ganadera de estilo europeo, pero expansión en la producción de lana de alpaca

Fuente: Bleach (1999)

tico para la producción alimentaria y la intensificación sostenible de la producción; como recurso para la producción de energía; como materia prima para la producción industrial; como captación de carbono). Muchas zonas forrajeras y de pastizal permanentes son útiles para la protección de las cuencas hidrográficas, la rehabilitación de tierras contaminadas y la producción de bioenergía. La intensificación sostenible de los sistemas agropecuarios basada en una mejor gestión de las zonas forrajeras, los pastizales y los terrenos de pasto podría contribuir significativamente al desarrollo sostenible a gran escala (Recuadro 1.3). A nivel mundial, los suelos de los pastizales tienen potencial para captar 0,2-0,8 Gt anuales de CO₂ hasta 2030, según el tipo de pastoreo y las prácticas de gestión aplicadas. La cobertura de los pastizales puede retener un 50-80 % más de agua, lo que reduce los riesgos de sequías e inundaciones. Todos estos atributos, en conjunto, son cruciales para la adaptación al cambio climático y la mitigación de sus efectos.

El sector agropecuario proporciona medios de vida a la mayoría de los pequeños agricultores de todo el mundo, y el rápido aumento de la demanda de productos ganaderos implica que deben buscarse modos de disminuir la huella ecológica de

RECUADRO 1.3: CULTIVOS FORRAJEROS PARA LA ALIMENTACIÓN DEL GANADO Y PARA LA FABRICACIÓN DE COMBUSTIBLE

En la actualidad utilizamos una gran cantidad de productos vegetales para la alimentación animal, y necesitamos revisar los sistemas utilizados, reforzando el uso de forrajes polivalentes, capaces de suministrar alimentos y combustible y mejorar la captación de carbono, la biodiversidad de los ecosistemas y la fertilidad del suelo, de acuerdo con las prioridades económicas y de sostenibilidad de los agricultores. Entre estos forrajes se encuentran el *Pennisetum purpureum* (pasto elefante), el *Miscanthus giganteus* (pasto varilla o *switchgrass*) y el *Setaria spp.* Estas variedades producen rendimientos elevados de biomasa, que pueden convertirse en biocombustible en biorrefinerías y dejar un sobrante de forraje para la producción ganadera. Además, contienen fibras que pueden utilizarse como materia prima en la industria.

la producción de los sistemas ganaderos. Por eso es urgente reclamar sistemas que integren el cultivo agrícola con la ganadería, en los que los residuos vegetales pueden proporcionar alimento al ganado, que a su vez produce estiércol para fertilizar los cultivos, en la propia explotación o en un ciclo extendido de aprovechamiento de los nutrientes. Aunque estos sistemas han estado presentes durante siglos en la agricultura tradicional, actualmente se benefician de los componentes sinérgicos que aportan los modernos sectores agrícolas, ganaderos y forestales.

Los pastizales son importantes para el sustento de casi mil millones de personas, entre las que hay unos doscientos millones de familias dedicadas al pastoreo. Mejorando las prácticas de intensificación y diversificación de cultivos con la introducción de forrajes, leguminosas forrajeras y especies mixtas de herbáceas y forrajeras, el uso eficaz del abonado y la gestión de nutrientes y la diversificación de la producción agrícola y ganadera en las explotaciones, estas personas pueden aumentar la estabilidad de sus ingresos y el uso eficiente de sus recursos hídricos y de suelos y mejorar el potencial de mitigación y adaptación de sus prácticas agrícolas.

Las pesquerías interiores y la acuicultura

A nivel mundial, los lagos, los embalses y los humedales con importancia para las pesquerías interiores abarcan unos 7,8 millones de km². En el Asia oriental, la América septentrional, el este y el centro del África occidental, la parte septentrional de Asia, Europa y América del Sur, la proporción de tierras cubiertas de aguas superficiales es relativamente elevada (FAO, 2010a). Las pesquerías interiores constituyen una actividad sumamente diversa, que incluye prácticas de pesca industrial a gran escala y otras de pesca de subsistencia a pequeña escala que requieren poca o ninguna inversión financiera. Las pesquerías interiores proporcionan alimentos de calidad, oportunidades de sustento y una red de seguridad a la población pobre cuando fallan otros sectores de la producción alimentaria.

Aproximadamente el 90 % de la producción pesquera interior se captura en los países en desarrollo, y el 65 %, en países de bajos ingresos y con déficit de alimentos. África y Asia registran el 90 % de las capturas obtenidas. La producción registrada de las pesquerías interiores del mundo ha pasado de los 2 Mt del año 1950 a más de 10 Mt en 2008. Sin embargo, se estima que la producción real es mucho mayor, ya que gran parte de la pesca a pequeña escala y de subsistencia no está controlada. Las pesquerías interiores industriales a gran escala, por ejemplo en la región africana de los Grandes Lagos, pueden producir pescado por valor de cientos de millones de dólares, a menudo destinado a la exportación (FAO, 2010a).

A nivel mundial, la acuicultura ha pasado de una producción inferior a 1 Mt en el año 1950 a 52,5 Mt en 2008, lo que representa un 45,7 % de la producción mundial de pescado para consumo humano (FAO, 2010a). En diversos lugares del mundo se han aplicado satisfactoriamente enfoques integrados sobre el uso de la tierra y el agua (FAO/ICLARM/IIRR, 2001; Halwart y Van Dam, 2006). La piscicultura combinada con el cultivo del arroz, que suele practicarse a escala familiar en arrozales renovados, se ha extendido rápidamente en las últimas décadas en China, donde la superficie total de arrozales utilizados para la acuicultura era de 1,47 Mha en 2008. En varios países se ha extendido la acuicultura en jaulas, tanto en ríos como en lagos, un sistema que permite hacer un uso muy eficaz y no consuntivo de las aguas dulces.

Asia (y especialmente China) presenta la mayor producción acuícola de agua dulce en relación a la superficie de tierras y aguas, aunque algunos países europeos y africanos tienen también una producción significativa, mientras que las Américas presentan una producción acuícola de agua dulce por unidad de tierra y agua relativamente baja, aunque hay potencial (Bostock *et al.*, 2010; Aguilar-Manjarrez *et al.*, 2010). Si bien en América Latina y en África hay todavía un amplio margen de crecimiento para esta actividad, el uso de las aguas dulces se encuentra en general limitado por el desarrollo urbanístico y la fuerte competencia por el suelo, sobre todo los recursos de agua dulce de los países y regiones con gran densidad de población, como sucede en Asia. La producción piscícola en entornos marinos de la costa y de alta mar es una alternativa que ofrece nuevas oportunidades para el desarrollo de la acuicultura y el suministro de pescado a la población mundial cuando el agua dulce y la tierra disponible sean cada vez más escasas (FAO, 2010a).

Demanda agrícola prevista para 2050

Demanda de alimentos y fibras para 2050

Para el año 2050, se prevé que la población mundial habrá pasado de los actuales 6 900 millones de habitantes a unos 9 000 millones. La demanda de alimentos y fi-

bras crecerá con más rapidez porque los ingresos y los niveles de nutrición se elevarán, y porque las poblaciones tienden a adoptar dietas que exigen un uso más intensivo de la tierra y del agua, en particular por el mayor consumo de carne y productos lácteos. Las tendencias actuales y las simulaciones con modelos indican que la demanda mundial de cereales pasará de los aproximadamente 2 100 Mt actuales a unos 3 000 Mt en 2050 (FAO, 2006b). En consecuencia, en el año 2050 el mundo demandará una producción adicional de casi 1000 Mt de cereales y otros 200 Mt de productos ganaderos.

Respuesta de la producción

Las estimaciones sobre el crecimiento de la producción de los cultivos (Bruinsma, 2009) indican que la producción agrícola mundial podría crecer en torno a un 1,3 % anual hasta 2030 y en torno a un 0,8 % anual en el período 2030-2050. Para adaptarse al ritmo de crecimiento de la población, se prevé que la producción mundial crecerá algo más deprisa en los países en desarrollo que en los países desarrollados: un 1,5 % anual de 2005 a 2030, y un 0,9 % de 2030 a 2050. Estos cálculos se basan en la evaluación de la capacidad de producción para responder a la demanda efectiva. A nivel mundial, el resultado sería un incremento del 43 % de la producción hasta 2030, y del 70 % hasta 2050, partiendo de los niveles de 2005-2007. Por regiones, se prevé que el mayor ritmo de crecimiento de la producción cerealera tendrá lugar en el África subsahariana, donde sigue habiendo una fuerte presión demográfica, y en América Latina y Australasia, donde aún hay margen de expansión para la producción comercial de alimentos (Cuadro 1.12).

Estas tasas de crecimiento son inferiores a las registradas en la segunda mitad del siglo pasado (Cuadro 1.12). Las estimaciones sobre el crecimiento futuro se basan en la proyección de que unas cuatro quintas partes del crecimiento en los países en desarrollo podría derivarse de la intensificación, en forma de aumentos del rendimiento (71 %) y de mayores intensidades de cultivo (8 %). El porcentaje de intensificación sería incluso mayor en regiones con escasez de tierras, como el Asia meridional (95 %) y el Cercano Oriente y el África septentrional (100 %). En cambio, se prevé que en algunas zonas del África subsahariana y de América Latina la expansión de la tierra laborable seguirá siendo un factor importante del crecimiento de la producción agrícola, aunque no tanto como en el pasado (Bruinsma, 2009). Sin embargo, es probable que este proceso cause pérdidas en algunos servicios ecosistémicos y culturales importantes. Además, aunque hasta 2050 se duplicara la producción de los países en desarrollo, el 5 % de su población seguiría padeciendo subnutrición (Cuadro 1.13).

CUADRO 1.12: CRECIMIENTO HISTÓRICO Y PROYECTADO DE LA PRODUCCIÓN DE CEREALES

Continente Regiones	Crecimiento anual de la producción de cereales (%)	
	1961-2006	2006-2050
África	2,4	1,9
África septentrional	3,0	1,6
África subsahariana	2,3	2,0
Américas	2,0	1,2
América septentrional	1,8	1,0
América central y el Caribe	1,7	1,8
América del Sur	2,6	1,7
Asia	2,5	0,7
Asia occidental	2,4	1,0
Asia central	1,1	0,8
Asia meridional	2,3	1,1
Asia oriental	2,5	0,3
Asia sudoriental	2,9	0,8
Europa	1,1	0,3
Europa occidental y central	1,5	0,2
Europa oriental y Federación de Rusia	0,3	0,5
Oceanía	2,3	2,0
Australia y Nueva Zelanda	2,3	2,0
Islas del Pacífico	-	-
Mundo	2,0	0,9
Ingresos altos	1,6	0,8
Ingresos medios	2,1	0,8
Ingresos bajos	2,4	1,2
Ingresos bajos y déficit de alimentos	2,7	0,9
Menos adelantados	1,9	1,9

Fuente: FAO (2010a)

CUADRO 1.13: CRECIMIENTO PROYECTADO DE LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA: RESULTADOS MÁS PROBABLES

	Índice de producción agrícola			Personas que seguirán padeciendo desnutrición	
	2005-7	2030	2050	%	Millones
Mundo	100	143	170	n. d.	n. d.
Países en desarrollo	100	158	197	4,8	370

Fuente: Alexandratos (2009)

Consecuencias para la agricultura de regadío

Potencial de intensificación del regadío

Las proyecciones indican que la superficie con infraestructura de regadío habrá aumentado alrededor de un 6 % para el 2050. Asimismo, las proyecciones indican que en 2050 las extracciones de agua para el riego habrán aumentado un 10 %. Se espera que la producción alimentaria de regadío aumentará un 38 %, debido a los incrementos proyectados en las intensidades de cultivo y en la productividad (Tubiello y Van der Velde, 2010). En general, los grandes planes de regadío presentan un considerable margen de mejora en la productividad de la tierra y el agua, como indican las grandes discrepancias existentes entre un plan y otro y dentro de un mismo plan.

Según las proyecciones, en todo el mundo la intensidad de cultivo de las tierras de regadío actualmente en uso pasará del 127 % al 129 % en 2050. Se espera que en los países en desarrollo se alcancen intensidades mayores, pasando del 143 % de 2005-2007 al 147 % en 2050 (Bruinsma, 2009; Frenken, 2010). Estos incrementos son técnicamente factibles, como demuestra el hecho de que los sistemas mejor gestionados alcancen ya intensidades de cultivo del 200 % o superiores. Los factores clave para conseguir esta elevación de la intensidad serán la modernización de las infraestructuras y los cambios institucionales destinados a mejorar el suministro de agua, junto con el desarrollo de mercados agrícolas rentables para los agricultores (Nachtergaele *et al.*, 2010b).

Margen de expansión de la superficie de regadío

Es difícil determinar el potencial de expansión de las zonas de regadío. En el pasado, los intentos de algunos países de evaluar su potencial de riego se han traducido en estimaciones que combinan los recursos de tierras y aguas y las consideraciones económicas y ambientales. No obstante, el potencial de riego debe calcularse a partir de las cuencas fluviales, la unidad geográfica más adecuada para el estudio de los recursos hídricos. Cuando se evalúa el potencial de regadío de varios países que tienen ríos en común, existe el riesgo de contar doblemente la misma agua. Por otra parte, muchas estimaciones del potencial de regadío se realizaron en un momento en que no había tanta preocupación por los problemas ambientales y tampoco tanta demanda de agua por parte de otros sectores.

Aunque en varias regiones con abundancia de agua todavía hay un gran potencial para el desarrollo del regadío, en las regiones con escasez se ha llegado ya al límite. El África subsahariana y América Latina son las dos regiones que menos han aprovechado su potencial de regadío estimado. En teoría, en el África subsahariana hay un amplio margen para la expansión del regadío. Algunas zonas de tierras altas, como las de Fouta-Djallon o los altiplanos de Etiopía, por ejemplo, producen grandes volúmenes de escorrentía, pero tienen un bajo nivel de infraestructuras hídricas. Con una economía favorable y posibilidades de acceso a emplazamientos

adecuados, en este tipo de zonas podría haber desvíos y desarrollo de la agricultura de regadío. En el otro extremo, los países del África septentrional, el Asia occidental, el Asia central y grandes zonas del Asia meridional y el Asia oriental han alcanzado o están a punto de alcanzar su potencial. La FAO estima que ocho de estos países han expandido el regadío por encima de su potencial, mientras que otros veinte (entre ellos China) superan el 75 % de su potencial.

El ritmo de expansión de la superficie de regadío se está reduciendo considerablemente. Partiendo de la comparación entre la oferta (el potencial de regadío) y la demanda (de productos agrícolas), las proyecciones de la FAO indican que la superficie mundial con infraestructura de regadío puede ascender a un ritmo relativamente modesto hasta alcanzar los 318 Mha en 2050, comparados con los aproximadamente 301 Mha de 2006 (Cuadro 1.14). Esto representaría un incremento de alrededor del 6 % (el 0,12 % anual). Según las proyecciones, esta expansión tendrá lugar sobre todo en los países en desarrollo. Esta tasa de incremento es muy inferior a la experimentada en fechas recientes; entre 1961 y 2009, la superficie de regadío de todo el mundo creció a un ritmo del 1,6 % anual, y a más del 2 % en los países menos adelantados.

Las proyecciones indican que la expansión de la superficie con infraestructura de regadío será mayor (en términos absolutos) en las regiones con escasa disponibilidad de tierras, donde existe la presión de elevar la producción con prácticas de cultivo más intensivas. Se calcula que los países de ingresos medios aportarán 21 Mha, y los países de ingresos bajos y con déficit de alimentos, unos 14 Mha. En cambio, se prevé que en los países de ingresos altos de la América septentrional, la Europa occidental y Australasia la superficie de regadío se reducirá. En cuanto a las zonas de regadío de la Europa oriental, la Federación de Rusia y el Asia central, se prevé que volverán a los niveles anteriores a la desintegración de la Unión Soviética. Aunque se espera que la superficie laborable total de China disminuirá aún más, las proyecciones indican que la superficie de regadío seguirá ampliándose gracias a la conversión de tierras de secano. En gran medida, la expansión del regadío se conseguirá adaptando al riego antiguas tierras de secano. La presión sobre los recursos hídricos seguirá aumentando en todas partes, incluso en lugares donde estos recursos ya están aprovechados al máximo, como en el África septentrional y en grandes zonas de Asia (Cuadro 1.15).

Fuentes no convencionales de agua

El uso de fuentes de agua no convencionales como alternativa al agua dulce, aunque actualmente sea secundario, está aumentando en algunos países y regiones. A nivel mundial, solamente el 1 % del agua utilizada en la agricultura consiste en aguas residuales tratadas o en aguas desalinizadas. Sin embargo, en regiones como la península Arábiga, la tasa de uso está en torno al 10 %, y en países como Kuwait, Malta o Qatar, las fuentes de agua no convencionales aportan más del 50 % del agua utilizada, con un 40 % de agua desalinizada y un 10 % de aguas residuales tratadas. Los cinco países que

CUADRO 1.14: SUPERFICIE CON INFRAESTRUCTURA DE REGADÍO PROYECTADA PARA 2050

Continente Regiones	Año	Superficie con infraestructura de regadío				
		Superficie (millones de hectáreas)			Crecimiento anual (%)	
		1961	2006	2050	1961-2006	2006-2050
África		7,4	13,6	17,0	1,3	0,5
África septentrional		3,9	6,4	7,6	1,0	0,4
África subsahariana		3,5	7,2	9,4	1,5	0,6
Américas		22,6	48,9	46,5	1,6	-0,1
América septentrional		17,4	35,5	30,0	1,5	-0,4
América central y el Caribe		0,6	1,9	2,4	2,5	0,5
América del Sur		4,7	11,6	14,1	1,9	0,5
Asia		95,6	211,8	227,6	1,7	0,2
Asia occidental		9,6	23,6	26,9	1,9	0,3
Asia central		7,2	14,7	15,0	1,5	0,0
Asia meridional		36,3	85,1	85,6	1,8	0,0
Asia oriental		34,5	67,6	76,2	1,4	0,3
Asia sudoriental		8,0	20,8	23,9	2,0	0,3
Europa		12,3	22,7	24,6	1,3	0,2
Europa occidental y central		8,7	17,8	17,4	1,5	0,0
Europa oriental y Federación de Rusia		3,6	4,9	7,2	0,6	0,9
Oceanía		1,1	4,0	2,8	2,7	-0,8
Australia y Nueva Zelandia		1,1	4,0	2,8	2,7	-0,8
Islas del Pacífico		0,001	0,004	-	2,9	-
Mundo		139,0	300,9	318,4	1,6	0,1
Ingresos altos		26,7	54,0	45,1	1,5	-0,4
Ingresos medios		66,6	137,9	159,4	1,5	0,4
Ingresos bajos		45,8	108,9	113,8	1,8	0,1
Ingresos bajos y déficit de alimentos		82,5	187,6	201,9	1,7	0,2
Menos adelantados		6,1	17,5	18,4	2,2	0,1

Fuente: FAO (2006b, 2010b,c)

registran los mayores volúmenes anuales per cápita de aguas residuales tratadas utilizadas para el riego (metros cúbicos anuales per cápita) son Kuwait (82,3), los Emiratos Árabes Unidos (71,1), Qatar (51,7), Israel (46,4) y Chipre (31,9) (Mateo-Sagasta y Burke, 2010). Aunque el agua desalinizada sigue teniendo un uso muy escaso en la agricultura de regadío, sobre todo por el elevado coste de la desalinización, la agricultura periurbana suele depender de las aguas residuales urbanas para satisfacer sus necesidades.

Consecuencias para la agricultura de secano

Aunque se prevé que en los próximos años la agricultura de regadío aportará la mayor parte del incremento de producción necesario, la agricultura de secano, que

CUADRO 1.15: MEDIAS ANUALES DE LOS RECURSOS HÍDRICOS RENOVABLES A LARGO PLAZO Y DE LA EXTRACCIÓN DE AGUA PARA EL RIEGO, 2006, 2050

Continente Regiones	Precipitaciones (mm)	Recursos hídricos renovables* (km³)	Coeficiente de uso del agua ** (%)		Extracción de agua para el riego (km³)		Presión sobre los recursos hídricos debida al regadío (%)	
			2006	2050	2006	2050	2009	2050
África	678	3 931	48	53	184	222	5	6
África septentrional	96	47	69	81	80	95	170	204
África subsahariana	815	3 884	30	32	105	127	3	3
Américas	1 091	19 238	41	41	385	438	2	2
América septentrional	636	6 077	46	46	258	244	4	4
América central y el Caribe	2 011	781	30	33	15	23	2	3
América del Sur	1 604	12 380	28	29	112	171	1	1
Asia	827	12 413	45	48	2 012	2 073	16	17
Asia occidental	217	484	47	56	227	251	47	52
Asia central	273	263	48	50	150	133	57	50
Asia meridional	1 602	1 766	55	58	914	889	52	50
Asia oriental	634	3 410	37	42	434	458	13	13
Asia sudoriental	2 400	6 490	19	21	287	342	4	5
Europa	540	6 548	48	48	109	100	2	2
Europa occidental y central	811	2 098	43	43	75	81	4	4
Europa oriental y Federación de Rusia	467	4 449	67	67	35	19	1	0
Oceanía	586	892	41	41	19	25	2	3
Australia y Nueva Zelanda	574	819	41	41	19	25	2	3
Islas del Pacífico	2 062	73	–	–	0.05	–	–	–
Mundo	809	43 022	44	47	2 710	2 858	6	7
Ingresos altos	622	9 009	45	45	383	317	4	4
Ingresos medios	872	26 680	39	42	1 136	1 330	4	5
Ingresos bajos	876	7 332	50	52	1 191	1 212	16	17
Ingresos bajos y déficit de alimentos	881	13 985	48	51	1 813	1 992	13	14
Menos adelantados	856	4 493	28	31	190	263	4	6

* Se refiere a los recursos hídricos renovables internos; se excluyen los «flujos de entrada» a nivel regional

** El coeficiente de uso del agua es la relación entre las necesidades de agua de riego y la cantidad de agua extraída para este fin

Fuente: FAO (2010c)

actualmente representa el 60 % de toda la producción agrícola de los países en desarrollo, seguirá teniendo una contribución importante en la producción alimentaria mundial. Las proyecciones de Bruinsma (2003) indican que el 43 % del incremento de la producción del período 1997-2030 procederá de la agricultura de secano. Si se quiere evitar una gran expansión de la superficie cultivada de secano, habrá que aumentar la productividad de estos cultivos.

Oportunidades de expansión de la agricultura de secano

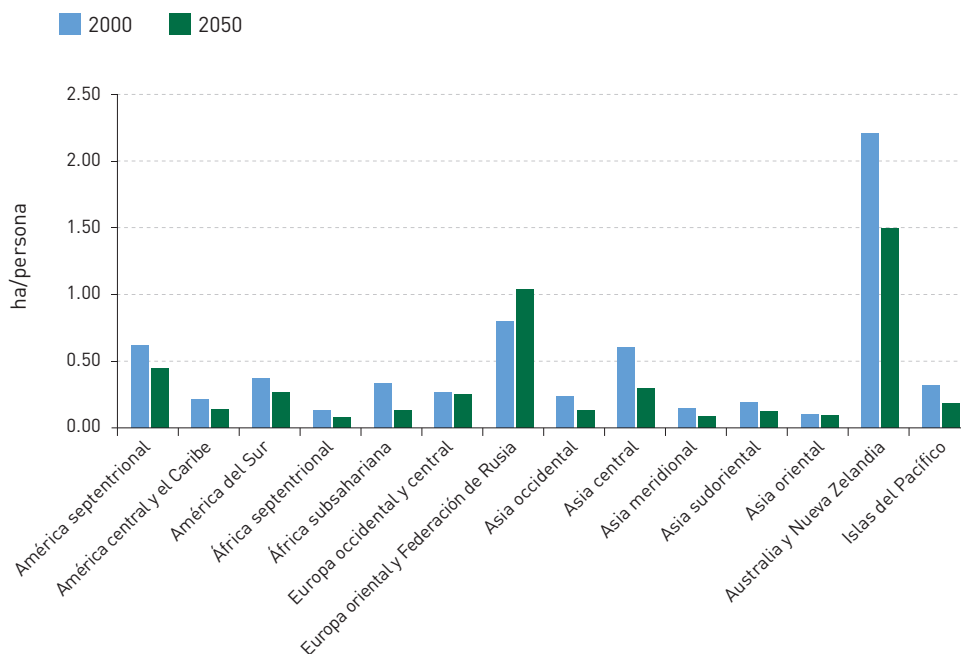
En algunas zonas, la superficie cultivada está ya muy limitada con relación a la población. En general, los países en desarrollo están más limitados por la escasez de tierras que los países desarrollados. La disponibilidad de tierra cultivada per cápita en el mundo desarrollado (0,5 ha) es el doble que en los países en desarrollo (0,2 ha). Esta disponibilidad es inferior a 0,1 ha en el Asia oriental, mientras que en Australia es de más de 2 ha. Aparte del Asia central, ninguna región del mundo en desarrollo alcanza la media de tierra per cápita del mundo desarrollado (Figura 1.6), y la situación se está deteriorando.

Dada la fuerte presión demográfica de las próximas décadas, se prevé que en los países en desarrollo la disponibilidad de tierra per cápita se habrá reducido a la mitad (hasta llegar a 0,12 ha) en 2050, lo que incrementará las presiones para ampliar la superficie cultivada (Fischer *et al.*, 2010).

Aptitud de nuevas tierras para el cultivo

En todo el mundo, la superficie apta para el cultivo (agrupando las categorías de tierra excelente y tierra buena) es de unos 4 400 Mha (4 000 Mha si se excluyen las zonas protegidas). Esta cifra es considerablemente superior a los 1 600 Mha cultivados actualmente (Cuadro 1.16). Existe, por tanto, una gran extensión de tierra que ac-

FIGURA 1.6: TIERRA CULTIVADA PER CÁPITA, 2000, 2050



Fuente: Adaptado de Fischer *et al.* (2010)

tualmente no está cultivada y que en teoría podría dedicarse a la producción. Sin embargo, una gran parte de esta superficie no está disponible en la práctica para la producción agrícola. Además, su potencial de producción alimentaria es por lo general inferior al de las tierras cultivadas en la actualidad: gran parte de las tierras que en este momento no se utilizan para la agricultura presentan diversas limitaciones, como su fragilidad ecológica, su baja fertilidad, su toxicidad, la elevada incidencia de enfermedades o la falta de infraestructuras. Estas limitaciones reducen la productividad, exigen un elevado uso de insumos y unas capacidades de gestión que permitan un cultivo sostenible, o requieren inversiones prohibitivas para asegurar su accesibilidad o evitar las enfermedades. Fischer *et al.* (2002) han demostrado que más del 70 % de las tierras con potencial para la producción de cultivos de secano del África subsahariana y de América Latina presentan una o varias de estas limitaciones.

Así pues, gran parte de la tierra solo tendría capacidad para producir rendimientos de bajos a medianos. Los rendimientos medios normales del trigo de invierno son del orden de 3-5 t/ha, y en el caso del arroz acuático, del 3-6 t/ha. En la mayoría de estas tierras, solo con una gestión muy intensiva y unos altos niveles de insumos se podrían conseguir rendimientos máximos de hasta 10 t/ha en el trigo de invierno y 9 t/ha en el arroz acuático. Además, el coste de oportunidad de la conversión de estas tierras desde sus usos previos sería muy elevado. En la actualidad, todas estas tierras forman parte de ecosistemas con importantes valores económicos, sociales y medioambientales, que se perderían al cambiar su uso. Una gran parte de estas tierras pueden no estar disponibles para la producción agrícola por tratarse de zonas protegidas, por sus valores de captación de carbono y biodiversidad (incluidos los bosques) y por ser actualmente una fuente de alimentación para 3 500 millones de cabezas de ganado rumiante (Fischer *et al.*, 2010).

Finalmente, las tierras que no son de uso agrícola pero tienen potencial para la producción de cultivos están repartidas de forma desigual entre diversos países

CUADRO 1.16: DISPONIBILIDAD MUNDIAL Y CALIDAD DE LOS RECURSOS DE TIERRAS APTAS PARA LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA (LOS VALORES ENTRE PARÉNTESIS EXCLUYEN LAS ZONAS PROTEGIDAS)

Calidad de la tierra	Tierra cultivada (mil millones ha)	Ecosistemas herbáceos y de bosque (mil millones ha)	Forest land (billion ha)	Otras tierras (mil millones ha)	Total (mil millones ha)
Tierra excelente	0,4	0,4 [0,3]	0,5 [0,4]	0,0	1,3 [1,2]
Tierra buena	0,8	1,1 [1,0]	1,1 [1,0]	0,0	3,1 [2,8]
Tierra marginal	0,3	0,5 [0,5]	0,3 [0,3]	0,0	1,1 [0,9]
No apta	0,0	2,6 [2,3]	1,8 [1,5]	3,4 [3,0]	7,8 [6,9]
Total	1,6 [1,5]	4,6 [4,1]	3,7 /[3,2]	3,4 [3,0]	13,3 [11,8]

Fuente: Fischer *et al.* (2010)

y regiones, y no siempre coinciden con los lugares en los que hay oportunidades económicas y comerciales para ampliar la producción. En el mundo en desarrollo, las regiones que parecen tener el mayor potencial para la expansión agrícola son el África subsahariana y América del Sur. En el mundo desarrollado, Europa, la Federación de Rusia, la América septentrional y Australia tienen grandes zonas con tierras aptas para el cultivo. La mitad de la superficie total de estas tierras se concentra en solo siete países: el Brasil, la República Democrática del Congo, Angola, el Sudán, la Argentina, Colombia y Bolivia. En el otro extremo, en el Asia meridional, el Asia oriental, el Cercano Oriente y el África septentrional, prácticamente no hay tierras libres disponibles para ampliar la superficie agrícola.

Conclusiones

En este capítulo se ha descrito cómo se han aprovechado los recursos mundiales de tierras y aguas para responder al fuerte incremento de la demanda. En su mayor parte, la ampliación de la producción agrícola se ha conseguido por medio de la intensificación, particularmente en tierras agrícolas de calidad excelente en las que se utiliza el regadío. En cambio, los sistemas de secano de los trópicos y las regiones montañosas han experimentado un crecimiento inferior de la productividad y han demostrado ser más vulnerables a la inseguridad alimentaria y a la pobreza. Muchos usos de los sistemas hídricos y de tierras siguen teniendo impactos negativos en los servicios ecosistémicos, tanto in situ como externamente.

No obstante, la producción alimentaria mundial podría aumentar en un 70 % en los próximos cuarenta años (y duplicarse en los países en desarrollo). Aunque es probable que la producción responda a la creciente demanda, lo importante es cómo se logrará esto. Por lo tanto, el éxito no se medirá únicamente por la oferta estable y segura de alimentos de calidad para la población mundial. Otros criterios importantes serán la sostenibilidad ambiental de los principales sistemas de tierras y aguas y su capacidad para satisfacer las necesidades de subsistencia de las poblaciones urbanas y rurales.

Los responsables de elaborar políticas deberán tomar decisiones sobre las compensaciones recíprocas entre la producción y el medioambiente, y solo podrán hacerlo conociendo en profundidad cómo pueden afectar las novedades a los resultados socioeconómicos y los impactos medioambientales. Cualquier decisión deberá ir acompañada de medidas destinadas a reducir sus impactos negativos, y se requerirá una adecuada gestión de los riesgos para que la producción pueda satisfacer la creciente demanda sin degradar más los recursos hídricos y de tierras y sin dificultar la consecución de los objetivos marcados en relación con la seguridad alimentaria y la reducción de la pobreza.

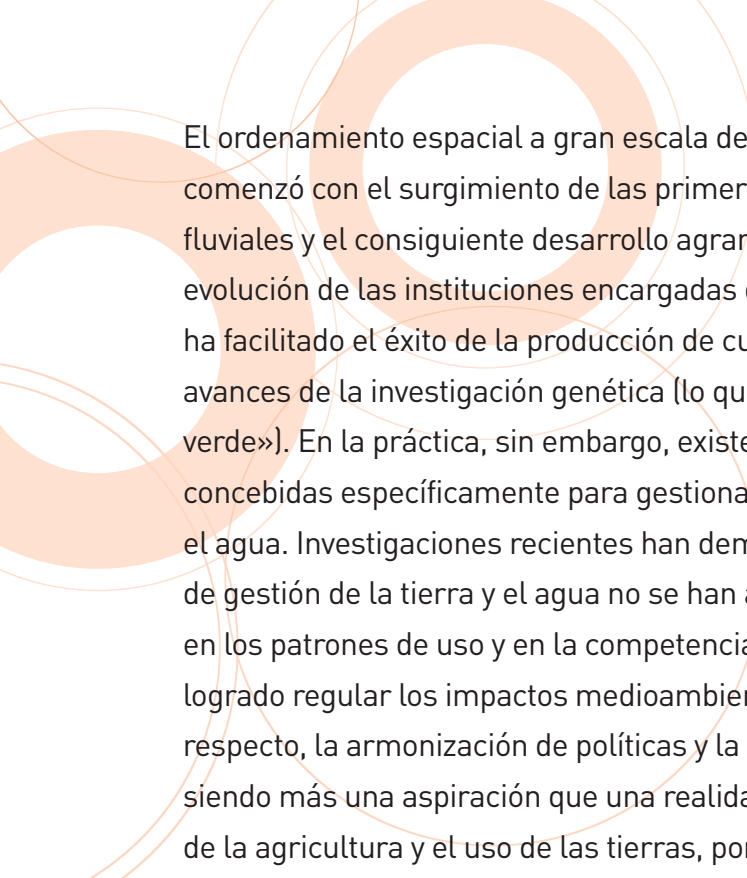


Capítulo 2

LAS PRESIONES SOCIOECONÓMICAS Y EL MARCO INSTITUCIONAL

El aumento de la población y el cambio de los patrones de consumo son los principales impulsores de las presiones sobre los sistemas de tierras y aguas que se han descrito en el Capítulo 1. La dependencia social y cultural de la tierra y el agua ha ido cambiando al acelerarse la transición de la agricultura y la urbanización en un mundo cada vez más interconectado. Muchas políticas interrelacionadas (como las relativas al comercio, los regímenes de subvenciones rurales y los incentivos a la producción) han favorecido el uso de la tierra y el agua. Sin embargo, la gestión de estos recursos tiende a ir por detrás de las políticas macroeconómicas y los planes de desarrollo sectorial. En muchos casos, solo ha habido una gestión activa cuando ya se había producido la degradación del medioambiente.

Esta falta de perspectiva sobre los recursos naturales sigue existiendo, incluso en aquellos lugares donde una base de recursos naturales limitada y las altas tasas de crecimiento de la población están ejerciendo una fuerte presión sobre los recursos. En otras palabras: los responsables de la planificación macroeconómica tienden a estar más preocupados por la oferta y la demanda de productos agrícolas que por la oferta de recursos naturales y por la situación y limitaciones de estos.



El ordenamiento espacial a gran escala de los recursos de tierras y aguas comenzó con el surgimiento de las primeras civilizaciones en los valles fluviales y el consiguiente desarrollo agrario. Más recientemente, la evolución de las instituciones encargadas de gestionar la tierra y el agua ha facilitado el éxito de la producción de cultivos intensivos asociado a los avances de la investigación genética (lo que se conoce como «revolución verde»). En la práctica, sin embargo, existen muy pocas instituciones concebidas específicamente para gestionar de forma integral la tierra y el agua. Investigaciones recientes han demostrado que las instituciones de gestión de la tierra y el agua no se han adaptado bien a los cambios en los patrones de uso y en la competencia, y en pocas ocasiones han logrado regular los impactos medioambientales y económicos. A este respecto, la armonización de políticas y la integración institucional siguen siendo más una aspiración que una realidad operativa. La planificación de la agricultura y el uso de las tierras, por ejemplo, muchas veces se diferencia de la planificación y la gestión operativa de las cuencas fluviales a efectos hidroeléctricos o de navegación. En consecuencia, se puede afirmar que se han perdido oportunidades económicas y que es necesario volver a una integración de los recursos hídricos y de tierras más informada y fundamentada en una mayor base de conocimientos.

En este capítulo se examina el estado actual de las instituciones relacionadas con la tierra y el agua y la forma en que estas han impulsado mayores niveles de producción, a la vez que han aportado demasiado poco a la sostenibilidad social, económica y ambiental. Este proceso se ha desarrollado en detrimento de la base de recursos hídricos y de tierras y de los ecosistemas asociados y tiene graves consecuencias en lo que respecta a la pobreza y la inseguridad alimentaria.

La dependencia socioeconómica de la tierra y el agua

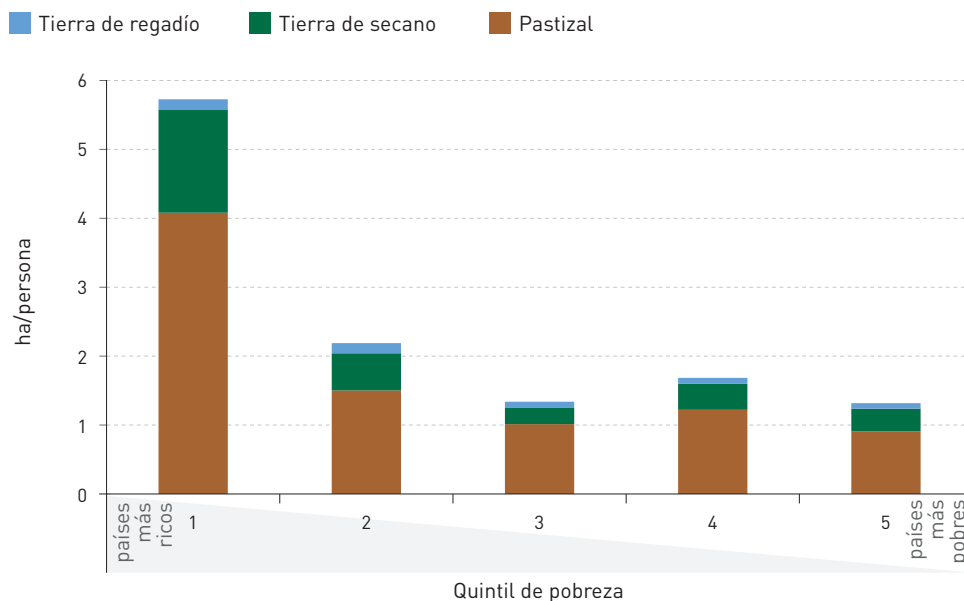
A medida que la agricultura se vuelve más productiva, los resultados per cápita y por unidad de tierra aumentan y se pueden esperar unos mayores ingresos, una reducción de la pobreza y una mejora de la seguridad alimentaria, lo que se puede traducir en reinversiones en la economía rural. En general, muchas veces se ha desarrollado una agricultura más intensiva por medio del regadío en aquellos lugares donde no ha sido posible asegurar la variabilidad de la producción de secano. Sin embargo, la agricultura intensiva no siempre ha producido un aumento del empleo rural, y en muchos casos los organismos públicos con presupuestos limitados han tenido que optar entre los estilos agrícolas más convenientes. Por ejemplo, la inversión pública a favor de la agricultura de secano puede tener efectos distributivos elevados pero llevar a un crecimiento total menor si se compara con la inversión en la agricultura de regadío, que puede aportar un crecimiento elevado pero con pocos beneficiarios. A pesar de estas consideraciones, la distribución mundial de la población que sufre subnutrición e inseguridad alimentaria, incluidos los habitantes de países que experimentan crisis prolongadas, sigue siendo variada (FAO y PMA, 2010) y no siempre está relacionada con los niveles de productividad agrícola. La presión de la población en los países con pocos recursos sigue siendo un factor fundamental (Alexandratos, 2005, 2009).

Relación entre la pobreza, el acceso a la tierra y el agua y la degradación de las tierras

A nivel mundial, la población más pobre no dispone de tierras o tiene un acceso mínimo a la tierra y al agua (Figura 2.1), y la dificultad de acceso a la tierra es una variable predictiva de la pobreza. Además, la escasa gestión de los recursos y el tipo de sistema agrícola utilizado también están asociados a la pobreza. En general, la población más pobre es la que practica los sistemas agrícolas menos diversificados. Sin embargo, no todos los pobres viven en tierras que se consideran degradadas (Figura 2.2). En el conjunto del mundo, solo el 16 % de la población vive en zonas degradadas. En las zonas pobres y densamente pobladas, alteraciones menores en la salud de los ecosistemas pueden tener un efecto significativo, ya que los pobres dependen en gran medida de la salud de los ecosistemas y cualquier cambio negativo puede anular los pequeños ingresos suplementarios que conseguirían en otras circunstancias.

Para evaluar los niveles de pobreza se han utilizado una gran variedad de indicadores monetarios y no monetarios (Coudouel *et al.*, 2002). La FAO utiliza el retraso del crecimiento en los niños como una medida de la subnutrición crónica relacionada con la pobreza (Gross *et al.*, 1996; FAO y SICIAY, 2003). De hecho, si se busca un indicador único, «la prevalencia del retraso del crecimiento es uno de los indica-

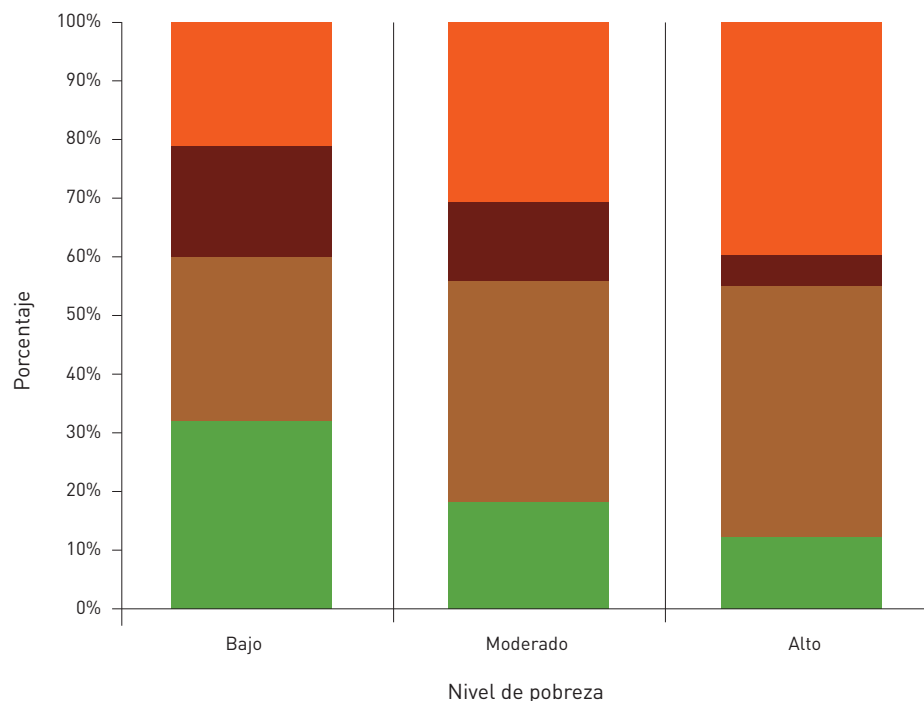
FIGURA 2.1: DISTRIBUCIÓN PER CÁPITA DE LAS TIERRAS DE PASTIZALES, DE SECANO Y DE REGADÍO POR QUINTILES DE POBREZA EN LAS ZONAS RURALES DE LOS PAÍSES EN DESARROLLO



Fuente: Geodata Institute (2010)

FIGURA 2.2: RELACIÓN ENTRE LA DEGRADACIÓN DE LA TIERRA Y LA POBREZA

- Tierras muy degradadas o con fuerte tendencia a la degradación
- Tierras estables, con degradación ligera o moderada
- Tendencia moderada a la degradación en tierras ligera o moderadamente degradadas
- Tierras en proceso de mejora



Fuente de datos: FAO (2007a); LADA (2010a)

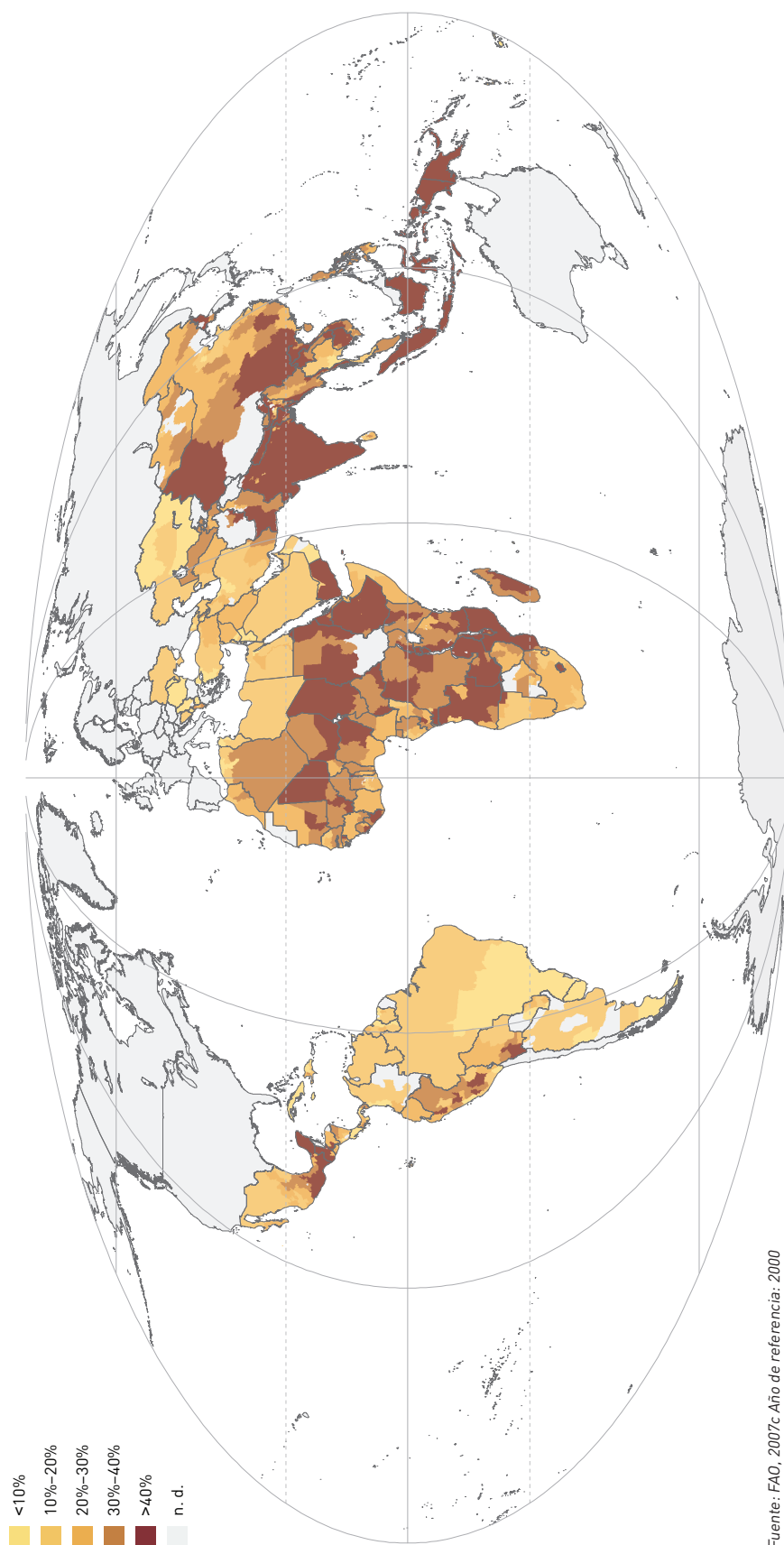
dores más fiables y útiles para el seguimiento y evaluación de la pobreza» (Simondon, 2010). El Mapa 2.1 muestra la prevalencia del retraso del crecimiento entre los menores de cinco años de edad. En este mapa se aprecia que las mayores concentraciones de pobreza se concentran en África y en Asia, particularmente en el África subsahariana y en la India. En el conjunto del África subsahariana, casi la mitad (45 %) de la población rural está clasificada como pobre. El Mapa 2.2 muestra la distribución del número de pobres (a partir de la distribución de la densidad de niños con retraso del crecimiento): en términos absolutos, la mayoría de los pobres del mundo viven en Asia.

Las concentraciones de pobreza rural pueden estar asociadas a la presencia de tierras marginales, donde no es seguro el acceso a la tierra y al agua. Normalmente, los agricultores pobres están sumidos en una trampa de la pobreza porque disponen de parcelas pequeñas, remotas y sin garantías de tenencia, con suelos de mala calidad y muy vulnerables a la degradación y a la incertidumbre climática. Al propio tiempo, las tecnologías y sistemas de cultivo a su alcance son de bajos insumos y escasa gestión, lo que suele contribuir a la degradación de los recursos. Sin embargo, el uso de sistemas de cultivo mejorados puede modificar la relación entre los recursos de tierras y aguas y la pobreza: la probabilidad de ser pobre es mucho menor (inferior a la mitad) cuando se emplean sistemas de cultivo mejorados (Hussain y Hanjra, 2004). Por tanto, mejorar las disposiciones sobre la tenencia de la tierra y el agua y las prácticas de gestión en estas zonas puede tener un impacto positivo en lo que respecta a la pobreza y la inseguridad alimentaria (Lipton, 2007).

Intensificación de los cultivos y reducción de la pobreza

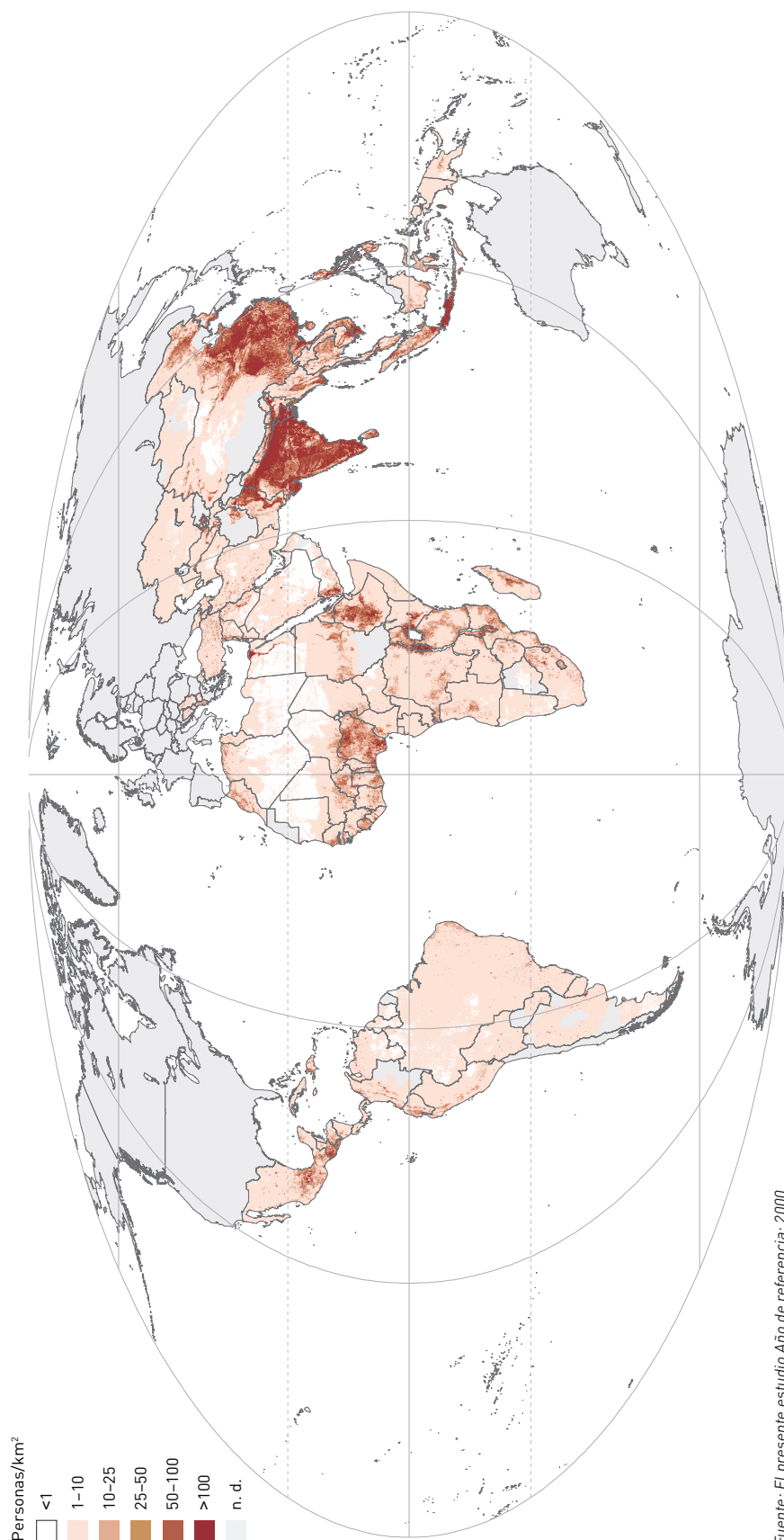
Los rápidos avances en la productividad de la «revolución verde» que experimentó Asia durante la segunda mitad del siglo xx se consiguieron gracias a la aplicación del regadío y al uso de cultivares de período vegetativo corto y buena respuesta al nitrógeno. Esto ayudó a crear un trampolín para la salida de la pobreza y sentó las bases del gran desarrollo económico e industrial que ha conocido Asia en los últimos veinte años (Banco Mundial, 2005; Huang *et al.*, 2006). Los datos empíricos obtenidos de una muestra de 40 países indican que por cada mejora del 1 % en la productividad de los cultivos, la pobreza ha disminuido en un 1 % y el índice de desarrollo humano ha aumentado en un 0,1 % (Irz *et al.*, 2001). Es importante subrayar, sin embargo, que la distribución de los beneficios derivados del aumento de producción no siempre es equitativa. En muchos casos, la población más pobre pierde tierras y puestos de trabajo cuando se aplican estrategias de intensificación de la producción, lo cual puede causar una reducción en los precios locales de los productos agrícolas básicos y reducir los ingresos de los productores pobres que no participan en la intensificación de los cultivos.

MAPA 2.1: PREVALENCIA DEL RETRASO DEL CRECIMIENTO ENTRE LOS NIÑOS



Fuente: FAO, 2007c Año de referencia: 2000

MAPA 2.2.: DISTRIBUCIÓN DE LA DENSIDAD DE POBLACIÓN POBRE, BASADA EN EL RETRASO DEL CRECIMIENTO ENTRE LOS NIÑOS



Fuente: El presente estudio Año de referencia: 2000

Regadío y reducción de la pobreza

Un estudio reciente sobre 26 planes de regadío de seis países asiáticos (Hussain, 2007) ha puesto de manifiesto que el desarrollo de la agricultura de regadío a gran escala reduce la pobreza. La proporción de población pobre en las zonas irrigadas es muy inferior a la de las zonas de secano, especialmente en el Asia sudoriental y en algunas partes de la India. El acceso al agua agrícola reduce la incidencia y la gravedad de la pobreza. El agua para uso agrícola posibilita que las familias mejoren y establezcan la productividad de sus explotaciones, cultiven variedades más rentables, generen más beneficios económicos y puestos de trabajo y eleven sus ingresos laborales implícitos. La desigualdad de ingresos y las tasas de pobreza son sistemáticamente menores en las zonas irrigadas, y es menos probable que las familias con acceso al agua y otros insumos sean pobres.

Uno de los puntos críticos del desarrollo del regadío es que beneficia a un porcentaje relativamente reducido de la población, a la que aporta un valor considerable en lo que respecta a las infraestructuras y a la participación en los recursos hídricos (Smith, 2004). En parte, esta desigualdad se compensa con el efecto multiplicador del regadío, que genera bienestar adicional en toda la actividad comercial (insumos, mano de obra, contratación, transporte, procesado y envasado). Varios autores (Bhattarai y Narayanamoorthy, 2003; Hussain y Hanjra, 2004) han calculado que el coeficiente multiplicador puede ser superior a 3 en Asia, aunque Smith (2004) asegura que se sitúa en un intervalo de 1,3 a 2. Se ha demostrado también que en la India el desarrollo privado o comunitario de las aguas subterráneas tiene efectos beneficiosos que favorecen a la población pobre (Shah y Singh, 2004).

El regadío reduce la pobreza de tres formas: aumenta la producción alimentaria, aumenta la demanda de empleo y aumenta los ingresos reales. También tiene efectos a largo plazo en la población pobre gracias a su efecto multiplicador, que eleva la producción y el empleo en el sector rural no agrícola a medida que aumentan los gastos rurales. La reducción de los riesgos es otro destacado efecto del regadío: la menor variabilidad de la producción, el empleo y los ingresos reduce la vulnerabilidad de los pobres ante los riesgos. Asimismo, las mejores oportunidades para la diversificación de los cultivos contribuyen a reducir los riesgos. A su vez, esta reducción de los riesgos permite realizar inversiones más productivas y disminuye la necesidad de liquidar periódicamente capital (por ejemplo, ganado) en momentos de crisis. Puede haber también otros beneficios, como la reducción de la emigración rural estacional y la mayor asistencia escolar de las niñas.

Sin embargo, a pesar de estos beneficios que comportan una reducción de la pobreza, en muchos de estos sistemas de regadío siguen viviendo un gran número de pobres. El regadío también puede tener un impacto negativo directo en la población pobre, en aquellas situaciones en las que los costes sociales, sanitarios y medioam-

bientales son tan elevados que sobrepasan a los beneficios. Por lo general la incidencia de la pobreza está correlacionada con la posición ocupada en un sistema determinado (normalmente, quienes están al final del ciclo son los pobres) y con la distribución no equitativa de la tierra: el efecto del regadío en la pobreza es mayor cuando la posesión de la tierra (y por tanto del agua) se distribuye equitativamente (Banco Mundial, 2008). También puede suceder que la introducción del regadío en la producción de alimentos básicos perjudique el aumento estacional de los precios del que se benefician los productores de secano que compiten en los mismos mercados locales (FAO, 2006c).

Usos múltiples del agua

Además de la producción agrícola, los sistemas e infraestructuras del regadío pueden proporcionar otros servicios, como el suministro (formal e informal) de agua potable, el almacenamiento de agua, las instalaciones para el lavado personal y de la ropa, la pesca (en estanques, arrozales y canales de riego y desagüe) y el transporte fluvial. En algunos casos hay sistemas específicamente concebidos que suministran electricidad y grandes volúmenes de agua (como sucede por ejemplo en las ciudades y pueblos del valle de Fergana, en el Asia central). A pesar de la variedad de usos potenciales del agua y la infraestructura del regadío, solo en años recientes los proyectos de desarrollo han empezado a incorporar de forma sistemática estas funciones y han tenido en cuenta sus beneficios en la valoración económica del desarrollo del regadío (Smits *et al.*, 2008; FAO, 2011e).

La pesca y la producción piscícola son otra destacada fuente de sustento en las zonas rurales. Aunque la mayoría de los habitantes rurales, particularmente en Asia y en África, se definen como «agricultores», normalmente las familias se dedican a una serie de actividades. En general, la población se traslada y modifica su actividad según las variaciones estacionales y anuales, en especial el ciclo de inundaciones. Cada parcela puede usarse estacionalmente como finca agrícola, terreno de pastoreo o zona de pesca. La importancia de cada actividad depende de la situación socioeconómica de las personas implicadas y de las características culturales, y es sumamente dinámica y cambiante en respuesta a las condiciones ambientales. Así, esta estrategia no solo garantiza una base alimentaria diversificada, sino que reduce la dependencia de un único recurso y mejora la capacidad de recuperación de los medios de vida. Los derechos de acceso cambian durante el ciclo hidrológico, ya que por lo general la propiedad de la tierra solo está vigente durante la fase seca; cuando los campos están inundados, todos los habitantes de la zona, incluidos los que carecen de tierras, tienen derecho a utilizar los recursos.

Aplicar un enfoque sectorial para mejorar la seguridad alimentaria sería pues contraproducente, ya que una gran parte de la población rural se sustenta con diversas actividades, y la pesca interior suele pasarse por alto.

Búsqueda del equilibrio entre distribución y crecimiento

A medida que la agricultura se vuelve más productiva, la producción aumenta y la seguridad alimentaria mejora. Como la productividad agrícola se ha duplicado en los últimos cuarenta años, los niveles mundiales de pobreza e inseguridad alimentaria han disminuido, aunque persiste la malnutrición. La intensificación de la producción de secano y regadío, junto con la reducción de las pérdidas posteriores a la cosecha y la mayor seguridad del almacenamiento y el transporte, han sido factores decisivos. Sin embargo, estos avances también han ejercido presiones sobre el capital natural, hasta el punto de que algunos sistemas de tierras y aguas se están explotando más allá de sus límites o han sufrido una degradación que imposibilita su recuperación económica. Normalmente, el proceso de intensificación agrícola ha ido acompañado de un abandono demográfico de la agricultura debido a la concentración parcelaria y a la intensificación y mecanización de los cultivos, si bien la intensidad de mano de obra por hectárea es mayor en la producción de regadío.

Por su parte, la inversión en la agricultura de secano tiene por lo general mayores efectos distributivos, aunque los resultados en el aumento de ingresos de los agricultores son menores. Cuando los presupuestos públicos son limitados, se impone una decisión política entre invertir en la agricultura de secano como un instrumento para la reducción de la pobreza con buenos efectos distributivos o invertir en la agricultura intensiva de regadío como motor de crecimiento (Banco Mundial, 2007a). Pero en general, cuando es posible aplicar una agricultura de secano, un sector agrícola bien estructurado combinará elementos de ambas opciones, con medidas que garanticen que las inversiones en el secano optimizan el crecimiento y la distribución y que las inversiones en el regadío maximizan los efectos distributivos mediante una estrategia favorable a los pobres. La minimización de los impactos medioambientales negativos es fundamental en ambos casos.

Sistemas básicos de asignación de recursos

La gestión de la tierra y el agua se basa en sistemas de asignación y tenencia que proporcionan acceso, seguridad e incentivos para un uso rentable y sostenible. Los sistemas tradicionales de tenencia de la tierra pueden incluir derechos protegidos, pero con frecuencia son de carácter comunal. Sin embargo, el ritmo del crecimiento demográfico y económico ha causado tensiones en torno a la asignación y la seguridad de la tenencia, lo cual ha dado lugar a disputas sobre la tierra y el agua que a veces han desembocado en conflictos. En muchos casos, esto ha impulsado una apropiación generalizada de los derechos comunales por parte de los más poderosos. Al mismo tiempo, han surgido diversas instituciones modernas de tenencia de la tierra. Actualmente hay un solapamiento entre sistemas formales e informales de tenencia de la tierra, aunque sigue siendo un reto incorporar las instituciones tradi-

cionales a las modernas. La adaptación institucional ha tendido a ir por detrás de los cambios económicos y sociales que trataba de resolver. Posiblemente, la falta de seguridad en la tenencia, combinada con la rigidez de los mercados de la tierra, se ha traducido en menores inversiones y en un uso ineficaz de los recursos.

Los derechos de uso del agua de riego han estado siempre protegidos, pero el rápido crecimiento económico y tecnológico ha sido excesivo para muchos sistemas de derechos tradicionales. Se han hecho intentos de recrear ciertas instituciones comunales de carácter local mediante asociaciones de usuarios del agua (AUA). En el nivel de las cuencas, se ha abordado la competencia entre el uso del agua para el riego, el consumo urbano e industrial y las cada vez mayores necesidades de la energía hidráulica, pero suele haber una gran disparidad de normas de tenencia y de uso y muy pocos casos de derechos bien organizados y regulados. En el ámbito transfronterizo, muchos países han incluido los principios del reparto equitativo de los beneficios y la compensación por los daños en los protocolos regionales o de cuenca, pero estos solo se aplican esporádicamente.

Tenencia de la tierra

Actualmente hay un solapamiento de sistemas formales e informales de tenencia de la tierra. A través de procesos históricos de resolución de disputas sobre la competencia, las instituciones relacionadas con la tenencia de la tierra se han adaptado a las condiciones socioeconómicas locales (FAO, 2002a). La forma de tenencia tradicional predominante ha sido la comunal, con reglamentos consensuados y normas que regulan el acceso individual. El tipo de tenencia resultante solía proporcionar seguridad y ofrecía incentivos a los agricultores para invertir en el desarrollo de tierras y aguas. Por lo general, los sistemas jurídicos modernos han tendido a superponerse a los sistemas de derechos de propiedad individuales de estas instituciones tradicionales. En consecuencia, las legislaciones modernas raramente han definido o protegido los derechos comunales. En algunas situaciones, esto ha llevado a la pérdida progresiva de derechos y a una distribución no equitativa de la tierra.

La adaptación institucional ha sido lenta. Cuando las densidades de población eran reducidas y los sistemas agrícolas estaban en el nivel de subsistencia, las tensiones implícitas en esta asimetría jurídica quedaban en gran parte latentes. Sin embargo, las presiones demográficas han puesto en peligro tanto los recursos como las instituciones tradicionales. Al mismo tiempo, ha habido cambios tecnológicos y económicos muy rápidos, que no han estado acompañados de una adaptación de las instituciones.

La competencia y las disputas por la tierra y el agua en las zonas de cultivo de secano se han intensificado. A medida que ha aumentado la competencia, las instituciones no se han adaptado para abordar los conflictos emergentes relacionados con la tierra y

el agua. Estos conflictos han surgido de una distribución no equitativa, en la que los recursos se concentran en manos de unos pocos, y de la apropiación de los derechos tradicionales, a menudo por parte de dirigentes tradicionales que han convertido la tenencia comunal en propiedad privada. También ha habido choques entre los sistemas tradicionales y los modernos a consecuencia de los cambios en el uso de la tierra y del agua, por ejemplo entre habitantes de bosques y poblaciones agrícolas, o cuando la agricultura sedentaria ha interferido en las prácticas tradicionales de pastoreo. También han surgido conflictos cuando los cambios en el uso de la tierra han causado una separación entre derechos de la tierra y del agua que anteriormente se gestionaban de forma conjunta, por ejemplo cuando las cuencas hidrográficas cuya escorrentía beneficiaba a los campos situados a un nivel más bajo se han adaptado al cultivo.

También han surgido conflictos entre diversos grupos culturales de un mismo sistema de producción. Por ejemplo, en América Latina han existido siempre conflictos entre los propietarios de tierras y los trabajadores sin tierra y, en África ha empezado a haber conflictos entre pastores y cultivadores cuando han aumentado las presiones demográficas sobre los recursos de tierras y aguas. En algunos países, como el Brasil, la situación de los trabajadores rurales sin tierra se ha convertido en un importante problema político. También hay tensiones entre grandes terratenientes y arrendatarios o aparceros en el subcontinente indio y en Filipinas.

A menudo los derechos comunales están mal definidos y mal protegidos por las normativas legales, lo que en muchos lugares provoca una apropiación generalizada por parte de los poderosos. En muchos países, los sistemas comunales de tenencia de la tierra coexisten con los de tenencia individual. Hay sistemas comunales en África, la India, el Brasil y México. Históricamente, la introducción de sistemas modernos de tenencia individual junto a los sistemas de tenencia predominantemente comunal ha causado tensiones, por ejemplo entre poblaciones indígenas y asentamientos de colonos. Más recientemente, han surgido tensiones similares entre los agricultores establecidos en los nuevos planes de regadío y la población dedicada al pastoreo (Hardin 1968; McCay y Acheson, 1987). Este tipo de conflictos tienden a reducir los incentivos para adoptar o mantener una gestión sostenible de la tierra y el agua.

No obstante, los sistemas comunales tienen capacidad para adaptarse. Aportan seguridad sobre la tenencia al proporcionar derechos de uso individuales y hereditarios, y a menudo se han adaptado a la creciente escasez al permitir que dentro de la comunidad surjan mercados de arrendamiento y venta de tierras. Así, los sistemas comunales pueden proporcionar en parte la seguridad de tenencia sobre la que se apoya la gestión sostenible de la tierra y el agua. Sin embargo, presentan ciertos inconvenientes: a menudo la inversión en tierras se encuentra limitada porque los derechos comunales no pueden usarse como aval para un préstamo. La

falta de una calificación segura de la tenencia tradicional de la tierra se ha traducido en infrainversión y en menor eficiencia en el uso de los recursos. Los agricultores de secano sujetos a sistemas inseguros de tenencia de la tierra no invertirán o bien elegirán tecnologías más rentables a corto plazo, optando por ejemplo por fajas vegetales en curvas de nivel antes que por lomos de piedra para disminuir la escorrentía y la erosión, porque las fajas en curvas de nivel tienen un período de amortización más corto y por tanto ofrecen rendimientos más rápidamente y con menos riesgo.

En las reformas de la tenencia de la tierra no hay una tendencia fácilmente identificable. Este tipo de reformas se han impulsado periódicamente como respuesta a las presiones demográficas y a los consiguientes impactos en la calidad de la tierra, pero las iniciativas nacionales, como el cercado o la venta de tierras públicas, suelen ser esporádicas. No obstante, las presiones están llevando a examinar más profundamente los enfoques regionales y los problemas genéricos de la tenencia de la tierra (FAO, 2011b), y se ha identificado una relación entre los sistemas fiables de tenencia de la tierra y la reducción de la pobreza.

De la experiencia se derivan dos grandes conclusiones. En primer lugar, el tipo de tenencia de la tierra determina el alcance y calidad de la gestión de este recurso, y la falta de disposiciones estables y transparentes lleva a una inversión insuficiente y a unas prácticas agrícolas menos sostenibles. En segundo lugar, sigue siendo un reto incorporar las instituciones tradicionales o consuetudinarias a los regímenes jurídicos modernos.

Derechos de uso del agua

Tradicionalmente, los derechos del agua surgieron para compartir el agua de riego, pero se han visto superados por los cambios económicos y tecnológicos. Históricamente, la evolución de los sistemas de derechos de uso del agua ha estado más impulsada por el desarrollo del regadío que por cualquier otro interés sectorial (Caponera, 1992; FAO, 2006e). En el caso de los sistemas de regadío, la tierra y el agua son componentes inseparables del sistema de producción, y las instituciones encargadas de la gestión los han tratado conjuntamente, en forma de distritos de riego, autoridades de gestión de áreas de captación y asociaciones de usuarios del agua (AUA).

El desarrollo de las tecnologías de bombeo y de control del agua han posibilitado la expansión e intensificación de las zonas de regadío. Sin embargo, estas han quedado en buena parte al margen de las instituciones y regulaciones comunales y han alterado los patrones de uso previos en los planes de regadío y en las cuencas fluviales. Las instituciones tradicionales no han sido capaces de hacer frente a muchas de estas alteraciones y se han vuelto habituales las disputas relacionadas con los derechos sobre el agua (Recuadro 2.1).

RECUADRO 2.1: CONFLICTOS, CAPACIDAD DE ADAPTACIÓN Y EQUILIBRIO PRECARIO EN EL UADI DAHR DEL YEMEN

El Yemen tiene una larga historia de conflictos por el agua y también de adaptaciones a los cambios. Sin embargo, el uadi Dahr (próximo a Sana'a) tiene una historia larga y bien documentada de gestión de los recursos hídricos. A lo largo de los siglos se ha ido definiendo una normativa de uso, a través de un proceso evolutivo de conflictos, contenciosos y formulación y aceptación de reglas nuevas, que poco a poco ha cristalizado en una «tradición establecida».

En 1970, la tecnología de los pozos entubados irrumpió en la delicada economía de los recursos hídricos. Una comunidad del tramo bajo del uadi denunció ante el tribunal del jeque que los motores de bombeo situados aguas arriba habían reducido el caudal de agua y alterado las «leyes y costumbres [...] por las que nos hemos regido durante miles de años». Este nuevo conflicto logró solucionarse, pero no en los tribunales. Lo que sucedió, simplemente, fue que los agricultores ricos del curso bajo del uadi invirtieron también en la nueva tecnología de bombeo. «El caudal de agua se redujo y llegó a agotarse, pero a las personas influyentes ya no les importaba.» Se produjo un nuevo equilibrio: los activos se organizaron según un equilibrio nuevo y se concentraron todavía más en manos de los ricos. El conflicto se resolvió, y surgió una nueva «tradición establecida».

Fuente: Mundy (1995); Banco Mundial (2010b)

En la agricultura de regadío ha habido una expansión notable del uso de aguas subterráneas. El agotamiento de los acuíferos y el consiguiente deterioro de la calidad de las aguas subterráneas han estado impulsados por la demanda de riego de precisión y por diversos incentivos económicos, como las tarifas de la energía para zonas rurales, que favorecen la «carrera por las instalaciones de bombeo». Como ha señalado Shah (2009) en el caso de la India, los intentos estatales de regular la extracción y los derechos de uso de las aguas subterráneas han tenido un impacto menor o nulo. El reto de intervenir a nivel local para regular a cientos de miles de usuarios de aguas subterráneas puede sobrepasar las posibilidades de muchas administraciones con competencias sobre el agua, pero eso no quiere decir que las soluciones autónomas a nivel local sean imposibles (Blomquist, 1992).

Aunque el marco institucional y de incentivos sigue siendo el mismo, los actuales patrones de uso agrícola de las aguas subterráneas (Siebert *et al.*, 2010) continuarán ocasionando daños permanentes, tanto a la cantidad como a la calidad de las reservas estratégicas de este recurso. También se encuentran afectadas importantes fuentes de agua dulce, por el aumento de las demandas rurales, urbanas e industriales. En cuanto a las aguas subterráneas, hace falta regular los «puntos de captación» lo-

cales, y una gestión del agua mejor informada y a cargo de los diferentes grupos de usuarios podría ayudar a moderar la demanda de agua subterránea o al menos favorecer los acuerdos locales sobre la captación máxima admisible en los acuíferos compartidos (Banco Mundial, 2010a).

Además, las instituciones tienen que arbitrar entre las necesidades agrícolas, urbanas e industriales (y cada vez más, de la energía hidráulica). Por lo general los gobiernos dan prioridad a la captación destinada a cubrir las necesidades urbanas e industriales. Aunque los volúmenes suelen ser reducidos en comparación con los usos agrícolas o con las necesidades de mantenimiento de las plantas de energía hidráulica de última generación, la cada vez mayor asignación de recursos a los usos urbanos e industriales está elevando los niveles de estrés hídrico. En las regiones con escasez de agua, como el Cercano Oriente o el África septentrional, hay una fuerte competencia entre sectores y la asignación de agua para usos agrícolas está disminuyendo, como sucede por ejemplo en Jordania. Las normas institucionales sobre las cesiones al Estado o los derechos de uso del agua encuentran una fuerte oposición, y la reasignación del agua a usos no agrícolas puede ser causa de malestar social. En muchas cuencas fluviales urbanizadas, la competencia entre el riego y la energía hidráulica puede dificultar una asignación óptima de recursos entre los diferentes sectores productivos y poner en peligro la constancia y calidad de los caudales utilizados para el abastecimiento de agua urbano.

En el ámbito transfronterizo, se considera preferible un enfoque basado en los principios de cooperación, antes que en los derechos del agua. Los elevados costes políticos y económicos que supone el desarrollo por parte de estados individuales, y la reducción de valor adicional que comportaría planificar las inversiones a nivel de cuenca, han conducido a la formalización de diversos acuerdos de cooperación y al enfoque de principios como el de la «utilización equitativa» o el de «no causar daños sensibles», que se recogen en la Convención (aún no ratificada) sobre el Derecho de los Usos de los Cursos de Agua Internacionales para Fines Distintos a la Navegación. En la práctica, sin embargo, los países han solido dar prioridad a sus propias agendas internas sobre el agua, antes que a aquellas que reclaman la cooperación internacional y el reparto de los beneficios (Bingham *et al.*, 1994; Yetim, 2002).

En condiciones de competencia cada vez más intensa, se hace aún más urgente gestionar la tierra y el agua de forma conjunta (FAO, 2004b). Sin embargo, la relación entre la tenencia de la tierra y los derechos de uso del agua es muy variable, y existen regímenes muy diversos incluso dentro de un mismo país. Por ejemplo, algunos estados de los Estados Unidos de América y de la India han acordado normas basadas en el sistema de la apropiación previa, mientras que otros lugares dan preferencia a las explotaciones de aguas arriba. Al mismo tiempo, el uso de la tierra tiene un gran impacto en la calidad y cantidad de los recursos hídricos, de forma que las decisiones

relacionadas con el uso y la asignación de uno de estos recursos afectan directa o indirectamente al uso y asignación del otro. Por ello, en muchos países se defienden los enfoques integrados sobre el uso y gestión de los recursos de tierras y aguas o de otros recursos naturales. En casos excepcionales, como la Ley sobre aguas, tierras y árboles de Andhra Pradesh, de 2002, estos enfoques se han traducido en medidas legislativas.

Respuestas en cuanto a políticas hasta el momento

Las políticas y los marcos de incentivos son los mecanismos con los que los gobiernos intentan compatibilizar el desarrollo con los objetivos sociales. El uso agrícola de la tierra y del agua se sitúa en una encrucijada entre diversos conjuntos de políticas, que pueden no ser compatibles o buscar objetivos contradictorios. En consecuencia, muchas veces las políticas y los incentivos han fomentado un uso insostenible de los recursos y la proliferación de consecuencias medioambientales negativas.

Normalmente las políticas agrícolas tienen como objetivo asegurar un crecimiento con equidad, pero a veces causan daños en los servicios medioambientales de los que depende el crecimiento; por ejemplo, los subsidios para el uso de fertilizantes contribuyen a la contaminación por nutrientes, y los subsidios para el uso de energía, al agotamiento de las aguas subterráneas. El objetivo habitual de las políticas sobre las tierras es garantizar un acceso equitativo y seguro a este recurso. Sin embargo, las instituciones encargadas de definir, negociar y gestionar los problemas de acceso a la tierra cuentan muchas veces con fondos insuficientes. Las antiguas políticas sobre el agua basadas en la oferta han creado una demanda excesiva de este recurso en muchas cuencas. En los últimos años se han adoptado políticas de gestión integrada de los recursos hídricos y se han aplicado enfoques intersectoriales y a menudo descentralizados. Como consecuencia de ello, han surgido mejores opciones para la asignación y gestión eficiente de recursos hídricos escasos, pero se están aplicando con lentitud.

Por su parte, la política medioambiental se perfila como una fuerza activa en el diagnóstico de los problemas, aunque muchas veces tiene que solucionar cuestiones pendientes en lugar de actuar con previsión y por lo general tiene una capacidad reguladora escasa. La política medioambiental tiene especiales dificultades para influir en las agendas de los países de bajos ingresos, donde a veces se considera un obstáculo para el desarrollo o incluso nociva para los pobres. Han surgido algunos enfoques de gestión conjunta de la tierra y el agua, tanto en la resolución de problemas medioambientales específicos como en la introducción de la planificación de cuencas y en la planificación maestra de los recursos hídricos y de tierras. Sin embargo, han tenido escasa influencia en la planificación macroeconómica o en el desarrollo, si bien la planificación de cuencas ha mejorado la transparencia y las prácticas de gestión de los recursos hídricos.

La agricultura y las políticas asociadas

Las políticas e instituciones relacionadas con la gestión de la tierra y el agua suelen estar concebidas en consonancia con los objetivos nacionales, que normalmente se basan en los principios de eficiencia, equidad y sostenibilidad, pero también están influidas por la toma de decisiones en niveles inferiores (provincial, local, agricultores individuales). Los objetivos políticos encaminados a asegurar una asignación de recursos eficiente y crear el mayor valor económico posible están atemperados por el objetivo de la equidad, que trata de aliviar la pobreza en las economías rurales. El tercer objetivo, la sostenibilidad, refleja el interés a largo plazo por proteger el capital natural y mantener el flujo de servicios ambientales de los que dependen el crecimiento y los medios de vida.

Estos objetivos han tendido a traducirse en un marco político e institucional a través de una serie de instrumentos; entre ellos, las políticas comerciales y de precios, la política fiscal y las asignaciones presupuestarias, los marcos legislativos e institucionales sobre la administración de la tierra y el agua y los servicios agrícolas. Una característica predominante de la política agrícola ha sido la influencia del marco de incentivos expresada en el régimen fiscal, las políticas de subsidios y la fijación de precios de los insumos, especialmente de los fertilizantes y la energía. Las políticas que afectan a los costes de producción, como las políticas comerciales, las barreras arancelarias y las prohibiciones a la exportación, han resultado también incentivos poderosos. Algunas de estas políticas han causado impactos negativos indeseados en el medioambiente.

Política de tierras

El objetivo típico de la política de tierras es garantizar un acceso seguro y equitativo a este recurso (Molden, 2007). Las políticas de tierras establecen el marco de distribución de las tierras y de su uso y planificación. También pueden fijar normas sobre la inversión en tierras, incluida la inversión de entidades privadas y públicas. Además, definen y regulan las normas de tenencia de la tierra y la administración y resolución de las disputas y gestionan la base de información utilizada a efectos fiscales (FAO, 2004a). Una política de tierras puede incluir también medidas concretas sobre la tenencia, por ejemplo: gestión, desarrollo y privatización de tierras públicas; concentración parcelaria (FAO, 2003); y reforma y distribución de tierras que eran de propiedad colectiva (como en la antigua Unión Soviética). Algunos de los problemas concretos son los siguientes:

- **Instituciones con escasez de recursos para definir, negociar y gestionar el acceso a la tierra:** sistemas ineficaces de registro de tierras; débil defensa de los derechos; y mercados de propiedad y arrendamiento que no funcionan bien.

- **Regímenes de propiedad comunal que no se adaptan bien a las cambiantes condiciones socioeconómicas.** Los regímenes de propiedad comunal que funcionan bien se rigen por normas consensuadas y sin excepciones, con escasa competencia y elevada cooperación. Como se ha dicho, cuando las instituciones tradicionales se vuelven demasiado débiles o no se adaptan, algunas personas pueden explotar los recursos comunales al margen de las normas, con la consiguiente sobreexplotación y degradación.
- **Género y acceso a la tierra.** En muchas sociedades, las mujeres realizan la mayor parte de las labores agrícolas y pueden explotar en exclusiva las fincas familiares; sin embargo, los reglamentos sobre la tenencia de la tierra suelen excluirlas, lo que obstaculiza su acceso a los títulos de propiedad y por lo tanto reduce la seguridad de la tenencia de la tierra y les impide acceder a créditos bancarios (FAO, 2002; Ellis, 2000).
- **Entrada de inversiones extranjeras privadas y públicas.** La inversión extranjera en tierras dedicadas a la producción está en alza. En ocasiones, los gobiernos pueden asignar, basándose en la legislación moderna, tierras que ya están en uso y tienen propietarios según los sistemas de tenencia tradicionales. A menos que existan políticas y mecanismos institucionales para salvaguardar el interés de la población local, la difusión de este fenómeno puede causar empobrecimiento, inseguridad alimentaria y tensiones sociales y políticas (Cotula *et al.*, 2009).

Política del agua

Muchas políticas y estrategias sectoriales sobre el agua han estado centradas en el suministro. El desarrollo de los recursos hídricos para atender las demandas del regadío, la energía hidráulica y los usos urbanos e industriales ha caracterizado las actividades de los organismos responsables de las cuencas fluviales durante la mayor parte del siglo xx. Se han hecho inversiones masivas en grandes planes públicos de regadío, y en los años sesenta, setenta y ochenta, más de la mitad del presupuesto de agricultura de muchos países y más de la mitad de los préstamos para la agricultura del Banco Mundial se destinaron al regadío (Rosegrant y Svendsen, 1993). Se puede concluir que este enfoque centrado en el suministro ha ocasionado una demanda excesiva en muchos países. En los países donde hay escasez de agua, a veces se ha caído en una asignación de recursos demasiado centrada en un solo sector (normalmente la agricultura), lo cual ha creado derechos inamovibles. Las políticas de precios que han reducido el coste real del suministro de agua pueden haber fomentado un uso excesivo de este recurso (FAO, 2004c). Ha sido difícil negociar una reducción de los derechos de uso del agua consagrados por estos usos, incluso cuando los agricultores han aumentado la productividad de los recursos hídricos. No obstante, aumentan las exigencias de responsabilidad en el uso del agua para la

agricultura, tanto desde el punto de vista social, como económico o medioambiental (OCDE, 2010a).

A medida que muchos países han culminado el período de expansión «fácil» del regadío, se han hecho evidentes los problemas de aumento de costes, sobre-demanda y fiscalidad excesiva. Al mismo tiempo, se han producido impactos ambientales y socioeconómicos negativos. El ajuste de la oferta y la demanda sin perder de vista el conjunto de externalidades sobre el medioambiente requiere un cambio institucional. Por lo general, las soluciones pasan por las medidas de gestión de la demanda, como las medidas de fijación de precios, y por una racionalización y reducción de las asignaciones. Sin embargo, también se han tenido en cuenta los objetivos de reducción de la pobreza y mejora de la seguridad alimentaria, y se ha demostrado la conveniencia de gestionar de forma integrada los recursos hídricos.

Integración de los recursos de tierras y aguas en los procesos de planificación macroeconómica

Se ha visto que es necesaria una planificación y gestión más integrada de la tierra y el agua para hacer frente a la cada vez más fuerte competencia por los recursos, y se han formulado algunos enfoques conjuntos sobre la tierra y agua. Lo que comenzó como una aspiración de los geógrafos de combinar la hidrología con las ciencias de la tierra y las ciencias sociales (Chorley, 1969) se ha incorporado a algunas iniciativas mundiales, como la Conferencia sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo celebrada en Río de Janeiro en 1992 y las consiguientes convenciones sobre la biodiversidad, la desertificación y el cambio climático. Hasta la fecha, se han perfilado dos tipos de enfoques: 1) como remedio de los efectos negativos de la agricultura intensiva (algunos de los casos destacados son la limpieza de los sistemas del Rin o el Danubio, en Europa, o la adopción de la Directiva Marco de la Unión Europea sobre el Agua (véase el Recuadro 2.2); y 2) como un modo de planificar el desarrollo a escala regional o de cuenca, teniendo en cuenta la gestión de la tierra y la circulación del agua por su interior.

Por lo general, es en las cuencas fluviales muy urbanizadas de las economías postindustriales, como la del Danubio o la del Rin (en las que hay también un alto desarrollo de las infraestructuras y un uso intensivo de los recursos), donde la gestión de la tierra y el agua ha ido asociada y ha estado muy regulada para proteger los derechos en vigor y reducir los impactos medioambientales. En otros lugares, la gestión de la tierra y la del agua están desvinculadas de entrada, porque las diferentes instituciones han respondido a las demandas específicas de sus respectivos sectores, o porque se han concebido así para facilitar la transferencia de los recursos naturales entre usuarios y sectores. Un ejemplo de ello es la evolución de la cuenca del Murray-Darling, en Australia.

RECUADRO 2.2: DIRECTIVA MARCO DE LA UNIÓN EUROPEA SOBRE EL AGUA

La Directiva Marco sobre el Agua (DMA) se aprobó en octubre de 2000, como respuesta a la creciente demanda de las organizaciones ecologistas y los ciudadanos de la UE, que exigían más limpieza en las playas, las aguas subterráneas, los ríos y los lagos. El ordenamiento europeo sobre el agua comenzó con las normas de 1975 sobre los ríos y lagos utilizados para la captación de agua potable, que estuvieron seguidas en la década de 1980 por la demarcación de objetivos de calidad para el agua potable y la creación de normativas legales sobre los entornos de captura de peces y mariscos, las playas y las aguas subterráneas. En 1991, la Directiva sobre Aguas Residuales Urbanas impuso el tratamiento de las aguas residuales secundarias, y la Directiva sobre Nitratos se ocupó de la contaminación del agua por el nitrógeno procedente de la agricultura. Posteriormente, la Directiva sobre el Agua Potable revisó y endureció los estándares de calidad del agua potable, y en 1996, la Directiva sobre la Prevención y el Control Integrado de la Contaminación (PCIC) abordó la contaminación procedente de las grandes instalaciones industriales.

A mediados de 1995, la presión para que se emprendiera una reconsideración fundamental de las políticas europeas del agua llegó a un punto culminante cuando se exigió que la UE abordara de forma más coherente la creciente preocupación de los ciudadanos y de otras partes interesadas en la gestión de sus recursos hídricos. La principal finalidad de la nueva Política Europea relativa al Agua fue reducir la contaminación y garantizar que las aguas limpias siguieran estándolo. Sus objetivos eran los siguientes:

- extensión de la protección a todas las aguas, incluidas las superficiales y las subterráneas;
- conseguir un «estatus de calidad» de todas las aguas en una fecha límite;
- gestión del agua basada en las cuencas fluviales;
- «enfoque combinado» de los límites de las emisiones y las normas de calidad;
- garantizar unos precios adecuados;
- conseguir una mayor participación ciudadana; y
- racionalizar la legislación.

Los ciudadanos estuvieron en el centro del proceso de reforma: la política se perfiló mediante un proceso de consultas abierto y amplio, en el que participaron representantes de los Estados Miembros, autoridades regionales y locales, organismos ejecutivos, entidades proveedoras de agua, la industria y la agricultura, además de consumidores y ecologistas.

Fuente: Comisión Europea (2010)

A pesar de estos avances, en la planificación macroeconómica y sectorial se utilizan pocos criterios de gestión de los recursos naturales. Es solo cuando las limitaciones de tierra y agua afectan al crecimiento económico cuando aparecen en la

agenda política formas más explícitas de planificación y gestión de la tierra y el agua, como sucede, por ejemplo, con la gestión del territorio rural («*gestion du terroir*») en Burkina Faso.

Actualmente, los «planes maestros» para la integración territorial tienen poca influencia en el desarrollo. En los años setenta y ochenta se llevó a cabo una planificación detallada del uso de las tierras (por ejemplo, estableciendo una clasificación de los suelos y de la aptitud de la tierra para el uso agrícola), y sus conclusiones se incorporaron a los «planes maestros» sobre el desarrollo del territorio. Sin embargo, por lo general estos planes se han utilizado más como una fuente de información que como un instrumento para la planificación territorial. Los planes estructurales de los distritos o provincias que están hoy en vigor en los países industriales establecen demarcaciones de zona amplias, por ejemplo de «espacios verdes» o de reservas ecológicas, pero no suelen utilizarse para una planificación agrícola detallada ni para la gestión medioambiental del uso de la tierra.

Sin embargo, la planificación de cuencas ha mejorado la gestión y la transparencia de los recursos hídricos. Hoy en día los planes maestros de las cuencas o los distritos no tienen la importancia que tenían en los años setenta y ochenta, aunque han dejado como legado una serie de instituciones encargadas de la gestión y asignación del agua basadas en las cuencas fluviales (por ejemplo, las Oficinas de Cuencas Fluviales de la República Unida de Tanzania) y siguen ofreciendo una sólida base de información para los inventarios nacionales del uso del agua. Además, estos planes maestros fueron muy útiles para la primera recopilación de datos AQUASTAT de la FAO, a finales de los años ochenta. En general, aunque la gestión y la política de las tierras no siempre han estado acompañadas de la planificación de las cuencas, la «preocupación» por la gestión integrada de los recursos hídricos ha conducido a la adopción de legislaciones medioambientales y mecanismos de cuantificación del agua más avanzados. Queda por determinar el grado en que estos enfoques basados en la planificación de las cuencas han conseguido mitigar los impactos negativos de tipo socioeconómico o medioambiental (Molle y Wester, 2009).

Enfoques institucionales y resultados

Las respuestas institucionales a las crecientes demandas de tierra y agua se han dado en forma de políticas, incentivos, leyes y normas de asignación de recursos y regulación de su uso. Las instituciones relativas a la tierra y al agua incluyen:

- políticas, planes y organizaciones relativas al desarrollo de la tierra y el agua y sistemas de asignación y protección de los derechos sobre la tierra y el agua;

- políticas, organizaciones y planes relativos a la agricultura, junto con políticas más amplias que afectan a incentivos como las políticas fiscales y comerciales;
- políticas y organizaciones relativas al medioambiente que se ocupan de las regulaciones e incentivos para la protección de los recursos naturales y de las consecuencias de las externalidades del uso de la tierra y el agua.

En el caso de la tierra y el agua, la dificultad está en que, aunque son los gobiernos los que definen las políticas, en gran medida la gestión es responsabilidad de los agricultores. Normalmente, los ministerios de Agricultura o de Desarrollo Rural tienen como objetivo principal orientar la gestión de la tierra y el agua, pero cada vez es más habitual que algunos servicios, como los de extensión, empiecen a decaer precisamente cuando más se necesitan. Algunos intentos de gestionar de forma conjunta la tierra y el agua han sido eficaces a nivel de cuenca hidrográfica, pero se debe prestar mucha más atención a los enfoques integrados de la tierra y el agua. Pocos programas se mantienen durante el tiempo suficiente para lograr resultados significativos.

No obstante, la planificación del uso de la tierra ha mejorado gracias al empleo de herramientas más accesibles, y en algunos países desarrollados ha sido eficaz en la asignación de los recursos de tierras. Sin embargo, esta planificación ha tenido poca influencia en los programas de los países en desarrollo, y en los países con poca o ninguna capacidad institucional la aplicación de los planes ha sido limitada. Algunos tipos de planificación del uso de la tierra de carácter descentralizado y participativo han tenido éxito, pero básicamente a nivel local.

Los organismos relativos a la agricultura

La principal responsabilidad institucional sobre la gestión de la tierra y el agua ha recaído en los ministerios de Agricultura o de Desarrollo Rural. El papel de estos organismos en la prestación de servicios técnicos y de apoyo a las comunidades rurales o a los agricultores individuales se ha centrado en favorecer la recepción de insumos y la adopción de prácticas agrónomas mejoradas. En algunos casos, el papel del sector privado y de los proveedores de equipamientos ha sido importante, especialmente en la aplicación del riego de precisión. En general los servicios de extensión tradicionales, que envían sobre el terreno a funcionarios oficiales con pocos recursos, han tenido un efecto bastante limitado en la mejora de los resultados de la gestión de la tierra y el agua. En un estudio reciente sobre las prácticas de extensión utilizadas en el mundo (FAO, 2008b), se defiende la necesidad de transformar los servicios nacionales de asesoramiento en sistemas de extensión descentralizados, dirigidos al agricultor y adaptados al mercado.

Enfoques de la gestión de cuencas

Un ejemplo de enfoque institucional es el centrado en la gestión de las cuencas, que pretende gestionar de forma integrada tanto los recursos hídricos y de tierras como el ecosistema general de la cuenca. Hasta ahora, los resultados han sido limitados, debido en parte a la asimetría de intereses entre los usuarios situados en el tramo inicial y el final de la cuenca, y también, en gran medida, a la complejidad de percibir las funciones naturales y antropógenas a nivel de la cuenca (véase el Recuadro 2.3).

La primera generación de proyectos de gestión de cuencas en los países en desarrollo, en las décadas de 1970 y 1980, aplicaba un enfoque de planificación del suelo y el agua que privilegiaba las obras de ingeniería para obtener resultados concretos in situ y aguas abajo. En general, se prestaba poca atención a las necesidades de las poblaciones situadas aguas arriba o a su participación en las acciones del programa. Como consecuencia de ello, las inversiones eran muy costosas y no siempre estaban bien justificadas, y a menudo los activos creados tuvieron una duración limitada. A finales de los años ochenta se hicieron evidentes las deficiencias comparativas de este enfoque «centrado en la ingeniería», y los organismos nacionales e internacionales iniciaron un replanteamiento radical de los enfoques de gestión de las cuencas.

Los años noventa representaron un cambio respecto a los programas de gestión de las cuencas que contó con el apoyo de la comunidad internacional en los países en desarrollo. Aunque las soluciones centradas en la ingeniería no quedaron excluidas, se hizo más hincapié en los sistemas de cultivo y en los enfoques participativos aplicados de forma descentralizada. Un factor que ayudó fue el hecho de que los programas de desarrollo volvieron a hacer hincapié en la reducción de la pobreza rural. Con el abandono de las inversiones planificadas en beneficio de enfoques más participativos se intentó favorecer la sinergia entre los beneficios de la gestión local de la tierra y el agua y los impactos aguas abajo. Sin embargo, el plazo de ejecución de los programas suele ser largo, y pocos se han mantenido el tiempo suficiente para lograr resultados significativos, e incluso en ese caso son discutibles los impactos a largo plazo en la base de los recursos hídricos (Batchelor *et al.*, 2003).

Planificación del uso de la tierra

La planificación del uso de la tierra ha formado parte de la planificación del desarrollo territorial desde la década de 1970, como demuestran los estudios de suelos y capacidad de las tierras o los ejercicios de evaluación cartográfica (FAO, 1976, 2007b). Con la aparición de sistemas informáticos más baratos han empezado a utilizarse enfoques más sofisticados basados en el sistema de información geográfica (SIG), por ejemplo en Kenya, Swazilandia y Bangladesh (en todos los casos con apoyo de la FAO). Sin embargo, aunque se han reforzado las capacidades de decisión nacionales sobre el uso de la tierra, no se han traducido en planes agrícolas o en es-

RECUADRO 2.3: EFECTOS DE LA GESTIÓN DE CUENCAS EN EL CICLO DEL AGUA

La experiencia del sudeste de Zimbabwe desafía el mito de que «unas malas prácticas agrícolas en el curso alto de los ríos aumentan la colmatación de los embalses». Las grandes explotaciones azucareras del curso bajo de los ríos son algunas de las principales agroempresas usuarias del agua y dependen de una serie de presas para almacenar las captaciones de agua en el curso intermedio, las cuales presentan ahora problemas de sedimentación. Normalmente este aumento de los sedimentos se atribuye a las malas prácticas agrícolas, como la deforestación y el sobrepastoreo, por parte de los agricultores «indígenas» y «de subsistencia» del curso alto de los ríos.

Después de la catastrófica sequía de principios de los años noventa, algunas de las explotaciones azucareras pusieron en marcha programas de sensibilización para trabajar con los agricultores del curso alto de los ríos a fin de «mejorar» la gestión de sus tierras. A finales de los años noventa, los participantes en estos programas registraron resultados positivos: en sus presas estaban entrando muchos menos sólidos en suspensión. Sin embargo, se perfiló una contradicción: el programa de sensibilización era de alcance pequeño, y la zona de captación de agua, muy grande. Por otra parte, las investigaciones revelaron la existencia de un patrón cíclico de diez años de precipitaciones superiores o inferiores a la media, posiblemente relacionado con el fenómeno de oscilación austral (fenómeno del Niño). Los años ochenta habían sido los más secos.

La combinación entre las investigaciones y las observaciones de los agricultores locales desembocó en una explicación alternativa a la de la de los cultivadores de caña de azúcar. Durante el largo período de sequía, los niveles freáticos bajaron, se secaron herbáceas y matorrales, y el ganado agravó la situación, porque antes de morir trató de comer todo lo que quedaba. En general el nivel de sedimentos aumentó durante este período, ya que la erosión se produce en el momento en que empiezan las lluvias. Concretamente, los grandes episodios tormentosos del final del período seco trasladan grandes cantidades de suelo «almacenado». Sin embargo, una vez que comienza el período de lluvias, no tardan en aparecer los pastos y la cobertura vegetal, a lo cual ayuda el hecho de que queden pocas cabezas de ganado, y cesa la erosión. Las fotografías tomadas en los años noventa muestran una tierra roja y rasa en la zona de estudio, que posteriormente, se ha cubierto de una vegetación exuberante. Los sedimentos medidos en una pequeña zona de captación del curso alto de la cuenca, donde no había habido ningún programa de sensibilización y donde se seguía practicando la agricultura de subsistencia, nunca superaron las 5 t/ha; es decir, un valor muy inferior a las 70-100 t/ha registradas en muchos experimentos centrados en parcelas.

Fuente: FAO (2002b)

trategias de inversión, sobre todo porque intentaban ser demasiado obligacionistas (por ejemplo, imponiendo qué especies de cultivo deberían cultivarse en función de las condiciones del suelo y del terreno), en un momento en que estaban avanzando

la liberalización económica y la penetración de los mercados. En los lugares en los que se han formulado planes concretos, su aplicación se ha visto limitada por la escasez o falta de capacidad institucional para regular el uso de la tierra. En cambio, en Europa la planificación del uso de la tierra ha tenido por lo general un papel más estructural en la asignación de tierras para diferentes usos: urbano, forestal, agrícola y zonas protegidas.

En general, la planificación del uso de la tierra ha tenido más éxito a escala local, y también ha estado poco asociada a la planificación a mayor escala. Cuando la planificación del uso de la tierra se vincula a programas de descentralización y de apoyo al sector agrícola, hay más muestras de inversiones localizadas y apoyo a la planificación de tierras. La adopción del diagnóstico rural participativo como principal herramienta de planificación en los años noventa ha mejorado el sentido de pertenencia a nivel local. No obstante, el enfoque descentralizado y orientado a la demanda ha contribuido a la fragmentación. Este sigue siendo uno de los principales problemas de la gestión de las cuencas, por ejemplo cuando la aplicación de este tipo de planificación a nivel local no encaja con las necesidades de los habitantes de aguas abajo o con los planes integrados para la gestión de la tierra y el agua de la cuenca.

Organismos de gestión del regadío

Dada la magnitud de la financiación pública en este ámbito, los organismos gubernamentales han tenido un papel preponderante en el desarrollo, manejo y mantenimiento de los sistemas de regadío a mediana o gran escala. Sin embargo, pocos de los grandes planes de regadío de gestión pública han demostrado eficiencia fiscal o han asegurado una provisión de agua que responda a la demanda (Molden, 2007). Las principales causas de este pobre funcionamiento son la burocracia institucional y la rigidez de la estructura técnica, que se derivan de un enfoque del regadío verticalista y orientado a la planificación. Entre la falta de financiación, el funcionamiento y mantenimiento inadecuados y el deterioro de los sistemas, se ha creado un círculo vicioso que muchas veces ha obligado a emprender sucesivas rehabilitaciones.

Sin embargo, los gobiernos han empezado a transferir parte de la responsabilidad sobre la gestión del riego a gran escala a los diversos grupos de usuarios. En cualquier caso, la experiencia con los programas participativos de ordenación del riego y con la transferencia de la gestión del riego ha sido desigual (FAO, 2007a; Molden, 2007, C.5). A medida que las instituciones públicas vayan dando paso a instituciones colectivas y más orientadas al mercado, la gestión del regadío tendrá que ser más pluralista y contextualizada (Meinzen-Dick, 2007). Queda por resolver el problema de cubrir los costes operativos y del mantenimiento y convertir los activos transferidos en proyectos viables y rentables (Recuadro 2.4).

RECUADRO 2.4: EJEMPLO DE TRANSFERENCIA EN LA GESTIÓN DEL REGADÍO: PUESTA EN PRÁCTICA Y MANTENIMIENTO EN RUMANIA

En Rumania, los sistemas de regadío dependen mucho del bombeo. De un total de 3,1 Mha de tierra desarrollada a finales de la década de 1980, aproximadamente 2,85 Mha utilizaban el riego por aspersión, con altos costes energéticos: en algunos lugares, la altura manométrica de los sistemas de riego superaba los 270 metros. Tras la disolución de las fincas estatales y colectivas en 1990, no se designó ninguna autoridad específica para el manejo y mantenimiento de la infraestructura de regadío, y las organizaciones nacionales no tenían personal ni recursos presupuestarios para asumirlos. Debido al envejecimiento de la infraestructura de regadío, sumado a la incapacidad del gobierno y de los agricultores para pagar los costes energéticos, el uso anual del riego bajó de los 2 500-3 000 m³/ha a aproximadamente 1 000 m³/ha, y el dinero recaudado con los cánones resultó insuficiente para cubrir los costes de mantenimiento de la infraestructura. Además, muchas de las bombas y las máquinas de las fincas fueron destruidas o robadas, o dejaron de funcionar correctamente con los años.

La Ley de Recuperación de Tierras de 1999 instituyó la creación de asociaciones de usuarios de agua (AUA) y reorganizó por completo la Sociedad Nacional de Ordenación del Suelo, convirtiéndola en un organismo de recuperación de tierras, con menos personal, transferencia de competencias a organismos regionales y mayor intervención de las AUA en la gestión de los sistemas. Actualmente, los canales y las estaciones secundarias de bombeo a presión son manejados por el personal de las AUA, que también se encarga de recaudar los cánones. La ley fue modificada en 2004 y 2005, para permitir que las AUA controlaran la gestión desde las bombas principales hasta el río. Actualmente, la superficie de regadío es de unas 700 000 ha solamente, debido a la falta de mantenimiento de los sistemas, a la antigüedad de las grandes unidades de bombeo y a los costes de la energía. La Ley de Recuperación de Tierras establece que los sistemas de regadío solo podrán utilizarse si existe una demanda de agua de al menos el 20 % de la superficie bajo riego, tanto a nivel de los canales de distribución como en el conjunto del sistema. El reto al que se enfrentan las AUA es la necesidad de asegurar una superficie de regadío suficiente para mantener adecuadamente la infraestructura existente.

Fuente: FAO (2007a)

En algunos casos, el sector privado ha logrado introducir sistemas de regadío modernos y ha contribuido a la difusión de prácticas agrícolas más avanzadas, como el control aguas abajo, el riego por impulsos, el riego por goteo y la fertirrigación. Estas novedades se han debido a la iniciativa privada en aquellos lugares en los que las condiciones del mercado favorecían el riego de precisión. La eficacia de algunas iniciativas privadas contrasta con los planes gestionados públicamente: por ejemplo, la productividad de la finca azucarera de gestión privada Kenana, en el cen-

tro del Sudán, comparada con el enorme proyecto público de Gezira, situado solo unos cien kilómetros al norte; la explotación azucarera obtiene buenos rendimientos en toda su extensión, mientras que en Gezira solo hay cultivos parciales. Otro ejemplo es la posibilidad de acceso a aguas subterráneas poco profundas en muchas zonas de la India en las que se utiliza el riego por gravedad, que ha disparado lo que Shah (2009) denomina el «riego atomizado»: una respuesta privada al fracaso institucional e hidráulico de las autoridades responsables. En general, se precisa más flexibilidad y receptividad en la gestión del regadío, lo que significa que los programas de capacitación bien diseñados son tan importantes como la modernización de las infraestructuras (FAO, 2007e).

Todas estas explotaciones privadas han demostrado su capacidad para administrar planes comerciales, lo que indica que los modelos de asociación público-privada se podrían adaptar a la gestión de proyectos de pequeños agricultores. Los explotadores comerciales a gran escala, dedicados al cultivo de vegetales azucareños, té o cítricos, han gestionado correctamente el regadío, incluso en circunstancias difíciles. Es posible que los operadores privados gestionen un proyecto público; sin embargo, hasta el momento la experiencia es limitada. Según un estudio sobre asociaciones público-privadas emergentes en el ámbito del regadío (Banco Mundial, 2007b), la intervención de proveedores de servicios externos para mejorar la eficiencia de los proyectos puede ser útil, pero es importante tratar de paliar los riesgos para estos proveedores.

Emergencia de flexibilidad al margen del sector público

En general, la liberalización de la agricultura de regadío, ajena a la planificación centralizada, las cuotas de producción o el predominio de los planes de fijación de precios, ha permitido responder a las demandas cambiantes del mercado con una mayor diversidad de cultivos. Los planes de riego de superficie tradicionales no han sido capaces de adaptarse a los requisitos de riego puntual bajo demanda, pero el uso cada vez más generalizado de las aguas subterráneas ha aportado más flexibilidad (Shah, 2009), lo cual ha provocado externalidades por el uso más intensivo de los acuíferos (Llamas y Custodio, 2003).

Como consecuencia de la creciente escasez de agua, han surgido mercados formales e informales para las aguas superficiales y subterráneas. Dichos mercados presentan grandes ventajas teóricas y pueden ser útiles, especialmente los mercados locales, que pueden mejorar el uso eficiente del agua con pocas infraestructuras y mínimas estructuras de gobernanza. Los mercados informales del agua han sido útiles para distribuir los beneficios procedentes de las aguas subterráneas (Shah, 1993). Sin embargo, solo hay mercados formales de este tipo en Chile, Australia y el oeste de los Estados Unidos de América. Presentan exigencias complicadas: derechos de uso del agua claros y defendibles, un marco institucional y legal

que favorezca el comercio, y una infraestructura que permita transferir el agua entre usuarios.

Consecuencias medioambientales de las decisiones del pasado relativas a políticas

Los enfoques relativos a las políticas institucionales del pasado han aumentado la productividad y la producción de la tierra y el agua, pero también han causado externalidades medioambientales en algunas regiones. La política agraria ha favorecido la mecanización, la fertilización y el uso de pesticidas, todo lo cual ha creado riesgos y costes medioambientales. En algunos casos, la política de tierras ha impulsado la expansión de la agricultura hacia tierras marginales y el desbroce de bosques y humedales, mientras que la inseguridad en la tenencia de las tierras ha desembocado en infrainversión y en estrategias de producción de corto alcance. La política del agua ha impulsado los planes de regadío a gran escala, el desarrollo de las aguas subterráneas y la captación de agua generalizada. Aunque la mayoría de estas políticas han contribuido al rápido crecimiento de la productividad, también han contribuido a degradar de forma general los recursos de tierras y aguas. En los últimos años, las políticas y organizaciones medioambientales han trabajado activamente en el diagnóstico de muchos de estos problemas, pero su actuación ha sido más reactiva que predictiva, y muchas veces han tenido escasa capacidad reguladora.

Las instituciones medioambientales han surgido como respuesta a estos impactos de la intensificación de la agricultura en el medioambiente, pero en los países en desarrollo tienen dificultades para influir en la agenda de desarrollo. Tras la Conferencia de Río de 1992 creció la sensibilidad hacia los problemas medioambientales, y la mayoría de los países establecieron un marco institucional, concretado en leyes, políticas y organizaciones específicas, con el fin de orientar el crecimiento y la gestión de los recursos naturales según criterios de sostenibilidad medioambiental y limitar y paliar la degradación del medioambiente. Estas instituciones han demostrado su utilidad para introducir los enfoques «verdes» en la agenda, particularmente en los países desarrollados. Por ejemplo, la Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos de América ha instituido programas de gran alcance para reducir la contaminación por fertilizantes y pesticidas procedentes de los terrenos agrícolas. Sin embargo, las instituciones medioambientales se enfrentan al problema del escaso cumplimiento de las normas y suelen tener una actuación más reactiva que proactiva. Otro problema es la asunción de la agenda medioambiental: aunque en los países desarrollados hay una preocupación generalizada por el medioambiente, en los países en desarrollo esta preocupación se considera a veces contraria al desarrollo e incluso nociva para la población pobre, por lo que las políticas medioambientales tienen dificultades para influir en la agenda de desarrollo.

Los incentivos perversos inesperados han sido otro factor de externalidades negativas. A menudo los incentivos con los que muchos países han tratado de fomentar el crecimiento agrícola han tenido externalidades negativas, por ejemplo en el caso de las políticas macroeconómicas y comerciales que favorecen la producción alimentaria y la extracción de recursos naturales en zonas sin ventajas comparativas. En algunos países, estos incentivos distorsionados han contribuido a la degradación de la tierra y el agua (Recuadro 2.5). Los precios subvencionados de la energía, por ejemplo, han provocado en muchos países el agotamiento de las reservas de aguas subterráneas.

El problema no es solo la aplicación de políticas mal adaptadas, sino también la falta de buenas políticas. Los casos de Kenya y Etiopía (Recuadro 2.6) demuestran el poderoso efecto que tiene sobre la tierra y el agua la aplicación de unas políticas correctas, y los efectos negativos de unas políticas inadecuadas o del vacío en este ámbito.

Uno de los problemas más importantes es que los costes y beneficios de las externalidades son asimétricos. La intensificación in situ puede poner en peligro los recursos hídricos y de tierras en la propia explotación y aguas abajo. Por ejemplo, la mayor densidad de pastoreo puede agravar la pérdida de suelo en la propia explotación y ocasionar problemas de sedimentación y de reducción de fertilidad aguas abajo. El uso intensivo de fertilizantes puede afectar a las aguas subterráneas in situ y

RECUADRO 2.5: IMPACTO DE UN MARCO DE INCENTIVOS DISTORSIONADO EN LA GESTIÓN DE LA TIERRA Y EL AGUA

En algunos países, un marco de incentivos distorsionado favorece la degradación de los recursos hídricos y de tierras. Cuando hay fuertes subvenciones a los fertilizantes (por ejemplo en Bangladesh o en China), las tasas de aplicación suelen superar los niveles recomendados, lo que da lugar a un uso excesivo. En 2008, los agricultores chinos recibieron 84 dólares por hectárea en concepto de subvenciones para fertilizantes. En 2008-2009, Bangladesh gastó 758 millones de dólares para apoyar el uso de urea. En ambos países, el impacto negativo sobre la calidad de las aguas subterráneas fue considerable.

En el Brasil, hasta la crisis económica de principios de la década de 1990, los créditos subvencionados y las exenciones fiscales impulsaron el desbroce de tierras en la región del Amazonas, muchas veces para dedicarlas a una producción insostenible. El marco de incentivos distorsionado causó la pérdida permanente de ecosistemas forestales y no logró impulsar una agricultura eficiente, equitativa o sostenible.

Fuentes: Huang et al. (2011); Binswanger (1991)

RECUADRO 2.6: INFLUENCIA DE LAS POLÍTICAS GENERALES EN LA GESTIÓN SOSTENIBLE DEL AGUA

En el antiguo distrito de Machakos, en Kenya, la población se multiplicó por seis entre las décadas de 1930 y 1990, mientras que la producción agrícola se multiplicó por diez. En los últimos años se han generalizado las medidas de control de la erosión y ha aumentado considerablemente la cobertura forestal. Estos avances se vieron favorecidos por unas políticas de precios relativamente favorables, el acceso a los mercados internacionales en el caso de los cultivos de exportación, el desarrollo de las infraestructuras, la proximidad del mercado de Nairobi, las remesas de dinero enviadas por emigrantes temporales, la seguridad de los derechos individuales de tenencia de la tierra, y la presencia de servicios de extensión locales que ayudaron a implantar prácticas de conservación del suelo.

En Etiopía, durante el período de Haile Selassie y el Derg, los agricultores soportaban fuertes gravámenes a través de diversos canales. El desarrollo de las infraestructuras y de los mercados era mínimo, y los servicios agrícolas estaban prácticamente ausentes. El acceso al mercado nacional y al internacional se encontraba muy obstaculizado. Las oportunidades de empleo en el sector rural no agrícola y en la economía urbana eran limitadas. Los derechos sobre la tierra eran muy inseguros. El deterioro generalizado de los recursos de tierras fue el resultado de esta inseguridad de los derechos, combinada con las deficiencias de infraestructuras, acceso a los mercados e incentivos, y de la conflictividad relativa a las políticas.

Fuentes: Tiffen et al. (1994); Grepperud (1994); Heath y Binswanger (1996)

causar contaminación aguas abajo. Los costes in situ pueden internalizarse; es decir, si el marco institucional y de incentivos favorece la conservación de los recursos naturales, el agricultor corregirá las prácticas que dañan la capacidad productiva de su finca. El problema es que los agricultores disfrutan pocas veces de incentivos para corregir las externalidades, por lo que puede ser necesario introducir ajustes en el marco legal. Por este motivo, en la actualidad se plantea el reto de ajustar la estructura real de los incentivos, de forma que los agricultores del curso alto de la cuenca (sobre los que recae en mayor medida el coste de la actuación sobre las externalidades, pero que reciben en menor medida los beneficios) se animen a utilizar en su zona técnicas de conservación de la tierra y el agua. Hay buenos ejemplos de conciliación entre los objetivos de conservación y los de intensificación (Recuadro 2.7), pero otros programas han tenido dificultades para instituir una estructura de incentivos adecuada.

A medida que ha ido aumentando la competencia por la tierra y el agua, la ausencia de unos derechos de uso claros y estables ha limitado los incentivos de carácter privado a la inversión y la gestión, y las políticas oficiales han llevado con demasiada frecuencia a un uso insostenible y a la proliferación de externalidades negativas.

RECUADRO 2.7: REHABILITACIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO AMARILLO EN LA MESETA DE LOESS CHINA

En la cuenca del Río Amarillo, situada en la meseta de loess china, algunas prácticas agrícolas no sostenibles, como la deforestación, el sobrepastoreo y un proceso inadecuado de recuperación de tierras, junto con la fuerte presión demográfica de los últimos cien años, han reducido la cobertura vegetal protectora, que ha llegado a ser de solo el 20 % de la superficie total (Brismar, 1999). En esta zona se implantó con éxito un programa de rehabilitación de cuencas, basado entre otras medidas en el cultivo en terrazas y en fajas, la construcción de diques para la retención de sedimentos y la plantación a gran escala de árboles y especies herbáceas. Se construyeron unas 2 100 pequeñas estructuras de control de sedimentos, que lograron frenar unos 25 Mt de sedimento anuales.

Estas medidas mejoraron la calidad de la tierra y el agua al reducir la erosión del suelo y la sedimentación de los ríos. La prohibición del pastoreo, especialmente en los terrenos en pendiente, permitió generar una densa cobertura vegetal natural con un bajo coste. En los terrenos baldíos llanos o de poca pendiente se plantaron diversas especies vegetales (principalmente astrágalo y alfalfa), que sirvieron de forraje a los animales estabulados y ayudaron a reducir el pastoreo en las laderas. Los sistemas de producción sostenible de nueva implantación resultan rentables para los agricultores, lo cual les incentiva a mantener las inversiones. Este resultado se ha conseguido tras una fuerte inversión pública en la etapa inicial.

Fuente: Banco Mundial (2003, 2007d)

A pesar de la integración funcional de los sistemas de tierra y de agua, las modernas leyes e instituciones suelen tratarlos por separado. Incluso las instituciones dedicadas a la gestión integrada de los recursos (como los organismos encargados del ordenamiento de las cuencas) se ocupan principalmente de un solo recurso en sus múltiples usos, en lugar de abordar la tierra y el agua conjuntamente. Este vacío institucional se ha hecho más profundo porque la planificación de los recursos naturales se ha centrado cada vez más en microestrategias basadas en la descentralización y en los enfoques orientados a la demanda.

Además de los efectos sobre los recursos naturales, ha habido costes socioeconómicos, como el aumento de la conflictividad en aquellos lugares donde los recursos de tierras y aguas se han vuelto más escasos y se ha incrementado la competencia de otros sectores. Los cambios en la asignación de los recursos de tierras y aguas, la inseguridad en la tenencia de la tierra y el deterioro de los activos de tierras y aguas han creado problemas de pobreza e inseguridad alimentaria. En la mayoría de las cuencas y de los países, la velocidad de los cambios socioeconómicos y la acumulación de impactos medioambientales han superado la capacidad de respuesta de las

instituciones. La creciente intensidad de desarrollo de las cuencas fluviales y el grado de interdependencia y de competencia por los recursos de tierras y aguas exigen unas instituciones más adaptables y con mayor autoridad (Molle y Berkoff, 2006).

Inversiones en la tierra y el agua

Invertir en la gestión de la tierra y el agua es esencial para asegurar un aumento sostenible de la productividad agrícola. La inversión general en tierras y aguas ha crecido ligeramente en los últimos cinco años, pero sigue estando por debajo del nivel necesario para intensificar la producción a la vez que se minimizan los impactos negativos sobre el ecosistema. Un problema particular es el escaso nivel de inversión en los sistemas de secano más vulnerables, donde imperan la pobreza y la inseguridad alimentaria y hay grandes riesgos de degradación de los recursos de tierras y aguas.

La inversión pública en agricultura

El gasto público mundial destinado a la agricultura se duplicó en términos reales entre 1980 y 2002, aunque pasó de representar el 11 % a solo el 7 % del gasto público total (Cuadro 2.1). El aumento del gasto real es particularmente notable en Asia, donde casi se triplicó, hasta llegar a los 192 000 millones de dólares en 2002. En el África subsahariana, los niveles de inversión pública en agricultura han seguido siendo bajos.

El capital privado y las inversiones extranjeras directas

En los últimos años, el capital privado y los flujos comerciales se han concentrado sobre todo en los países industrializados, responsables en gran medida del aumento de la inversión extranjera directa (IED) a nivel mundial, que llegó a los 1,1 billones de dólares en 2000. En los países en desarrollo, el movimiento total de IED se ha concentrado principalmente en el Asia oriental y el Pacífico y en América Latina y el Caribe, con muy escasa presencia de la inversión en el África subsahariana. Sin embargo, la tendencia a largo plazo sugiere una mayor participación del África subsahariana (Winpenny, 2010).

Aunque en las economías en desarrollo la agricultura atrae menos del 1 % de la IED general (14 300 millones de dólares en un total de 2 billones de dólares en 2004), la inversión en el sector ha ido aumentando y entre 1990 y 2004 se ha triplicado (Cuadro 2.2). Parte de estas entradas de capital se han dado en forma de inversiones privadas y públicas en la tierra y el agua, mediante acuerdos para la producción de alimentos y materia prima para la fabricación de biocombustibles. Existe cierta preocupación por el posible impacto de este tipo de inversiones en la equidad y la seguridad alimentaria de los países receptores (Recuadro 2.8).

CUADRO 2.1: GASTO PÚBLICO EN AGRICULTURA EN UNA SERIE DE PAÍSES EN DESARROLLO, 1980-2002

Regiones*	Dólares constantes de 2000 (miles de millones)				Porcentaje del PIB agrícola				Porcentaje del gasto público total dedicado a la agricultura (%)		
	1980	1990	2000	2002	1980	1990	2000	2002	1980	1990	2002
África (17)	7,3	7,9	9,9	12,6	7,4	5,4	5,7	6,7	6,4	5,2	4,5
Asia (11)	74	106,5	162,8	191,8	9,4	8,5	9,5	10,6	14,8	12,2	8,6
América Latina y el Caribe (16)	30,5	11,5	18,2	21,2	19,5	6,8	11,1	11,6	8,0	2,0	2,5
Total	111,8	125,9	190,9	225,6	10,8	8	9,3	10,3	11,3	7,9	6,7

* Número de países en desarrollo estudiados en cada región

Fuente: Akroyd y Smith (2007)

CUADRO 2.2: CUANTÍA ESTIMADA DE LA INVERSIÓN EXTRANJERA DIRECTA POR SECTORES E INDUSTRIAS, 1990 Y 2004 (EN MILLONES DE DÓLARES)

Sector	1990			2004			
	Países desarrollados	Economías en desarrollo	Mundo	Países desarrollados	Economías en desarrollo	Europa sudoriental y CEI	Mundo
Primario	139 563	23 715	163 278	268 171	151 632	20 725	440 529
• Agricultura	3 193	4 063	7 256	7 739	14 339	483	22 561
• Minería, extracción de piedra y petróleo	136 371	17 601	153 972	256 642	137 294	20 242	414 177
• Primario no especificado	–	2 051	2 051	3 791	–	–	3 791
Manufacturero	586 379	144 372	730 750	2 406 127	613 559	20 448	3 040 135
Servicios	716 544	151 589	868 133	4 624 699	1 224 356	34 286	5 883 341

Fuente: UNCTAD (2006)

Necesidades futuras de inversión

Basándose en estimaciones de la demanda alimentaria a largo plazo, las proyecciones de la FAO indican que en los países en desarrollo las necesidades de inversión bruta en el período 2007-2050 para la agricultura primaria y sus industrias asociadas podrían ascender a 9,2 billones de dólares, con un 18 % del total (960 000 millones de dólares) dedicado a la gestión del agua y del riego, y aproximadamente el 3 % (161 000 millones de dólares), al desarrollo de las tierras, la conservación del suelo y el control de las inundaciones (Cuadro 2.3).

RECUADRO 2.8: ACUERDOS DE ADQUISICIÓN DE TIERRAS EN LOS PAÍSES EN DESARROLLO

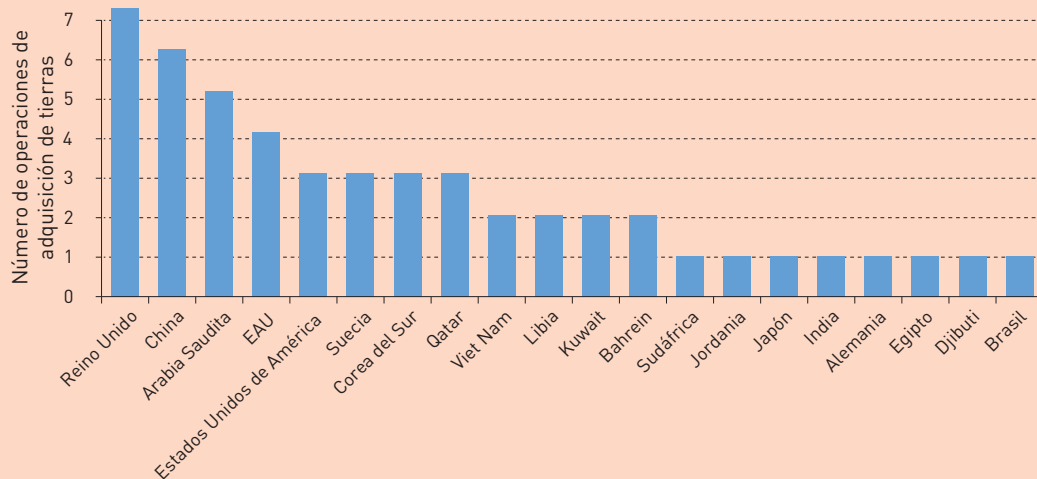
Las inversiones en tierra fértil han aumentado significativamente en los países en desarrollo. Normalmente, los acuerdos sobre tierras afectan a superficies importantes (más de 10 000 ha) y establecen un período de arrendamiento de entre 50 y 99 años. Los principales actores implicados son los gobiernos nacionales, los fondos de inversión agrícola y el sector privado, incluidos bancos de inversión, agroempresas, comerciantes de materias primas y compañías mineras (Smaller y Mann, 2009). Estas adquisiciones de tierras se pueden clasificar en cuatro tipos (Bickel y Breuer, 2009):

- Países de gran población y crecimiento sostenido (China, la India, el Japón, Corea del Sur) que efectúan inversiones para satisfacer la creciente demanda interna de productos agrícolas.
- Países con un equilibrio alimentario negativo y recursos de tierras y aguas limitados, pero ricos en capital (los estados árabes del golfo, Libia).
- Países industrializados interesados en adquirir tierras para la producción de biocombustibles.
- Especulación interior en los países en desarrollo (por ejemplo, con objetivos turísticos).

La adquisición de tierras se puede considerar una estrategia beneficiosa para todas las partes. El país inversor consigue tierras y un acceso garantizado a los alimentos producidos en ellas, a la vez que obtiene elevados rendimientos financieros. El país receptor consigue una inyección de capital

Número de operaciones de adquisición de tierras

Países inversores



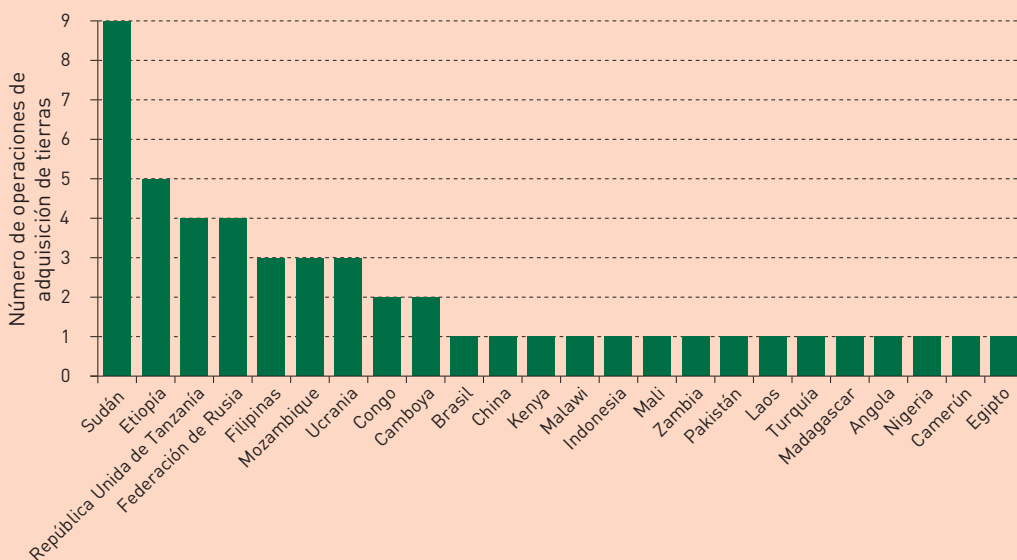
Fuente: IFPRI (2009)

Se prevé que el grueso de la inversión (58 %) se concentrará en Asia, lo que refleja la gran base agrícola de esta región, su elevada producción total y sus modalidades de producción agrícola, con un uso relativamente más intensivo de capital (Cuadro 2.4). Las tasas de crecimiento de la producción agrícola en Asia son más modestas. Sucede lo contrario en el África subsahariana, donde se prevé que las necesidades generales de inversión sean relativamente reducidas, como consecuencia del tipo de

en el sector agrícola, con el consiguiente desarrollo económico. Sin embargo, estas transacciones presentan ciertos riesgos para los inversores (por ejemplo, cambios políticos en el país receptor) y para los ciudadanos del país receptor, que pueden enfrentarse a expropiaciones de tierras, abusos laborales y pérdida de seguridad alimentaria (Cotula *et al.*, 2009).

Como en el caso de otras transacciones internacionales e inversiones extranjeras directas, es aconsejable establecer «normas de intervención» para garantizar que las inversiones extranjeras serán beneficiosas, tanto para los países receptores como para los usuarios que pierdan sus tierras permanente o temporalmente. Estas normas se refieren a la transparencia de las negociaciones y de los acuerdos comerciales, la protección de los inversores, las indemnizaciones a los usuarios de las tierras, el respeto por los derechos de uso previos, la preferencia por las inversiones que beneficien a las comunidades locales y la evaluación de los potenciales impactos positivos o negativos sobre el medioambiente (Von Braun y Meinzen-Dick, 2009; Cotula *et al.*, 2009). No hay un único mecanismo institucional que pueda garantizar resultados favorables para todas las partes interesadas: es preferible asegurar la cooperación por medio del derecho internacional, las políticas gubernamentales y la participación de la sociedad civil, los medios de comunicación y las comunidades locales, para garantizar que estas transacciones respetan las normas de intervención establecidas.

Países destinatarios



producción más generalizado en esta región, que por lo general hace un uso intensivo de la mano de obra y ahorra capital (9 % del total). Sin embargo, las proyecciones indican que las tasas de crecimiento serán mayores, lo que reflejaría un cambio muy paulatino hacia una forma de agricultura más necesitada de capital y una elevación moderada del nivel de producción per cápita, ya que la población y la base de consumidores se multiplicarán por dos.

CUADRO 2.3: NECESIDADES DE INVERSIÓN PROYECTADAS PARA EL PERÍODO DE 2005-2007 A 2050, EN MILES DE MILLONES DE DÓLARES DE 2009

	Neto	Depreciación	Bruto
Total para 93 países en desarrollo	3 636	5 538	9 174
Inversión total en la producción primaria	2 378	2 809	5 187
<i>correspondiente a la producción agrícola</i>	<i>864</i>	<i>2 641</i>	<i>3 505</i>
Puesta en cultivo, conservación del suelo y control de inundaciones	139	22	161
Ampliación y mejora del regadío	158	803	960
Establecimiento de cultivos permanentes	84	411	495
Mecanización	356	956	1 312
Otras fuentes de energía y equipamientos	33	449	482
Capital de operaciones	94	0	94
<i>correspondiente a la producción ganadera</i>	<i>1 514</i>	<i>168</i>	<i>1 683</i>
Inversión total en servicios de apoyo aguas abajo	1 257	2 729	3 986

Fuente: Schmidhuber et al. (2009)

CUADRO 2.4: DISTRIBUCIÓN REGIONAL DE LAS INVERSIONES PROYECTADAS EN LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA, DE 2005-2007 A 2050

	Neto	Depreciación	Bruto	Porcentaje del total
	Miles de millones de dólares de 2009			%
93 países en desarrollo	3 636	5 538	3 505	100
África subsahariana	478	462	319	9.1
América Latina y el Caribe	842	962	528	15.1
Cercano Oriente y África septentrional	451	742	619	17.7
Asia meridional	843	1 444	1 024	29.2
Asia oriental	1 022	1 928	1 015	29.0

Fuente: Schmidhuber et al. (2009)

Cooperación internacional en relación con la tierra y el agua

La cooperación internacional relativa a los recursos de tierras y aguas comenzó en la década de 1940 a raíz de la preocupación por la seguridad alimentaria, relacionada con la necesidad de impulsar el desarrollo rural en los nuevos países emergentes. A partir de los años ochenta, los impactos ambientales negativos debidos al uso

no regulado de los recursos naturales fueron cada vez más visibles a escala local, regional y mundial. La evaluación de las causas de estos impactos suscitó la atención internacional por diversos problemas relacionados con la tierra y el agua, como la erosión del suelo, la salinización de las tierras de regadío, la propagación de enfermedades transmitidas por el agua o el agotamiento y la contaminación de los recursos hídricos. A partir de los años noventa, otras cuestiones relacionadas con la reducción de la biodiversidad, la variabilidad climática y el cambio climático se han sumado a estas preocupaciones previas. A partir de estos orígenes, los problemas de la gestión sostenible de la tierra y el agua han pasado a estar muy presentes en la inquietud mundial sobre la seguridad alimentaria, el medioambiente y el cambio climático.

Hitos y logros

A partir de los años ochenta, las Naciones Unidas se han erigido como el foro de negociación de los valores y principios mundiales para el desarrollo sostenible. Conferencias emblemáticas como la Cumbre de Río (1992), la Cumbre del Milenio (2000) y la Cumbre de Johannesburgo sobre el Desarrollo Sostenible (2002) han ayudado a conformar la agenda global del desarrollo, resumida en los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) de 2002. La Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CLD, Recuadro 2.9), el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) y la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) tienen mucho que ver con la gestión de la tierra y el agua. Además, las Naciones Unidas han patrocinado investigaciones mundiales y esfuerzos de síntesis como la Evaluación de Ecosistemas del Milenio (EM), la Perspectiva Mundial sobre el Medio Ambiente y el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC).

La extraordinaria movilización de la comunidad mundial en los últimos treinta años a favor del desarrollo sostenible se ha traducido en un consenso sobre las vías y los hitos del desarrollo. Se han acordado principios de sostenibilidad económica, social y medioambiental. Gracias a las sucesivas conferencias y a las actuaciones resultantes, la agenda sobre la gestión de la tierra y el agua ha incorporado principios más claros, especialmente en lo que respecta a la ordenación sostenible de los bosques, la gestión integrada de los recursos hídricos y la lucha contra la desertificación.

Por otra parte, la cooperación internacional ha permitido que los países compartan sus conocimientos y desarrollen principios y enfoques aplicables a nivel regional, nacional y local. Este proceso ha permitido llegar a un acuerdo entre países sobre las acciones que pueden contribuir a nivel nacional o individual a la gestión sostenible de los «bienes comunes» mundiales. Asimismo, la cooperación internacional ha facilitado el acceso de los países a recursos financieros y técnicos, y se han

RECUADRO 2.9: LA DESERTIFICACIÓN: RETOS DE LA TIERRA Y EL AGUA EN LAS TIERRAS SECAS Y RESPUESTAS DE LA CONVENCION DE LAS NACIONES UNIDAS DE LUCHA CONTRA LA DESERTIFICACIÓN

Las tierras secas del mundo pueden ser desiertos, pastizales, sabanas o superficies forestales y se encuentran en diversos climas, desde los desiertos más cálidos hasta las regiones árticas más frías. La mayoría de los ecosistemas de tierras secas son frágiles y tienen problemas de escasez de agua y de baja productividad. Los recursos de las tierras secas están cada vez más amenazados por las prácticas inadecuadas de gestión y la superpoblación. La lucha contra la desertificación es también una lucha contra la pobreza y la inseguridad alimentaria en el ámbito rural, dos problemas íntimamente relacionados.

La Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CLD) es el eje de los esfuerzos de la comunidad internacional para combatir la desertificación en las tierras secas. Esta convención se aprobó en 1994, entró en vigor en 1996 y actualmente cuenta con 194 firmantes. La CLD reconoce los aspectos físicos, biológicos y socioeconómicos de la desertificación, la importancia de orientar la transferencia de tecnología hacia la demanda y la participación de las comunidades locales en la lucha contra la desertificación y la degradación de las tierras. El núcleo de la CLD es el desarrollo de programas de acción por parte de los gobiernos nacionales, en cooperación con socios para el desarrollo. En 2008 se diseñó un plan de acción y un marco estratégico para fomentar la incorporación y mejora de las prácticas de gestión sostenible de la tierra (GST) y las políticas facilitadoras, en sinergia con las agendas sobre la seguridad alimentaria, el cambio climático y la biodiversidad. Estos programas tienen como objetivo fortalecer la colaboración entre los organismos competentes y reforzar las organizaciones de agricultores y pastores, además de descentralizar las responsabilidades. Impulsan disposiciones que garantizan la tenencia de la tierra, las nuevas oportunidades comerciales (como los productos ecológicos) y el uso participativo de la tierra y la adopción de programas de investigación y de extensión.

Algunas de las acciones sobre el terreno que sirven de respaldo a la lucha contra la desertificación son la ampliación de ciertas prácticas basadas en la intensificación sostenible, como la agricultura de conservación y las técnicas sin labranza, la rotación de cultivos y los cultivos intercalados, la gestión integrada de las plagas, los planes agroforestales y de reforestación, y la mejora de los pastos mediante la planificación del pastoreo. También se impulsa una gestión mejorada del agua mediante la inversión en proyectos de captación y almacenamiento de agua y en el regadío a pequeña escala, tanto a nivel de cuenca como de aldea.

comenzado a ensayar formas de mejorar los incentivos mediante nuevos mecanismos de financiación, como el pago por servicios ambientales (PSA), el Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL) y el comercio de derechos de emisión de dióxido de carbono.

Sin embargo, ha habido alguna decepción sobre la agenda del desarrollo sostenible, tanto a nivel internacional como nacional. En el ámbito internacional, se ha tardado más de lo esperado en incrementar el nivel de la ayuda y mejorar su eficacia, y es de prever que el proceso avanzará aún más lentamente como consecuencia de la crisis económica mundial. Asimismo, no ha habido unanimidad sobre algunos de los elementos clave de la agenda, como muestra el estancamiento de las negociaciones de la Ronda de Doha, impulsada por la Organización Mundial del Comercio (OMC), especialmente en un asunto fundamental como es el comercio de los productos agrícolas. La divergencia entre las agendas de los donantes ha complicado aún más la priorización de los requisitos fundamentales de desarrollo.

En cuanto a las cuestiones relacionadas con la tierra, varios países han puesto en práctica recientemente políticas sobre biocombustibles sin consultar previamente a la comunidad internacional, y otros han formalizado contratos de arrendamiento y compra de tierras sin consultar a otros interesados o estudiar las posibles repercusiones para las comunidades locales y la comunidad mundial. En cuanto a los problemas del agua relacionados con recursos transfronterizos, algunos países no han ratificado la Convención de las Naciones Unidas sobre los Cursos de Agua Internacionales, y muchas veces han dado prioridad a sus propios intereses sobre las opciones que suponen cooperación y reparto de beneficios. Se ha invertido en grandes proyectos de embalses y desvíos sin estudiar las posibilidades de optimizar los beneficios a escala de cuenca o los impactos negativos que puede tener un desarrollo unilateral en otros países ribereños.

En términos generales, los principios y programas acordados en el ámbito internacional han contribuido extraordinariamente a cambiar los enfoques y las políticas, pero han tenido un impacto limitado en lo que respecta a cambiar los comportamientos. En muy pocos lugares se ha resuelto con éxito el reto de intensificar el uso de la tierra y el agua mitigando al mismo tiempo los efectos negativos en la base de los recursos y en el medioambiente. Sigue siendo urgente resolver la vulnerabilidad de los principales sistemas de producción de alimentos del mundo en desarrollo, y se ha avanzado muy poco en la intensificación de los sistemas de secano, con criterios sostenibles y favorables a los pobres, en los trópicos y las zonas de montaña. Los acuerdos sobre la gestión sostenible de las aguas subterráneas han estado seguidos de un mayor nivel de sobreexplotación. El complejo e ingenioso marco de gestión integrada de los recursos hídricos acordado en la Conferencia Internacional sobre el Agua y el Medio Ambiente celebrada en Dublín en 1992 se ha incorporado a muchas políticas e instituciones, pero ha tenido resultados limitados sobre el terreno.

¿Hay algún marco consensuado para la gestión sostenible de la tierra y el agua?

Aunque hay acuerdo en lo que respecta a los principios más importantes, no existe un conjunto consensuado y definido de principios para la gestión conjunta de

la tierra y el agua en un contexto de sostenibilidad de los ecosistemas, en el que se agrupen los principios y prácticas que se han analizado a lo largo de este informe. Es decir, no existe ningún acuerdo internacional integrado ni hay grandes iniciativas sobre la gestión sostenible de la tierra y el agua. No obstante, varios programas, sobre todo a cargo del FMAM y la CLD, han desarrollado enfoques y estrategias para responder a la degradación de la tierra y del agua y al aumento de los niveles de riesgo, y algunos estudios recientes de orden práctico y teórico han definido los servicios de los ecosistemas y han situado la producción agrícola y la gestión de la tierra y el agua en este contexto. Sería útil aprovechar estos avances para tratar de consensuar un conjunto de principios sobre la gestión de los recursos de tierras y aguas.

Tendencias de la asistencia oficial al desarrollo

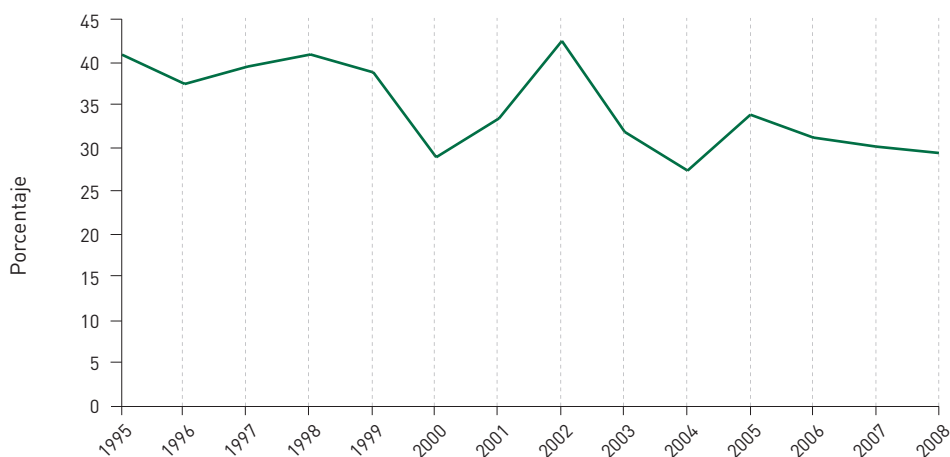
El conjunto de aportaciones de los donantes a los países en desarrollo en nueve grandes sectores relevantes para la tierra y el agua¹ muestra una tendencia general ascendente, ya que ha pasado de 57 000 millones de dólares anuales del año 1995 a 158 000 millones de dólares en 2008 (en dólares constantes de 2008). Sin embargo, el apoyo general a algunos sectores específicos de la agricultura (como el Sector 3: Recursos de tierras agrícolas, o el Sector 4: Recursos de aguas agrícolas) descendió considerablemente en los años noventa y sufrió un período de estancamiento hasta que en el año 2005 pareció iniciar una pequeña recuperación, atribuible sobre todo a los compromisos sobre investigación y política medioambiental (Sector 8). La partida dedicada a la tierra y el agua en la asistencia oficial al desarrollo (AOD) total para inversiones rurales en agua y medioambiente también ha disminuido (Figura 2.3). En los últimos años, la mayor parte de la AOD destinada a la tierra y el agua se ha localizado en Asia (54 %), y casi una cuarta parte (21 %) se ha invertido en el África subsahariana (Figura 2.4) (OCDE, 2010b).

Diferencias entre los compromisos y las inversiones reales

En el marco de los compromisos adquiridos en la Conferencia de Alto Nivel de la FAO sobre la Seguridad Alimentaria Mundial (celebrada en Roma en 2008) y en las cumbres del G8 celebradas en Japón (2008) y en Italia (2009), se acordó invertir 30 000 millones de dólares anuales en la agricultura de los países en desarrollo (lo que equivale a solo el 8 % de las subvenciones que los países de la OCDE destinan a sus agricultores). En la cumbre del G8 celebrada en L'Aquila se prometió dedicar 20 000 millones, en un plazo de tres años, a inversiones específicas sobre la producción alimentaria, con la idea de sustituir la ayuda alimentaria de emergencia por una producción fiable y sostenible en los países afectados.

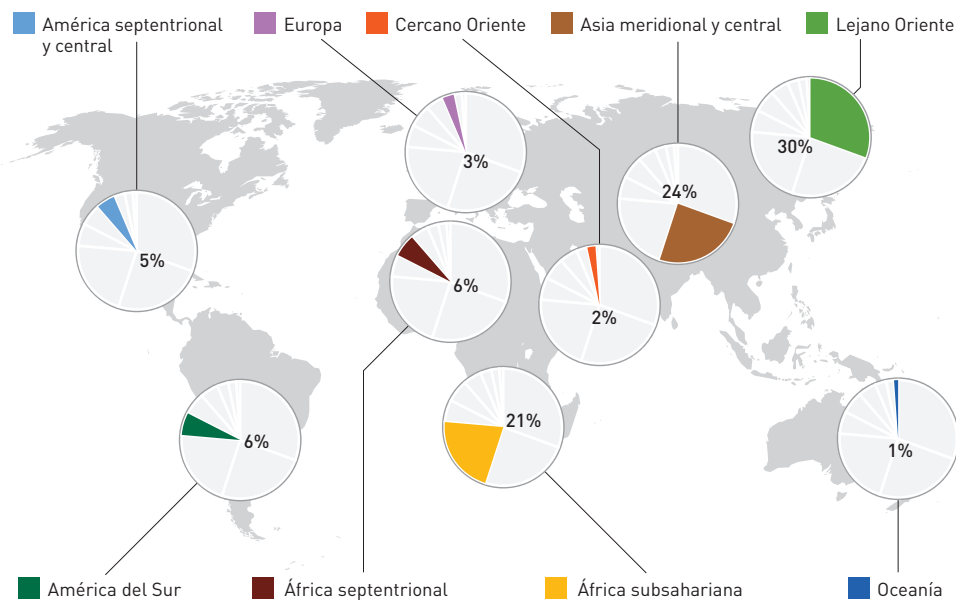
¹ Principales sectores de «tierra y agua» definidos por la OCDE: 1) Protección de los recursos hídricos; 2) Desarrollo fluvial; 3) Recursos de las tierras agrícolas; 4) Recursos de las aguas agrícolas; 5) Desarrollo de la silvicultura; 6) Política medioambiental y gestión administrativa; 7) Prevención/control de inundaciones; 8) Investigación medioambiental; 9) Desarrollo rural.

FIGURA 2.3: AYUDA OFICIAL A LA TIERRA Y EL AGUA COMO PORCENTAJE DEL TOTAL DE AYUDA OFICIAL AL DESARROLLO DESTINADA A INVERSIONES RURALES EN AGUA Y MEDIOAMBIENTE



Fuentes: Base de datos del Sistema de Notificación de los Países Acreedores (CRS) de la OCDE (consultado en junio de 2010); OCDE (2010b)

FIGURA 2.4: DISTRIBUCIÓN POR REGIONES DE LA AYUDA PARA TIERRAS Y AGUAS (MEDIA 1995-2008)



Fuentes: datos de AOD; base de datos del Sistema de Notificación de los Países Acreedores (CRS) de la OCDE (consultado en junio de 2010); OCDE (2010b)

En el ámbito regional, los gobiernos del África subsahariana han adoptado medidas que complementan estos compromisos. En la reunión celebrada en Maputo en 2003, los gobiernos de la Unión Africana se comprometieron a destinar como mínimo el 10 % de sus respectivos presupuestos nacionales a la agricultura y al desarrollo rural. No obstante, las transferencias e inversiones reales han quedado por debajo de estos objetivos. Así, los gobiernos, las autoridades y los expertos en desarrollo se enfrentan a la paradoja de haber acordado objetivos de desarrollo que requieren un aumento de la producción en un momento en que los recursos naturales per cápita están disminuyendo, pero sin las inversiones necesarias para conseguirlos.

Conclusiones

Mantener la integridad de los sistemas asociados de la tierra y el agua para satisfacer una serie de demandas rivales y cada vez más complejas es ya una prioridad mundial reconocida. Desde mediados del siglo xx, el desarrollo integrado de las cuencas fluviales se considera una herramienta ideal para conciliar estas demandas. Sin embargo, la práctica se ha visto superada por el acelerado ritmo de desarrollo económico y la consiguiente expansión del uso urbano, industrial y agrícola de la tierra en las cuencas fluviales. Ahora que ya ha transcurrido una década del siglo xxi, se dispone de suficiente información para retomar los enfoques basados en la integración. En la actualidad, los avances en el conocimiento sobre el ciclo hidrológico, las prácticas agrícolas mejoradas y las nuevas herramientas para mitigar el impacto de los contaminantes químicos y gestionar correctamente las aguas residuales ofrecen un conjunto de soluciones ricas en conocimientos para reducir el impacto medioambiental. Si esto se combina con enfoques institucionales de gestión de recursos centrados en los interesados, se amplían las posibilidades de realizar cambios positivos en los principales sistemas de tierras y aguas que proporcionan alimentos al mundo. En este contexto es especialmente importante la conservación de bosques y humedales, que desempeñan un papel crucial en la regulación natural del ciclo hidrológico. Para abordar los problemas de los sistemas en situación de riesgo, las instituciones de gestión de la tierra y el agua deberán ser mucho más creativas en su forma de relacionarse con los interesados y de aportar soluciones.



ÁFRICA SUB-SAHARIANA: 21%

ASIA ORIENTAL: 30%
ASIA CENTRAL Y MERIDIONAL: 24%

AMÉRICA EL

ÁFRICA SE

EUROPA: 3%
CERCANO ORIENTE: 3%

OCEANÍA: 1%



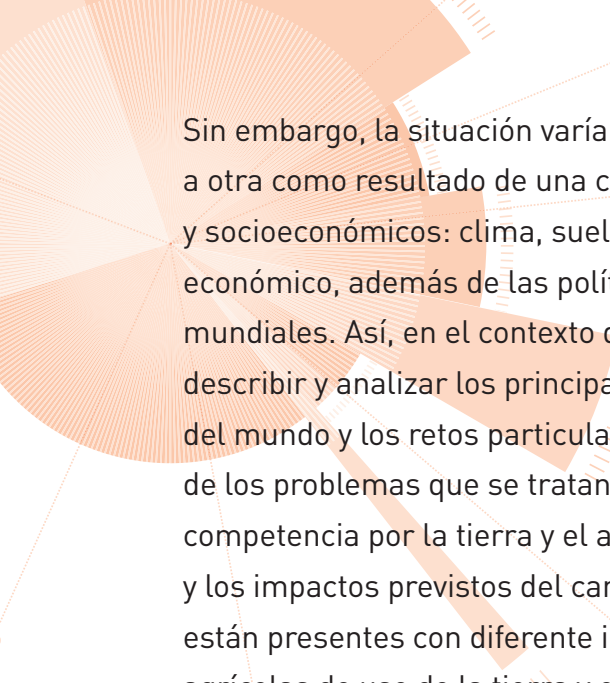
SUR: 6%

TENTRIONAL: 6%

Capítulo 3

LOS SISTEMAS DE TIERRAS Y AGUAS EN SITUACIÓN DE RIESGO

En los anteriores capítulos se han destacado las amenazas actuales y futuras a las que se enfrentan los sistemas agrícolas de todo el mundo. Es evidente que las prácticas y modelos de desarrollo agrícola que se han seguido en los últimos cincuenta años están lejos de haber resuelto satisfactoriamente los retos de la reducción de la pobreza, la seguridad alimentaria y la sostenibilidad ambiental. Un total de 975 millones de personas, en su mayoría habitantes de las zonas rurales, no tienen la seguridad alimentaria que merecen. La presión de la agricultura está perjudicando tanto el suelo como el agua, acelera la erosión, avanza la salinización y la intrusión de agua salada y agota las reservas de aguas subterráneas. Además, el modelo actual de agricultura intensiva se asocia a una huella elevada de carbono y GEI, mientras que, al propio tiempo, los sistemas agrícolas son muy vulnerables a los efectos previstos del cambio climático.



Sin embargo, la situación varía considerablemente de una región a otra como resultado de una combinación de factores biofísicos y socioeconómicos: clima, suelo, agua, población y desarrollo económico, además de las políticas nacionales y los cambios mundiales. Así, en el contexto de este estudio mundial, es necesario describir y analizar los principales sistemas de producción agrícola del mundo y los retos particulares a los que se enfrentan. Algunos de los problemas que se tratan en este capítulo son la creciente competencia por la tierra y el agua, la degradación de ambos recursos y los impactos previstos del cambio climático. Estos problemas están presentes con diferente incidencia y gravedad en los sistemas agrícolas de uso de la tierra y el agua de todo el mundo, y final los principales sistemas en situación de riesgo se examinan al final de este capítulo.

El Mapa 1.3 del Capítulo 1 presenta una perspectiva general de los principales sistemas de producción agrícola. Tanto las áreas de secano como las de regadío sufren degradación o riesgo de degradación por las limitaciones de los recursos de tierras y aguas, el uso actual de estos recursos y las prácticas de gestión, y diversos factores institucionales y socioeconómicos.

Competencia creciente por la tierra y el agua

Con el aumento de la presión sobre los recursos de tierras y aguas, existe el problema de que algunos de los países que están experimentando el crecimiento de población más rápido son los que tienen menor abundancia de recursos de tierras y aguas. Las tierras y aguas para la producción agrícola, ya limitadas en algunos lugares, están sujetas a una competencia en alza, especialmente por el rápido crecimiento de los asentamientos urbanos. El mayor respeto por la conservación de los servicios ecosistémicos más amplios limitará aún más el acceso a la tierra y al agua. Además, dentro del propio sector agrícola también aumentará la competencia.

Patrones de aumento del estrés hídrico debido a las extracciones de agua para el regadío

A nivel mundial, el aumento previsto en las extracciones de agua para el regadío, que se situará entre el 6 y el 7 % y en los países en desarrollo entre el 8 y el 9 %, puede no parecer muy alarmante, pero hay que tener en cuenta que el regadío se practica en gran parte en regiones con escasez de agua. A nivel regional y nacional existen grandes variaciones en la disponibilidad de los recursos hídricos, y algunos países ya están experimentando estrés por falta de agua.

Se prevé que en los países industriales y en transición las extracciones de agua para regadío se estabilizarán o incluso se reducirán. En general, se prevé que las extracciones de agua en los países de altos ingresos disminuirán un 17 %. Por el contrario, se estima que en los países de bajos ingresos y con déficit de alimentos aumentarán un 10 %. Los mayores incrementos en términos absolutos se prevén en el Asia sudoriental, donde el regadío es ya muy importante (un aumento de 55 Km³ anuales, es decir, el 19 % de los actuales niveles de extracción de agua), y en América del Sur (un aumento de 59 Km³, es decir, el 53 % sobre los actuales niveles). En términos relativos, se espera también que el incremento en las extracciones de agua para el riego sea elevado en el África subsahariana (21 %), aunque en la actualidad hay relativamente poca tierra dedicada al regadío, por lo que en términos absolutos el crecimiento de las extracciones de agua seguirá siendo modesto (22 Km³). En estas tres regiones, el porcentaje de recursos hídricos utilizados en el regadío continuará siendo reducido (menos del 5 %), y en general la disponibilidad de agua no será un obstáculo.

Las regiones que suscitan más preocupación son el Cercano Oriente y el África septentrional, donde las extracciones de agua están ya cerca o por encima de los recursos renovables totales, y donde además las precipitaciones son bajas. En el África septentrional, la presión sobre los recursos hídricos debida al regadío es sumamente elevada, lo que conlleva la difusión del reciclaje de agua y la sobreexplotación de las aguas subterráneas.

Del mismo modo que los valores medios mundiales pueden ocultar disparidades regionales, las variaciones existentes dentro de un mismo país pueden pasar inadvertidas. Al menos en tres países (Libia, la Arabia Saudita y el Yemen), las tasas de evaporación debidas al riego en el período 2005-2007 fueron superiores a los respectivos recursos hídricos renovables anuales (FAO, 2010c). En China, por ejemplo, los valores regionales de estrés hídrico son mayores en el norte del país y esta situación todavía se agudizará más. Las zonas que dependen de las aguas subterráneas no renovables, como algunas partes de la península Arábiga, se enfrentan a un problema específico: el posible agotamiento de la totalidad de sus recursos (Nachtergaele *et al.*, 2010b).

La urbanización

La producción agrícola tendrá que competir con las cada vez mayores necesidades de tierras y aguas por parte de otros usuarios. La urbanización proseguirá, y se prevé que la expansión de las zonas urbanas y de las tierras dedicadas a infraestructuras y otros objetivos no agrícolas seguirá el ritmo del crecimiento de la población o incluso lo superará. Las ciudades en expansión, las industrias y el turismo tendrán prioridad en el suministro de agua, lo que probablemente reducirá el agua disponible localmente para la agricultura y causará más pérdidas de tierra cultivada, especialmente en las zonas secas. Este fenómeno ya está en curso en la cuenca del Sana'a, en el Yemen, y en la del río Oum er Rbia, en Marruecos, donde se está transfiriendo agua para usos urbanos e industriales y la superficie de regadío está disminuyendo progresivamente.

La competencia por el agua debida al crecimiento de las ciudades será mayor en los países en desarrollo, en los que se concentrará más del 90 % de la superficie de tierra adicional destinada a fines urbanos y a la construcción. Al mismo tiempo, la rápida urbanización creará mercados para la agricultura de valor elevado, y la horticultura periurbana intensiva puede ser un sector en alza. La reutilización segura de las aguas residuales en la agricultura periurbana aportará una sinergia favorable. Las aguas residuales tratadas aseguran durante todo el año un suministro de agua de bajo coste, rica en nutrientes y en materia orgánica, y su reutilización disminuye la carga de contaminación en la parte inferior de los cursos fluviales. Sin embargo, para reutilizarla sin riesgos se necesitan directrices claras y un marco regulador eficaz (Mateo-Sagasta y Burke, 2010; Fischer *et al.*, 2010).

Prestar más atención a los requisitos ambientales

El paso al cultivo de la tierra y el agua desde otros usos previos tiene impactos notables en los servicios ecosistémicos, y una mala gestión puede disminuir la capacidad de los ecosistemas para asegurar las funciones o servicios necesarios para garantizar su sostenibilidad (Molden, 2007). A medida que crezca la sensibilización sobre la interdependencia de los componentes de los ecosistemas, aumenta-

rán las presiones para que la agricultura reduzca los efectos negativos sobre ellos (por ejemplo, reduciendo la erosión o maximizando la captación y almacenamiento del carbono). Al final, la planificación del uso de la tierra y el agua limitará cada vez más la liberación de recursos para fines agrícolas. El cultivo está ya parcial o totalmente restringido en los 1 500 millones de ha (el 11 % de la superficie de tierras mundial) que han sido clasificadas como zonas protegidas (Fischer *et al.*, 2010).

Producción ganadera

Se prevé que la competencia por el agua aumente como consecuencia de los cambios en los patrones de producción ganadera y en la demanda de forrajes. La preferencia dietética por las proteínas animales está cambiando los patrones de consumo en todo el mundo (FAO, 2006b, c), y se espera que ello aumente de forma significativa la demanda de forrajes. La conversión del forraje en proteína animal supone una pérdida, ya que se precisa cinco veces más forraje para producir las calorías equivalentes para el consumo humano (Fischer *et al.*, 2010). La expansión de las tierras dedicadas al pastoreo del ganado ha causado deforestación en muchos países. La producción ganadera intensiva es otra fuente destacada de contaminación. La cría de ganado en granjas contribuye en menos del 2 % al PIB mundial, y sin embargo se estima que produce un 18 % de los GEI (FAO, 2006b).

Se prevé que el crecimiento del consumo de productos ganaderos persistirá hasta 2030 y más allá de esta fecha, pero su ritmo variará. En los países de altos ingresos, donde el aumento de la población es lento, habrá menos margen de crecimiento porque el consumo de productos ganaderos (carne y leche) es ya muy elevado (unos 305 kg por persona y año). En cambio, en los países de ingresos bajos y medianos es de 60 kg por persona y año, y la media mundial es de 115 kg por persona y año. Se estima que en 2050 estas cifras serán de 330, 110 y 150 kg por persona y año, respectivamente. Al mismo tiempo, la preocupación por los riesgos de salud y de seguridad alimentaria que comportan las grasas animales y la aparición de nuevas enfermedades pueden contener la demanda de carne (FAO, 2006c).

Pesquerías interiores y acuicultura

Las disputas sobre los usos del agua para el regadío y para las pesquerías suelen ser difíciles de resolver, ya que los cultivos y la pesca comportan diferentes requisitos espaciales y temporales. La expansión e intensificación de la producción agrícola mediante el drenaje de humedales, la ampliación de los sistemas de regadío, la protección contra inundaciones y el mayor uso de fertilizantes y pesticidas afectarán negativamente a las pesquerías. Por lo tanto, cualquier proyecto de desarrollo de los recursos hídricos debería tener en cuenta las necesidades de la actividad pesquera en lo que respecta a la cantidad y la calidad del agua. En la mayoría de los países desarrollados y en algunos en desarrollo, se han instaurado estrictos criterios de calidad medioambiental de las corrientes de agua, lo que favorece la continuidad

de la pesca y de las pesquerías aunque compita por los recursos hídricos con otros usuarios. Algunos problemas pueden mitigarse, y con una planificación adecuada y un enfoque holístico del desarrollo, la agricultura y la pesca dejan de ser prácticas incompatibles. Las pesquerías de los arrozales asiáticos son un ejemplo excelente de cómo pueden coexistir las dos actividades. Otros ejemplos demuestran que los peces tienen un efecto positivo en el cultivo del arroz y que en los lugares donde hay peces hay menos necesidad de aplicar pesticidas.

Adquisiciones a gran escala de tierras de cultivo

En los últimos años, han surgido dos nuevos campos de inversión en la agricultura comercial. Uno es el de los países muy dependientes de las importaciones de alimentos y que intentan garantizar el suministro alimentario por medio de inversiones agrícolas en los países en desarrollo. El otro es la inversión en materia prima para la producción de biocombustible líquido (véase más adelante). Hay algunos factores que favorecen la entrada de inversiones en agricultura: los precios de los productos agrícolas básicos, el valor de las tierras, los cambios de las políticas en los países inversores y receptores y la preocupación por la seguridad alimentaria y energética. El impacto del alza de los precios alimentarios mundiales experimentada en 2007 y la persistencia de niveles altos en los precios de la energía han aumentado el interés por este tema. Los principales países inversores están en Europa y en África, además de en el Golfo y en el Asia meridional y oriental. Las adquisiciones de tierras por parte de inversores nacionales son también significativas. El África subsahariana, el Asia sudoriental y América Latina son las principales zonas de destino de estas inversiones (Cotula, 2010).

El alcance del fenómeno es considerable, y la competencia con los usos agrícolas previos va en aumento porque el interés de los inversores suele centrarse en las tierras más valiosas por su superior fertilidad, su mayor potencial de regadío, su mejor infraestructura o su mayor proximidad a los mercados. Normalmente, estas tierras son las más requeridas por la población local para el cultivo en pequeñas parcelas, por lo que los medios de vida y la seguridad alimentaria locales pueden verse amenazados si se asignan al cultivo de grandes fincas sin las debidas consultas y garantías (Cotula, 2010).

El Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF, 2011) analiza este problema diferenciando los países según la tierra potencialmente apta para la expansión de los cultivos y las brechas de rendimiento, lo que sugiere que según el contexto local pueden ser apropiadas diferentes vías para afrontar los riesgos y las oportunidades de desarrollo. El significativo interés por los países de gobernanza débil (en especial en lo que respecta a los derechos locales) se considera un factor importante para la aparición de diversos riesgos (por ejemplo, indemnizaciones in-

adecuadas, demoras en la ejecución de los proyectos, escasa creación de puestos de trabajo, etc.). Aunque estas inversiones pueden ofrecer la ocasión de eliminar determinados obstáculos a la producción agrícola (por ejemplo, facilitando el acceso a la tecnología, al capital y a las infraestructuras), ello requeriría, entre otras cosas, un enfoque estratégico que involucrase de forma activa a los inversores, cambios en la gobernanza y la política de la tierra y una mayor capacidad institucional.

Producción de materia prima para la fabricación de biocombustibles líquidos

Actualmente, la bioenergía representa aproximadamente el 10 % del uso mundial de la energía y se emplea principalmente en las formas tradicionales de cocina y calefacción en los países en desarrollo. Unos 2 500 millones de habitantes de países en desarrollo dependen de la biomasa tradicional como principal combustible para cocinar. Sin embargo, entre estos productos bioenergéticos tradicionales, es la producción creciente de biocombustibles líquidos (bioetanol y biodiesel) la que probablemente tendrá un impacto mayor en el uso de la tierra y el agua. La bioenergía ha empezado a competir por los recursos de tierras y aguas con la producción de alimentos, y se prevé que esta competencia aumentará, porque los cultivos alimentarios y la producción de materia prima para fabricar etanol y biodiesel tienen prácticamente las mismas necesidades en lo que respecta a la aptitud de la tierra. La reciente alza de los precios mundiales de los alimentos se ha atribuido en parte al desvío de fondos para la producción de combustibles líquidos.

Se estima que en 2030 los biocombustibles líquidos representarán el 5 % del uso total de energía en el transporte por carretera, y la insistencia en el ahorro de carbono puede elevar todavía más esta cifra. Para producir este volumen, el uso de tierras para el cultivo de materia prima para la producción de biocombustibles líquidos debería duplicarse con creces entre 2007 y 2030, hasta llegar al 3-4,5 % de la tierra cultivada. La aplicación a nivel mundial de las actuales políticas y planes nacionales sobre los biocombustibles líquidos podría requerir ya 30 Mha de tierras de cultivo (el 2 % de la actual tierra cultivada), lo que desplazaría la producción actual de cultivos alimentarios y aumentaría el proceso de conversión de los bosques y pastizales (Fischer *et al.*, 2010).

La producción de biocombustibles líquidos también está ejerciendo una presión sobre los recursos hídricos, ya que el agua requerida para producir un solo litro de biocombustible líquido coincide aproximadamente con la cantidad necesaria para producir alimentos para una persona y un día. Actualmente, se estima que el agua de regadío utilizada para la producción de biocombustibles líquidos es el 1-2 % de su uso total mundial. Si se llevaran a la práctica todos los planes nacionales sobre la producción de biocombustibles líquidos existentes en la actualidad, se requeriría del 5 al 10 % de toda el agua de regadío del mundo (Hoogeveen *et al.*, 2009).

Sin embargo, estos ambiciosos planes de expansión podrían sufrir recortes por la preocupación que suscita la competencia entre el sector de la producción de bioenergía y el de la producción de alimentos, sus consiguientes efectos sobre la seguridad alimentaria y los problemas de sostenibilidad ambiental que comporta (Tilman *et al.*, 2009). Además, se ha cuestionado cuál es el ahorro neto de las emisiones de GEI, especialmente en aquellos lugares donde se han adaptado bosques y pastos a la producción de biocombustibles líquidos.

Estas consideraciones han llevado a diversos países a revisar sus objetivos de producción a corto plazo (Recuadro 3.1) y a evaluar el potencial de los biocombustibles líquidos de segunda generación, que en gran parte se obtienen a partir de residuos de la biomasa y que no compiten directamente con los cultivos alimentarios.

RECUADRO 3.1: TENDENCIAS EN LA DEMANDA Y PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES LÍQUIDOS

El suministro mundial de biocombustibles líquidos ascendió a 0,7 millones de barriles (Mb) diarios en 2007, un incremento del 37 % sobre el valor de 2006, equivalente al 1,5 % del combustible utilizado en el transporte por carretera. Las tendencias indican que la demanda mundial aumentará considerablemente, hasta alcanzar los 1,6 Mb diarios en 2015 y los 2,7 Mb diarios en 2030, lo que significará el 5 % del total de la demanda mundial de energía para el transporte por carretera. Un compromiso mundial coordinado para estabilizar la concentración de gases de efecto invernadero (GEI) en 450 partes por millón (ppm) de CO₂ equivalente exigiría duplicar la demanda global de biocombustible líquido en 2030, con un aumento del uso de dichos combustibles en el sector del transporte que representaría un 3 % del ahorro de CO₂.

No obstante, la inquietud que suscitan la competencia entre los sectores de la bioenergía y los alimentos por unos recursos de tierras y aguas escasos, los efectos sobre la seguridad alimentaria, el ahorro real de las emisiones de GEI y la sostenibilidad ambiental de la producción ha comportado que muchos países revisen sus objetivos a corto plazo sobre la producción de biocombustibles líquidos. Esto es particularmente cierto en el caso de los biocombustibles líquidos de «primera generación» (es decir, los que se obtienen básicamente de cultivos dedicados específicamente a la energía, como el maíz y la caña de azúcar). Los efectos negativos potenciales sobre los cultivos y la seguridad alimentaria pueden reducirse con la introducción de los biocombustibles líquidos de segunda generación (es decir, derivados básicamente de residuos de la biomasa). En 2030, una cuarta parte de la producción de biocombustibles líquidos podría tener este origen.

Fuentes: Tubiello y Van der Velde (2010); AIE (2009)

Degradación de la tierra y del agua: impactos y causas

En el pasado, los logros relacionados con el crecimiento de la producción agrícola han estado acompañados de efectos o externalidades negativos en los recursos de tierras y aguas, tanto en la propia explotación como aguas abajo. En parte, esta degradación se ha debido al uso de sistemas de producción mal adaptados, y en parte a decisiones deliberadas o compensaciones recíprocas para aumentar la producción agrícola a expensas de los servicios ecosistémicos.

El uso de la tierra y el agua y el ecosistema: definición de la degradación de la tierra

Estudios recientes (Nachtergaele *et al.*, 2011) han dado a la definición de «degradación de la tierra» un alcance superior al de la simple erosión del suelo o la pérdida de su fertilidad, ampliándola al deterioro de un ecosistema equilibrado y a la pérdida de los servicios que proporciona. La degradación de la tierra, pues, debe considerarse de forma integrada, teniendo en cuenta todos los bienes y servicios ecosistémicos, tanto biofísicos como socioeconómicos.

Actualmente, los ecosistemas en los que predomina el cultivo, la gestión de bosques o el pastoreo suelen verse afectados negativamente por causas de origen humano, sobre todo por el uso y los cambios de uso de la tierra (Recuadro 3.2) que influyen en las características biofísicas de este recurso (por ejemplo, la contaminación, la salinización o el agotamiento de nutrientes). Cuando las prácticas de gestión no están bien adaptadas a las condiciones ecológicas locales, puede haber degradación. Incluso una serie de causas aparentemente naturales pueden ser debidas total o parcialmente a la acción humana (invasión de matorral, incendios forestales, inundaciones, desprendimientos de tierras y sequías).

La evaluación de la degradación de tierras secas (LADA)

La FAO ha desarrollado recientemente, en estrecha colaboración con la Reseña Mundial de Enfoques y Tecnologías de la Conservación (WOCAT) y dentro de la iniciativa de evaluación de la degradación de tierras secas (LADA, 2010a), un nuevo marco flexible e «integrador» para evaluar la degradación de las tierras. En un principio, este programa se puso en marcha a petición de la CLD y como apoyo de esta. Se basa en el concepto de los servicios ecosistémicos, desarrollado por el programa de Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (EM, 2005), y refleja un cambio metodológico en la forma de evaluar la incidencia, la gravedad, las fuerzas motrices y los efectos de la degradación de las tierras, y también el alcance y la efectividad de unas buenas prácticas de gestión. Este enfoque de la evaluación se diferencia de otros métodos anteriores, como el de la Evaluación Mundial de la Degradación de los Suelos (GLASOD; Oldeman *et al.*, 1990), que se centraba sobre todo en los suelos (Recuadro 3.3). La «degradación de la tierra» es, por tanto, un concepto más amplio



Troncos talados para abrir nuevos campos en la práctica tradicional de corta y quema en Santa Cruz (Bolivia)

Entre 1990 y 2010, la superficie forestal neta de la región de América Latina y el Caribe disminuyó en unos 87 Mha, es decir, casi un 9 % (FAO, 2011c). En particular, la cuenca del Amazonas, que contiene la superficie más extensa del mundo de pluviselva tropical, con una biodiversidad única, presenta una de las mayores tasas mundiales de deforestación. Los agricultores comerciales han desbrozado grandes superficies con el fin de cultivar soja para la exportación en el Brasil, Bolivia y el Paraguay, para cultivar café en el Brasil, y para cultivar banano en la América central, Colombia, el Ecuador y el Caribe. Los pequeños agricultores también causan degradación forestal cuando emplean prácticas de corta y quema para trasladar sus prácticas agrícolas en zonas de bosque.

Fuente: CDE, (2010); fotografía: Wocat

que el de la simple degradación del suelo o la contaminación del agua. Además, permite valorar los componentes interrelacionados del ecosistema y las compensaciones recíprocas que puedan existir entre ellos: por ejemplo, la pérdida de biodiversidad, comparada con las mejoras de los servicios económicos en la agricultura intensiva.

El marco FAO-LADA para la evaluación de la degradación de las tierras se ha aplicado recientemente, a nivel nacional, en diversos países implicados en el proyecto LADA (la Argentina, China, Cuba, el Senegal, Sudáfrica y Túnez), para lo cual se ha estimado la superficie total de algunos tipos de degradación biofísica, las prácticas de gestión de la tierra y los impactos en los ecosistemas. Los resultados de

RECUADRO 3.3: PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL MARCO FAO-LADA DE EVALUACIÓN DE LA DEGRADACIÓN DE LAS TIERRAS SECAS

- El papel clave de la **evaluación realizada por los usuarios** de la situación y tendencias de los **múltiples beneficios del ecosistema**, en tres dimensiones (social, económica y medioambiental) ampliamente aceptadas como los tres pilares de la «sostenibilidad».
- Se considera que hay degradación cuando las presiones ejercidas sobre un ecosistema desencadenan una tendencia descendente continuada (durante un período de unos diez años o más) en el valor de uno o más beneficios, hasta que alcanza niveles **inferiores a los considerados aceptables por la comunidad de usuarios** que, directa o indirectamente, es responsable de la «gestión» de los ecosistemas. La explicación es que los usuarios tratarán constantemente de equilibrar los diversos beneficios para «gestionar» el ecosistema de una forma que lleve a un nivel aceptable en los tres criterios de «sostenibilidad».
- La degradación puede considerarse permanente cuando los usuarios considerarían inaceptable, desde el punto de vista económico y social, el coste de rehabilitar la tierra degradada con las tecnologías hoy disponibles.
- El «estado de degradación de la tierra» (equivalente a la situación de los beneficios ecosistémicos en un momento dado) y las «tendencias» de la degradación de la tierra solo se pueden evaluar comparándolas con un año de referencia. Tanto el «estado» como la «tendencia» son elementos importantes para evaluar la urgencia de las acciones correctivas. Las situaciones críticas se dan cuando coinciden un «estado» deficiente y una «tendencia» en rápido descenso en los servicios ecosistémicos. Las áreas cuyo «estado» es de malo a moderado y que presentan una «tendencia» descendente deberían seleccionarse para adoptar acciones preventivas, con el fin de asegurar una mayor relación coste-eficacia.
- Las metodologías de recogida de datos utilizadas para cuantificar diversos aspectos de la degradación evolucionan con el tiempo. El marco FAO-LADA puede aplicarse en varias escalas, independientemente de las metodologías específicas. Pueden utilizarse tanto variables medidas como los indicadores asociados.
- Los factores impulsores y los impactos de la degradación de las tierras se evalúan en diferentes escalas. Esto ayuda a entender globalmente los comportamientos y estrategias de los diferentes usuarios de la tierra y facilita la aplicación de medidas coherentes en los distintos niveles de decisión.

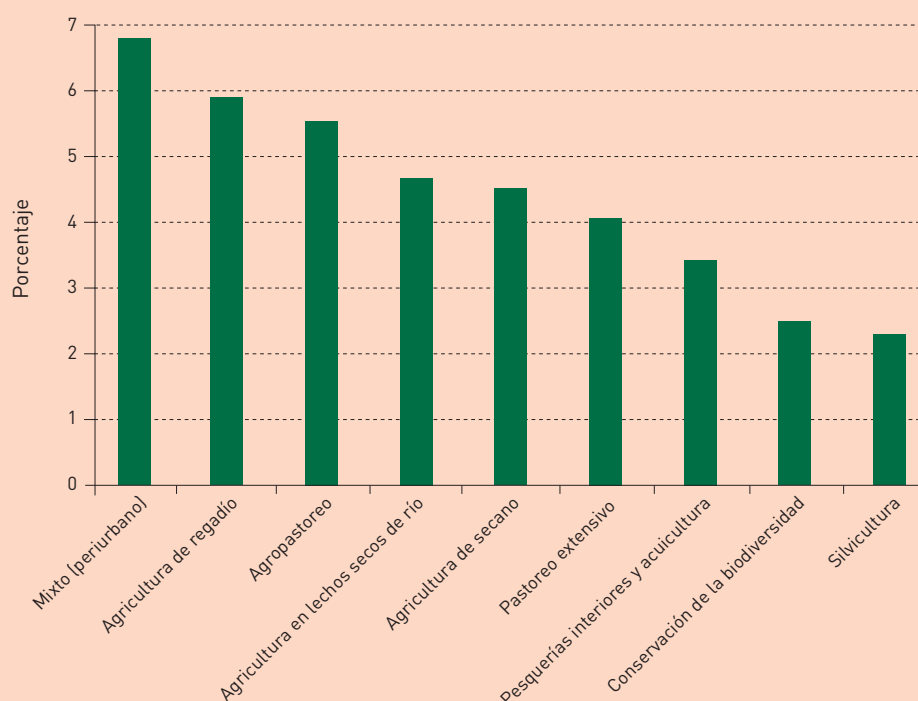
las evaluaciones LADA a nivel nacional y local han sido útiles para la formulación de políticas e intervenciones en la gestión de los recursos naturales, y también en los países que participan en la CLD (Recuadro 3.4).

En estos momentos la FAO está terminando de desarrollar una metodología operativa para la aplicación del marco FAO-LADA al análisis integrado de conjuntos de datos globales (Sistema Global de Información sobre la Degradación de las Tierras, GLADIS; LADA, 2010a). GLADIS evalúa el estado, las tendencias y los efectos de la degradación de las tierras en las poblaciones locales utilizando un conjunto de indicadores que abarcan las dimensiones sociales, económicas y medioambientales de los servicios ecosistémicos. En el sistema GLADIS la situación de los diversos bene-

RECUADRO 3.4: EVALUACIÓN NACIONAL DE LA DEGRADACIÓN DE LA TIERRA EN EL SENEGAL

Siguiendo la metodología de evaluación nacional del proyecto LADA, se hicieron estimaciones técnicas sobre el alcance espacial de determinados tipos, grados y tasas de degradación biofísica, además de sus causas y sus impactos en los servicios ecosistémicos, en todos los sistemas principales de uso de la tierra. Los tipos de degradación incluían la erosión del suelo (por el viento o el agua) y el deterioro del suelo (químico, físico, hídrico, biológico). Algunas de las causas eran la gestión del suelo, la gestión de los cultivos, la deforestación, la explotación excesiva de la vegetación para usos domésticos y el sobrepastoreo (LADA, 2010b).

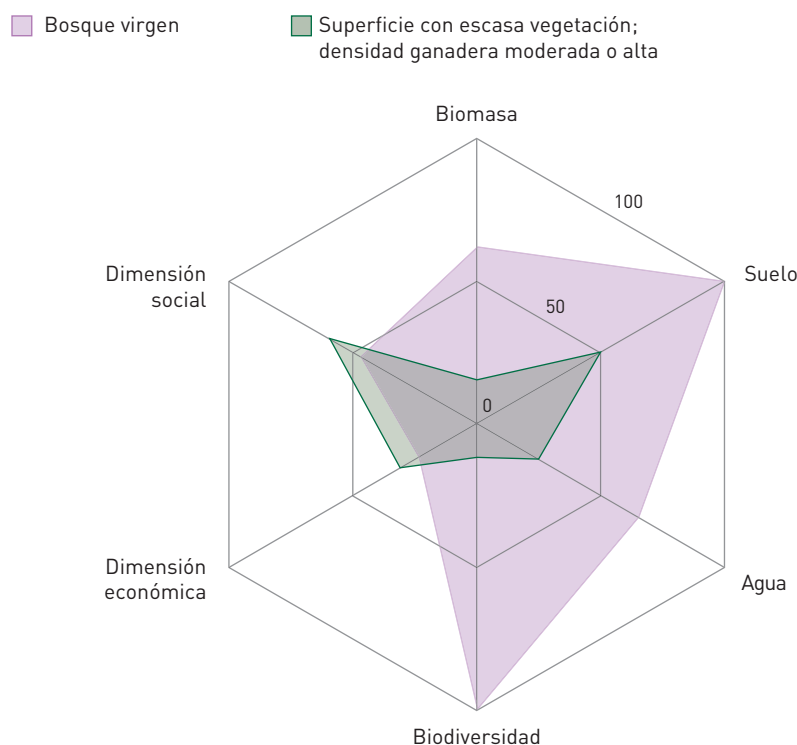
Alcance de la degradación (porcentaje de superficie del sistema de uso de la tierra)



ficios ecosistémicos se representa mediante gráficos de radar, que permiten valorar rápidamente la situación y las tendencias en seis dimensiones básicas de los servicios ecosistémicos relacionados con la tierra y el agua: la biomasa, el suelo, el agua, la biodiversidad, la dimensión económica y la dimensión social (Figura 3.1).

Las evaluaciones del sistema GLADIS demuestran que el uso y la gestión de las tierras son las causas más importantes de su degradación. Por ejemplo, la conversión de bosques en tierras de cultivo ocasiona la pérdida de una gran variedad de servicios ecosistémicos, y las tierras cultivadas que se obtienen, normalmente tras aplicar técnicas de labranza del suelo, son más susceptibles a la degradación. Los

FIGURA 3.1: REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE UN CAMBIO PREVISIBLE EN LA SITUACIÓN DE SEIS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS, ASOCIADO A UN CAMBIO IMPORTANTE EN EL USO DE LA TIERRA (DEL USO FORESTAL A LA PRODUCCIÓN GANADERA EXTENSIVA)



Fuente: El presente estudio

bosques tienen una gran capacidad para la producción de biomasa, salud del suelo y biodiversidad. Cuando se convierten en cultivos, se pierden muchos de estos servicios y las tierras cultivadas obtenidas son más propensas a la degradación.

Las tendencias son un elemento importante en la evaluación de los servicios ecosistémicos. El sistema GLADIS evalúa los cambios que han experimentado estos servicios durante el período 1990-2005, con el fin de hacer un seguimiento de su mejoría o deterioro futuros. En todos los continentes hay grandes zonas que están sufriendo degradación, con una incidencia particularmente elevada en la costa occidental de las Américas, en la Europa meridional y el África septentrional, en el Sahel y el Cuerno de África, y en toda Asia. La mayor amenaza es la pérdida de calidad del suelo, seguida por la pérdida de biodiversidad y por el agotamiento del agua (Molden, 2007).

**Extensión mundial de la superficie degradada:
resultados preliminares del sistema GLADIS**

En el sistema GLADIS (LADA, 2010a), se utilizaron conjuntos de datos mundiales relativos a diversas dimensiones medioambientales, económicas y sociales y se

incorporaron a modelos que produjeron estimaciones indicativas del estado actual (esto es, la situación de partida) de los beneficios ecosistémicos y también de las tendencias existentes (esto es, la tendencia general a largo plazo de cambios en el flujo de estos beneficios, tanto si es positiva como si es negativa). Se determinaron la situación y las tendencias de once categorías de uso de la tierra mundialmente importantes, según la definición de GLADIS, que permitieron identificar cuatro tipologías de degradación diferentes (Figura 3.2). Estas tipologías facilitan la selección geográfica y el establecimiento de prioridades a la hora de adoptar estrategias correctivas o medidas de intervención.

El alcance relativo de las diferentes tipologías de degradación varía según el uso de las tierras. Los valores más altos para el Tipo 1 se asociaban a la presencia de *zonas con escasa vegetación y con densidad ganadera moderada o alta* (68 % de la superficie total de esta categoría de uso de las tierras). Los mayores porcentajes de tierra en proceso de mejora (por ejemplo, el Tipo 4) se asocian sobre todo a *cultivos con poca o nula presencia de ganado* (24 %). En el mundo, aproximadamente el 25 % de todas las tierras es del Tipo 1, más crítico, mientras que el 46 % aproximadamente corresponde a tierras estables (sin una tendencia creciente o decreciente significativa) y sufre una degradación de leve a moderada (Tipo 3). Solamente el 10 % se asocia a una situación en mejoría (Figura 3.2).

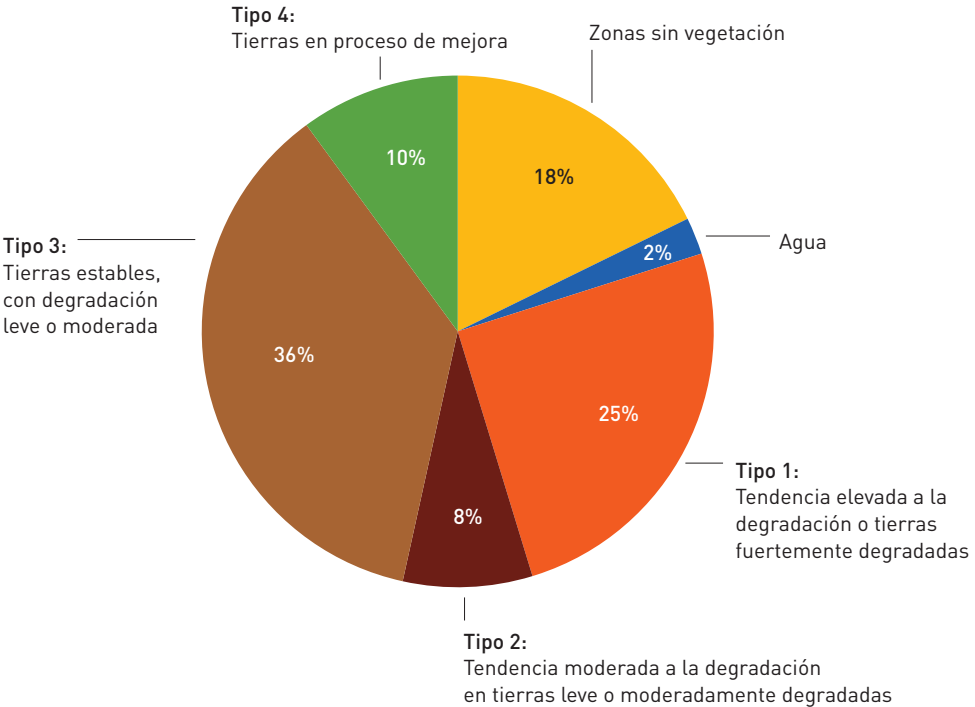
Impactos negativos de la agricultura en las explotaciones

Los actuales 1 600 Mha de tierra cultivada representan la parte mejor y más productiva de los recursos de tierras globales. Sin embargo, algunas zonas se están degradando debido al uso de prácticas agrícolas que favorecen la erosión por el agua y el viento, la sobreexplotación de nutrientes, la compactación de la capa superior del suelo y la salinización y contaminación del suelo. En consecuencia, la productividad de los recursos de tierras ha disminuido. La degradación de la tierra ocasiona también problemas fuera de la propia explotación, como la sedimentación de los embalses, la reducción del funcionamiento del sistema de cuencas y las emisiones de dióxido de carbono.

El deterioro de la productividad de la tierra puede manifestarse de varias formas. En primer lugar, puede haber pérdida de materia orgánica y degradación física del suelo, como cuando se desbrozan bosques y la estructura del suelo empeora rápidamente. En segundo lugar, puede haber agotamiento de los nutrientes y degradación química del suelo. A nivel mundial, solo se sustituye la mitad de los nutrientes que los cultivos toman del suelo, y en muchos países asiáticos el agotamiento de nutrientes asciende a 50 Kg/ha anuales. En algunos países del África oriental y austral, el agotamiento anual se calcula en 47 Kg/ha de nitrógeno, 6 Kg/ha de fósforo y 37 Kg/ha de potasio. Cuando los sistemas de cultivo no incluyen la fertilización o la fijación del nitrógeno, las pérdidas debidas a la sobreexplotación de nutrientes y la consiguiente erosión son aún mayores (Sheldrick *et al.*, 2002).

FIGURA 3.2: SITUACIÓN Y TENDENCIAS DE LA DEGRADACIÓN MUNDIAL DE LAS TIERRAS

Tipología de la degradación de los beneficios ecosistémicos	Opciones de intervención
Tipo 1: Tendencia elevada a la degradación o tierras fuertemente degradadas	Rehabilitación si es económicamente viable; mitigación cuando la tendencia a la degradación sea elevada
Tipo 2: Tendencia moderada a la degradación en tierras leve o moderadamente degradadas	Introducción de medidas para mitigar la degradación
Tipo 3: Tierras estables, con degradación leve o moderada	Intervenciones preventivas
Tipo 4: Tierras en proceso de mejora	Refuerzo de las condiciones que faciliten la gestión sostenible de la tierra



Fuente: El presente estudio

Un tercer aspecto del deterioro es la erosión de suelos in situ, causada por una mala gestión de la tierra. Diversos estudios han demostrado el efecto en los rendimientos de la pérdida de nutrientes y materia orgánica y el consiguiente deterioro de la capacidad del suelo para la retención de agua. La pérdida de la calidad del suelo y de su cobertura protectora afecta a otros servicios más amplios de los ecosistemas porque ocasiona perturbaciones hidrológicas, pérdida de diversidad biológica en la superficie y el interior del suelo y reducción de la dotación de carbono del suelo, con el consiguiente aumento de emisiones.

La salud del suelo está empeorando en muchos sistemas de cultivo, tanto en los países desarrollados como en los países en desarrollo. Las situaciones más graves se dan en los sistemas de secano de las tierras altas del Himalaya, los Andes, las Montañas Rocosas y los Alpes, en sistemas con bajos insumos y deficientes prácticas agrarias, como sucede en los sistemas de cultivo de secano de las sabanas del África subsahariana (Recuadro 3.5) y en los sistemas agropastorales del Sahel, el Cuerno de África y la India occidental, y en aquellos sistemas intensivos donde los nutrientes y los pesticidas pueden contaminar el suelo y el agua si no se gestionan adecuadamente.

En todo el mundo, el desarrollo del regadío ha tenido una función decisiva en el aumento de la producción agrícola, pero los efectos negativos de la agricultura intensiva de regadío en el suelo y el agua también han sido considerables. En las explotaciones, los principales problemas son la salinización y el encharcamiento. Pocas plantas pueden tolerar un exceso de sal, porque impide la absorción de la humedad, con la consiguiente reducción de los rendimientos. La salinización puede producirse cuando el riego libera las sales ya existentes en el suelo o cuando el agua de riego o la fertilización mineral aportan sales nuevas. El encharcamiento es un problema afín, que reduce el crecimiento vegetal al eliminar el aire del suelo y ahogar literalmente las plantas. Muchas veces, el encharcamiento provoca también la salinización de los suelos. A nivel mundial, la FAO estima que 34 Mha (el 11 % de la superficie de regadío) presentan algún nivel de salinidad (Mapa 3.1); el Pakistán, China, los Estados Unidos de América y la India representan más del 60 % del total (21 Mha). Otros 60-80 Mha están afectados en cierto grado por el encharcamiento y la consiguiente salinidad.

Impactos y externalidades fuera de la explotación

Además de los impactos in situ de la gestión de la tierra y el agua, hay también importantes efectos externos a la explotación y aguas abajo, entre ellos los cambios en la hidrología fluvial y en las tasas de recarga de las aguas subterráneas, la contaminación de las masas de agua y las aguas subterráneas de zonas inferiores de la cuenca, los efectos de colmatación aguas abajo debidos a la escorrentía de las fincas, y el impacto general sobre los ecosistemas relacionados con el agua.

Impactos sobre el régimen hidrológico debidos a las extracciones de agua para regadío

La agricultura de regadío ha tenido un profundo impacto en los ecosistemas relacionados con el agua. El régimen de los caudales fluviales se ha alterado, a veces con considerables efectos negativos en la disponibilidad de agua y los ecosistemas acuáticos del curso inferior de los ríos, con la consiguiente reducción del agua vertida al mar. Muchos ríos utilizados intensivamente para el riego ya no tienen suficiente caudal para mantener los sistemas fluviales «abiertos». En algunas cuencas

RECUADRO 3.5: AGOTAMIENTO DE LOS NUTRIENTES EN LOS SISTEMAS DE CULTIVO A PEQUEÑA ESCALA DEL ÁFRICA SUBSAHARIANA



Campos cultivados tradicionalmente y no fertilizados, con gran variabilidad espacial en el crecimiento de las plantas (Senegal)

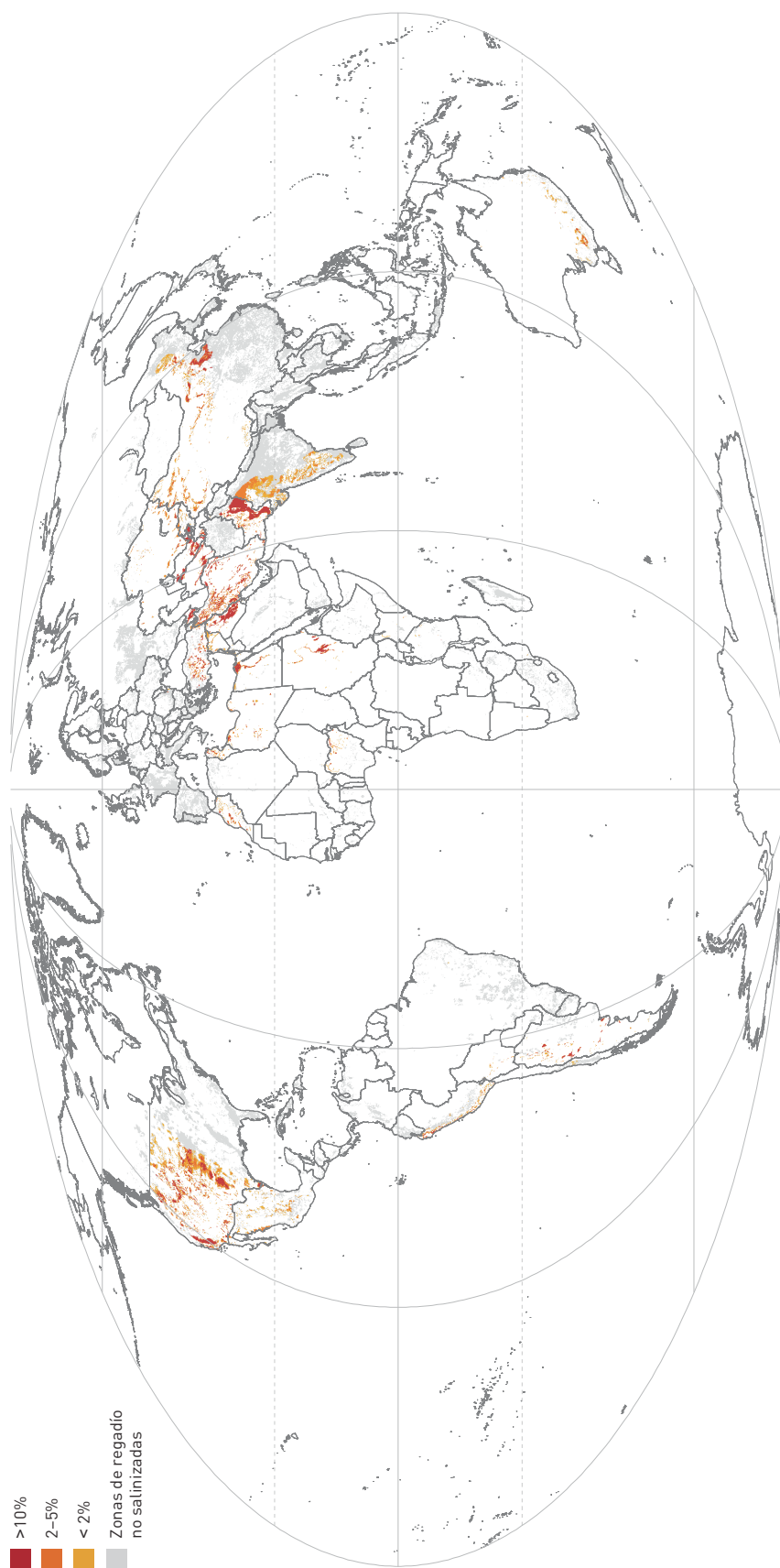
Solamente el 7 % del África subsahariana corresponde a tierras de cultivo, y su productividad es baja. El agotamiento de la fertilidad del suelo está alcanzando un nivel crítico en esta región, especialmente en el uso de tierras a pequeña escala. Es el resultado de un equilibrio de nutrientes negativo, en el que los productos cosechados extraen al menos cuatro veces más nutrientes de los que se devuelven al suelo en forma de abonos orgánicos y fertilizantes minerales.

Fuente: CDE (2010). Fotografía: USGS

densamente pobladas de China y la India, los ríos ya no vierten agua al mar, lo que ocasiona un avance de la salinización aguas arriba y pérdidas en el hábitat y las actividades económicas de la costa. Sin embargo, pueden lograrse efectos positivos con un control mejorado de las inundaciones y la recarga de los acuíferos (Charalambous y Garratt, 2009), aunque esto puede reducir también el transporte de sedimentos beneficiosos (Molden, 2007). Las extracciones de agua para el riego han contribuido también a la reducción de algunos grandes lagos: el lago Chapala, en México, perdió el 80 % de su volumen entre 1979 y 2001, y el mar de Aral casi había desaparecido por completo a finales del siglo xx porque el riego de los cultivos de algodón redujo las aportaciones de agua.

Los humedales también han sufrido drenaje. En Europa y la América septentrional, más de la mitad de las zonas húmedas han sido drenadas para usos agrícolas,

MAPA 3.1: PROPORCIÓN DE TIERRA SALINIZADA A CONSECUENCIA DEL REGADÍO



Fuente: El presente estudio

lo que ha producido pérdida de la biodiversidad, riesgo de inundaciones y eutrofización aguas abajo (FAO, 2008c; Molden, 2007: 249).

Contaminación del agua debida a la agricultura

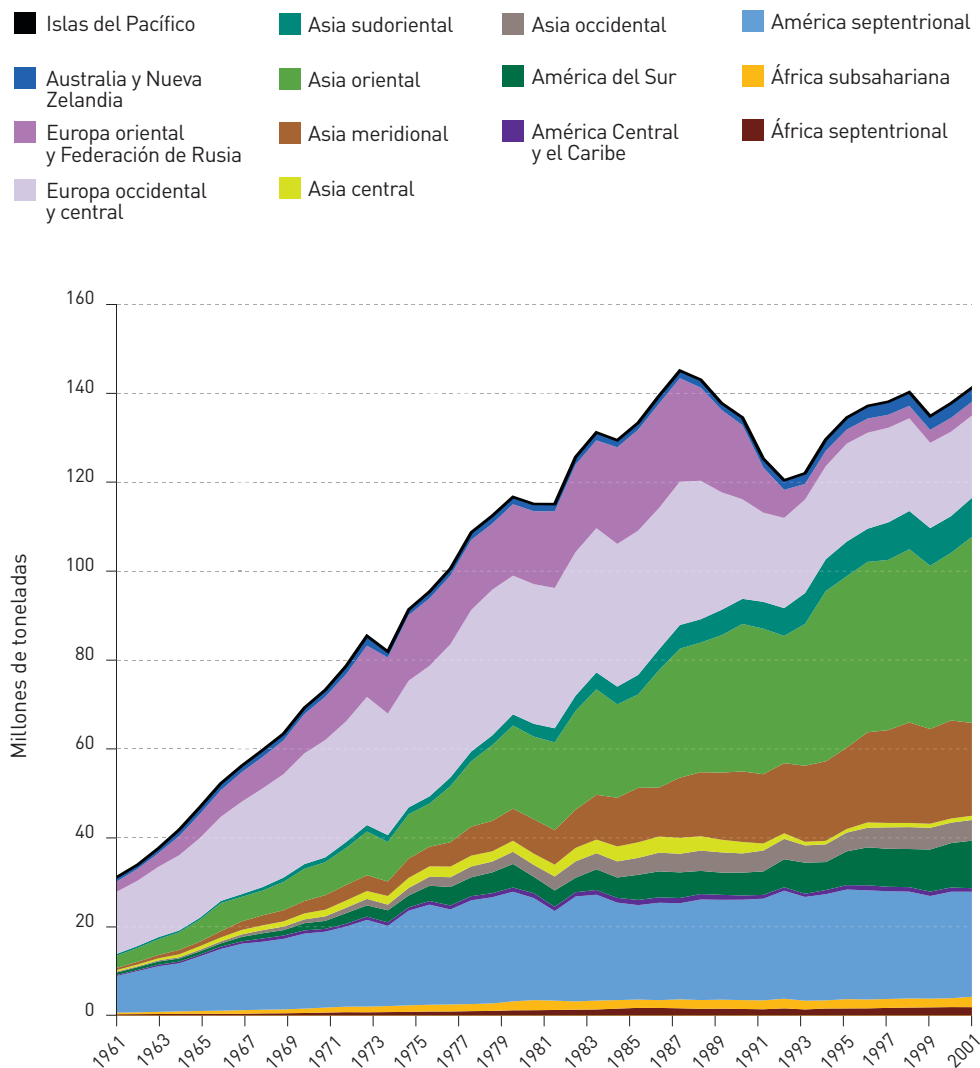
Los problemas más importantes de contaminación del agua relacionados con la agricultura son el exceso de nutrientes acumulados en las aguas superficiales y costeras, la acumulación de nitratos en las aguas subterráneas y la acumulación de pesticidas en las aguas subterráneas y en las masas de agua superficiales.

La contaminación del agua por la aplicación excesiva de nutrientes (especialmente nitratos y fosfatos) ha aumentado con la intensificación de la agricultura, junto con la significativa aportación de las aguas residuales urbanas. Las principales causas son el mayor uso de fertilizantes minerales (Figura 3.3) y las mayores concentraciones de ganado. El aumento en la carga de nutrientes en las tierras de cultivo ha incrementado el transporte y acumulación de nitratos en los sistemas hídricos, a través de la escorrentía y el drenaje. Actualmente, la contaminación agroquímica es un problema grave y generalizado en muchos países del Asia oriental y sudoriental, Europa, ciertas zonas de los Estados Unidos de América y en los países del Asia central, así como en algunas plantaciones de América Central y América Latina.

Los nutrientes presentes en las aguas superficiales pueden causar eutrofización, hipoxia (agotamiento del oxígeno disuelto, indispensable para la vida acuática) y proliferación de algas y otras plagas, como el jacinto de agua. Las zonas costeras de Australia, Europa y los Estados Unidos de América y muchas aguas interiores están afectadas (Mateo-Sagasta y Burke, 2010). La vida de algunos mares, entre ellos ciertas zonas del Báltico y del Adriático, se encuentra a menudo deteriorada. Los humedales y los lagos que reciben aportes de nutrientes pueden sobrepasar los umbrales de eutrofización. Se ha sugerido que ya se ha traspasado la frontera planetaria, es decir, el máximo límite tolerable, en los cambios experimentados por el ciclo global del nitrógeno (Rochström *et al.*, 2011) y en la eutrofización de las aguas dulces (Carpenter y Bennet, 2011). Se estima que en el mundo hay ya 12 000 km³ de aguas dulces contaminadas, lo que equivale a seis años de uso del regadío.

Otro problema tiene que ver con el uso de algunos pesticidas (Turrall y Burke, 2010). La gestión de las plagas ha sido un cuestión recurrente en la agricultura de regadío desde la aparición de los cultivos de arroz y trigo a gran escala modernos. En los monocultivos, las plagas y las enfermedades pueden propagarse rápidamente y causar epidemias cuando las condiciones son favorables a un determinado patógeno o plaga. Algunas variedades de arroz de rendimiento elevado han resultado ser especialmente susceptibles a ciertas plagas (por ejemplo, el arroz IR64, al saltamontes marrón). Algunos pesticidas antiguos, como los organocloros, han resultado ser persistentes y se han acumulado en la cadena alimentaria. Aunque mu-

FIGURA 3.3: TENDENCIAS EN EL USO DE FERTILIZANTES MINERALES (NPK)



Fuente: FAO (2010b)

chos se prohibieron en los años setenta, en algunas partes del mundo continuaron usándose. Han sido sustituidos por formulaciones aparentemente más benignas, como los organofosfatos, pero muchos de estos también se han prohibido o limitado. Los riesgos de contaminación están ligados a la solubilidad y movilidad de los diferentes compuestos químicos. Por ejemplo, a un herbicida como la atrazina, ampliamente utilizado en la producción de maíz de los Estados Unidos de América, se le atribuye una fuerte contaminación de las aguas subterráneas. La escorrentía agrícola y el drenaje transportan fácilmente estos contaminantes a las masas de agua.

Gases de efecto invernadero

La agricultura contribuye también de forma considerable a la liberación de gases de efecto invernadero (GEI). Las emisiones agrícolas ascienden a 5 000-6 000 Mt de CO₂eq al año. Junto con las actividades de deforestación, la agricultura es responsable de una tercera parte del total de emisiones antropógenas de GEI, es decir, entre 13 000 y 15 000 Mt de CO₂eq al año (Cuadro 3.1). La agricultura emite aproximadamente un 25 % del dióxido de carbono total (en gran parte por la deforestación), un 50 % del metano (arroz, fermentación entérica, residuos animales) y un 75 % del N₂O (aplicación de fertilizantes, residuos animales) emitidos anualmente por actividades antropógenas. Aunque una gran parte de estas emisiones pueden ser un resultado inevitable de la agricultura intensificada, se han definido una serie de estrategias de mitigación para los sectores agrícola y forestal que pueden ser útiles para estabilizar las concentraciones atmosféricas. Estas opciones se discuten en el Capítulo 5.

Agotamiento de las aguas subterráneas

Es probable que la disminución de los recursos de aguas subterráneas en muchas zonas afecte a la cantidad de agua disponible para la agricultura. Como se ha visto anteriormente, el auge en el uso de aguas subterráneas, facilitado por la tecnología de los pozos entubados, los precios bajos de la energía y la existencia de mercados rentables, ha llevado a un agotamiento generalizado de las reservas de aguas subterráneas, que incluye la explotación irreversible de algunos acuíferos (Shah, 2009; Llamas y Custodio, 2003; Morris *et al.*, 2003). Sin embargo, aunque este agotamiento tiene una gran incidencia, en algunas circunstancias el bombeo puede mejorar la recarga (Shamsuddha *et al.*, 2011).

CUADRO 3.1: EMISIONES ANTROPÓGENAS ANUALES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO (2005)

	1000 Mt de CO ₂ eq	Porcentaje %
Mundiales	50	100 %
Agricultura	5-6	10-12 %
Metano	(3,3)	
N ₂ O	(2,8)	
Silvicultura	8-10	15-20 %
Deforestación	(5-6)	
Descomposición de materia orgánica y turba	(3-4)	
Total agricultura y silvicultura	13-15	25-32 %

Fuente: FAO (2008a)

Las extracciones generalizadas, y en gran parte sin regular, de aguas subterráneas para usos agrícolas han ocasionado el agotamiento y la degradación de algunos de los acuíferos más accesibles y de mejor calidad del mundo. Son bien conocidos el agotamiento del Valle Central de California o el del acuífero Ogallala en las Grandes Llanuras de los Estados Unidos de América. Pero hay otros ejemplos en otras zonas agrícolas importantes, como son el Punjab, la llanura del norte de China y la cuenca del Souss en Marruecos, donde se han registrado descensos anuales de hasta 2 metros desde 1980 (Garduno y Foster, 2011). Los costes del bombeo para los agricultores individuales y para los proyectos públicos de suministro de aguas subterráneas suben cuando baja el nivel de la capa freática. Sin embargo, en algunos casos, la demanda de aguas subterráneas para cultivos de valor elevado es poco elástica (Hellegers *et al.*, 2011): en algunos lugares del Yemen, se bombea agua desde profundidades superiores a 1 km.

El agotamiento de las aguas subterráneas ha contribuido también al hundimiento de las estructuras de algunos acuíferos. El ejemplo más notable hasta la fecha es el del Valle Central de California, donde se ha debido a la explotación sostenida de aguas subterráneas para el regadío en un nivel cada vez más profundo. En Irán, la extracción intensiva de aguas subterráneas está contribuyendo al agotamiento de los tradicionales *qanat* (fuentes y pozos superficiales), lo que ha provocado hundimientos en tierras agrícolas productivas, por la compresión de los acuíferos subyacentes cuando se extraen aguas subterráneas.

Otro riesgo es la salinización de los recursos de aguas subterráneas, que se puede producir cuando el agua salina procedente del drenaje se infiltra en un acuífero. No obstante, en muchas zonas costeras y en islas de poca extensión, el bombeo intensivo de aguas subterráneas para el uso agrícola ha inducido la intrusión salina, haciendo que muchos acuíferos importantes económicamente no sirvan para el suministro de agua. Algunos acuíferos están ya salinizados de forma permanente (por ejemplo, los acuíferos costeros de Gaza, de Gujarat [India], el oeste de Java y México).

Un inventario mundial del uso agrícola de aguas subterráneas, dirigido por la FAO (Siebert *et al.*, 2010), indica que casi el 40 % de la superficie mundial total de regadío depende ya de las aguas subterráneas (Cuadro 3.2). Algunas de las regiones productoras de alimentos más importantes dependen de las aguas subterráneas. Algunas de las regiones afectadas se encuentran entre las zonas de mayor producción cerealera del mundo, como el Punjab y la llanura del norte de China. Cuatro de los mayores productores de alimentos del mundo dependen de las aguas subterráneas en como mínimo una tercera parte de su superficie de regadío, y la India (64 %) y los Estados Unidos de América (59 %), en hasta dos terceras partes de su superficie de regadío. En consecuencia, los riesgos para el suministro mundial de alimentos debidos al agotamiento y deterioro de los acuíferos son elevados.

CUADRO 3.2: PRINCIPALES PAÍSES PRODUCTORES DE ALIMENTOS QUE DEPENDEN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

País	Superficie con infraestructura de regadío (ha)	Aguas subterráneas (ha)	Aguas superficiales (ha)	Dependencia de las aguas subterráneas (% de la superficie con infraestructura de regadío)
Brasil	3 149 217	591 439	2 557 778	19%
China	62 392 392	18 794 951	43 597 440	30%
Egipto	3 422 178	331 927	3 090 251	10%
India	61 907 846	39 425 869	22 481 977	64%
Pakistán	16 725 843	5 172 552	11 553 291	31%
Tailandia	5 279 860	481 063	4 798 797	9%
Estados Unidos de América	27 913 872	16 576 243	11 337 629	59%

Fuente: Siebert et al. (2010)

Efectos previsibles del cambio climático

A nivel mundial, hay también sistemas agrícolas que se consideran en situación de riesgo por el cambio climático (FAO, 2011d). El cambio climático y su variabilidad afectan al régimen térmico y al hidrológico, lo que a su vez influye en la estructura y funcionalidad de los ecosistemas y en los medios de vida de las poblaciones. Los cambios previsibles en los valores medios y la variabilidad de temperaturas y precipitaciones, el elevado CO₂ y las complejas interacciones entre todos estos factores tendrán un impacto en los recursos de tierras y aguas, lo que a su vez afectará a la productividad de los cultivos y a todo el sector agrícola en las próximas décadas (Tubiello y Van der Velde, 2010).

Estos impactos variarán por regiones y a lo largo del tiempo. Se estima que, hasta el año 2050, un calentamiento moderado podría beneficiar a los rendimientos de los cultivos y pastos en las regiones templadas, mientras que los rendimientos de las regiones semiáridas y tropicales se reducirán. Por tanto, el calentamiento global tiene potencial para impulsar la producción alimentaria en algunas zonas del mundo (por ejemplo, el Canadá o la Federación de Rusia) y para limitarla en otras (por ejemplo, el África austral). También se esperan cambios en los regímenes de precipitación. Los cambios asociados a la relación entre evapotranspiración y precipitaciones modificarán la productividad y la función de los ecosistemas, especialmente en las zonas con tierras marginales. Es probable que aumente la frecuencia de los fenómenos naturales extremos (como las olas de calor, las tormentas de granizo, el frío

excesivo, las precipitaciones intensas y prolongadas y las sequías), con efectos negativos en los rendimientos de los cultivos. En cualquier planteamiento de las futuras estrategias de gestión de la tierra y el agua habrá que tener en cuenta el cambio climático (FAO, 2010c).

Posibles impactos del cambio climático a nivel mundial

Se prevé que los impactos combinados del cambio climático reduzcan los rendimientos e incrementen los riesgos de producción de muchas zonas, con un aumento de la aridez, unos regímenes climáticos más impredecibles y unos episodios lluviosos más pronunciados. El incremento de las precipitaciones y de las temperaturas puede ocasionar un aumento de las plagas y las enfermedades en los cultivos y el ganado. Se prevé que el impacto sea más negativo y pronunciado con el tiempo, especialmente en las regiones en desarrollo. En algunas zonas del mundo puede haber beneficios como consecuencia de la elevación de las temperaturas, la existencia de más agua y la extensión del período vegetativo. Incluso el aumento del CO₂ atmosférico podría tener un efecto beneficioso en la productividad, aunque no es seguro.

Los efectos del cambio climático sobre el total de la producción cerealera mundial, según cuál sea el supuesto considerado, pueden situarse entre -5 y +3 % (Recuadro 3.6). Si estos riesgos se materializan, el cambio climático puede tener graves consecuencias en los países en desarrollo, por la vulnerabilidad e inseguridad alimentaria de los sectores más pobres de la población, la escasez de capital para las medidas de adaptación, el clima de partida más cálido y la mayor exposición a los fenómenos naturales extremos. Se estima que el cambio climático podría incrementar el número de personas subnutridas en una cifra de entre 10 y 150 millones.

Impactos previsibles del cambio climático por zonas

Aunque todas las previsiones sobre el cambio climático están sujetas a un amplio margen de incertidumbre, las proyecciones indican un aumento en el porcentaje de la tierra actualmente cultivada en las zonas de África con climas áridos y semiáridos, especialmente en el África septentrional y el África austral. En 2080, las zonas áridas y semiáridas de África podrían haber aumentado un 5-8 % (60-90 Mha). Las tierras más secas podrían disminuir su productividad o volverse improductivas. En Asia, por el contrario, la aridez disminuiría en todas las subregiones. En las zonas templadas los efectos pueden ser más favorables, aunque esto se compensará por la probabilidad de fenómenos climáticos más extremados. Los cambios previstos en los regímenes de temperaturas y precipitaciones, y las consiguientes condiciones de humedad del suelo, modificarán la aptitud de los cultivos y especies vegetales. Esto ocasionará nuevas necesidades de gestión, como una mayor necesidad de riego en muchas regiones, nuevos calendarios de cultivo y cambios en las operaciones de plantación y de recolección (Fischer *et al.*, 2010).

RECUADRO 3.6: IMPACTOS PREVISTOS EN EL POTENCIAL DE PRODUCCIÓN DE CEREALES

Si no se mitigan los efectos del cambio climático, se puede prever un descenso general en el potencial de producción de cereales de secano de aproximadamente un 5 % (véase el cuadro siguiente). Si se utilizan tipos de cultivos adaptados o si el aumento de CO₂ asociado al cambio climático tiene un efecto fertilizante, el descenso del potencial productivo sería menor. En el supuesto de que se usen tipos de cultivos adaptados y el CO₂ tenga un efecto fertilizante, el cambio climático podría producir un aumento general mundial del potencial de producción del 3 %. Este aumento podría ser máximo en el Asia oriental y central. La producción seguiría disminuyendo en algunas regiones, particularmente en el África occidental. Si se cumplen estas previsiones, es probable que las zonas de secano y los agricultores pobres tengan muy pocas posibilidades de adaptación, por lo que sufrirán en mayor medida los efectos.

Impactos del cambio climático en el potencial productivo de los cereales de secano en las tierras cultivadas actualmente

Región	Tierra cultivada	Cambio del porcentaje respecto al potencial existente con el clima actual*			
		Sin efecto fertilizador del CO ₂ ; tipos de cultivo actuales	Sin efecto fertilizador del CO ₂ ; tipos de cultivo adaptados	Con efecto fertilizador del CO ₂ ; tipos de cultivo actuales	Con efecto fertilizador del CO ₂ ; tipos de cultivo adaptados
África septentrional	19	-15	-13	-10	-8
África subsahariana	225	-7	-3	-3	1
América septentrional	258	-7	-6	-1	0
América central y el Caribe	16	-15	-11	-11	-7
América del Sur	129	-8	-3	-4	1
Asia occidental	61	-6	-6	-1	-1
Asia central	46	19	19	24	24
Asia meridional	201	-6	-2	-2	2
Asia oriental	151	2	6	7	10
Asia sudoriental	99	-5	-2	-1	4
Europa occidental y central	132	-4	-4	2	3
Europa oriental y Federación de Rusia	173	1	1	7	7
Australia y Nueva Zelandia	51	2	4	7	9
Islas del Pacífico	0	-7	-3	-2	2
* Comparando el supuesto Hadley A2 para el año 2050 con el clima de referencia					

Fuente: Adaptado de Fischer et al. (2010)

Impacto del cambio climático en el regadío

Aunque existen muchas incertidumbres sobre el cambio climático, se prevé que tenga efectos significativos sobre los recursos de agua y que el estrés hídrico experimente un ascenso pronunciado ya en el 2050 (FAO, 2011a). La disponibilidad regional de agua puede cambiar por los cambios en el deshielo y en los caudales fluviales. Los grandes cambios en las precipitaciones pueden afectar al caudal de los ríos en las principales regiones de regadío, especialmente en el subcontinente indio (FAO, 2011a; De Fraiture *et al.*, 2008). Aunque estos impactos son difíciles de cuantificar, se prevé que el efecto combinado de la reducción de flujos basales, el aumento de las inundaciones y la elevación del nivel del mar afecte a los sistemas de regadío de productividad elevada que ayudan a mantener la estabilidad de la producción de cereales. Los riesgos para la producción serán mayores en las llanuras aluviales que dependen del deshielo de los glaciares (por ejemplo, el Colorado o el Punjab) y en las tierras bajas de los deltas (por ejemplo, el Ganges o el Nilo) (Frenken, 2010).

En cuanto a la demanda, los efectos del cambio climático se harán sentir en las necesidades de regadío por los cambios en las precipitaciones y la evapotranspiración (Bates *et al.*, 2008). Las necesidades netas de regadío de los cultivos pueden aumentar mundialmente del 5 al 20 % en 2080, con cambios mayores en algunas regiones; en el Asia sudoriental, por ejemplo, puede haber un aumento de las necesidades del 15 %. Los mayores impactos se prevén en las regiones templadas, como consecuencia de las mayores demandas de evaporación y de la mayor longitud de los períodos vegetativos que resultarán del cambio climático (Fischer *et al.*, 2007). La relación entre las extracciones de agua para el regadío y los recursos hídricos renovables disponibles puede aumentar también como resultado del cambio climático, especialmente en el Cercano Oriente y el Asia sudoriental. Asimismo, las necesidades de regadío pueden incrementarse en el África septentrional pero reducirse en China (Bates *et al.*, 2008). Se estima que la mayor frecuencia de las sequías afectará a los embalses, porque se necesitará mayor cantidad de agua para compensar la creciente demanda de los cultivos.

Sistemas en situación de riesgo

En el presente informe se definen nueve categorías básicas de sistemas en situación de riesgo que requieren una atención especial (una subdivisión posterior da un total de 14 subsistemas, con patrones de riesgos y opciones de desarrollo específicos). Se prevé que todos estos sistemas experimentarán ciertos impactos negativos y que provocarán externalidades negativas en otros sistemas, a menos que se adopten medidas correctivas. En el Cuadro 3.3 se indican las principales características de estos sistemas (estado y tendencias) y las opciones para hacer frente a los problemas de la

tierra y el agua. Asimismo, se describen la incidencia y la gravedad de los impactos negativos esperados, junto con las principales opciones para controlar los riesgos, restaurar la sostenibilidad y mejorar la contribución a las necesidades alimentarias mundiales y locales.

En el Mapa 3.2 se señalan las zonas incluidas en sistemas agrícolas donde la población rural supera la capacidad de los recursos hídricos o de tierras para el suministro de alimentos. En el mapa se muestran los lugares donde la densidad de la población rural supone un problema para los sistemas agrícolas y los lugares donde deben idearse soluciones que combinen las prácticas de intensificación sostenible y la reducción de la presión demográfica sobre el medioambiente.

Tierras altas densamente pobladas en zonas pobres

Estos sistemas, entre los que hay zonas como el Himalaya, los Andes o las tierras altas del África subsahariana, (como el valle del Rift, la meseta etíope y la zona de los Grandes Lagos), se caracterizan por la extrema presión demográfica sobre unos ecosistemas frágiles. La expansión hacia tierras de calidad marginal provoca altas tasas de erosión, un mayor riesgo de corrimientos de tierras y cambios en los regímenes de escorrentía, con la consiguiente degradación de los recursos hídricos aguas abajo. Los impactos negativos de la erosión y la desertificación producen un descenso de la productividad, y se prevé que se agraven con el cambio climático.

En estos sistemas, casi no hay posibilidades de ampliar la superficie cultivada. El margen de intensificación se circunscribe a las tierras no marginales y requiere grandes inversiones en medidas de conservación del suelo y del agua. Se necesitarán mejores prácticas de manejo de la tierra y grandes esfuerzos para reducir la presión sobre las tierras frágiles; en caso contrario, es probable que haya empobrecimiento y emigración. Algunas de las soluciones posibles para estos ecosistemas frágiles son la conservación del suelo y del agua, las prácticas de gestión de cuencas, el cultivo en terrazas, la protección contra las inundaciones y la reforestación de las áreas más frágiles. La introducción del PSA en las cuencas, la promoción del agroturismo, la emigración planificada y la provisión de servicios básicos e infraestructuras figuran entre las opciones no agrícolas que es preciso desarrollar.

Sistemas de secano en los trópicos semiáridos

Entre estos sistemas están el cultivo de pequeñas parcelas en las sabanas del África subsahariana y algunos sistemas agropastorales de Asia (la India occidental) y de África. Actualmente, en muchos lugares, estos sistemas se caracterizan por la explotación excesiva de los recursos naturales y de la leña y por la expansión hacia tierras más marginales. Con un bajo potencial de cultivo y unas prácticas agrícolas no mejoradas, la productividad es baja (y a veces está en descenso), debido al agotamiento de la materia orgánica y la fertilidad del suelo, a su acidificación, a su escasa capa-

CUADRO 3.3: PRINCIPALES SISTEMAS DE TIERRAS Y AGUAS EN SITUACIÓN DE RIESGO (TIPOLOGÍA AMPLIA)

Sistemas mundiales de producción	Casos o lugares con sistemas en situación de riesgo	Riesgos
CULTIVO DE SECANO Tierras altas	Tierras altas densamente pobladas en zonas pobres: Himalaya, Andes, tierras altas de la América Central, valle del Rift, meseta etíope, África austral	Erosión, degradación de la tierra, reducción de la productividad del suelo y del agua, aumento de la intensidad de las inundaciones, emigración acelerada, gran prevalencia de la pobreza y de la inseguridad alimentaria
CULTIVO DE SECANO Trópicos semiáridos	Cultivo en pequeñas parcelas en las sabanas del África occidental, oriental y austral y en el sur de la India; sistemas agropastorales en el Sahel, el Cuerno de África y la India occidental	Desertificación, reducción del potencial productivo, aumento de los fracasos de cultivo debidos a la variabilidad climática y a las temperaturas, incremento de conflictos, gran prevalencia de la pobreza y de la inseguridad alimentaria, emigración
CULTIVO DE SECANO Subtropical	Zonas de población densa y cultivo intensivo, concentradas principalmente en la cuenca mediterránea	Desertificación, reducción del potencial productivo, aumento de los fracasos de cultivo, gran prevalencia de la pobreza y de la inseguridad alimentaria, mayor fragmentación de las tierras, emigración acelerada; se prevé que el cambio climático afectará a estas zonas a través de la reducción de las precipitaciones y de la descarga de los ríos, y de la mayor frecuencia de sequías e inundaciones
CULTIVO DE SECANO Clima templado	Agricultura muy intensiva en la Europa occidental	Contaminación de suelos y acuíferos que causará costes de descontaminación, pérdida de biodiversidad y degradación de los sistemas de agua dulce
	Agricultura intensiva en los Estados Unidos de América, el este de China, Turquía, Nueva Zelandia, algunas zonas de la India, el África austral y el Brasil	Contaminación de suelos y acuíferos, pérdida de biodiversidad, degradación de los sistemas de agua dulce, aumento de los fracasos de cultivo en algunos lugares por la mayor variabilidad climática
REGADÍO Sistemas basados en el arroz	Asia sudoriental y oriental	Abandono de tierras, pérdida de la función amortiguadora de los arrozales, mayor coste de conservación de la tierra, riesgos sanitarios debidos a la contaminación, pérdida de valores culturales de la tierra
	África subsahariana, Madagascar, África occidental y oriental	Necesidad de frecuentes rehabilitaciones, escasos rendimientos de las inversiones, estancamiento de la productividad, adquisición de tierras a gran escala, degradación de las tierras

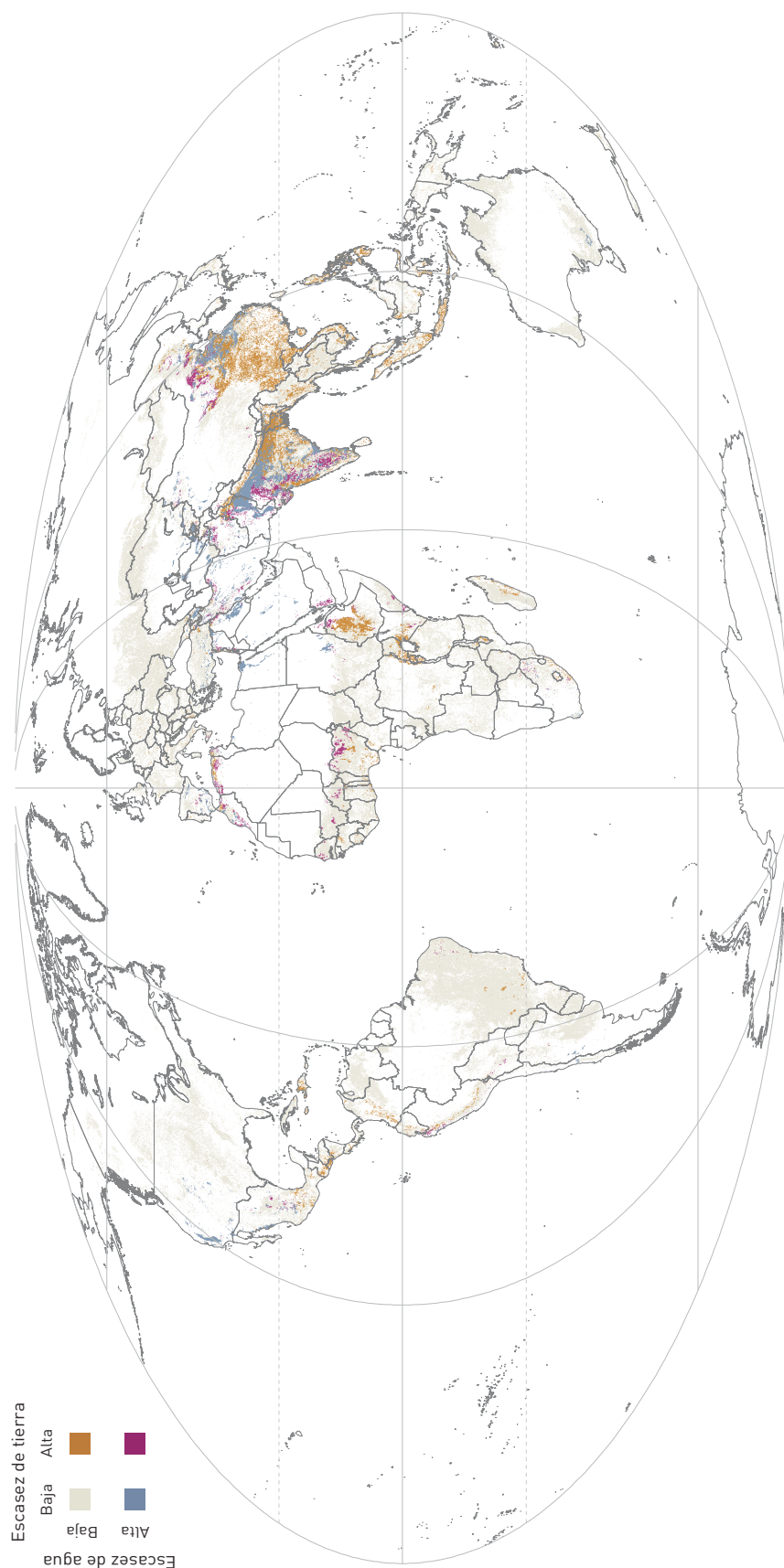
cidad de retención de humedad y a la erosión causada por el viento y el agua. Los ecosistemas se están degradando y hay un declive de la biomasa y la biodiversidad, gran frecuencia de incendios y escasez de agua. Las insuficiencias institucionales agravan los problemas de tenencia de la tierra y acceso a la misma y los conflictos

Sistemas mundiales de producción	Casos o lugares con sistemas en situación de riesgo	Riesgos
REGADÍO Otros cultivos	CUENCAS FLUVIALES Grandes sistemas de regadío lindantes a los ríos en zonas secas, como el río Colorado, el Murray-Darling, el Krishna, las llanuras indogangéticas, la China septentrional, el Asia central, el África septentrional y el Cercano Oriente	Aumento de la escasez de agua, pérdida de biodiversidad y servicios medioambientales, desertificación, reducción previsible en la disponibilidad de agua y cambio en los caudales fluviales estacionales por cambio climático en varios lugares
	ACUÍFEROS Sistemas de regadío que dependen de las aguas subterráneas en las llanuras áridas interiores: India, China, centro de los Estados Unidos de América, Australia, África septentrional, Cercano Oriente y otros lugares	Pérdida de la función amortiguadora de los acuíferos, pérdida de tierra agrícola, desertificación, menor recarga por el cambio climático en algunos lugares
PASTIZALES	Tierras de pastos y pastoreo, incluidas las zonas de suelos frágiles del África occidental (el Sahel), el África septentrional y algunas partes de Asia	Desertificación, emigración, abandono de tierras, inseguridad alimentaria, pobreza extrema, intensificación de los conflictos
BOSQUES	Interacción del bosque tropical y la agricultura en el Asia sudoriental, la cuenca del Amazonas, el África central y los bosques del Himalaya	Invasión de los cultivos y prácticas de corta y quema que producirán pérdidas en los servicios de los ecosistemas forestales y degradación de la tierra
Otros subsistemas localmente importantes	DELTAS Y ZONAS COSTERAS Delta del Nilo, delta del Río Rojo, Ganges/Brahmaputra, Mekong, etc., y llanuras aluviales costeras: península Arábiga, China oriental, bahía de Benín, golfo de México	Pérdida de tierras agrícolas y de aguas subterráneas, problemas sanitarios, elevación del nivel del mar, mayor frecuencia de ciclones (Asia oriental y sudoriental), mayor incidencia de inundaciones y reducción de los caudales de agua
	ISLAS DE POCA EXTENSIÓN Incluidas las islas del Caribe y del Pacífico	Pérdida total de los acuíferos de agua dulce, mayor coste de producción de agua dulce, mayores daños relacionados con el cambio climático (huracanes, elevación del nivel del mar, inundaciones)
	Agricultura PERIURBANA	Contaminación, problemas de salud en consumidores y productores, competencia por las tierras

Fuente: El presente estudio

entre la agricultura y la ganadería. Muchas de estas zonas se caracterizan por la pobreza generalizada y la vulnerabilidad a los fenómenos climáticos y ofrecen una producción muy diversa, sujeta a la variabilidad climática. Los problemas de acceso a la tierra y los conflictos entre la agricultura y la ganadería son muy corrientes.

MAPA 3.2: SISTEMAS AGRÍCOLAS EN SITUACIÓN DE RIESGO: PRESIÓN DEMOGRÁFICA SOBRE LA TIERRA Y EL AGUA



Fuente: El presente estudio

El potencial de expansión es de bajo a mediano, aunque hay algunas posibilidades en las zonas donde las tierras no son demasiado frágiles y se dispone de agua para riego. El potencial de intensificación varía, y depende de la escasez de los recursos hídricos, la presencia de tierras frágiles y la densidad de población. Algunas respuestas posibles son la mejora de la seguridad en la tenencia de la tierra, la reforma de la tenencia de la tierra y la concentración parcelaria donde sea posible, la mayor integración de la agricultura y la ganadería, las inversiones en el regadío y la captación y el almacenamiento de agua cuando sea posible, los seguros sobre los cultivos, la nutrición integrada de las plantas, la selección de plantas adaptadas a las condiciones de semiaridez, la mejora de la gobernanza y las inversiones en infraestructuras (mercados, carreteras). Estas regiones presentan también potencial para un uso más sistemático de la energía solar, tanto para la agricultura como para el consumo de los hogares. En los sistemas sometidos a presiones extremas, puede ser necesario planificar la emigración.

Sistemas subtropicales

Entre los sistemas subtropicales se incluyen los que se encuentran en zonas de cultivo intensivo y población densa de la cuenca del Mediterráneo y de Asia. Estos sistemas sufren una sobreexplotación de la tierra y del agua, lo que provoca problemas de erosión, escasa fertilidad del suelo, descenso de la vegetación y de la biodiversidad, escasez de agua e incendios. Algunos de sus problemas socioeconómicos son la fragmentación parcelaria y las elevadas tasas de emigración, en particular de los varones.

Estos sistemas tienen muy poco potencial de expansión, ya que la mayor parte de las tierras aptas para la agricultura ya están en uso. Por otra parte, es probable que haya una reducción de las superficies cultivadas, por la fuerte presión que ejercen otros sectores en los recursos de tierras y aguas. El potencial de intensificación es relativamente bajo y probablemente estará limitado por la mayor fragmentación de las tierras en el futuro. Es probable que la emigración y la progresiva marginación de la agricultura persistan. El ritmo de degradación y su impacto en los medios de vida de las poblaciones rurales dependerá de las políticas agrícolas y de la aplicación eficaz de mejores programas de conservación.

Las posibles soluciones deberán incluir la selección de plantas adaptadas a las condiciones de semiaridez, la mejora de la conservación del suelo y del agua y la nutrición integrada de las plantas. Por parte institucional, será necesario un conjunto de reformas de la tenencia de la tierra y medidas de concentración parcelaria y un programa de adaptación al cambio climático, el establecimiento de un sistema viable de seguros sobre los cultivos, inversiones en infraestructuras y servicios rurales y planificación de la emigración. Hay que considerar estos sistemas en el contexto general del desarrollo social, donde habrá que prever la necesaria transición

hacia una sociedad más urbanizada, con el fin de garantizar un buen equilibrio y una buena integración entre el entorno rural y el urbano.

Sistemas agrícolas intensivos en zonas de clima templado

La mayor parte de estos sistemas se sitúan en países de altos ingresos. Los sistemas agrícolas de la Europa occidental se caracterizan por tener el mayor nivel de productividad, asociado a altos niveles de intensificación. También hay cultivos intensivos en los Estados Unidos de América, el este de China, Turquía, Nueva Zelanda, algunas zonas de la India, el África austral y el Brasil. Estos sistemas están bien integrados en los mercados mundiales e incluyen algunas de las zonas exportadoras de alimentos más activas del mundo. Algunos reciben el mayor nivel de subsidios agrícolas del mundo.

Algunos sistemas tienen potencial para una futura expansión: en Europa, algunas tierras que dejaron de dedicarse a la agricultura podrían ponerse de nuevo en cultivo, y también hay margen de expansión en la América septentrional y la América del Sur. El potencial de intensificación es muy limitado en Europa, pero aún existe en otros lugares. Sin embargo, las brechas de rendimiento se van reduciendo rápidamente en varias regiones, como el este de China. El cambio climático puede tener un efecto de calentamiento en Europa, lo que trasladaría las zonas agroecológicas más hacia el norte y ampliaría las zonas aptas para la agricultura. No obstante, la mayor imprevisibilidad del régimen de lluvias y la existencia de fenómenos naturales más extremos pueden anular cualquier beneficio.

Estos sistemas son productivos, pero muchas veces están asociados a problemas medioambientales. La degradación de la salud del suelo (compactación, descenso de la materia orgánica acumulada, obturación), la contaminación de suelos y acuíferos (que provoca riesgos sanitarios y costes de descontaminación), la pérdida de biodiversidad y la degradación de los ecosistemas de agua dulce son algunos de los principales retos a los que se enfrentan. Los impactos medioambientales negativos asociados a estos niveles de intensificación podrían aumentar a menos que se gestionen con más atención.

Las posibles respuestas incluyen el control y mitigación de la contaminación, la agricultura de conservación, la nutrición integrada de las plantas y la gestión integrada de plagas. Seguramente habrá casos de expansión e intensificación en respuesta a las demandas comerciales, pero tendrán que planificarse y controlarse minuciosamente para evitar un mayor efecto negativo en el medioambiente.

Sistemas basados en el arroz

Los sistemas basados en el arroz se concentran básicamente en el Asia sudoriental y el Asia oriental, y en menor medida en el África subsahariana (Madagascar, el África

ca occidental, el África oriental). Estas regiones tienen características distintivas y se enfrentan a tipos de problemas específicos. En Asia, los sistemas basados en el arroz tienen una productividad elevada pero sufren fragilidad de los ecosistemas, una frecuencia creciente de sequías e inundaciones y contaminación del suelo y del agua. La competencia por la tierra, el agua y la mano de obra y la transición económica dinámica que se experimenta en la mayoría de los países implicados están causando nuevas tensiones en estos sistemas.

Los sistemas de regadío de Asia están en una situación de riesgo elevado debido a varios factores. En los sistemas basados en el arroz donde ya se aplica un cultivo intensivo hay pocas oportunidades de intensificación o expansión, y en ellos habrá más tensiones porque los asentamientos urbanos y la industria compiten fuertemente por la tierra, el agua y la mano de obra. La mayor demanda de una producción diversificada para atender a las poblaciones urbanas, la mayor variabilidad de las precipitaciones y la aparición de sequías e inundaciones son otros de los retos a los que se enfrentan estos sistemas, junto con el abandono de tierras de cultivo, la pérdida de la función amortiguadora de los arrozales, el mayor coste de conservación de la tierra, los riesgos sanitarios debidos a la contaminación y la pérdida de valores culturales del territorio. La mejora del almacenamiento del agua, la mecanización, la diversificación (producción de peces y de hortalizas), el control de la contaminación y el PSA son algunas de las alternativas que pueden ayudar a estos sistemas a responder a un entorno económico en rápida evolución y al cambio climático.

Por su parte, los sistemas basados en el arroz del África subsahariana son de baja productividad, sobre todo por problemas institucionales de mala gestión y escasa gobernanza (en particular en relación con el riego y con las asociaciones de usuarios del agua, la rápida degradación de la infraestructura del regadío y el escaso desarrollo de los mercados). Estos sistemas presentan un potencial elevado de intensificación y expansión, pero para ello habría que solucionar los problemas institucionales y económicos que han dificultado su funcionamiento hasta el presente. Las soluciones buscadas tienen que tener en cuenta el mercado y las tecnologías, mejores incentivos para los agricultores, acceso a insumos y variedades mejoradas y mejoras en la gobernanza, la gestión y la infraestructura. Varios sistemas se beneficiarían de una serie de paquetes de medidas agronómicas adaptadas, como el sistema de intensificación del arroz, en aquellos lugares donde los mecanismos locales de control del agua y la topografía lo permitan (Uphoff *et al.*, 2011).

Sistemas de regadío superficial extensos y lindantes en zonas secas

Los sistemas extensos y lindantes que se encuentran en algunas cuencas de Asia, Norteamérica, la China septentrional, el Asia central, el África septentrional y el Cercano Oriente sufren problemas de escasez de recursos hídricos, sobreexplotación

y competencia y tienen importantes externalidades negativas, como el transporte de sedimentos y de salinidad y diversos efectos en los ecosistemas relacionados con el agua. En estos sistemas de regadío lindantes de las zonas secas, la mayoría de los cuales están en Asia, la presión demográfica y la urbanización amenazarán los recursos de tierras y aguas y probablemente habrá poca expansión. Podría haber una mayor intensificación y diversificación gracias a la modernización del abastecimiento de los servicios de agua y a la mejor gestión de la tierra y el suelo, pero es probable que la intensificación de cultivos agrave aún más los impactos negativos sobre los ecosistemas, a menos que se adopten medidas correctivas. Es probable que el cambio climático modifique el volumen y los patrones de las corrientes fluviales y aumente las necesidades de agua para los cultivos, lo que podría inducir un desequilibrio entre la disponibilidad de agua y la demanda.

La posibilidad de expansión es muy baja en muchos lugares que ya han alcanzado el límite en lo que respecta a la disponibilidad de tierra y de agua. Cuando sea todavía posible, los planes de regadío tienen que planificarse cuidadosamente e incorporar los intereses medioambientales y sociales. La modernización de los planes de regadío (tanto la infraestructura como la gobernanza) es necesaria para mejorar los servicios del agua y aumentar la flexibilidad y la fiabilidad de su suministro con el fin de favorecer la diversificación. También será necesario elaborar incentivos para un uso eficiente del agua y elaborar y diseñar y ejecutar planes de adaptación al cambio climático.

Sistemas de regadío dependientes de las aguas subterráneas

Los sistemas dependientes de aguas subterráneas y situados en llanuras interiores áridas se encuentran en la India, China, el centro de los Estados Unidos de América, Australia, el África septentrional, el Cercano Oriente y otros lugares. Se caracterizan por el agotamiento sostenido de las aguas subterráneas de buena calidad, la contaminación y la salinización en algunas zonas, lo que provoca pérdida de la función amortiguadora de los acuíferos, pérdidas de tierra agrícola y desertificación. Estos sistemas se enfrentan a la competencia de ciudades e industrias por una fuente de agua de buena calidad. Se prevé que el cambio climático afecte al patrón y el estilo de recarga de estos acuíferos.

En los sitios donde ya había agotamiento de los acuíferos, la posibilidad de expansión es limitada, y es probable que la superficie de tierra agrícola abastecida por acuíferos intensivos se reduzca progresivamente cuando descienda el nivel del agua, mientras que el uso de las aguas subterráneas como fuente complementaria para el riego puede aumentar en otras zonas. Las únicas opciones para evitar una pérdida excesiva de la capacidad de producción son las medidas reguladoras de la extracción de aguas subterráneas, la mayor eficiencia en la asignación y el uso del agua y la mejora de la productividad del agua en el regadío.

Pastizales

Las tierras de pastizales y de pastoreo se encuentran en todos los continentes. En las zonas en situación de riesgo, como el África occidental (el Sahel), el África septentrional y algunas partes de Asia, estos sistemas se caracterizan por un descenso del pastoreo tradicional y de su uso alimentario, presión del ganado sobre las tierras y desarrollo de especies invasoras, incendios, fragmentación, sedentarización, conflictos, pobreza extrema, inseguridad alimentaria y emigración. Estos sistemas son sumamente vulnerables a la variabilidad del clima, lo que afecta a la productividad de las tierras. Es probable que el cambio climático acentúe esta tendencia, debido al aumento de las temperaturas y a la variabilidad de las precipitaciones.

Las posibilidades de expansión son muy limitadas porque la tierra ha llegado ya a su límite de uso o lo supera, particularmente en las tierras frágiles de los países pobres. Hay cierto margen, aunque limitado, para un mejor manejo de las tierras, que dependerá de las condiciones económicas y climáticas y de la adopción de mejores prácticas, como el descenso o control de las cargas ganaderas, la gestión mejorada de los pastizales, las prácticas de pastoreo controladas y la mejor integración con la agricultura.

Interacción entre bosques y tierras de cultivo

Los sistemas en los que hay interacción entre bosques y tierras de cultivo se sitúan sobre todo en las zonas tropicales (el Asia sudoriental, la cuenca del Amazonas, el África central) y en el Himalaya. Sus principales riesgos están asociados a la invasión de la agricultura en los bosques tropicales, y son entre otros la pérdida de biodiversidad y de los servicios de los ecosistemas forestales, la introducción de especies invasoras, plagas y enfermedades, los incendios, la erosión, la sedimentación y la degradación del suelo. Está ampliamente aceptado que la conversión de los bosques en tierras cultivables representa una contribución positiva neta a las emisiones mundiales de GEI.

La expansión de la invasión de tierras cultivables a costa de los bosques no es deseable en la mayoría de los casos. Hay posibilidades de intensificación por medio de la mejor gestión de los recursos forestales, la agrosilvicultura y el establecimiento de incentivos como el PSA.

Deltas, llanuras aluviales costeras e islas de pequeña extensión

Los deltas, las áreas costeras y las islas pequeñas tienen como características comunes una alta densidad de población y unos ecosistemas costeros vulnerables. Además, son fundamentales para la producción regional de alimentos. Algunos de los deltas densamente poblados son el Nilo, el Río Rojo, el Ganges/Brahmaputra y el Mekong. Algunas de las llanuras aluviales costeras son las de la península Arábiga y el este de China, la bahía de Benín y el golfo de México. Estos sistemas están so-

metidos a una fuerte presión demográfica y han experimentado grandes pérdidas de biodiversidad, especialmente en los manglares. La competencia de la industria y los asentamientos urbanos por la tierra y el agua está creciendo. Estos sistemas están cada vez más contaminados (en especial por arsénico) y sufren alcalinización y compactación del suelo, además de problemas de contaminación de origen industrial de los acuíferos aluviales superficiales y de los sistemas subyacentes. La intrusión salina en aguas subterráneas y ríos está aumentando por los efectos combinados de la reducción de los caudales fluviales de agua dulce y la elevación del nivel del mar. El agotamiento de las aguas subterráneas es un problema común a muchas islas pequeñas y zonas costeras.

Se prevé que el cambio climático afectará a estos sistemas por la elevación del nivel del mar, la mayor frecuencia de ciclones (en el Asia oriental y sudoriental), la mayor incidencia de inundaciones y la reducción de los caudales fluviales. Algunos de los riesgos son la pérdida de tierras agrícolas y de aguas subterráneas (es posible que desaparezcan por completo los acuíferos de agua dulce en islas de pequeña extensión) y los problemas sanitarios. En general, no hay ningún margen para la expansión porque la competencia por la tierra ya es alta, y en todo caso dependerá de los condicionantes fisiográficos y de la elevación del nivel del mar.

La posibilidad de intensificación depende de los actuales niveles de productividad, que ya son muy elevados en muchos sitios. Algunas de las posibles respuestas a esta situación son la planificación del uso de la tierra, el control del agotamiento de las aguas subterráneas, el establecimiento de planes de adaptación al cambio climático, el control de las inundaciones y de la contaminación, la mitigación de la contaminación por arsénico mediante el uso de prácticas mejoradas de regadío y la aplicación de estrategias integradas de gestión del agua a nivel de cuencas fluviales.

Agricultura periurbana

La agricultura periurbana está presente en todas las zonas del mundo, como respuesta a la creciente demanda de productos agrícolas por parte de los centros urbanos. Este tipo de agricultura sufre problemas de escasez de tierras aptas, poca seguridad en la tenencia de la tierra, acceso limitado a agua limpia y problemas de contaminación. La agricultura periurbana continuará expandiéndose allí donde se disponga de tierra y agua y se beneficiará de unos mercados dinámicos y en continuo crecimiento asociados a la urbanización. Habrá que gestionar de foma mucho más sistemática los riesgos sanitarios, tanto para los productores como para los consumidores, especialmente donde se utilicen aguas residuales no tratadas. Una mejor integración de la agricultura urbana y periurbana en la planificación de las ciudades permitiría que estas prácticas respondieran con seguridad y eficacia a las necesidades de las ciudades en crecimiento.

Conclusiones

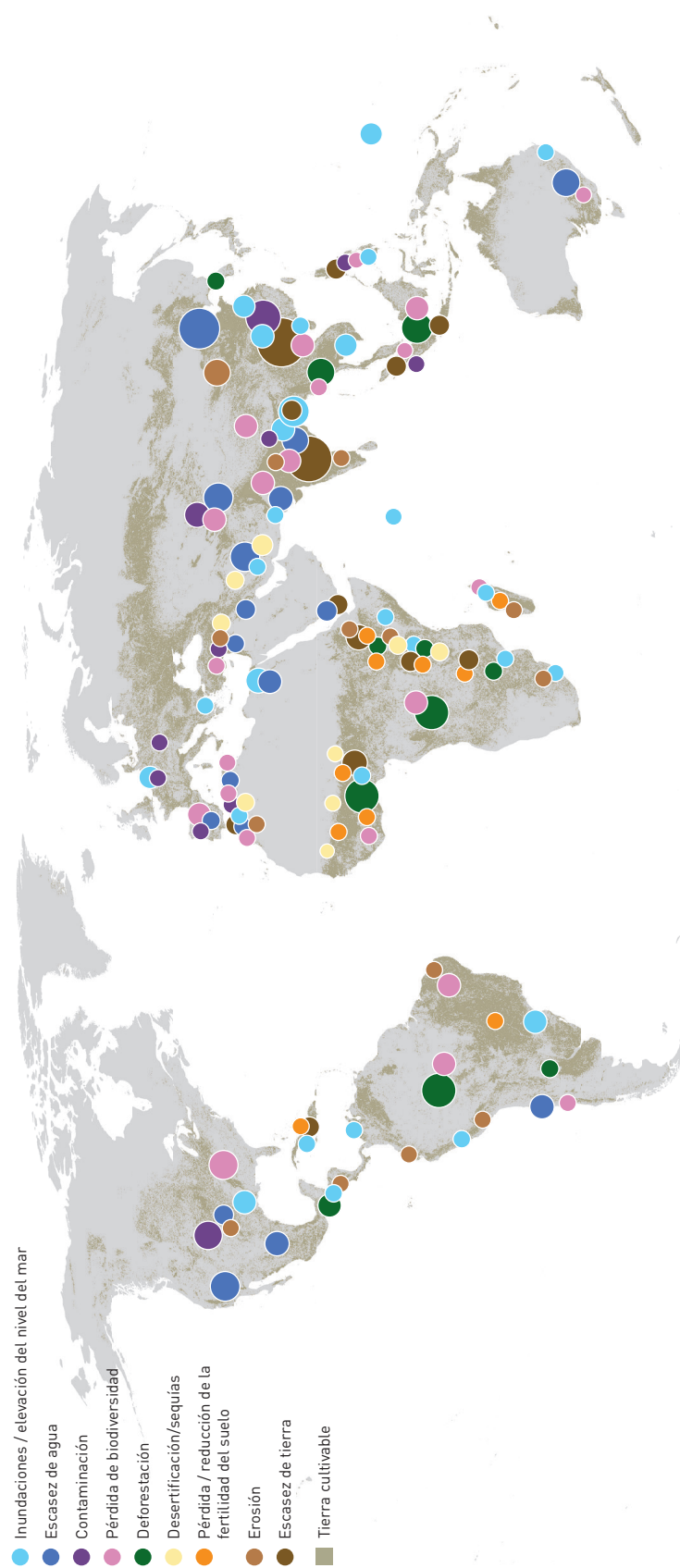
Los sistemas agrícolas del mundo, y los recursos de tierras y aguas en los que se basan, tienen que responder a la creciente demanda de alimentos y otros productos agrícolas por parte de una población cada vez más numerosa y más rica. Probablemente, el aumento de la producción se derivará principalmente de la intensificación sostenible en las zonas templadas y en los sistemas de regadío de las grandes cuencas fluviales, de la extensión de las zonas cultivadas en algunas zonas de América Latina y de África, de la intensificación sostenible en áreas de secano y de la progresiva conversión de algunas tierras de secano en tierras de regadío cuando esta sea viable económica y técnicamente. En aquellos lugares donde sea factible utilizarlo, el riego suplementario con aguas subterráneas continuará abasteciendo a una agricultura cada vez más productiva.

En conjunto, la perspectiva es la de un mundo en el que el desequilibrio entre la disponibilidad y la demanda de recursos de tierras y aguas aumentará a nivel local: el número de regiones que ya han llegado al límite de su capacidad productiva está creciendo rápidamente. El comercio de alimentos compensará algunos déficit, pero esto tendrá grandes repercusiones en la autosuficiencia alimentaria local y nacional y en los medios de vida de las comunidades rurales. Por otra parte, las prácticas agrícolas intensivas asociadas a los incrementos de productividad del pasado se han visto acompañadas de una grave degradación de los servicios ecosistémicos. Los riesgos en las fincas y aguas abajo debidos a la presión demográfica y a la intensificación agrícola persistirán e incluso empeorarán en varios sistemas agrícolas si no se toman medidas correctivas que inviertan esta tendencia. Esto supone un importante reto en lo que respecta a la sostenibilidad de la gestión de los recursos de tierras y aguas.

El cambio climático afectará negativamente a los sistemas agrícolas, en particular en las zonas semiáridas y subtropicales, lo que tendrá diferentes impactos en los recursos de agua y en los sistemas de regadío y exigirá un importante esfuerzo de adaptación en la mayoría de los casos. Los deltas y las zonas costeras se enfrentarán a un doble riesgo: las inundaciones debidas a la elevación del nivel del mar y la mayor variabilidad de las precipitaciones en la estación lluviosa. La Figura 3.4 presenta una visión general de la distribución mundial de los riesgos asociados a los principales sistemas de producción agrícola.

En conclusión, un considerable porcentaje de los recursos de tierras y aguas del mundo, y su integridad ecológica, experimentan una fuerte presión por el aumento de la demanda y el uso de prácticas agrícolas insostenibles. Teniendo en cuenta los rasgos previsibles del cambio climático, las demandas futuras del sector agrícola y de otros sectores supondrán una presión añadida y pondrán en peligro la futura capacidad de producción de estos recursos.

FIGURA 3.4: DISTRIBUCIÓN MUNDIAL DE LOS RIESGOS ASOCIADOS A LOS PRINCIPALES SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA: VISIÓN GENERAL



Fuente: El presente estudio



TEMLADO

MITIGACIÓN Y CONTROL
DE LA CONTAMINACIÓN

SUBTROPICAL

NUTRICIÓN INTEGRADA
DE LAS PLANTAS

AGRICULTURA
DE CONSERVACIÓN

TRÓPICOS SEMIÁRIDOS

AGRICULTURA
DE CONSERVACIÓN

NUTRICIÓN INTEGRADA
DE LAS PLANTAS

MEJOR INTEGRACIÓN DE
AGRICULTURA Y GANADERÍA

TIERRAS ALTAS

CONSERVACIÓN DEL
SUELO Y EL AGUA

AGRICULTURA DE
CONSERVACIÓN

PROTECCIÓN CONTRA
INUNDACIONES

REFORESTACIÓN

CULTIVO EN
TERRAZAS

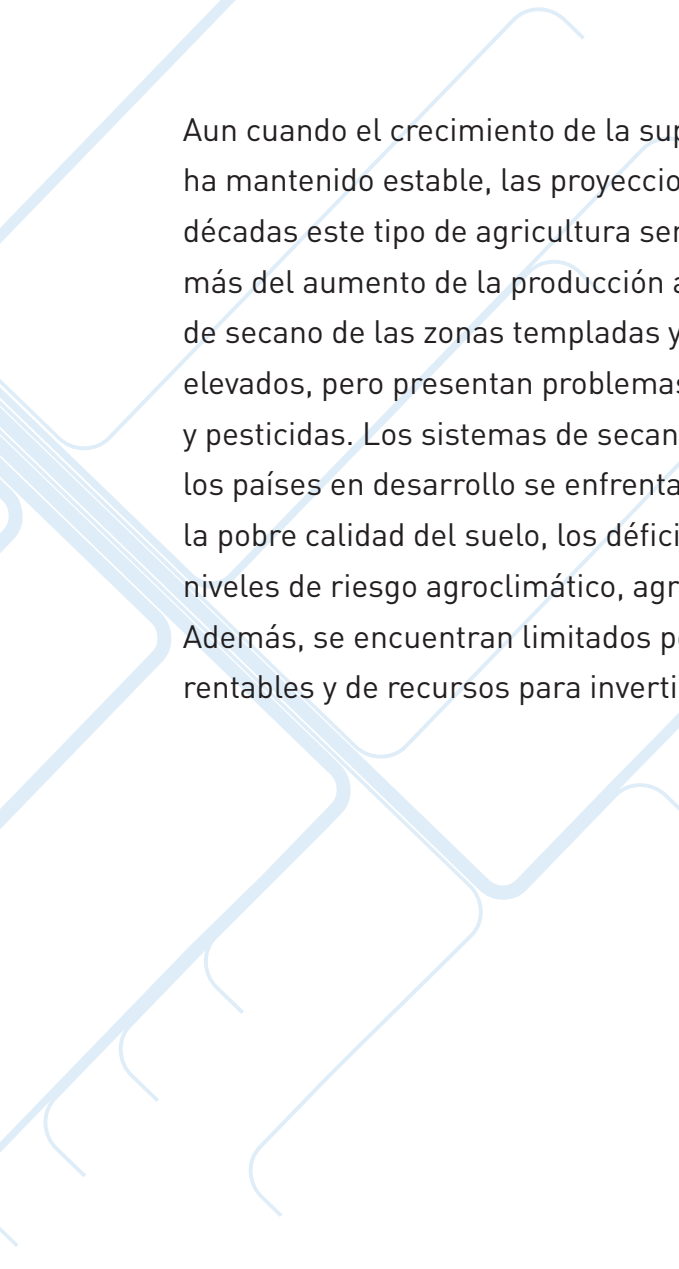
SISTEMAS BASADOS



Capítulo 4

OPCIONES TÉCNICAS PARA LA GESTIÓN SOSTENIBLE DE LA TIERRA Y EL AGUA

Como se ha visto en el Capítulo 1, se espera que más de cuatro quintas partes del aumento de producción hasta el año 2050 provendrá de tierras actuales en las que se habrá conseguido un incremento de la productividad. Sin embargo, muchos sistemas están limitados, bien por los elevados niveles de productividad ya existentes, o bien porque existen obstáculos técnicos, socioeconómicos o institucionales. Además, cuando la intensidad de la agricultura aumenta, los riesgos y las compensaciones recíprocas asociadas, de los que se ha hablado en el capítulo anterior, aumentan la presión. En este capítulo se examinan opciones técnicas para avanzar hacia una «gestión sostenible de la tierra y el agua»; es decir, una gestión más integrada e intensiva del suelo, el agua, los nutrientes y otros insumos, con el fin de elevar el valor de los cultivos al mismo tiempo que se mantiene o se mejora la calidad medioambiental y se conservan los recursos naturales, tanto de la propia explotación como externos.



Aun cuando el crecimiento de la superficie agrícola de secano se ha mantenido estable, las proyecciones indican que en las próximas décadas este tipo de agricultura será la responsable de un tercio o más del aumento de la producción alimentaria mundial. Los sistemas de secano de las zonas templadas ya consiguen rendimientos elevados, pero presentan problemas de contaminación por nutrientes y pesticidas. Los sistemas de secano en pequeñas parcelas propios de los países en desarrollo se enfrentan a muchos más problemas, como la pobre calidad del suelo, los déficit de humedad del suelo y los altos niveles de riesgo agroclimático, agravados por el cambio climático. Además, se encuentran limitados por la falta de salidas comerciales rentables y de recursos para invertir en la mejora de la productividad.

Mejora de la productividad del secano

El aumento del rendimiento tiene un papel significativo en la reducción de la pobreza. Se ha estimado que cada incremento del 1 % en los rendimientos agrícolas se traduce en una disminución del 0,6-1,2 % en el número de pobres absolutos, es decir, hogares que no pueden cubrir sus necesidades básicas para sobrevivir (Thirtle *et al.*, 2001). Sin embargo, los datos también ponen de manifiesto el riesgo de que, si el entorno no favorece el cambio en los sistemas agrícolas de los países en desarrollo, los rendimientos de los cultivos de cereales gestionados de forma tradicional podrían estancarse en menos de 2 t/ha. Varios países africanos, por ejemplo, tienen rendimientos de en torno al 20 % de su potencial. Otros, en cambio, han obtenido ganancias de varios puntos porcentuales en los últimos años (por ejemplo, en el África austral). Las tendencias del período 2000-2005 confirman que estas ganancias de productividad potenciales pueden hacerse realidad, con reducción de las brechas de rendimiento tanto en los países más desarrollados (aumento del 4 %) como en los menos desarrollados (aumento del 3 %). La brecha entre la realidad y el potencial es mayor en algunas zonas del África subsahariana, que incluso con una agricultura de bajos insumos tienen potencial para casi duplicar los rendimientos de los cereales. Existe pues un amplio margen de reducción de las brechas de rendimiento en algunas de las zonas más pobres del mundo, y los países en desarrollo tienen potencial suficiente para duplicar el rendimiento medio en cereales, que pasaría de 2,9 t/ha a 5,7 t/ha (Fischer *et al.*, 2010).

El rápido aumento de los rendimientos del secano que han conocido algunas zonas en los últimos años demuestra que se pueden conseguir mejoras si existen condiciones favorables (Molden, 2007). Algunas de estas condiciones son una reforma institucional que ofrezca servicios de investigación y de asesoramiento, unos mercados eficientes de productos e insumos, una buena infraestructura vial, mecanización, mejor uso de fertilizantes y variedades de rendimiento elevado y mejor gestión de la humedad del suelo. Estas son las condiciones que han favorecido el rápido crecimiento de la productividad en sistemas de secano de toda Asia y del mundo desarrollado. Sin embargo, aunque todas estas condiciones son bien conocidas y han demostrado su utilidad, en muchos sistemas de producción de pequeñas parcelas del mundo en desarrollo los rendimientos del secano se han estancado, especialmente en el África subsahariana, a pesar de los esfuerzos realizados a lo largo de los años para mejorar los resultados. En el África oriental, los rendimientos del secano han estado estancados durante años en el 16 % de su potencial.

Uno de los principales retos de los cultivos de secano es cómo introducir soluciones técnicas accesibles para mejorar la gestión sin aumentar los riesgos. En los países en desarrollo, los sistemas de secano se suelen caracterizar por una baja productividad, causada por una disponibilidad de agua escasa y variable, y por

presentar problemas medioambientales y del suelo, como las temperaturas, la salinidad y la falta de nutrientes. Las soluciones tecnológicas disponibles son de bajo rendimiento: en gran medida, las innovaciones de la revolución verde dependieron de la disponibilidad de agua. Además, las mejoras que aumentan la productividad de los sistemas de secano suelen acentuar los niveles de riesgo. La inseguridad de la producción del secano se agrava por los riesgos asociados a la variabilidad climática.

En algunas áreas, estas limitaciones han sido superadas. En China, la inversión en la gestión combinada del suelo y el agua ha proporcionado buenos rendimientos, con niveles de riesgo asumibles. El proyecto de rehabilitación de la cuenca de la meseta de Loess demostró, en una superficie de 1,5 Mha, que las mejoras en la gestión del suelo y del agua podrían ser rentables (Recuadro 2.7). En otras partes del mundo (la Argentina, Australia, el Canadá, Kazajstán y el África subsahariana), se han introducido con cierto éxito una serie de tecnologías de gestión del agua de riego y técnicas de conservación de los cultivos, y cada vez hay más pruebas de que los agricultores las aceptan bien (Pretty *et al.*, 2011). Uno de los mayores problemas es que algunas innovaciones requieren tiempo para amortizar la inversión.

Gestión de la salud y la fertilidad de los suelos

El problema de la escasez o el agotamiento de nutrientes y de la deficiente estructura de los suelos está muy presente en las tierras de cultivos de secano. La media de productividad más baja de la agricultura de secano se da en el África subsahariana, sobre todo en los sistemas a pequeña escala, debido a la escasa fertilidad inherente al suelo, complicada por la grave disminución de los nutrientes: los rendimientos de los cultivos de cereales son muchas veces inferiores a 1 t/ha. Las soluciones, que dependen de la aplicación generosa de fertilizantes, son con frecuencia inasumibles económicamente y presentan demasiados riesgos en muchos de los sistemas de cultivo de secano de bajo potencial. En estos casos, las técnicas de gestión sostenible de la tierra y el agua, como la agricultura de conservación, pueden ayudar a restaurar y mejorar la fertilidad del suelo mediante su gestión integrada (Pretty *et al.*, 2011).

Beneficios de mantener la salud de los suelos

Los beneficios directos e indirectos de mejorar la gestión del suelo en los sistemas agrícolas se puede evaluar en términos económicos, ambientales y de seguridad alimentaria:

- Beneficios económicos: la gestión mejorada del suelo reduce los costes de los insumos al aumentar la eficiencia en la utilización de los recursos (especial-

mente con la descomposición y el ciclo de los nutrientes, la fijación del nitrógeno y el almacenamiento y movimiento del agua). Pueden necesitarse menos fertilizantes si el ciclo es más eficiente y se filtran menos nutrientes desde la zona de las raíces. También se requieren menos pesticidas cuando hay un conjunto de organismos que controlan las plagas. Cuando la estructura del suelo mejora, la disponibilidad de agua y de nutrientes para las plantas también mejora. Se estima que el ciclo de los nutrientes supone la mayor participación (51 %) en el valor total (33 billones de dólares) de todos los «servicios ecosistémicos» anuales, incluidos los servicios culturales, el tratamiento de las aguas residuales, la regulación de alteraciones, el suministro de agua, la producción alimentaria, la regulación de los gases y la del agua (Costanza *et al.*, 1997).

- **Protección ambiental:** los organismos del suelo filtran y eliminan la toxicidad de los productos químicos y absorben el exceso de nutrientes, que de otra forma podría llegar a ser contaminante al llegar a las aguas subterráneas o superficiales. La gestión de la biota del suelo ayuda a prevenir la contaminación y la degradación de la tierra, especialmente al minimizar el uso de productos agroquímicos y mantener o mejorar la estructura del suelo y la capacidad de cambio de cationes (CCC). La reducción excesiva de la biodiversidad del suelo, especialmente la pérdida de especies clave o de especies con funciones singulares (por ejemplo, como resultado de un exceso de productos químicos, compactación o alteración), puede tener efectos ecológicos catastróficos que llevarían a la pérdida de la capacidad de producción agrícola. El conjunto de organismos del suelo determina también, en parte, la capacidad de recuperación de este.
- **Seguridad alimentaria:** la mejora de la gestión del suelo puede reforzar los rendimientos y la calidad de los cultivos, especialmente con el control de plagas y enfermedades, y aumentar el crecimiento vegetal. La biodiversidad del suelo determina el uso eficiente de los recursos, así como la sostenibilidad y capacidad de recuperación de los sistemas agroecológicos.

Técnicas para gestionar la fertilidad del suelo

La agricultura de bajos insumos agota el suelo por la sobreexplotación de nutrientes y ocasiona una disminución de la producción agrícola que en última instancia lleva a emplear sistemas de cultivo no sostenibles. Cuando se aplica correctamente, el uso de fertilizantes minerales, combinado con otras técnicas destinadas a mejorar la salud del suelo, ha demostrado su eficacia en la restauración y mejora de la fertilidad y en la producción de mayores rendimientos. Sin embargo, los fertilizantes minerales son inasequibles para muchos agricultores, y en cualquier caso solo pueden ser uno de los componentes de la solución al problema de la fertilidad del suelo.

Las fuentes orgánicas de nutrientes de las plantas aumentan la fertilidad del suelo y mejoran su estructura, la retención de agua y la actividad biológica. Se pueden obtener con la incorporación de residuos vegetales, aplicación de estiércol animal, compostaje de residuos orgánicos o fijación biológica mediante cultivos leguminosos, abonos verdes o árboles fijadores de nitrógeno. No obstante, estas fuentes, por sí solas, no son suficientes para mantener la fertilidad del suelo. Reciclar los residuos de los cultivos reduce las pérdidas, pero no compensa los nutrientes exportados en la recolección ni se suma a la cantidad total de nutrientes originalmente disponible. Los fertilizantes orgánicos deben utilizarse en combinación con otras fuentes de nutrientes.

El uso de la fosforita localmente disponible puede ser un componente importante en los sistemas integrados de nutrientes de las plantas, como una aportación esencial de fósforo o como estrategia para aumentar las existencias de este elemento. Los efectos de la fosforita son beneficiosos sobre todo en los suelos ácidos y con capacidad para la fijación del fósforo propios de los trópicos húmedos, que suelen estar cubiertos de bosque o se utilizan para cultivar variedades perennes, como la palma de aceite, el cacao o el café. Para ser eficaz, debe ir acompañado de un aporte equilibrado de los demás nutrientes importantes.

En los suelos muy ácidos, la aplicación de enmiendas de cal o dolomita palía las deficiencias en calcio y magnesio y neutraliza la toxicidad por aluminio, limitaciones que dificultan la penetración de las raíces y reducen, por tanto, el acceso a otros nutrientes y al agua en las capas subsuperficiales. Sin enmiendas, la efectividad de otras medidas para aumentar la fertilidad del suelo es muy limitada. La aplicación requerida depende del uso de la tierra (algunos cultivos son tolerantes a los ácidos) y de las características del suelo. El uso excesivo de la cal puede reducir la disponibilidad de oligoelementos esenciales.

La diversidad vegetal de los sistemas agrícolas reduce el impacto negativo del monocultivo y puede proporcionar ventajas positivas a la salud del suelo, ya que mejora su calidad y el ciclo de nutrientes y ayuda a mantener la biodiversidad. Dentro de un sistema agrícola, la biodiversidad se puede conseguir por medio de intercultivos (cultivo simultáneo de dos o más especies en la misma parcela de tierra), rotaciones de cultivos (uso secuencial de diferentes variedades en la misma tierra) y cultivos de relevo (uso de diferentes variedades cuyos períodos vegetativos se solapan parcialmente). Asimismo, hay pruebas de que la utilización de una diversidad de cultivos puede mejorar la efectividad de las asociaciones de micorrizas (simbiosis entre hongos y raíces) en un sistema agrícola, siempre que los suelos no sean alterados mecánicamente (por ejemplo, con la labranza, que tiene efectos negativos en la vida de los hongos, así como en la macrofauna y la mesofauna).

El uso de leguminosas aumenta la fijación biológica del nitrógeno. Sin embargo, aunque las cantidades de nitrógeno fijado por las leguminosas en condiciones experimentales están bien estudiadas, hay menos datos sobre las ventajas que pueden aportar a los sistemas de cultivo en condiciones de campo. Con frecuencia hay que recurrir a la inoculación, pero muchas veces faltan infraestructuras y servicios de extensión para llevarla a cabo. Además, la efectividad de la fijación del nitrógeno está limitada por la deficiencia de fósforo en el suelo. Cuando los agricultores cultivan varias leguminosas para uso alimentario (por ejemplo, judías, caupíes, guandules o cacahuets), los cultivos de relevo o mixtos pueden producir un buen rendimiento económico.

Los sistemas agroforestales han contribuido a la fertilidad del suelo. El uso de *Faidherbia albida* (*Acacia albida*) es un buen ejemplo. Los rendimientos de los cultivos de cereales son considerablemente mayores bajo la copa de los árboles que en campo abierto (Recuadro 4.1). El efecto beneficioso se atribuye al mayor contenido en materia orgánica del suelo y al efecto fertilizante del estiércol de los animales que pastorean a la sombra de los árboles. También es importante mantener la cobertura protectora del suelo, por ejemplo recurriendo a una labranza mínima o nula, usando residuos vegetales y mantillo para reducir la evaporación de los suelos desnudos u optimizando la infiltración de las aguas de lluvia y la recarga de las aguas subterráneas. Estas prácticas tienen un impacto positivo en la fertilidad del suelo y, por tanto, en los rendimientos de los cultivos y en la eficiencia del uso del agua. También mitigan el riesgo de sequía.

Necesidad de mejoras

Las medidas técnicas destinadas a aumentar y restaurar la fertilidad del suelo deben seleccionarse y diseñarse de acuerdo con las limitaciones y el potencial específicos de los diferentes entornos. Propugnar la fijación biológica del nitrógeno en lugares donde las leguminosas no forman parte del modelo de cultivo puede llevar a tasas de adopción bajas. El uso de fosfatina fuera de los suelos ácidos de las zonas húmedas y subhúmedas tendría un efecto limitado. La aplicación de enmiendas calizas puede ser eficaz para neutralizar la toxicidad del aluminio en los suelos ácidos, pero es superflua en suelos con una buena saturación de calcio. Para ser efectivas, las aplicaciones de fertilizantes en las zonas semiáridas tienen que ir acompañadas de medidas de captación y almacenamiento del agua o de riegos a pequeña escala. En suelos con baja capacidad de retención de nutrientes, hay que planificar el momento de la fertilización. Es poco realista depender de fuentes orgánicas de nutrientes vegetales en zonas semiáridas, donde la producción de biomasa está severamente limitada por el déficit de agua. Lo mismo se puede decir de la dependencia de abonos animales en zonas donde hay infestación grave de mosca tsetsé.



Cultivo de maíz bajo árboles Faidherbia en el sur de la República Unida de Tanzania

La combinación de árboles con agricultura de conservación en los sistemas de cultivo (agro-silvicultura) se está perfilando como una solución de base científica, asequible y accesible, para cuidar mejor la tierra y aumentar la producción de las cada vez más numerosas pequeñas explotaciones de cultivos alimentarios. Millones de agricultores de Zambia, Malawi, el Níger y Burkina Faso están utilizando este sistema para recuperar suelos agotados y aumentar tanto los rendimientos de los cultivos como sus ingresos. Los resultados más positivos se deben a la integración de árboles fertilizantes en los sistemas de cultivo. Dichos árboles mejoran la fertilidad del suelo porque le transfieren, a través de sus raíces y de los residuos de las hojas, el nitrógeno que extraen del aire.

Los científicos del Centro Mundial de Agrosilvicultura y diversas instituciones nacionales han evaluado durante varios años los resultados de varias especies de árboles fertilizantes, entre ellos *Sesbania*, *Gliricidia* y *Tephrosia*. Actualmente, la que muestra más posibilidades es *Faidherbia albida*. Esta acacia autóctona es ya un componente natural de los ecosistemas en gran parte del continente africano. A diferencia de la mayoría de árboles, *Faidherbia* pierde las hojas durante la primera estación lluviosa y paraliza su crecimiento durante el período vegetativo de los cultivos: cuando comienza la estación seca, las hojas vuelven a brotar. Esta fenología inversa hace que sea muy compatible con los cultivos alimentarios, porque no compite por la luz, los nutrientes o el agua durante su período vegetativo.

En Zambia, 160 000 agricultores ya están cultivando especies alimentarias en agrobosques de *Faidherbia*, en una superficie de más de 300 000 ha. La Unidad de Agricultura de Conservación de Zambia ha observado que los rendimientos de los cultivos de maíz sin fertilizantes próximos a *Faidherbia* fueron de 4,1 t/ha por término medio, comparados con las 1,3 t/ha de otros campos cercanos (pero situados fuera de la cubierta arbórea). También se han obtenido resultados prometedores en Malawi, donde los rendimientos del maíz aumentaron hasta en un 280 % en la zona situada bajo la cubierta de *Faidherbia*, comparados con los cultivos situados fuera de ella. En el Níger ya hay más de 4,8 Mha de agrobosques con predominio de *Faidherbia* para mejorar la producción de mijo y de sorgo. Las investigaciones también han registrado buenos resultados en la India y en Bangladesh.

Fuente: Garrity et al. (2010) Fotografía: © Centro Mundial de Agrosilvicultura

Los insumos comerciales, en particular, se utilizan raramente en los sistemas de subsistencia. A pesar del significativo crecimiento que ha experimentado el uso de fertilizantes en un pequeño grupo de países del África subsahariana, por lo general dicho uso ha seguido siendo bajo, debido a la desfavorable relación entre costes y beneficios, los elevados riesgos y la debilidad de los mercados. Sin embargo, a diferencia de lo que sucedía en el pasado, los cultivos de alimentos básicos (como el maíz, el tef, la cebada o el trigo) figuran cada vez más entre los casos de uso de fertilizantes (Morris *et al.*, 2007).

Además hay que idear los paquetes de medidas pensando en cada situación agrícola local. Muchos intentos de mejorar la fertilidad del suelo han fracasado porque la tecnología propuesta no era apropiada y porque no se tuvo en cuenta información esencial sobre las características de la base de recursos naturales. Las recomendaciones que se formulan para regiones o países enteros, sin tener en cuenta la gran diversidad existente a nivel de las explotaciones, suelen ser contraproducentes. Se precisan paquetes de medidas adecuados, que combinen una serie de opciones técnicas diseñadas específicamente para hacer frente a las condiciones socioeconómicas y ecológicas de cada lugar.

Existen diversos condicionantes socioeconómicos que limitan la adopción de estas medidas. Los residuos vegetales tienen usos alternativos como forraje, combustible y material para la construcción, para los que muchas veces no hay sustitutos. Además, los residuos vegetales se queman con el fin de controlar las malas hierbas y las plagas. La aplicación de estiércol es efectiva en huertos familiares donde hay animales estabulados, pero en otros sitios el ganado puede alimentarse en pastizales amplios donde no se puede recoger el estiércol. El compostaje requiere un uso intensivo de mano de obra, y los residuos orgánicos de las explotaciones pequeñas son limitados. Las superficies cubiertas de especies herbáceas y leguminosas compiten con los cultivos alimentarios por la tierra y por el agua y los nutrientes disponibles. Las mismas limitaciones se aplican a los abonos verdes, que pueden necesitar una gran cantidad de trabajo para incorporar la biomasa producida. Las principales limitaciones para incorporar materia orgánica adicional al suelo son la escasez de animales de tiro y la ausencia de rentabilidad a corto plazo.

Los paquetes de medidas, por tanto, exigen que se efectúe una valoración de «viabilidades y riesgos» para tenerlos en cuenta en los incentivos. Recientes trabajos realizados en el África subsahariana y en Asia han permitido elaborar medidas específicas para gestionar los riesgos y proporcionar incentivos a los agricultores (Recuadro 4.2). De hecho, parece que algunas técnicas ofrecen más de un incentivo. La diversidad de plantas ofrece otras ventajas para los agricultores que vuelven atractiva su adopción, como son la difusión de los riesgos comerciales, la mejora de las oportunidades de obtener ingresos, la mejora del equilibrio alimentario, la distribu-



Estiércol de granja en Nepal

La gestión integrada de la fertilidad del suelo es una estrategia que permite incorporar nutrientes orgánicos e inorgánicos para aumentar la productividad de los cultivos, prevenir la degradación del suelo y reducir la pérdida de nutrientes. Se basa en la aplicación de nutrientes en forma de aportaciones de materia orgánica, como el compost, el estiércol, los fertilizantes inorgánicos o la integración de cultivos fijadores de nitrógeno. El uso integrado de las aportaciones orgánicas y minerales a los cultivos tiene muchos efectos positivos. Sin embargo, se debe evitar la labranza del suelo para conseguir efectos positivos persistentes.

Fuente: CDE (2010) Fotografía: K. M. Sthapit

ción más regular de los requisitos de mano de obra a lo largo del año y la disminución del riesgo de plagas y de factores ambientales adversos, como la sequía.

Gestión de la humedad del suelo en zonas de secano

La mejora de la agricultura de secano depende del suministro adecuado de agua a las raíces de las plantas. Lo más importante para conservar la humedad del suelo es aprovechar al máximo la lluvia disponible. Esto implica minimizar la evaporación improductiva de agua, aumentar el contenido en materia orgánica del suelo y minimizar las alteraciones de este mediante técnicas apropiadas, como la agricultura de conservación.

Tradicionalmente, la gestión de la humedad del suelo en zonas de fuertes precipitaciones se ha practicado mediante una serie de sistemas de captación y almacenamiento de agua, como el cultivo en terrazas y el desvío de las aguas de escorrentía. Hay un amplio margen técnico para mejorar la gestión agrícola del agua en el cultivo de secano, por medio de una mayor captación y almacenamiento del agua y mejores técnicas de conservación de la humedad de los suelos, pero también hay muchos obstáculos técnicos y socioeconómicos para la adopción de estas posibilidades.

La captación y almacenamiento de agua de lluvia tiene como objetivo mejorar el control del agua y garantizar una adecuada humedad del suelo para las raíces durante el período vegetativo (Recuadro 4.3). Con este sistema se capta la escorrentía de una zona preparada y se conserva en otra zona de almacenamiento o en el perfil del suelo. Las tecnologías utilizadas pueden ser estructuras sencillas en la propia finca que desvían el agua hacia hoyos de plantación, estructuras de captación que desvían el agua de escorrentía hacia depósitos o terrenos de recepción, terrazas permanentes y presas (CDE, 2010). La captación efectiva del agua de lluvia puede duplicar o triplicar los rendimientos si se compara con la agricultura de secano convencional, especialmente cuando se combina con el cultivo de variedades mejoradas y con métodos de labranza mínima que conservan el agua. Algunos de los centros del Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (GCAI) están investigando los problemas de la captación y almacenamiento de agua y otros asuntos asociados, como el germoplasma tolerante a la sequía y de uso eficiente del agua o la gestión agronómica más adecuada para las condiciones secas (Banco Mundial, 2006: 170).

El cultivo en laderas causa ciertos problemas, como la rápida pérdida de humedad del perfil del suelo y la erosión debida a la escorrentía. Existen muchas técnicas vegetativas y estructurales para asegurar la conservación del suelo y el agua en laderas, como el uso de fajas vegetales en curvas de nivel para retener la humedad y prevenir la erosión (Recuadro 4.4) o las terrazas y los lomos que actúan como barreras estructurales (Recuadro 4.5). Normalmente las medidas vegetativas requieren menos inversión y se instalan más fácilmente, por lo que los agricultores suelen darles prioridad sobre otras medidas estructurales más exigentes. Las medidas estructurales deberían promoverse en aquellos lugares donde las medidas vegetativas no sean suficientes por sí solas, como en las laderas muy pendientes y erosionables. Lo ideal es combinar las medidas de protección estructurales con las medidas vegetativas o agronómicas y mejorar la fertilidad del suelo y la gestión del agua.

Estas técnicas han contado tradicionalmente con una disponibilidad elevada de mano de obra barata o subsidiada y tracción animal. En las tierras marginales de las zonas con escasas precipitaciones, las oportunidades limitadas de control y conservación del suelo en la propia explotación siguen presentando riesgos. La experien-



Sistema de captación y almacenamiento de agua de lluvia (escorrentía) mediante surcos en Siria

El método de captación y almacenamiento del agua de lluvia emplea una serie de tecnologías que recogen la escorrentía para poderla utilizar en la producción agrícola o con fines domésticos. Los objetivos de la captación y almacenamiento de agua son minimizar las variaciones en la disponibilidad de este recurso y aumentar la capacidad de recuperación de la producción agrícola. Los componentes básicos de un sistema de captación y almacenamiento de agua de lluvia son: 1) área de captación, 2) área de concentración/almacenamiento y 3) área cultivada. Cuando la escorrentía se almacena en el perfil del suelo, 1) y 3) son sinónimos. La captación y almacenamiento de agua de lluvia abarca un amplio espectro de tecnologías diferentes, desde medidas sencillas, como las estructuras en forma de V con hoyos de plantación, hasta estructuras más complejas y grandes como las presas. Los costes de inversión varían considerablemente.

Fuente: CDE (2010). Fotografía: F. Turkelboom

cia reciente con la introducción de nuevas técnicas en muchos países demuestra que a menudo no son rentables para los agricultores y pueden aumentar los riesgos. Por ello, cuando no existe el apoyo de un proyecto, pocas veces se aplican de nuevo.

Las mejores opciones son las prácticas de gestión flexible que aumentan la cobertura vegetal y favorecen la retención de materia orgánica y la humedad del suelo, junto con la adopción de variedades vegetales adaptadas. Siempre irán acompañadas de estrategias destinadas a estabilizar los rendimientos frente a la variabilidad climática y a incrementarlos con una mejor gestión del suelo, el agua y los recursos biológicos. La inversión para mejorar la gestión agrícola del agua debe ir acompa-



Faja vegetal natural en Filipinas

Las fajas vegetales pueden estar compuestas por herbáceas, arbustos o árboles. Se suelen utilizar siguiendo las curvas de nivel, lo que ayuda a contener la escorrentía excesiva, pero también pueden establecerse de forma perpendicular al viento, para controlar la erosión eólica. Muchas veces las fajas vegetales en curvas de nivel dan lugar a la formación de lomos y terrazas por la «erosión de la labranza» que traslada suelo hacia abajo durante el cultivo. Comparadas con las terrazas y los lomos, las fajas son mucho más baratas y fáciles de instalar. Estas fajas vegetales también se pueden utilizar en tierras llanas como pantallas protectoras o cortavientos o como barreras alrededor de los campos.

Fuente: CDE (2010) Fotografía: A. Mercado, jr.

ñada de un paquete de medidas que integren el suelo, el agua y la agronomía con un enfoque más amplio del desarrollo y los medios de vida rurales, especialmente para facilitar el acceso a los mercados de productos e insumos.

Enfoques integrados para mejorar la productividad en los sistemas de secano

Se han definido diversos enfoques integrados de la producción que combinan algunas de las buenas prácticas de gestión sostenible de la tierra y el agua y las adaptan



Establecimiento de pequeñas terrazas abancaladas en Tailandia

Las barreras estructurales son medidas realizadas en laderas, en forma de lomos de tierra/suelo o vallados de piedras, con el fin de reducir la velocidad de la escorrentía y la erosión del suelo. Esto se consigue reduciendo la pendiente o la longitud de la ladera. Las barreras estructurales son bien conocidas y son un método tradicional muy usado para la conservación del suelo y el agua. A menudo se combinan con medidas de mejora de la fertilidad del suelo (por ejemplo, cobertura del suelo, aplicación de estiércol o fertilizantes).

Fuente: CDE (2010). Fotografía: S. Sombatpanit

a los ecosistemas y a las circunstancias sociales locales y a una demanda comercial viable (Neely y Finn, 2010; CDE, 2010). Estos enfoques incorporan técnicas de mejora de la gestión del suelo y del agua, de una forma que intensifica la producción gracias a la gestión integrada de la fertilidad del suelo y mejora la eficiencia del uso del agua y la diversidad de los cultivos. Estos enfoques ofrecen oportunidades a los agricultores, especialmente a los pequeños productores de secano, para mejorar la sostenibilidad de la productividad. Algunos son también aplicables a cultivos a mayor escala.

Enfoques agroecológicos

Los enfoques agroecológicos combinan el conocimiento ecológico y la agricultura para impulsar un tratamiento global de los sistemas agrícolas y alimentarios, utilizando una serie de propuestas tradicionales y modernas. Los enfoques agroecológicos utilizan métodos combinados derivados del conocimiento tradicional,

la agricultura alternativa, las ciencias y tecnologías avanzadas y los sistemas alimentarios locales. Normalmente, se emplean métodos de labranza mínima y baja, pastoreo rotacional, intercultivos, rotación de cultivos, integración agropecuaria, diversidad intraespecífica y ahorro de semillas, manejo del hábitat y gestión más que «control» de las plagas. Los enfoques agroecológicos propugnan también el aprovechamiento de insectos depredadores y parásitos beneficiosos y el aumento de la biota útil, como son las micorrizas y los fijadores de nitrógeno, así como la conservación de los recursos, entre ellos la energía, el agua (por medio del cultivo sin regadío y el riego eficiente) y las reservas de nutrientes y materia orgánica del suelo (Neely y Fynn, 2010; Pretty *et al.*, 2011).

Agricultura de conservación

Los enfoques de agricultura de conservación tienen como objetivo conservar los recursos naturales al mismo tiempo que se aumentan los rendimientos y la capacidad de recuperación. Los sistemas de agricultura de conservación se agrupan en torno a tres tecnologías básicas que, aplicadas simultáneamente, constituyen la base para asegurar una mejora sostenible de la productividad por medio de efectos sinérgicos: mínima alteración del suelo, cobertura permanente del suelo y diversidad de cultivos.

La agricultura de conservación proporciona: 1) una mejor infiltración de las aguas de lluvia (con reducción de la escorrentía, la evaporación y la erosión), 2) mayor biodiversidad y mayor contenido de materia orgánica del suelo, y 3) estructura del suelo mejorada. Las necesidades de mano de obra se reducen, y el uso de fertilizantes sintéticos, pesticidas y combustibles fósiles es mínimo. Cada una de estas tecnologías puede servir como punto de partida. Sin embargo, solo la aplicación simultánea de las tres produce plenos beneficios. La agricultura de conservación es adecuada tanto para los cultivos de pequeña escala como para los de gran escala. Su adopción es particularmente atractiva en situaciones con gran escasez de mano de obra. Dado su historial de éxitos comprobado, la agricultura de conservación está siendo promovida actualmente por la FAO a nivel mundial, y en todo el mundo hay ya unos 117 Mha cultivados con este tipo de técnicas.

Agricultura ecológica

La agricultura ecológica evita el uso de insumos sintéticos, conserva el suelo y el agua y optimiza la producción por medios ecológicos. Es un sistema de gestión holístico, que minimiza o elimina los fertilizantes y pesticidas sintéticos y los organismos genéticamente modificados, conserva el suelo y el agua y tiene como objetivo optimizar la salud y la productividad de comunidades interdependientes de plantas, animales y personas.

La agricultura ecológica incluye una serie de medidas: rotación de cultivos y mejora de su diversidad, diferentes combinaciones de ganado y plantas, fijación sim-

biótica del nitrógeno con leguminosas, aplicación de abono orgánico y controles biológicos de las plagas, como el sistema «*push-pull*» (atracción-rechazo). Todas estas estrategias pretenden hacer el mejor uso de los recursos locales. Sin embargo, la producción ecológica a mediana o gran escala suele requerir importaciones de material orgánico (en forma de compost, mantillo, etc.) para mantener la productividad del suelo. Asimismo, la producción ecológica a mediana o gran escala suele incluir labranza mecánica.

La agricultura ecológica es un sistema sostenible que minimiza el conflicto con otros servicios ecosistémicos y tiene un gran valor económico por la creciente preferencia de los consumidores por los productos ecológicos. A nivel mundial, actualmente hay más de 32 Mha, a cargo de 1,2 millones de agricultores, cultivados con este tipo de agricultura, y en unos 30 Mha se cosechan productos silvestres ecológicos (CDE, 2010; Neely y Fynn, 2010).

Agrosilvicultura

La agrosilvicultura es un sistema de uso de la tierra en el que las plantas leñosas perennes se integran con los cultivos agrícolas y la ganadería con el fin de conseguir interacciones beneficiosas y equilibrar las necesidades ecológicas con el manejo sostenible de árboles y otros recursos forestales. La agrosilvicultura proporciona muchos beneficios y servicios, como un uso más productivo y sostenible de los recursos de suelos y aguas, diversos combustibles, forrajes y productos alimentarios y provisión de un hábitat para las especies asociadas. Normalmente hay interacciones tanto ecológicas como económicas entre los componentes del sistema.

Hay cinco formas básicas de agrosilvicultura: el cultivo en hileras, el cultivo forestal, el silvopastoreo (Recuadro 4.6), los bosques ribereños amortiguadores y los cortavientos. La agrosilvicultura puede incorporar una amplia gama de tecnologías: cultivos en curvas de nivel, cultivos de estratos múltiples, intercultivos (de relevo), cultivos múltiples, barbechos con arbustos y árboles, zonas verdes o huertos familiares. Muchas de estas propuestas constituyen sistemas tradicionales de uso de la tierra, que pueden actualizarse con la introducción de tecnologías nuevas o mejorados.

Sistemas agropecuarios integrados

Los métodos mixtos e integrados optimizan el uso de la biomasa y los ciclos de nutrientes en un sistema de producción agrícola y ganadera. Dichos métodos pueden afectar positivamente a la biodiversidad, la salud del suelo, los servicios ecosistémicos y la conservación de los bosques. Gracias a la integración de los componentes, pueden competir económicamente con operaciones especializadas intensivas a gran escala. Algunas de las variantes son los sistemas con o sin árboles o con o sin acuicultura, y los sistemas de agropastoreo con o sin árboles.

Los sistemas de silvopastoreo incluyen la introducción en las zonas de pastoreo de árboles que aportan sombra y protección, aumentan la capacidad de recuperación y, en algunos casos, mejoran la calidad de los forrajes. El silvopastoreo puede producir resultados espectaculares: hace veinte años, en la región de Shinyanga, en la República Unida de Tanzania, la erosión del suelo era tan fuerte, que las tormentas de arena eran frecuentes; hoy en día, la actividad del Programa de rehabilitación de tierras de Shinyanga ha permitido que las parcelas de bosque produzcan leña y madera para la construcción, mientras que los huertos frutales proporcionan alimentos y los árboles forrajeros suministran alimento rico en proteína para el ganado.

Fuente: Neely y Fynn (2010)

El objetivo es que los componentes interactúen sinérgicamente. Por ejemplo, los productos residuales, como el estiércol del ganado, se utilizan para mejorar la fertilidad del suelo en los cultivos, mientras que los residuos vegetales proporcionan alimentación suplementaria a los animales. Los sistemas mixtos diversifican la producción, hacen un uso más eficiente de los recursos y mejoran la capacidad de recuperación ante los riesgos del cambio climático, la variabilidad de los mercados o los fracasos de producción.

Sistemas agrícolas tradicionales

Los sistemas agrícolas tradicionales comprenden las formas de agricultura ecológica autóctonas resultantes de la coevolución de los sistemas sociales y medioambientales. Normalmente, estos sistemas se caracterizan por un alto grado de complejidad y biodiversidad vegetal. Se puede aprender mucho del uso específico del conocimiento ambiental y de los recursos naturales que hacen estos sistemas gracias a una compleja síntesis entre sistemas productivos y naturales. Algunos han sido clasificados como Sistemas Importantes del Patrimonio Agrícola Mundial (SIPAM). La introducción cuidadosa de mejoras de gestión en estos sistemas, basada en tecnologías de gestión sostenible de la tierra y el agua, puede traducirse en mayores rendimientos, derivados particularmente de la agrosilvicultura y de las prácticas agropecuarias integradas. No obstante, algunas formas de agricultura tradicional están sometidas a presiones que pueden hacerlas menos sostenibles, con lo que serían necesarios ciertos cambios (CDE, 2010; Neely y Fynn, 2010).

Prácticas pastorales y agropastorales sostenibles

En las tierras secas, la forma de conseguir pastos sanos y productivos es agrupar el ganado en rebaños grandes y trasladarlos frecuentemente. El pastoreo controlado

permite una distribución del estiércol y la orina más regular, que puede aumentar la materia orgánica y los nutrientes del suelo y de este modo mejorar la productividad de las plantas. De hecho, muchas veces el sobrepastoreo es más función del tiempo que del número absoluto de animales; es decir, se produce cuando el ganado tiene acceso a las plantas antes de que las partes aéreas y los sistemas de enraizamiento hayan tenido tiempo de recuperarse. En teoría, el método holístico de pastoreo planificado (Savory y Butterfield, 1999) mejora la cobertura del suelo, la diversidad de las plantas y la biomasa, incrementa la infiltración del agua y aumenta la densidad animal para distribuir mejor el estiércol y la orina, al mismo tiempo que reduce el período de pastoreo. Todo ello se traduce en una mejora de la producción de biomasa, además de una mejor calidad y productividad ganadera.

Muchos expertos en sistemas de pastoreo han llegado a la conclusión de que la producción ganadera extensiva practicada en tierras comunales es el uso más adecuado para las tierras semiáridas de África (Scoones, 1995). Por lo tanto, la conversión de los recursos de propiedad comunal no oficiales, que son típicos de los pastizales, en derechos privados de los usuarios favorece más la explotación a corto plazo de los recursos que la conservación a largo plazo que estos requieren. En Kenya, las medidas de conservación gestionadas por las comunidades se basan en el pastoreo holístico, con el fin de incrementar la productividad del ganado y también el número de ejemplares de la fauna salvaje (Recuadro 4.7).

Para asegurar que entre los medios de vida ganaderos y la salud del medioambiente haya una relación sinérgica adecuada y sostenible, deben resolverse los obstáculos que se derivan de la falta de tenencia, el fomento de la privatización y la escasez de servicios sanitarios y de educación (CLD, 2007). La capacitación de las comunidades dedicadas al pastoreo para adoptar una gestión sostenible de los pastizales requiere una combinación de actuaciones, entre las que destacan enfoques de gestión flexibles, disposiciones de organización social y acuerdos de tenencia de la tierra referidos a los recursos de propiedad comunal de los que depende el sustento de estas comunidades.

Limitaciones y desafíos

Los enfoques descritos son específicos de cada lugar y se deben adaptar al contexto agroecológico y socioeconómico local. Los grandes retos son el conocimiento, los incentivos y los recursos. Todos estos enfoques requieren transferencia de conocimientos, para lo cual debe estar disponible la base institucional. Todas estos enfoques tienen su propia justificación económica, pero muchas veces los costes financieros son más altos que en los sistemas tradicionales y su rentabilidad general puede ser imprevisible. Una parte de los beneficios de la agricultura «adaptada ecológicamente» se hacen notar fuera de la propia explotación y van a parar a personas que habitan aguas abajo o en otros lugares del mundo, mientras que todos los cos-



En las tierras que circundan el lago Baringo, en el Valle del Rift del centro de Kenia, está teniendo lugar una callada revolución natural que trata de invertir la devastadora degradación de la tierra y restablecer la capacidad de recuperación de los pastos. La fundación para la Rehabilitación de los Entornos Áridos (RAE Trust) ha reconocido que en algunas zonas de pastoreo, las especies herbáceas son el bien más importante. Junto con los miembros de la comunidad, están transformando la cuenca del lago Baringo. Unas 2 200 ha han sido rehabilitadas con éxito, utilizando plantaciones de árboles y especies herbáceas, y se ha mejorado la gestión ganadera. La recuperación de las herbáceas ha influido positivamente en unas 15 000 - 30 000 personas, incluyendo familias individuales, pastores que gestionan campos comunales y ranchos grupales, así como grupos de apoyo mutuo y grupos de mujeres. Las semillas de las especies herbáceas se cosechan y venden ya en toda Kenia.

La recuperación de los pastos perennes no solo ha renovado los procesos ecosistémicos (tierra, nutrientes, agua y biodiversidad), sino que ha dado confianza a las comunidades y las ha preparado para ser autosuficientes. Es indispensable centrarse en las tierras secas y de pastizales de África para invertir su degradación y reducir la pobreza.

Fuente: Elizabeth Myerhoff y Murray Roberts, RAE Trust. Fotografía: W. Lynam

tes están a cargo del agricultor. Aunque el incentivo de los beneficios está presente, los costes de inversión y el plazo que debe transcurrir hasta que estos enfoques resulten «rentables» son una limitación para los agricultores, particularmente para los pequeños productores.

Obtención de agua para la agricultura de regadío

Nuevos desvíos y proyectos de uso múltiple

En las cuatro décadas que faltan para 2050, se prevé que habrá un aumento neto de las extracciones de agua para la agricultura de unos 150 km³, del que los mayores aumentos brutos se darán en el Asia sudoriental, América del Sur y el África subsahariana. La mayor parte de estos aumentos tendrán que venir de las aguas superficiales, ya que las subterráneas están completamente desarrolladas en la mayoría de los sitios.

Las oportunidades de disponer de grandes presas de almacenamiento son menores que en el pasado, y los bajos rendimientos económicos y las consideraciones medioambientales y de seguridad han reducido el interés por la construcción de grandes embalses. El elevado coste significa que las grandes presas solo pueden justificarse si ofrecen beneficios hidroeléctricos. Sin embargo, se están estudiando o aplicando algunos proyectos en diversos países, como China, Irán y varios países africanos. También podría añadirse agua de riego si se optimizan las normativas de vertido de las presas actuales. Además, la cooperación transfronteriza en el desarrollo y gestión de los recursos hídricos podría incrementar la disponibilidad de agua para el regadío. Por ejemplo, las presas hidroeléctricas del Nilo Azul, en Etiopía, podrían suministrar agua de riego adicional en el curso bajo del río.

Sin embargo, es probable que la mayor parte de los nuevos proyectos de almacenamiento específico para el riego sean a pequeña escala. En muchos países hay posibilidades de utilizar estas estructuras pequeñas. Todas estas represas requieren una valoración previa, desde el punto de vista social, económico y medioambiental, de los riesgos y ajustes implicados, y los proyectos deben estudiarse en el marco de planificación de la cuenca. A nivel de las políticas, el desvío de agua adicional para la agricultura implica decidir si deben privilegiarse los derechos de la agricultura sobre otros usos que podrían tener mayor valor, y valorar los riesgos para el medio acuático y los humedales de aguas abajo. Cuando se trate de recursos transfronterizos, los gobiernos tendrían que sopesar los beneficios de optimizar las inversiones a escala de la cuenca (lo que podría sugerir la conveniencia, por ejemplo, de efectuar inversiones en energía hidráulica aguas arriba y desvíos para el regadío aguas abajo) frente a los problemas de soberanía y seguridad del agua. La decisión de invertir en el desarrollo del regadío antes que en la agricultura de secano o en otros activos y servicios favorables a los pobres estaría condicionada por los efectos de las posibles alternativas de inversión.

Aguas subterráneas

A pesar de los problemas de agotamiento y contaminación, las aguas subterráneas continuarán teniendo un importante efecto amortiguador en el mantenimiento de la

humedad óptima del suelo en los cultivos de regadío, una función que estará aún más presente con el aumento de la variabilidad climática (FAO, 2012d). En muchos países, sin embargo, hay pocas oportunidades de desarrollar más las aguas subterráneas, por lo que el uso de los recursos de agua subterránea existentes es una prioridad fundamental.

Sin embargo, el agotamiento de las aguas subterráneas como consecuencia de la agricultura intensiva es imparable (Siebert *et al.*, 2010). Aunque es improbable que la introducción de enfoques de gestión permita recuperar la completa sostenibilidad de muchos de estos acuíferos, se puede mejorar su duración y su productividad. Es alentadora la reciente experiencia de autogestión comunitaria de las aguas subterráneas, en la que se están recargando acuíferos poco profundos y los usuarios muestran un gran interés por mantener niveles fiables de producción agrícola (Banco Mundial, 2010a).

La salinización de los acuíferos se produce cuando hay percolación de aguas contaminadas o salinas procedentes de la agricultura de regadío, y también cuando las reservas de los acuíferos se agotan y las concentraciones de sales aumentan. Además, el agotamiento de los acuíferos costeros puede traducirse en intrusión salina. La principal solución es la gestión activa de los acuíferos, para reducir la extracción hasta asegurar un rendimiento sostenible. La salud de los acuíferos puede restaurarse también con la inyección artificial de agua dulce para diluir el agua salina o con la creación de barreras contra la intrusión de esta, pero este proceso puede ser costoso y requiere un alto nivel de control (Mateo-Sagasta y Burke, 2010).

Margen para la inversión en fuentes de agua no convencionales

A nivel mundial, solo un 60 % de las extracciones de agua se consume realmente en forma de evaporación directa (unos 2 900 km³ de un total de 5 200 km³). El resto se devuelve al sistema hidrológico y es potencialmente recuperable para usos secundarios, como la agricultura. Si se recuperase toda esta agua, representaría más de tres cuartas partes del actual uso consuntivo en agricultura. Por lo tanto, y en especial en los países con poca agua, invertir en la reutilización de las aguas de drenaje y las aguas residuales urbanas o industriales puede servir para compensar la escasez.

El agua de drenaje se puede reutilizar, o bien introduciendo circuitos cerrados en los sistemas o bien con el bombeo directo de los desagües por parte de los agricultores. El uso de estas aguas relativamente salinas plantea riesgos agrícolas y medioambientales como la salinización del suelo y la degradación de la calidad del agua en el curso bajo de la cuenca, por lo que hay que hacer una evaluación y un seguimiento de estos riesgos. También hay que adoptar medidas para prevenir una mayor salinización de la tierra y el agua o para sanear los suelos salinos o sódicos. Uno de los casos de éxito ha sido Egipto, que reutiliza más del 10 % de sus extrac-

ciones anuales de agua dulce sin deteriorar el equilibrio salino. La desalinización de las aguas subterráneas y de las aguas de drenaje salobres para utilizarlas en usos agrícolas resulta de momento onerosa por los altos costes de la energía, con la excepción de la horticultura intensiva de cultivos comerciales de valor elevado, como las hortalizas o las flores cultivadas (principalmente en invernaderos) en las zonas costeras, donde es más fácil deshacerse de la salmuera que en las tierras interiores (Mateo-Sagasta y Burke, 2010). Sin embargo, el agua desalinizada, incluida el agua de drenaje, está empezando a ser una opción más competitiva porque los costes están bajando, mientras aumentan los de las aguas superficiales y subterráneas.

A medida que crezcan las ciudades, se dispondrá de más aguas residuales urbanas e industriales. Las aguas residuales tienen la ventaja de ser ricas en nutrientes y la de estar disponibles cerca de los centros de población y de los mercados, lo que las hace ideales para la horticultura y la acuicultura periurbanas. Sin embargo, los contaminantes de las aguas residuales plantean riesgos para la salud humana y el medioambiente. Para maximizar los beneficios y minimizar los riesgos relacionados con el uso de aguas residuales, hay que elaborar un marco político e institucional sólido (OMS-FAO-PNUMA, 2006). Las decisiones sobre los aspectos *técnicos* deben adoptarse con anticipación, porque determinarán el tipo de tratamiento usado para la reutilización de los caudales de salida. También hay que planificar diversos aspectos de la *asignación de los recursos hídricos*: es necesario valorar quién recibirá el agua y disponerlo mediante acuerdos contractuales. En cuanto al aspecto *medioambiental*, se requieren normas y reglamentos para controlar los contaminantes en el punto de origen y para proteger la salud humana. Finalmente, en el ámbito *agrícola*, puede ser necesario aplicar prácticas restringidas de riego y cultivo.

Modernización de los sistemas de regadío

Mejorar los servicios de agua en los grandes planes de regadío

El margen para aumentar la eficiencia y mejorar la productividad de la tierra y el agua en el regadío es considerable. A nivel mundial, los niveles de eficacia están muy por debajo del máximo técnico, los sistemas de regadío a presión y la agricultura protegida siguen ocupando una superficie pequeña, los productos de valor bajo predominan en los patrones de cultivo y los rendimientos agrícolas y los ingresos de los agricultores están muy por debajo de su potencial (Molden *et al.*, 2010). Tres elementos pueden contribuir a conseguir «más valor por gota de agua»: la mejora de los servicios hídricos, la mayor eficiencia en el uso del agua (especialmente in situ) y la mayor eficiencia agronómica.

La vía para mejorar la productividad y eliminar las brechas de rendimiento del regadío pasa por el incremento de la flexibilidad, la fiabilidad y la programación

temporal de los servicios hídricos a través del manejo y el mantenimiento del sistema de desvíos y canales, o la mejor distribución dentro del propio sistema (por ejemplo, aumentando los suministros a las zonas situadas al final). En principio, la mejora de los servicios de agua es factible en casi todos los planes de regadío.

Se requiere un enfoque integrado para invertir en los diferentes insumos del sistema productivo: suelo, agua, agronomía y mejoras económicas e institucionales. El concepto de modernización de los planes de regadío a gran escala comprende todos los cambios que pueden introducirse en el sistema de suministro de agua para el riego, en las prácticas agronómicas y en la estructura institucional y de incentivos necesaria para proporcionar a los agricultores un suministro de agua sostenible, eficiente y que responda a la demanda, con el que se podrá conseguir una productividad elevada y un sistema de cultivo sostenible (FAO, 2007e).

Una segunda vía es mejorar la eficiencia del uso del agua (el uso consuntivo como porcentaje de la extracción del agua para riego), de forma que se utilice de forma útil una mayor proporción del agua desviada (por ejemplo, reduciendo las pérdidas en el sistema de regadío, mejorando la gestión del agua en la propia explotación o reciclando el agua de drenaje). La posibilidad de aumentar el uso beneficioso de las extracciones de agua para el regadío queda demostrada por la baja relación existente en muchas zonas entre el agua requerida y el agua extraída, ya que en los planes de regadío se extrae hasta tres veces más cantidad de agua de la que realmente se necesita para el crecimiento de las plantas. Sin embargo, el margen de ahorro debe definirse con prudencia, ya que una gran parte del agua no utilizada vuelve a los ríos y acuíferos a través de la percolación y el drenaje.

La modernización integrada requerirá inversiones físicas y organizativas. Las inversiones físicas irán más allá de la simple rehabilitación de los sistemas actuales y consistirán más bien en la inclusión de mejoras en los mismos, como la selección correcta de compuertas y estructuras de control, el revestimiento de los canales con materiales geosintéticos, la construcción de canales interceptores y estanques y la instalación de sistemas de información modernos, además de la introducción de tecnologías de mejora del regadío en la finca, como el riego por goteo, y una red de drenaje que permita una gestión no contaminante del equilibrio salino. Las inversiones en modernización pueden consistir también en una serie de mejoras «organizativas», como las estructuras institucionales y de gestión de los planes y las prácticas de gestión del agua en la finca, junto con la gestión de la fertilidad del agua y del suelo, la gestión del agua de drenaje y los enfoques integrados para combatir la sequía, la salinidad y las inundaciones. La inversión en modernización del regadío para conseguir una agricultura de elevada productividad y sostenible requiere un entorno económico que ofrezca unos incentivos no distorsionados y facilite el control del riesgo y el acceso a los mercados.

Margen de mejora de la productividad en el regadío informal y a pequeña escala

La posibilidad de mejorar la productividad del regadío no se limita a los grandes planes oficiales. Muchos pequeños productores de Asia, África y el Cercano Oriente viven de la agricultura practicada en pequeños sistemas de regadío tradicionales y a pequeña escala. Con frecuencia, el regadío a pequeña escala depende de sistemas de desvío de agua construidos por la comunidad y de sistemas de acometida manejados por instituciones gestionadas por los usuarios. Algunos de los sistemas utilizados son los de control de inundaciones (como el desvío de avenidas o las decrecidas), los de manantiales y pozos, los perímetros a pequeña escala para elevar el agua de los ríos, los sistemas de aprovechamiento de escorrentía, los sistemas de captación y almacenamiento de agua y los sistemas de horticultura local que utilizan pozos, aguas de escorrentía o incluso agua del grifo.

Los sistemas de regadío a pequeña escala se encuentran en casi todas las zonas agroecológicas y son importantes cuando el agua constituye una limitación importante para la producción de los cultivos y cuando los recursos hídricos están limitados o utilizados en exceso, especialmente en zonas de semiáridas a subhúmedas. Con frecuencia, estos sistemas son en parte (o incluso principalmente) de secano y utilizan solo riego suplementario. Normalmente, los rendimientos son muy inferiores a los de los grandes planes oficiales, por la ausencia de economías de escala, de variedades apropiadas y de control del agua y por las dificultades de acceso a los mercados. Sus puntos fuertes son la existencia de un conocimiento tradicional consolidado, la gestión sostenible de los recursos de tierras y aguas y el nivel de capital social local.

El reto está en mejorar los resultados de estos planes sin poner en peligro su actual sostenibilidad. Existen algunas tecnologías disponibles, como el revestimiento de los canales en los proyectos alimentados con manantiales o el bombeo a pedal en horticultura. Lo que se necesitan son mecanismos para la transmisión de conocimientos y apoyo a las tecnologías y a la inversión, para garantizar que se introducen cambios en las prácticas tradicionales de gestión sostenible de la tierra y el agua (Recuadro 4.8).

Aumento de la productividad del agua en la explotación agrícola

El uso eficiente del agua

La mejora del uso eficiente del agua en la propia explotación (el uso consuntivo beneficioso por evapotranspiración, como porcentaje del agua suministrada) depende de la capacidad de los agricultores para la gestión del agua. Las medidas para mejorar el



Sistema de riego por goteo

El objetivo de aumentar los beneficios del agua («more crop per drop», más cultivo por gota de agua) se puede conseguir de muchas formas, entre ellas la mejora de la eficiencia en la recopilación de agua, su extracción, almacenamiento, distribución y aplicación sobre el terreno. Los planes de riego por goteo son sistemas que utilizan eficientemente el agua, aplicando pequeñas cantidades a intervalos frecuentes cerca de la zona radicular. En los sistemas de riego por goteo, el agua se introduce a través de un filtro en tuberías especiales y se vierte directamente en el suelo, cerca de las plantas. Cuando esta tecnología se maneja adecuadamente, algunas de sus ventajas son un mejor control del agua, una mejor nutrición de las plantas y unas menores necesidades de mano de obra. Este sistema es muy adecuado para los cultivos de valor elevado, como las hortalizas y los árboles frutales.

Fuente: CDE (2010) Fotografía: W. Critchley

uso eficiente del agua en la explotación combinan programas de capacitación de los agricultores para gestionar mejor la programación temporal y la cantidad de riego de sus cultivos con inversiones en tecnología de riego en las explotaciones, que se traduce en un mejor control del suministro y en una menor merma. Para mejorar el control se pueden utilizar sistemas de distribución del agua a través de tuberías y descarga de precisión para humedecer las raíces de las plantas (como el riego por goteo o el riego de burbuja). Estas tecnologías reducirán también el consumo de agua no beneficioso al mitigar las pérdidas de transmisión debidas a la percolación y la evaporación no útil. La eficiencia se puede aumentar también controlando el microclima en torno a las plantas, como en la agricultura protegida practicada en invernaderos.

La eficiencia agronómica depende de las capacidades de los agricultores, aunque hay algunas limitaciones, como los factores climáticos y socioeconómicos, que quedan fuera de su control. La eficiencia agronómica se puede mejorar mediante:

- Control del agua y gestión de la humedad del suelo, para garantizar la disponibilidad de humedad en las raíces más adecuada para el crecimiento óptimo de las plantas. La agricultura de conservación, en particular, reduce significativamente las pérdidas improductivas.
- Gestión del agua, el suelo y los nutrientes para garantizar la disponibilidad oportuna de los nutrientes en la zona radicular y su adecuada absorción por las plantas. En particular, la gestión del agua, el suelo y otros insumos para aumentar la disponibilidad de nitrógeno es fundamental para conseguir un rendimiento elevado por unidad de evapotranspiración.
- Manejo controlado de los cultivos para seleccionar el patrón de cultivo óptimo, escoger las variedades de mayor rendimiento, ajustar el calendario a la disponibilidad de humedad, sembrar en el momento adecuado y controlar las malas hierbas, las plagas de artrópodos y las enfermedades.

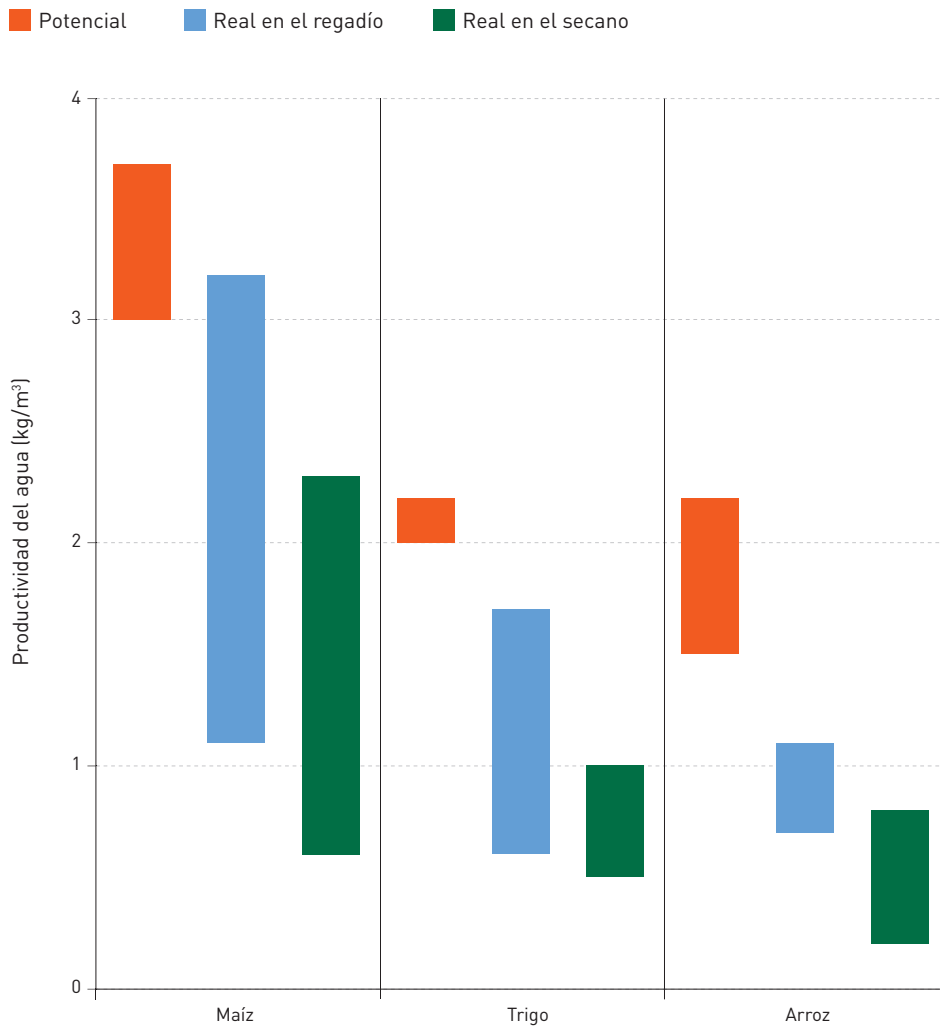
Productividad del agua

Otra vía para conseguir un uso más productivo del agua de riego consiste en aumentar la productividad agronómica o económica de forma que se obtenga una mayor producción por unidad de agua consumida. Esto se puede conseguir con mejores prácticas agrícolas que incrementen los rendimientos de los cultivos de regadío (por ejemplo, asegurando unos índices de cosecha más elevados) y en aquellos en los que no se necesita agua adicional, o cambiando los patrones de cultivo para adoptar variedades de valor más elevado, teniendo en cuenta los límites biofísicos generales (Steduto *et al.*, 2007).

A pesar de las considerables mejoras que se han conseguido en los últimos años en la productividad del agua, sigue habiendo brechas entre el rendimiento real y el que se podría obtener por unidad de agua consumida. La Figura 4.1 muestra la productividad real del agua registrada en cultivos de secano y regadío, comparada con la productividad potencial alcanzable. Los datos confirman que la productividad del agua en los cultivos de regadío suele ser superior a la del secano. En condiciones tanto de secano como de regadío, la productividad real es muy inferior a la potencial. El trigo y el arroz son los que presentan las mayores brechas, lo que indica dónde puede conseguirse todavía una mejora considerable de la productividad del agua.

En general, se observa que los patrones de cultivo van evolucionando progresivamente hacia la adopción de variedades de valor elevado en zonas con limitacio-

FIGURA 4.1: PRODUCTIVIDAD DEL AGUA EN CULTIVOS DE MAÍZ, TRIGO Y ARROZ: POTENCIAL EN REGADÍO Y EN SECANO



Fuente: Sadras et al. (2010)

nes de agua. En China, por ejemplo, ha habido un ligero descenso en el cultivo del arroz y el trigo y un fuerte aumento del maíz, las hortalizas y otros cultivos de valor elevado. El potencial para eliminar estas brechas de productividad es considerable, pero para conseguir un mayor nivel de productividad del agua se requieren técnicas de producción más intensivas.

Muchas de las prácticas utilizadas en las explotaciones para aumentar la productividad del agua en los cultivos son bien conocidas y podrían duplicar el valor de esta. Las situaciones varían mucho entre los diferentes cultivos y sistemas de producción, y los análisis y las propuestas de mejora han de ser sumamente específicos.

En el Recuadro 4.9 se presentan cinco estudios de casos realizados en regiones diversas por sus condiciones ambientales, tecnológicas y culturales, y entre ellos hay desde sistemas de subsistencia hasta sistemas de alta tecnología. En la mayoría de las situaciones, la adopción de medidas para mejorar la disponibilidad de humedad del suelo y elevar la capacidad de los cultivos para la captación del agua es la forma más rápida y económica de aumentar la productividad hídrica. Además, la productividad general del agua se puede incrementar utilizando métodos mejorados para reducir las pérdidas en la cosecha y posteriores a la cosecha, que suponen hasta el 30-40 % de los rendimientos obtenidos originalmente en la explotación (Lundqvist *et al.*, 2008).

¿En qué cultivos puede marcar una diferencia la mejora de la productividad del agua?

La productividad del agua puede mejorar, incluso en un plazo relativamente corto, como demuestran los recientes avances alcanzados en algunos sistemas. Por ejemplo, la productividad del agua en los arrozales de la cuenca inferior del Mekong es baja (14-35 % del potencial), pero en los últimos años ha ido aumentando rápidamente (Figura 4.2). Las mejoras provienen de la adopción de variedades de rendimiento elevado, la mejor aplicación de fertilizantes, herbicidas y pesticidas y el riego suplementario. Ha habido ganancias técnicas evidentes en ciertos cultivos, como el garbanzo o el girasol, en los que las grandes mejoras de productividad por unidad de agua consumida pueden venir simplemente de cambiar el período vegetativo de primavera-verano a otoño-invierno, siempre que se controlen debidamente las enfermedades y las malas hierbas.

El margen técnico de mejora de la productividad del agua en los cultivos varía según los cultivos, los sistemas de producción y las regiones (Recuadro 4.10). Entre los cereales de consumo alimentario, el mayor potencial corresponde al arroz, pero también hay un gran margen de mejora en el trigo y en algunos sistemas de maíz. Algunas partes del mundo ya presentan una productividad física elevada del agua en los cultivos, y sus perspectivas de mejora son limitadas con la tecnología actual. Este es el caso de muchas de las regiones más productivas, como la parte inferior de la cuenca del Río Amarillo, y una gran parte de Europa, la América septentrional y Australia. Las zonas con mayores avances potenciales son el África subsahariana y algunas partes del Asia meridional, sudoriental y central. En todas estas zonas, el incremento de la productividad del agua aumentaría la productividad de la tierra, lo que se traduciría en una mayor producción de la superficie actualmente cultivada, con pocos cambios en el consumo total de agua. Sin embargo, es importante considerar estos incrementos de productividad en relación con el equilibrio general de las cuencas fluviales y de los acuíferos (Perry *et al.*, 2009).

RECUADRO 4.9: CINCO ESTUDIOS DE CASOS DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DEL AGUA EN LOS CULTIVOS

El **trigo** de secano en el sudeste de Australia, la cuenca Mediterránea, la meseta de loess de China y las Grandes Llanuras de los Estados Unidos de América: en todos estos casos se ha registrado una brecha considerable entre el rendimiento real y el máximo rendimiento potencial por unidad de agua. La brecha media fue del 68 % en el caso de las Grandes Llanuras de los Estados Unidos de América, el 63 % en la cuenca Mediterránea y el 56 % en la meseta de loess china, el norte de las Grandes Llanuras de Estados Unidos de América y el sudeste de Australia. Las razones de estas brechas son entre otras la nutrición, el momento de la siembra y las limitaciones del suelo. La gestión de la humedad del suelo era un problema fundamental. Algunas de las soluciones halladas fueron la cubierta vegetal para reducir la evaporación, los enfoques de labranza mínima y el manejo del rastrojo.

Existe una brecha similar en el rendimiento del **girasol** comercial de secano en el oeste de las pampas argentinas, caso en el que la disponibilidad de nutrientes y de agua y la interacción en el momento de la siembra son los factores principales para aumentar el rendimiento y la productividad del agua.

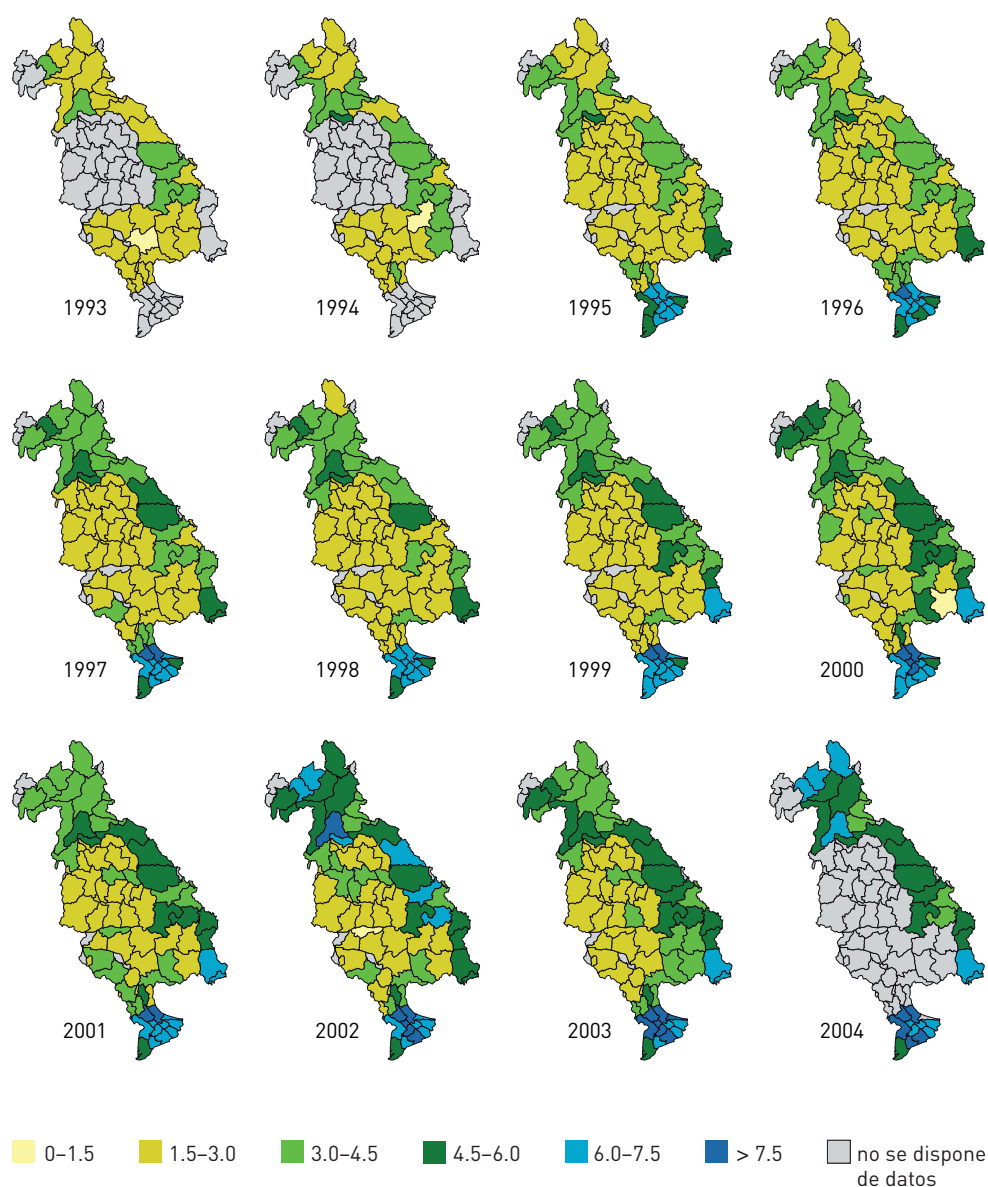
En cuanto a los sistemas de **arroz** de la cuenca baja del río Mekong, la brecha de rendimiento es grande, con una productividad real por unidad de agua de solo el 15-30 % del máximo posible. Las principales oportunidades de mejora pasan por utilizar variedades de rendimiento elevado, aumentar la aplicación de fertilizantes, herbicidas y pesticidas y ofrecer riego suplementario. Otra posibilidad es cambiar los patrones de cultivo para utilizar plantas de mayor valor, como el café, las hortalizas o los cacahuetes (que superan al arroz en beneficios económicos por mm de agua utilizada).

Los sistemas de regadío del **maíz** comercial en el Cinturón del Maíz de los Estados Unidos de América eran solo un 10-20 % inferiores a su productividad máxima. Sin embargo, una mejor gestión del agua podría aumentar aún más la productividad; por ejemplo, programar el riego según las necesidades de los cultivos en tiempo real y efectuar un seguimiento del agua.

Los factores ambientales, de gestión y relacionados con las plantas contribuyen a la baja productividad del agua en los cultivos de **mijo** del Sahel, con una media de solo 0,3 kg por cada m³ consumido. Mejorar la productividad del agua en el mijo en los entornos secos y cálidos de África requiere un mayor uso de insumos, principalmente grandes dosis de fertilizantes. Sin embargo, es necesario considerar el bajo índice de recolección de mijo, que contribuye a la baja productividad del agua, en el contexto de un equilibrio entre la producción del cereal y los residuos valiosos de su cultivo.

Fuente: El presente estudio

FIGURA 4.2: RENDIMIENTO DE LA CUENCA DEL RÍO MEKONG POR UNIDAD DE EVAPOTRANSPIRACIÓN DE ARROZ A ESCALA REGIONAL (EN KG DE CEREAL/HA/MM)



Fuente: Adaptado de Mainuddin y Kirby (2009)

Gestión de los riesgos ambientales asociados a la intensificación

Las técnicas asociadas a una mayor productividad tienen que ir acompañadas de un uso adecuado y equilibrado de los fertilizantes, para aumentar los rendimientos y compensar la extracción de los nutrientes del suelo en los cultivos. Además, la pro-

China ha hecho grandes avances en el ahorro del agua utilizada para la agricultura, debido en gran parte a las innovaciones institucionales y tecnológicas. Entre 1980 y 2004, aunque el volumen total de agua utilizada subió un 25 %, la cantidad asignada al regadío se mantuvo en 340-360 km³. Al mismo tiempo, la superficie de regadío aumentó en 5,4 Mha, la capacidad de producción alimentaria se incrementó en 20 Mt y 200 millones de personas consiguieron seguridad alimentaria. En la última década, el uso de agua de riego por hectárea en China bajó de los 7 935 a los 6 450 m³ en todo el país.

Fuente: Wang et al. (2007)

ducción intensiva requiere a menudo un mayor tratamiento de las malas hierbas, las enfermedades y las plagas. No obstante, el uso de insumos comporta algunos riesgos debidos a la contaminación por fertilizantes y pesticidas. Cuando las condiciones técnicas y socioeconómicas no son las adecuadas para asegurar una gestión sostenible de la tierra y el agua, surgen riesgos in situ y también riesgos significativos para las masas de agua y la salud de la población aguas abajo. La gestión de los insumos es esencial para evitar estos impactos negativos (FAO, 1996).

En el regadío puede haber también otro beneficio indirecto en cuanto a la mejora de la salud pública: el paludismo y la bilharziasis están presentes con frecuencia en los planes de regadío. Una gestión mejorada del agua puede reducir los riesgos de infección (por ejemplo, al reducir las charcas de agua estancada). Además, la modernización, junto con el ahorro de agua, ofrece oportunidades de ampliar los planes de abastecimiento a las comunidades locales (Molden, 2007).

Contaminación por fertilizantes y gestión de los nutrientes.

Las mayores cantidades de fertilizantes aplicadas a los cultivos son compuestos de nitrógeno y de fósforo. El nitrógeno es necesario en forma de nitrato para su absorción por las raíces. La máxima eficiencia (absorción/aplicación) alcanzable es de solo un 50 %, y en la práctica, la eficiencia de los fertilizantes rara vez supera el 20-30 %. Como los fertilizantes nitrogenados son muy solubles en agua y se incorporan rápidamente al suelo, gran parte de lo que no es absorbido por las plantas puede disolverse en forma de nitrato e ir a parar a los sistemas de drenaje, la parte inferior de los cursos de agua y las aguas subterráneas. El nitrógeno también se libera a la atmósfera en forma de amoníaco o de óxido nitroso.

La gestión de las pérdidas de los fertilizantes nitrogenados puede conseguirse con una combinación de las siguientes soluciones: 1) mejores sistemas de aplicación, 2) absorción más eficiente del nitrógeno por las plantas y 3) mejor gestión del agua. Además, se necesita un suelo saludable, para que retenga mejor el nitrógeno. Algu-

nas de las medidas que pueden mejorar la eficiencia de la aplicación, y reducir así la liberación de nitratos, son tan sencillas como:

- Repartir las aplicaciones en las fases de mayor respuesta al crecimiento de un cultivo en particular.
- Efectuar una aplicación «reducida y frecuente» en horticultura, utilizando fertilizantes solubles mezclados con el agua de riego y aplicados con precisión. Los agricultores de Sunraysia (Australia), por ejemplo, han comprobado que consiguen la mayor eficiencia con la fertirrigación cuando aplican el nitrógeno al final del riego (durante un período de 10-15 minutos, 25 minutos antes de que acabe el riego).
- Poner los fertilizantes en la zona radicular, por debajo y al lado de la planta, a poca profundidad, donde exista la mayor concentración de raíces.
- Colocación profunda de los fertilizantes amoniacales en depósito (método CULTAN). Las plantas absorben parcialmente el nitrógeno en forma de amoníaco, sin pasar por el estado de nitrato, lo que evita su lixiviación.

Algunas de las medidas que pueden favorecer la absorción por parte de las plantas son el uso de compuestos protegidos y de liberación lenta, que liberan el nitrógeno de forma gradual, a un ritmo determinado por el contenido en humedad, el pH y la temperatura del suelo, lo que amplía el período de disponibilidad. Estos compuestos tienen un buen potencial comercial en cultivos de valor elevado y raíces superficiales y en áreas en las que existe un alto potencial de pérdida de nitratos. También se pueden utilizar aditivos biológicos que aumenten la eficiencia del uso del nitrógeno al favorecer un mayor crecimiento de las raíces y una absorción más activa y ralentizar la liberación del nitrógeno en forma de amoníaco. Los aditivos han producido un 54 % menos de volatilización del amoníaco en la caña de azúcar y un 79 % menos en el trigo.

Las soluciones de gestión del suelo consisten, entre otras medidas, en posibilitar que el medio retenga los nutrientes y los convierta de forma eficaz en nutrientes vegetales. Es esencial prestar más atención a la salud del suelo. Esto no solo mejora la disponibilidad interna de los nutrientes, con lo cual aumenta la eficiencia de los fertilizantes, sino que reduce significativamente la merma de nutrientes del suelo por la erosión y la lixiviación. En varios lugares (como el Brasil o Alemania), se ha comprobado que la entrada de nitratos y fosfatos en las masas de agua está directamente relacionada con la labranza del suelo, y se ha visto que la reducción o supresión de la labranza podría ser crucial para reducir significativamente la contaminación a un nivel aceptable, sin perjudicar los niveles de producción.

Aunque la industria de los fertilizantes está innovando para mejorar la eficiencia de su uso y reducir las externalidades medioambientales, los agricultores pueden carecer de los conocimientos o los incentivos necesarios para reducir los efectos contaminantes. Existen varias políticas posibles: 1) la investigación continuada, en colaboración con la industria de los fertilizantes, los agricultores y los organismos de investigación; 2) la aplicación de una regulación selectiva y de incentivos para fomentar el uso de fertilizantes de liberación lenta donde sea posible, y en particular en las zonas donde hay mayor riesgo de que el nitrógeno pase a las masas de agua; y 3) la educación de los agricultores (véase Recuadro 4.11).

A diferencia del nitrógeno, el fosfato está unido por lo general a las partículas del suelo y se vuelve disponible para las plantas lentamente. Por lo tanto, es menos probable que llegue a los sistemas de drenaje o a las aguas subterráneas. La combinación de una buena gestión del agua y de la incorporación de fosfatos al suelo puede reducir casi a cero la exportación de este elemento. En general, en los lugares en los que se han aplicado determinadas políticas y programas, se han logrado éxitos en la reducción de las cargas contaminantes debidas a la agricultura, aunque la mayoría de ellos se han obtenido por la reducción de las cargas urbanas.

Contaminación por pesticidas

Se han desarrollado varios métodos de gestión integrada de las plagas para afrontar los problemas de contaminación del agua por pesticidas y sus riesgos para la salud

RECUADRO 4.11: PROBLEMA DE LA CONTAMINACIÓN POR NITRÓGENO EN CHINA

Los mayores niveles de aplicación de nitrógeno en el mundo se registran actualmente en China (alrededor de 550 a 600 kg N/ha/año en el este, el sudeste y en la Llanura Norte). El uso de fertilizantes ha aumentado rápidamente entre 1998 y el momento actual, especialmente en el uso de fertilizantes NPK para la horticultura y en el uso general de fertilizantes nitrogenados. Una consecuencia de ello es que más de la mitad de los 131 grandes lagos del país están sufriendo eutrofización. Algunos estudios han puesto de manifiesto que la mayoría de los agricultores no son conscientes de la eficiencia de uso y las consecuencias ambientales de una aplicación excesiva de fertilizantes. Se ha sugerido que el precio es demasiado bajo, lo que fomenta el uso excesivo. Sin embargo, los estudios demuestran que los agricultores sin acceso al agua de riego no aplican muchos fertilizantes nitrogenados, lo que indica que son sensibles a los precios. Por lo tanto, la reducción de la contaminación por nitrógeno depende del desarrollo y uso de fertilizantes adecuados, la existencia de normativas e incentivos y la educación de los agricultores.

Fuente: Turral y Burke (2010); Jua et al. (2009)

humana. La gestión integrada de las plagas fomenta el uso mínimo y racional de insumos mediante un seguimiento regular y una identificación de parásitos, y tiene como objetivo mantener unos buenos hábitat de apoyo y la salud general de las poblaciones naturales de depredadores. La gestión integrada de las plagas incorpora también la selección y plantación de variedades resistentes a las plagas (seleccionadas mediante métodos convencionales o de modificación genética), combinaciones estratégicas de variedades con diferentes características de resistencia y técnicas de rotación de cultivos y de barbecho. Además, puede incluir la introducción de depredadores naturales de las plagas.

Los enfoques de gestión integrada de plagas han sido ampliamente adoptados por agricultores comerciales de los países desarrollados para mejorar la efectividad y eficiencia de sus cultivos, y también en respuesta a la creciente conciencia medioambiental. En los países en desarrollo la aceptación ha sido más lenta, aunque las escuelas de campo para agricultores han sido sumamente efectivas para mejorar los conocimientos sobre la gestión integrada de plagas y su aceptación por parte de los agricultores (Settle y Garba, 2011). La legislación, los requisitos para aprobar los productos, la educación de los agricultores y los precios han tenido también un papel destacado en la limitación del uso de pesticidas. El retraso de la actividad reguladora entre los países desarrollados y los países en desarrollo es motivo de preocupación, en especial cuando se producen localmente pesticidas genéricos baratos que ya han sido retirados del mercado en los países ricos.

La adopción más generalizada de la agricultura de conservación, en la que se minimizan las alteraciones mecánicas del suelo y otros impactos físicos, tiene también potencial para reducir la contaminación del agua por pesticidas debida a la erosión.

Muchos pesticidas son solubles y móviles, por lo que se requieren técnicas de gestión del agua para minimizar su exportación a los cursos de agua (Recuadro 4.12). Es necesaria una estricta regulación del uso de compuestos in situ cuando este presenta un riesgo de contaminación elevado aguas abajo.

Minimizar los riesgos de contaminación por arsénico

La contaminación de las aguas subterráneas por arsénico se ha registrado en más de veinte países donde se utilizan aguas subterráneas contaminadas de poca profundidad para beber y para regar. Otras fuentes industriales, como la extracción de minerales y el tratamiento de residuos, los aditivos utilizados en la alimentación del ganado aviar y porcino, los pesticidas y las reservas de trióxido de arsénico, un compuesto muy soluble, han contaminado aún más los suelos y las aguas subterráneas. Unos 130 millones de personas están en peligro de sufrir toxicidad por arsénico (arseniosis), que causa lesiones en la piel y diversos cánceres. La acumulación

1. No aplicar pesticidas inmediatamente antes del riego o cuando puede haber lluvias fuertes.
2. El calendario de riego debe evitar los períodos de riesgo elevado (especialmente cuando se utilizan surcos o riego por aspersión).
3. Aplicar los pesticidas en dosis y tamaño de gota adecuados, para evitar que el líquido pulverizado se escape de las superficies objeto del tratamiento.
4. Reducir la pérdida de suelo y sedimentos en la escorrentía superficial. El resultado puede ser una considerable reducción del transporte de pesticidas por la escorrentía, especialmente en el caso de compuestos como el paraquat, el trifluralín y el cloropirifos, que son fácilmente adsorbidos por las partículas del suelo.
5. Se puede reducir el riesgo de grandes movimientos hacia el exterior evitando tratar al mismo tiempo zonas extensas. Esto reducirá la fuente potencial de contaminación si se usa riego programado o si se prevén lluvias fuertes.
6. Algunos herbicidas son muy móviles y pueden trasladarse rápidamente fuera de la explotación (por el agua de escorrentía o por lixiviación), particularmente en caso de riego o de lluvias.
7. Los pesticidas de aplicación reciente suelen ser más móviles que los que han tenido tiempo de incorporarse al suelo o al follaje.
8. El agua del final del ciclo de riego puede contener un nivel elevado de residuos de pesticidas; reciclarla y evitar un riego excesivo después de la aplicación de pesticidas pueden minimizar las pérdidas externas.
9. Se deben extremar las precauciones cuando la escorrentía de las tormentas o del riego se vierta cerca de corrientes fluviales o de hábitats delicados. Una buena gestión del agua está estrechamente vinculada al correcto manejo de los pesticidas.
10. En suelos muy porosos o en zonas con niveles freáticos poco profundos, se deben tener en cuenta alternativas menos móviles para minimizar la contaminación potencial de las aguas subterráneas o de los caudales básicos de las corrientes fluviales.

Fuente: Simpson y Ruddle (2002)

de arsénico en la cadena alimentaria, como la transferencia de arsénico al arroz en Asia, suscita una gran inquietud (FAO, 2007d). Se están desarrollando y poniendo a prueba diversas opciones de gestión para prevenir y mitigar la contaminación por arsénico de los alimentos. Algunas de las estrategias para el control de este elemento que permitirían mantener la producción de arroz en las zonas contaminadas son cultivar el arroz en un entorno aeróbico o trasladar el cultivo a superficies no contaminadas o a zonas con aguas subterráneas profundas para evitar una mayor acumulación de arsénico en el suelo.

Salinidad y drenaje

En las zonas de regadío, los riesgos de salinización y encharcamiento in situ y externos se han convertido en un problema grave en muchas partes del mundo (Mateo-Sagasta y Burke, 2010). La lixiviación y el drenaje son necesarios para mantener el equilibrio salino en el perfil del suelo y mantener los rendimientos de los cultivos en las zonas áridas. Sin embargo, la eliminación de las sales del suelo a través de la lixiviación y el drenaje aumenta la salinidad del agua drenada, que podría estar hasta 50 veces más concentrada que el agua de regadío. Su eliminación puede elevar la salinidad de las masas de agua receptoras hasta un nivel que impida aprovecharlas.

Las soluciones comienzan con un uso más eficiente del agua para reducir la aplicación excesiva y mantener el correcto equilibrio salino por medio de dosis tácticas de lixiviación. Las consiguientes opciones de drenaje son: 1) gestión del agua de drenaje; 2) reutilización; 3) eliminación; y 4) tratamiento. Cada una de estas opciones tiene diferentes efectos en la hidrología y la calidad del agua, y cuando se aplica una combinación de varias se crean interacciones y equilibrios complejos.

La gestión del agua de drenaje es el principal método para controlar la salinidad del suelo. Un sistema de drenaje debe permitir que una pequeña cantidad del agua de riego (aproximadamente un 10-20 % de la fracción del drenaje o de la lixiviación) se drene y se vierta fuera del proyecto de regadío. Esto se puede conseguir con acequias abiertas, desagües cerámicos o bombeo desde perforaciones. La elección depende de la permeabilidad del suelo, del subsuelo y del material acuífero subyacente, de los fondos disponibles para las obras, de los recursos de las comunidades locales para el manejo y el mantenimiento y del coste de la energía necesaria para el bombeo.

El agua de drenaje salina puede ser reutilizada aguas abajo si se mezcla con agua dulce. Estas soluciones requieren medidas de planificación a escala de la cuenca para adaptar las prácticas y los cultivos agrícolas al mayor contenido de sal. En este caso también es importante la selección de los cultivos, ya que su capacidad para tolerar condiciones salinas varía considerablemente: el trigo duro, el triticale y la cebada toleran mayor salinidad que el arroz o el maíz. El riego con agua salina puede incluso mejorar la calidad de algunas hortalizas, ya que puede aumentar el contenido en azúcar de tomates o melones.

Algunas de las opciones de eliminación son el vertido directo en ríos, arroyos, lagos, desiertos y mares o el vertido en estanques de evaporación. Sin embargo, estos vertidos de agua salada pueden ocasionar problemas ambientales en las zonas situadas aguas abajo. Hay que estudiar detenidamente los riesgos y, si fuera necesario, adoptar medidas de mitigación. Si es posible, el drenaje debería limitarse a la estación húmeda, cuando las salidas de agua salada causan menos daño. Los hume-

dales artificiales pueden ser una opción relativamente barata para proteger los sistemas acuáticos y las pesquerías, tanto aguas abajo de las zonas regadas como en estanques cerrados.

Enfoques sobre la tierra y el agua ante el cambio climático

Agricultura y cambio climático

Se ha estudiado la relación entre la gestión de la tierra y el agua y el cambio climático en varios de los sistemas agrícolas más importantes (FAO, 2011d). Las prácticas de gestión de la tierra y el agua tienen un gran impacto, tanto negativo como positivo, en los factores causantes del cambio climático. Muchas prácticas agrícolas del pasado y del presente figuran entre las causas del cambio climático, y algunas actividades agrícolas y la deforestación asociada son responsables de hasta una tercera parte del total de emisiones antropógenas de gases de efecto invernadero. Al mismo tiempo, se prevé que el cambio climático tendrá un considerable impacto en el uso de la tierra y el agua para la agricultura (IPCC, 2007; Fischer *et al.*, 2007), y la financiación de las estrategias de adaptación para aumentar la capacidad de recuperación de los sistemas agrícolas frente a las cada vez mayores amenazas climáticas, en especial en países pobres que ya están al borde de la inseguridad alimentaria, es una prioridad mundial.

La gestión sostenible de la tierra y el agua no solo puede aumentar la capacidad de recuperación de los cultivos frente al cambio climático, sino que puede tener un efecto positivo en los factores causantes de este al ofrecer opciones económicas de mitigación (Tubiello *et al.*, 2008). Muchas de las técnicas de gestión que fortalecen los sistemas productivos suelen captar carbono por encima o por debajo de la superficie del terreno, además de reducir las emisiones directas de gases de efecto invernadero.

Opciones para la adaptación al cambio climático

Las respuestas de adaptación requerirán que los agricultores y los responsables de las políticas se enfrenten a otros grandes retos: 1) por parte de los agricultores, la capacidad de aplicar tecnologías nuevas (o adaptar las ya conocidas) a medida que el clima cambia; y 2) por parte de los responsables de las políticas, la capacidad de plantear los incentivos más adecuados y de facilitar las infraestructuras necesarias de forma planificada y orientada al futuro. Los propios agricultores adoptarán medidas de *adaptación autónoma* basándose en los cambios climáticos observados y sin ninguna intervención de los niveles de responsabilidad superiores. La *inadaptación* (por ejemplo, la presión para cultivar tierras marginales o adoptar prácticas de cultivo insostenibles cuando desciende el rendimiento) puede aumentar la de-

gradación de la tierra y el agua y quizá poner en peligro la capacidad futura para responder a los cada vez mayores riesgos climáticos. Será necesario recurrir a la *adaptación planificada*, que incluye cambios en las políticas y en las instituciones y una infraestructura específica para facilitar y maximizar los beneficios a largo plazo de las respuestas adaptativas.

Desde el punto de vista técnico, las opciones de adaptación son muy similares a actividades actuales que se desarrollaron en el pasado como respuesta a la variabilidad climática. En términos generales, la adaptación a los cambios requerirá que los agricultores: 1) adapten la gestión, 2) elijan otras variedades vegetales más robustas, 3) seleccionen otros cultivos y 4) modifiquen las prácticas de gestión del agua. Estos cambios vendrán como consecuencia de una combinación de conocimientos científicos y experiencias de campo. Si se adoptan de forma generalizada, estas adaptaciones, tanto individualmente como en combinación, tienen suficiente potencial para compensar los impactos negativos del cambio climático y aprovechar los positivos. Por otra parte, la adaptación a la frecuencia cada vez mayor de los fenómenos naturales extremos será mucho más difícil, sobre todo porque puede no haber casos históricos análogos.

Las opciones para el cultivo pueden ser: cambios en las variedades y especies vegetales para aumentar la resistencia a los golpes de calor y a la sequía, las inundaciones y la salinización; adaptación de las tasas de fertilizantes; cambio de la programación temporal o la localización de las actividades de cultivo; diversificación de la producción agrícola; mayor uso de la gestión integrada de plagas; desarrollo y uso de especies y variedades resistentes a plagas y enfermedades; mejora de las funciones de cuarentena y los programas de seguimiento; y ajuste de las cargas ganaderas y el pastoreo a la producción de los pastizales. En particular, la agricultura de conservación, mediante la introducción de mejoras simultáneas en la diversificación de los cultivos, la estructura del suelo y su contenido en materia orgánica, puede reducir los impactos de la variabilidad climática y por lo tanto constituye una respuesta amplia de adaptación al cambio climático.

La gestión del agua será un componente fundamental de la adaptación a las presiones climáticas en las próximas décadas. Estas presiones se derivarán de los cambios en la disponibilidad del agua (volúmenes y distribución estacional) y en la demanda de agua por parte de la agricultura y de otros sectores que compiten con ella. Las prácticas que aumentan la productividad del uso del agua de riego pueden aportar un potencial de adaptación significativo a todos los sistemas de producción agrícola ante el futuro cambio climático. Al mismo tiempo, las mejoras en el rendimiento del riego y la gestión del agua son fundamentales para asegurar la disponibilidad de agua tanto para la producción alimentaria como para cubrir las

necesidades humanas y del medioambiente (FAO, 2007e, 2011d). Algunos de los enfoques y las técnicas de adaptación a nivel de explotación, de sistema de riego y de cuenca son específicos para la gestión del agua en la agricultura. Son, entre otros: la modificación de la cantidad, la programación temporal o la tecnología del riego; la adopción de riego suplementario y el uso de técnicas mejoradas de gestión de la humedad del suelo en cultivos de secano; la adopción de reglas de asignación del agua más eficientes; el uso conjunto de las aguas superficiales y subterráneas, y la adopción de medidas estructurales y no estructurales para hacer frente a inundaciones y sequías.

Una mejor información y una mayor atención al seguimiento mejorarían las previsiones climáticas, particularmente las estacionales. Las tecnologías de previsión, incluso para la optimización del uso de las precipitaciones, existen ya y están disponibles comercialmente en algunos países. Falta mucho por hacer para mejorar la calidad de la previsión y su comunicación de forma sencilla para los usuarios, si se quiere que tengan ventajas adaptativas positivas.

Las soluciones a nivel de gobierno deberían centrarse en el desarrollo de nuevas infraestructuras, políticas e instituciones, entre otras cosas incluyendo las cuestiones del cambio climático en los programas de desarrollo, aumentando la inversión en el control del agua y la infraestructura de regadío y en tecnologías de uso del agua de precisión, garantizando el transporte y la infraestructura de almacenamiento adecuados, adaptando las disposiciones sobre tenencia de la tierra (prestando atención a unos derechos de propiedad bien definidos, por ejemplo) y estableciendo mercados accesibles y que funcionen eficientemente para productos e insumos (estableciendo planes de tarificación del agua, por ejemplo) y para los servicios financieros (por ejemplo, seguros).

Contribución a la mitigación del cambio climático

Toda acción que contribuya a la protección de los recursos de tierras y aguas, al uso eficiente de recursos e insumos y a la reducción de las mermas y las pérdidas en agricultura y que proporcione a los sistemas de uso de la tierra y el agua más capacidad de recuperación frente a las incertidumbres de la meteorología y de los mercados debería facilitar la adaptación al cambio climático y la mitigación de sus consecuencias. El impacto de una gestión más sostenible de la tierra y el agua podría ser significativo (Recuadro 4.13). Se estima que si se emprenden acciones relacionadas con una mejor gestión de los cultivos y la ganadería y con la mejora de las prácticas agroforestales, la reducción de la labranza y la restauración de las tierras, la producción de bioenergía a partir de la biomasa y las estrategias de mitigación del sector forestal, la reducción del total de CO₂ podría llegar a los 4 000-18 000 Mt, una cifra casi suficiente para compensar las emisiones del sector (Cuadro 4.1).

Los sistemas de pastoreo tienen un gran potencial de sinergia entre la adaptación al cambio climático y la mitigación del mismo. Estos sistemas abarcan dos terceras partes de la superficie mundial de tierras secas, y su población rural es proporcionalmente más pobre que en otros sistemas. También tienen una mayor tasa de desertificación que otros sistemas de uso de la tierra, lo que afecta negativamente a la acumulación de carbono en los suelos. La mejora de la gestión de los pastos y pastizales en las zonas secas extensas podría contribuir sustancialmente a la acumulación y el almacenamiento de carbono.

La mejora del pastoreo es una estrategia comprobada para restaurar el suelo e incrementar la capacidad de recuperación de la tierra, a la vez que se crean reservas de carbono. Una de las estrategias más eficaces para la captación de carbono es fomentar la inclusión de especies vegetales perennes de raíces profundas en el uso agrícola de la tierra, por medio de rotaciones que incluyan barbechos de herbáceas o praderas de temporada y la integración de cultivos forrajeros, árboles u otras especies perennes en los sistemas de cultivo (por ejemplo, manteniendo sistemas mixtos de cultivos, ganado y árboles).

Las prácticas de gestión que captan carbono tienen potencial para generar beneficios económicos a las familias que habitan en zonas secas degradadas, ya sea mediante pagos por la captación de carbono o, lo que es más importante, mediante los beneficios adicionales que aporta el incremento de la producción, el aumento de los procesos ecosistémicos y el uso sostenible de los recursos, favoreciendo así la adaptación al cambio climático. Aunque los pagos por la captación de carbono se circunscriben actualmente a los mercados voluntarios del carbono, las negociaciones de futuros acuerdos mundiales sobre el cambio climático y las legislaciones nacionales que empiezan a proliferar en varios países desarrollados podrían aumentar dentro de poco la demanda de menores emisiones procedentes de las actividades de gestión de los pastizales en los países en desarrollo (Lipper *et al.*, 2010).

La viabilidad económica de la captación de carbono en los pastizales depende también del precio del carbono. El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2007) señala que, a un precio de 20 dólares por tonelada de CO₂eq, la gestión de los pastizales y la restauración de las tierras degradadas tiene potencial para captar unos 300 Mt de CO₂eq hasta 2030; a un precio de 100 dólares por tonelada de CO₂eq, el potencial de captación es de unos 1 400 Mt de CO₂eq durante el mismo período.

Reducción de las emisiones de metano y nitrógeno

El metano y el nitrógeno emitidos por la producción agrícola tienen un potencial elevado de calentamiento global. Por lo tanto, la mitigación de estos gases de efecto invernadero distintos del CO₂ es muy importante. Además de las medidas espe-

CUADRO 4.1: POTENCIAL DE MITIGACIÓN EN LA AGRICULTURA Y LA SILVICULTURA EN 2030

	1000 Mt de CO ₂ eq
Potencial de mitigación mundial	15-25
Potencial de mitigación de la agricultura	1,5-5.0
Reducción de gases distintos del CO ₂	(0,3-1,5)
Agrosilvicultura	(0,5-2)
Aumento de la captación de carbono del suelo	(0,5-1,5)
Potencial de mitigación de los bosques	2,5-12
REDD+	(1-4)
Ordenación sostenible de los bosques	(1-5)
Restauración forestal*	(0,5-3)
Potencial de mitigación de la bioenergía	0,1-1,0
Potencial total de mitigación del sector	4-18
Emisiones totales del sector	13-15

* Incluidas la forestación y la reforestación

Fuentes: FAO (2008); Tubiello y Van der Velde (2010)

cíficas para la ganadería, que quedan fuera del alcance de este libro, las opciones de mitigación para reducir el metano procedente de los cultivos conciernen principalmente al desarrollo de sistemas de cultivo de arroz más eficientes y que comporten menores necesidades de uso de agua (por ejemplo, cultivo aeróbico del arroz, en el que se evita inundar los campos de cultivo), paso de los sistemas de arroz trasplantado a sistemas de arroz directamente sembrado y sistemas alternativos de producción en condiciones húmedas o secas (FAO, 2006c).

En los sistemas agrícolas intensivos con producción ganadera y cultivos, las emisiones de N₂O de los campos fertilizados y los residuos animales pueden suponer más de la mitad de las emisiones totales de gases de efecto invernadero procedentes de exportaciones agrícolas. Cuando estas emisiones de nitrógeno son difusas en el espacio y en el tiempo, son difíciles de mitigar. Las técnicas actuales se centran en la reducción de las cantidades absolutas de fertilizante nitrogenado aplicadas a los campos al mismo tiempo que se minimiza la compactación del suelo (lo que produce condiciones anaeróbicas y aumenta con ello las emisiones de óxido nítrico) y en la introducción de cambios en los regímenes de alimentación del ganado.

Una estrategia eficaz para mitigar las emisiones de gases distintos del CO₂ en sistemas agropecuarios intensivos mixtos, como los que se practican en Europa y la América septentrional, podría implicar un cambio en la dieta humana hacia un menor consumo de carne, reduciendo tanto las emisiones directas de metano como de

N₂O y disminuyendo el consumo de cereales por parte del ganado. Sin embargo, los patrones de evolución de culturas, gustos y estilos de vida y los cambios demográficos van justamente en la dirección opuesta, hacia grandes cambios en la dieta, sobre todo en los países en desarrollo, donde los porcentajes de consumo de carne, grasas y azúcar respecto al consumo alimentario total continúan aumentando significativamente (Tubiello y Van der Velde, 2010).

Agricultura y silvicultura sostenibles

Muchas de las prácticas de gestión agrícola y agroforestal sostenibles que se recomiendan desde hace mucho tiempo por diversas razones ecológicas y económicas tienen también un efecto de mitigación del cambio climático, sobre todo a través de la captación de carbono. Los árboles integrados en los sistemas agrícolas, ya sea como cortavientos o como protección de las laderas o para la producción de biomasa leñosa o de frutas y frutos secos, no solo forman parte de los enfoques de gestión sostenible de la tierra y el agua destinados a mejorar la retención de agua del suelo y reducir la erosión, sino que también tienen un impacto en la fijación de carbono (Recuadro 4.14). Además, la mejora del microclima que aporta la presencia de árboles y arbustos en los sistemas agroforestales se suma a la mejor cobertura del suelo, que ayuda a regular el clima y a reducir los efectos de los fenómenos naturales extremos (por ejemplo, reduciendo el impacto de los vientos fuertes en las zonas húmedas y secas y sirviendo de protección contra las temperaturas elevadas y la radiación y contra la pérdida de humedad en zonas secas y cálidas).

Sinergias entre mitigación y adaptación

Muchas de las estrategias de gestión de la tierra y el agua de las que se ha hablado hasta ahora tienen relación con la adaptación al cambio climático y la mitigación

RECUADRO 4.14: REFORESTACIÓN COMUNITARIA EN EL BRASIL: RESPUESTA A LAS INUNDACIONES Y A LOS CORRIMIENTOS DE TIERRAS

Muchos de los habitantes del interior del Brasil se han trasladado a ciudades como Río de Janeiro y viven actualmente en favelas, es decir, en barrios formados por casas de construcción precaria e instalados en laderas de fuerte pendiente. El rápido crecimiento de las favelas ha ocasionado deforestación, erosión del suelo y corrimientos de tierras, que a su vez han provocado sedimentación, inundaciones y humedales con mosquitos. En 1986, el ayuntamiento creó el Proyecto de Reforestación Comunitaria, que tenía como objetivo controlar la erosión y reducir los consiguientes riesgos de corrimientos de tierras y de inundación por medio de la reforestación de las áreas de la ciudad más propensas a la erosión. El proyecto, que da trabajo a los propios habitantes de la ciudad, está reintroduciendo especies arbóreas autóctonas adecuadas para el control de la erosión.

Fuente: CDE (2010)

de sus efectos (Tubiello *et al.*, 2007). Por ejemplo, la labranza reducida, la agrosilvicultura y otras «buenas prácticas» de gestión del suelo y el agua mejoran la productividad y la sostenibilidad al aumentar la capacidad de los suelos para retener la humedad y resistir mejor a la erosión y enriquecen la biodiversidad de los ecosistemas mediante la introducción de métodos de cultivo más diversificados. Además, aumentan la estabilidad y capacidad de recuperación a largo plazo de los sistemas de cultivo frente a la variabilidad climática, lo que ayuda a dichos sistemas a resistir mejor las sequías y las inundaciones inducidas por el cambio climático (adaptación). Asimismo, contribuyen a la captación de carbono del suelo (mitigación). En el Recuadro 4.15 se ilustra el modo en que las inversiones de agricultura sostenible destinadas a la instalación de barreras vegetales en terrenos arenosos protegen a los

RECUADRO 4.15: BARRERAS VEGETALES CONTRA LA EROSIÓN EÓLICA DE LOS ARENALES EN LA PROVINCIA DE GANSU (CHINA)



Barreras vegetales

La China septentrional sufre una grave desertificación de la tierra, que provoca pérdidas económicas en la agricultura de las zonas secas y que también perjudica a las líneas ferroviarias. La administración de los ferrocarriles recaudó fondos para construir barreras vegetales altas formadas por arbustos y árboles de altura y penetrabilidad adecuadas, apropiados para los entornos secos y arenosos. Estas barreras ayudan a proteger los campos y la infraestructura de las arenas movedizas.

Fuente: CDE (2010) Fotografía: Yang Zihui

cultivos contra la erosión (adaptación) y ayudan a fijar el carbono (mitigación). De forma similar, evitar la deforestación y mejorar las técnicas de conservación y ordenación forestal no solo producen ecosistemas más sanos y capaces de recuperarse, sino que tienen importantes efectos de adaptación y mitigación.

Perspectivas de aplicación

En algunas regiones, las crecientes presiones sobre los recursos de tierras y aguas obstaculizarán gravemente los esfuerzos por intensificar la producción agrícola con el fin de satisfacer las necesidades de alimentos proyectadas. Los sistemas de producción «en situación de riesgo» en los que estas condiciones ya se dan o es previsible que se den justifican una adecuada acción correctiva. Dicha acción no debería limitarse a las opciones técnicas para favorecer la intensificación sostenible y reducir los riesgos, como se ha descrito en este capítulo, sino que debería ir acompañada de las condiciones facilitadoras necesarias para eliminar los mecanismos institucionales que refuerzan la ineficiencia, la desigualdad social y la degradación de los recursos, junto con el intercambio de conocimientos e investigación, como se ha visto en otros capítulos de esta publicación (véase también el Recuadro 4.16).

RECUADRO 4.16: ÉXITO DE LA EXPANSIÓN DEL REGADÍO INDIVIDUAL PRIVADO EN EL NÍGER

En el Níger se han empleado durante mucho tiempo métodos tradicionales de regadío a pequeña escala que utilizan técnicas sencillas de elevación del agua (chaduf, cubos), pero la introducción de las bombas ha desembocado en una rápida expansión e intensificación agrícola. En 2006, la superficie cubierta por sistemas de regadío privados a pequeña escala era de 16 000 ha. Las parcelas suelen ser menores de 1 ha (0,1-0,75 ha). La principal producción es la de cultivos hortícolas para el mercado. En algunas zonas los productores se están especializando (cebollas, pimientos, ajos, tomates). Existe una fuerte demanda de estos productos, tanto en el país como para la exportación.

En 1996, el gobierno decidió apoyar el desarrollo del regadío privado a pequeña escala y con este fin impulsó la creación de una asociación profesional para este sector. Mediante el apoyo a proyectos, la asociación ha ayudado a los agricultores a adquirir nuevas tecnologías (normalmente bombas a pedal) y ha promovido cambios en los patrones agrícolas y de cultivo. Ha surgido un sector artesanal, formado por perforadores, técnicos de construcción de pozos y fabricantes y reparadores de bombas. También se ha promovido la microfinanciación accesible, los servicios de asesoramiento a los agricultores particulares y el suministro de insumos gestionado por los agricultores. Los ingresos netos anuales de los agricultores han pasado de 159 a 560 dólares (en un país donde la renta media anual per cápita es de 60 dólares). La distribución de los beneficios es amplia, ya que afecta a más de 26 000 familias pobres. Este programa ha contribuido de forma significativa al crecimiento, las exportaciones, los ingresos de los hogares y la reducción de la pobreza.

Fuente: Banco Mundial (2008)



EXPLOTACIONES AGRÍCOLAS COMERCIALES

EXPLOTACIONES AGRÍCOLAS EMERGENTES

EXPLOTACIONES AGRÍCOLAS TRADICIONALES



Capítulo 5

RESPUESTAS INSTITUCIONALES PARA LA GESTIÓN SOSTENIBLE DE LA TIERRA Y EL AGUA

Los principales sistemas de producción alimentaria están en riesgo de degradarse hasta el punto de poner en peligro la seguridad alimentaria mundial. Es urgente mejorar las prácticas de gestión de la tierra y el agua en estas extensas superficies de tierra con potencial entre moderado y elevado para invertir la tendencia a la degradación y mantener los niveles de productividad. También será fundamental que las principales zonas productoras de alimentos del mundo se adapten al cambio climático. Teniendo en cuenta estas tendencias, ¿qué vías existen hacia una intensificación más sostenible?

En algunos países y regiones, será prioritario centrarse en los sistemas en situación de riesgo, pero además habrá que incluir en las agendas nacionales la gestión sostenible de la tierra y el agua. En este capítulo se establece una dirección para la puesta en práctica de dichas agendas, teniendo en cuenta el estado actual y proyectado de la tierra y el agua. Asimismo, se indica cómo se pueden fortalecer las instituciones nacionales para garantizar la protección de los derechos en uso, cómo se pueden adaptar los conocimientos y las tecnologías en colaboración con los usuarios y cómo se pueden delegar de forma eficaz los mecanismos de planificación y gestión de los recursos de tierras y aguas.

El entorno político general

Los marcos generales

Se ha subrayado la necesidad de contar con procesos de planificación y prácticas de implantación diferenciados, que puedan aplicarse gradualmente en los sistemas en situación de riesgo. El grado en el que estos procesos y prácticas puedan «reunirse» en un enfoque coherente de gestión de la tierra y del agua para conseguir los resultados medioambientales deseados vendrá determinado por dos factores. En primer lugar, la urgencia del problema medioambiental y la atención política que este suscita. En segundo lugar, la competencia de los ordenamientos institucionales para responder a la preocupación por el bien público. Algunos enfoques contextuales que se refieren a escalas específicas podrían incluirse en un marco de planificación consensuado y bien definido. En la práctica, ha resultado difícil ampliar y mantener la gobernanza de los recursos naturales, pasando de las instituciones nacionales a la gestión local de la tierra y el agua, en un grado que permita difundir los beneficios sociales y económicos e invertir las tendencias medioambientales. En gran parte, se podría considerar que la «culpa» es de las instituciones (públicas y privadas) responsables de tomar decisiones sobre el uso de la tierra y el agua.

Los agricultores y los responsables de las políticas agrícolas se encuentran ante el dilema de elegir entre diversos enfoques alternativos sobre la gestión de los recursos naturales. La elección de una vía sostenible dependerá de la escala. A nivel local, la compatibilidad entre los medios de vida y los ecosistemas determinará los patrones de uso. En el nivel de la administración subnacional (por ejemplo, distrito o subcuenca), habrá que tener en cuenta consideraciones de planificación de la tierra y el agua y de la regulación ambiental, estableciendo normas y límites para el desarrollo agrícola. A nivel nacional, los objetivos políticos del desarrollo económico, la seguridad alimentaria, la reducción de la pobreza y la conservación de la naturaleza serán factores importantes. A nivel mundial, el interés por conseguir un crecimiento con equidad en los países en desarrollo estará condicionado por el imperativo de conservar bienes comunes mundiales como el agua dulce de las cuencas fluviales transfronterizas, la cobertura forestal, los ambientes marinos, el clima y la biodiversidad.

Partiendo de una perspectiva neutra de la planificación, el establecimiento de prioridades estará marcado por cuatro grandes consideraciones. En primer lugar, deben establecerse prioridades claras en lo que respecta a los objetivos nacionales de desarrollo para un crecimiento sostenible, equitativo y eficiente. En los países de ingresos bajos o medios, es probable que las prioridades favorezcan a los pobres y promuevan la seguridad alimentaria local. También pueden ser prioridades algunos objetivos de crecimiento específicos para el sector rural o para determinados productos agrícolas básicos (alimentos, fibras); objetivos socioeconómicos como la re-

ducción de la pobreza en grupos marginales, o la prevención de los conflictos por la tierra y el agua. En segundo lugar, es preciso que las inversiones ofrezcan la mejor relación entre costes y beneficios. En tercer lugar, las opciones tomadas deben ofrecer el máximo impulso ecológico, considerando entre otros factores la adaptación al cambio climático y la mitigación del mismo. Finalmente, será necesario que las prioridades sean viables de acuerdo con las realidades políticas y socioeconómicas nacionales y locales, o al menos que exista la posibilidad de ajustar la estructura de incentivos de forma que los interesados locales estén motivados para la adopción de prácticas sostenibles.

Las compensaciones recíprocas entre «desarrollo» y «conservación», entre los cultivos industriales y la producción de alimentos básicos, entre crecimiento y distribución de los ingresos, y entre la población urbana y la rural serán inevitables. Es fundamental que el análisis sea explícito y que las decisiones se tomen en aras del interés público cuando corran peligro los medios de vida y la productividad de las zonas agrícolas.

El papel de la inversión pública

La inversión pública en investigación y desarrollo, en la transferencia de tecnología y en la infraestructura de tierras, aguas y carreteras puede ser el medio políticamente más aceptable y eficiente para que los gobiernos fomenten la gestión sostenible de la tierra y el agua. Una de las principales funciones del gobierno es invertir en programas piloto que muestren las posibilidades tecnológicas y económicas de la agricultura sostenible. En el Brasil, la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) adoptó con éxito un programa de este tipo, que promovía la agricultura de conservación y demostraba que podía utilizarse de forma rentable en las agroempresas. Además, los gobiernos pueden apoyar a las instituciones formadas por agricultores mediante servicios agrícolas más inteligentes. Actualmente, los servicios de asesoramiento a los agricultores pueden incluir sistemas de acceso a la información mucho más amplios e incluso servicios de crédito basados en las tecnologías móviles. En la India rural, se ha ensayado el uso de centros de información con sistemas de transferencia asíncrona, combinados con la difusión de productos de teledetección casi en tiempo real. Este tipo de innovaciones irán más allá del modelo de los «servicios de extensión» convencionales empleados por los organismos de desarrollo agrícola y rural.

Establecer incentivos para la gestión sostenible de la tierra y el agua

Los incentivos destinados a promover o limitar la producción agrícola suelen expresarse mediante el régimen fiscal, los subsidios a los insumos, la tarificación, las medidas reguladoras, la inversión en infraestructura (por ejemplo, en tecnologías que ahorran agua) y medidas de apoyo como la ampliación o el desarrollo de mercados

para los productos. Además, las políticas que afectan a los precios de la producción o el consumo, como las políticas que prohíben exportaciones o imponen aranceles a las importaciones, pueden impulsar rápidamente nuevos niveles de demanda de productos agrícolas y, por tanto, influir directamente en las decisiones sobre el uso de la tierra y el agua.

Será esencial eliminar las distorsiones del actual marco de incentivos que promueven unas prácticas de gestión menos sostenible de la tierra y del agua. Como ejemplo se pueden citar los bajos precios de la energía, que impulsan una extracción intensiva de las aguas subterráneas. Normalmente, son los gobiernos los que controlan estos precios. Si se elevan de forma que se acerquen a los niveles de paridad, aumentarán los costes de bombeo de las aguas subterráneas, lo que debería moderar su extracción excesiva. Sin embargo, alterar una estructura de incentivos distorsionada mediante un alza de precios puede ser políticamente inasumible. Con frecuencia, los gobiernos optan por reducir los subsidios de forma indirecta, a través de la mano invisible de la inflación, en lugar de aumentar el precio de productos básicos políticamente sensibles. Asimismo, puede ser difícil controlar las repercusiones secundarias. El alza de los precios de la energía elevará el coste del transporte y aumentará los precios generales al consumo. Una producción agrícola más costosa incrementará el coste de los alimentos o reducirá los ingresos de los agricultores pobres. Por consiguiente, el nuevo marco de incentivos debe estar diseñado y gestionado según una estrategia política y económica clara. Otro problema es el impacto en los ingresos familiares y en la economía rural, que pueden depender de los beneficios generados por los marcos de incentivos en vigor. Elevar los precios subvencionados de la energía puede ahorrar agua, pero también reducirá los ingresos y el empleo de los agricultores. Estos riesgos destacan la necesidad de introducir ajustes en los esquemas de incentivos distorsionados, con incentivos positivos específicamente diseñados para recuperar los ingresos de las explotaciones agrícolas.

Para los agricultores pobres que viven en situación marginal, cualquier cambio, incluso la adopción de tecnologías adecuadas, puede aumentar los riesgos. Lo mismo se puede decir de los agricultores de regadío a los que se anima a hacerse cargo de la gestión de activos públicos cuyo funcionamiento y mantenimiento estaban antes en manos de organismos de financiación pública. Los cambios deben aportar beneficios tangibles. Evidentemente, cualquier estructura de incentivos tiene que llegar a un equilibrio entre la conservación del ecosistema, el uso intensificado de los recursos naturales y los objetivos de sustento de los agricultores y tener en cuenta los efectos relacionados con la pobreza. Diseñar una estructura que pueda alcanzar objetivos múltiples requiere un estudio detallado, e implicará inevitablemente ciertas compensaciones recíprocas.

Tratamiento de las externalidades

Es posible que en el mercado no haya incentivos suficientes para pasar a unas prácticas de gestión más productiva y sostenible de la tierra y el agua. Una de las razones es la existencia de «externalidades» poderosas. Por ejemplo, los costes de la mala gestión de la tierra y el agua se pueden hacer notar aguas abajo, en la colmatación de los embalses. Es posible que quienes reciban los beneficios de adoptar prácticas alternativas no sean solamente el agricultor sino también los habitantes de la misma comunidad (por ejemplo, al reducirse la sobreexplotación de las aguas subterráneas), de la cuenca (por ejemplo, al reducirse la carga contaminante), del ámbito nacional (al reducirse la desertificación o el polvo atmosférico) o incluso del mundo (mejora en la conservación de la biodiversidad o en los valores culturales del territorio o reducción de las emisiones de carbono). Los agricultores tomarán decisiones considerando sus medios de vida, y no es probable que cambien de actitud en aras del interés público a menos que sean evidentes los beneficios directos del cambio (por ejemplo, en la salud del entorno familiar).

Así pues, uno de los principales retos de impulsar una intensificación ecológicamente más saludable es diseñar un marco de incentivos que pueda «internalizar» estas externalidades y corregir de este modo la «asimetría de intereses» que existe entre los usuarios. Básicamente, el marco de incentivos deberá hacer frente a esta asimetría, que se manifiesta tanto en el status quo, en los casos en que el agricultor recoge los beneficios y el usuario alejado soporta los costes, como en las medidas correctivas (por ejemplo, la gestión de cuencas), en las que el agricultor puede soportar los costes y un usuario alejado (por ejemplo, un habitante urbano de la zona baja de la cuenca) obtiene los beneficios. Asimismo, el marco de incentivos debe tener en cuenta el hecho de que los horizontes temporales pueden diferir; por ejemplo, invertir en medidas correctivas puede aportar beneficios al agricultor, pero solo al cabo de unos años (cultivo en terrazas o plantación de árboles, por ejemplo), y los pequeños productores no pueden esperar para alimentar a sus familias.

En algunos casos, puede haber mejoras de la productividad que resuelvan tanto los problemas del agricultor como los del bien público; por ejemplo, algunos enfoques integrados, como la agricultura de conservación o la agrosilvicultura, o la gestión mejorada del regadío y el drenaje. En otros casos, puede haber una contradicción entre la vía de la intensificación y la del interés público, como cuando aumenta el uso de productos químicos. El paquete de incentivos tiene que corregir el desequilibrio existente entre el interés del agricultor y el bien público.

Un ejemplo de corrección de esta asimetría de beneficios es la conservación de la humedad del suelo, que amplía el período de crecimiento libre de estrés, aunque puede ser una solución poco atractiva para los agricultores por el elevado coste de

la inversión o la demora en la obtención de beneficios. Las terrazas, por ejemplo, requieren una gran inversión inicial en mano de obra y materiales, aunque producen beneficios significativos a largo plazo. Sin embargo, la inversión en la conservación de la humedad del suelo también puede proporcionar beneficios aguas abajo. En el caso del PSA, se han desarrollado mecanismos para remunerar a los usuarios de la zona alta de una cuenca por su contribución a un suministro de agua fiable, en cantidad y calidad, aguas abajo.

Este tipo de solución se podría ampliar a la captación de carbono en el suelo. El restablecimiento del carbono orgánico del suelo mejorará la productividad agrícola. Los agricultores tienen un incentivo para invertir en este tipo de agricultura, pero pueden considerar que su rendimiento es más lento y que su rentabilidad económica a corto plazo es más baja que en otros enfoques menos respetuosos con la conservación del medioambiente. Sin embargo, el restablecimiento del carbono del suelo contribuye también a mejorar el equilibrio de carbono de la agricultura. Muchos tipos de captación de carbono del suelo basados en la agricultura son formas de mitigar el cambio climático baratas y que se pueden llevar fácilmente a cabo mediante una serie de tecnologías comprobadas de gestión de la tierra y el agua. En este sentido, es razonable introducir un mecanismo de apoyo a los agricultores que decidan invertir en el carbono del suelo.

Por lo tanto, el principio del PSA se basa en aceptar que las prácticas adoptadas por una categoría de usuarios benefician a otros usuarios, ya sea aguas abajo (mediante el control de la erosión o de la contaminación de las cuencas), ya sea a nivel mundial (con la captación de carbono o el mantenimiento de la biodiversidad). El PSA puede utilizarse para fomentar la adopción de sistemas de uso de la tierra y el agua más sostenibles y para aumentar la viabilidad económica de un sistema de gestión dado. En el Cuadro 5.1 se muestra quién se beneficia de una práctica concreta (in situ o externamente), lo cual constituye un primer paso hacia el reconocimiento de los servicios ambientales.

Evaluación de los costes y beneficios y su distribución

Para poder justificar los ajustes de la estructura de incentivos destinados a compensar las externalidades y la asimetría de intereses, es necesario disponer de un método de cálculo de los costes, los beneficios y su distribución, además de un mecanismo para verificar los resultados. Sin embargo, las metodologías actuales son poco útiles (Recuadro 5.1). Hay que trabajar más para desarrollar enfoques económicos y técnicos ampliamente aceptados que permitan medir y evaluar el coste de las relaciones directas, como las que hay entre la pérdida de suelo y la producción, y también los costes generales, los beneficios y las compensaciones recíprocas de las acciones contra la degradación en el ecosistema general (FAO, 2006d).

CUADRO 5.1: TENDENCIAS INDICATIVAS EN LA DISTRIBUCIÓN DE COSTES Y BENEFICIOS DE DIVERSAS TECNOLOGÍAS O PRÁCTICAS

Tecnología o práctica	A corto plazo	A largo plazo	Beneficio in situ*	Beneficio externo*	Comentarios
Agricultura de conservación	+/-	++	++	+	El establecimiento de la agricultura de conservación puede tener unos costes iniciales relativamente bajos: herramientas manuales, semillas para los nuevos cultivos y plantas de cobertura. Sin embargo, la asequibilidad y disponibilidad de estas herramientas y semillas pueden ser un obstáculo importante, especialmente para los usuarios de tierras a pequeña escala.
Gestión integrada de la fertilidad del suelo	++	+++	+	++	Insumos suplementarios relativamente reducidos, en forma de fertilizantes orgánicos y/o inorgánicos, pueden tener un efecto visible en la producción de los cultivos, por lo que esta tecnología se puede introducir progresivamente, lo que permite la comprobación y la gestión de los riesgos. Sin embargo, la rentabilidad depende de los precios.
Control de la contaminación / gestión integrada de las plagas	+	+++	+/-	++	La gestión integrada de las plagas y el control de la contaminación por pesticidas requieren habilidades más especializadas y pueden resultar poco interesantes de entrada para los usuarios. Los beneficiarios son los usuarios del agua en la propia explotación y aguas abajo.
Seguimiento y extracción controlada de las aguas subterráneas	-	+	-	+	Controlar y limitar la extracción de aguas subterráneas supone una reducción del bombeo por parte de todos los usuarios que comparten un acuífero común. El impacto a corto plazo en los agricultores individuales es negativo, mientras que el impacto a largo plazo en la comunidad es positivo. Estas prácticas implican un buen conocimiento de los mecanismos de recarga del acuífero y unos mecanismos de gestión comunitaria sólidos.
Agrosilvicultura, fajas vegetales	+	+++	+/-	+	Es necesario tener en cuenta el establecimiento de viveros y la distribución de plantas en el nivel de la comunidad y en el del área de captación, así como los costes comunitarios y particulares de proteger los árboles plantados del ganado y del fuego. Las fajas vegetales pueden usarse como una medida económica para la reducción de la escorrentía o como cortavientos. Tienen efectos similares a los de las barreras estructurales y también requieren mano de obra, pero el coste general de la inversión es menor.
Barreras estructurales	+/-	+++	+	+/-	El establecimiento de medidas estructurales, como las terrazas o los vallados de piedras, requiere grandes inversiones iniciales en material y mano de obra. Pueden ser muy eficaces en los terrenos inclinados y en condiciones secas, pero su construcción suele requerir apoyo financiero o material.

Símbolos: Signo positivo cuando los beneficios sobrepasan a los costes, negativo en caso contrario.

* Los beneficios son in situ cuando los agricultores se benefician de los cambios propuestos, y son externos cuando son otros los que se benefician de dichos cambios.

Poco antes de que se publicara la primera Evaluación Mundial de la Degradación de los Suelos (GLASOD), correspondiente al período 1987-1990, tuvo lugar un debate sobre el coste de esta degradación. Según un argumento, «*la erosión de los suelos es una de las principales amenazas ambientales para la sostenibilidad y la capacidad productiva de la agricultura. Durante los últimos cuarenta años se ha perdido por causa de la erosión casi un tercio de la tierra laborable del mundo, y esta pérdida se sigue produciendo a un ritmo de más de 10 Mha anuales. Con la incorporación de un cuarto de millón de personas al día, la demanda alimentaria de la población mundial está creciendo en un momento en el que la productividad alimentaria per cápita está comenzando a bajar*» (Pimentel et al., 1995).

Más recientemente, en un estudio sobre la erosión del suelo y la seguridad alimentaria (Den Biggelaar et al., 2003) se afirmaba que «*las estimaciones sobre la pérdida de producción varían según los cultivos, los suelos y las regiones, pero el valor medio es de un 0,3 % menos al año a nivel mundial, en el supuesto de que las prácticas de los agricultores no varíen. Por consiguiente, reducir las pérdidas de producción limitando la erosión del suelo podría ayudar mucho a alcanzar la seguridad alimentaria, especialmente en los países en desarrollo de los trópicos y los subtrópicos*».

Sin embargo, no existe ninguna metodología clara para medir el coste real de las pérdidas de productividad, pues no hay ninguna relación homogénea y empíricamente demostrada entre la pérdida de suelo y la productividad (Eswaran et al., 2001). Además, la mayoría de los estudios solo estiman el coste de la erosión del suelo pero no el de la degradación de la tierra, que puede tener magnitudes mayores cuando se consideran la biomasa, el agua y la biodiversidad. No existe ningún cálculo de costes reconocido de otros servicios ecosistémicos, o bien hay estimaciones muy variables (los mercados del carbono, por ejemplo, muestran diferencias en los precios del carbono del orden de 1 a 10). A menos que el coste ambiental (pérdida de carbono, descenso de los recursos hídricos, pérdida de los servicios culturales) se valore correctamente, los resultados económicos de la evaluación subestimarán en gran medida los costes. Lo que se necesita son tanto unos enfoques más elaborados para medir la relación entre productividad y pérdida del suelo como unas metodologías consensuadas para evaluar los bienes y servicios de los ecosistemas. Hasta que no se logre esto, no se avanzará en la estimación exacta del coste real mundial o nacional de la degradación de la tierra.

Fuente: Nachtergaele et al. (2006d)

Garantizar el acceso a los recursos de tierras y aguas

Necesidad de una tenencia de las tierras estable e inclusiva

Se prevé que en los países de bajos ingresos el porcentaje de tierras per cápita se habrá reducido a la mitad en 2050, lo que creará presiones para abrir nuevas tierras a

la agricultura. Aunque hay una cantidad considerable de tierra teóricamente apta para el cultivo, casi toda se utiliza ya para la producción económica o proporciona servicios ecosistémicos esenciales tanto en el ámbito local como en la biosfera. Asimismo, la disponibilidad de tierras no se corresponde exactamente con las zonas donde es probable que haya mayor demanda. Sin embargo, se espera que 120 Mha de nuevas tierras sean puestas en cultivo antes de 2050.

En el nivel de las políticas mundiales y nacionales, la expansión de la superficie cultivada tiene que ajustarse al uso actual y a la necesidad de mantener las actuales funciones ecosistémicas, proteger las reservas genéticas mundiales y aumentar las reservas de carbono terrestres. La decisión de ampliar la superficie cultivada debe ser producto de una política nacional bien fundamentada y negociada, con la implicación de la comunidad mundial cuando sea conveniente. También es esencial efectuar una evaluación meticulosa de las limitaciones y riesgos que implican los usos alternativos de las tierras.

Una vez que se ha establecido y acordado oficialmente una política de expansión de las tierras de cultivo, ¿cuáles son las condiciones para su uso óptimo? En primer lugar, las estrategias encaminadas a una gestión ordenada de las presiones sobre la tierra serán cada vez más importantes. Esto requiere unas instituciones que funcionen bien, especialmente para administrar la tenencia de la tierra. En segundo lugar, es necesario que haya políticas y apoyos institucionales que garanticen que, en el momento en que se lleve a cabo la conversión, el uso de la tierra y el agua esté debidamente regulado para conservar la integridad de un sistema de producción sostenible y respetuoso con el medioambiente. Se necesitan marcos de incentivos y reguladores que favorezcan el desarrollo gestionado y la agricultura sostenible. Es preciso que haya transferencia de tecnologías e investigación, servicios de asesoramiento a los agricultores, acceso al capital y al crédito y desarrollo de los mercados. Finalmente, los cultivos y los sistemas de producción deben ser rentables y sostenibles, además de compatibles con los principios y enfoques de gestión sostenible de la tierra y el agua. La agricultura debe minimizar las compensaciones recíprocas y mitigar la pérdida de los servicios ecosistémicos. El seguimiento y la evaluación participativos serán un complemento útil para la toma de decisiones.

La agricultura sostenible requiere que el usuario de los recursos de tierras y aguas tenga un interés a largo plazo en asegurar la integridad de la base de los recursos para garantizar la futura producción. En la mayoría de los países, los sistemas de propiedad individual o de arrendamiento largo ofrecen esta garantía. Sin embargo, cuando los derechos comunales están mal definidos y no están protegidos por la ley, es necesario clarificarlos. Las opciones empleadas habitualmente son dos. Una consiste en favorecer la adaptación de los sistemas comunales de tenencia de la tierra (por ejemplo, mediante el reconocimiento y la protección legales, la demarcación

de las tierras y el refuerzo de la capacidad institucional de los interesados para la autogestión y la autorregulación). Esto se ha hecho en Sudáfrica, Ghana, la India y el Brasil. Otra solución consiste en introducir cambios legales e institucionales que permitan una conversión equitativa de los derechos comunales en derechos formales de propiedad individual. Algunas parcelas concretas situadas en el interior de las zonas comunales o de las comunidades pueden pasar a tener derechos de propiedad individual. Las leyes sobre la tierra de algunos países, como Mozambique o la República Unida de Tanzania, permiten este proceso negociado.

Los mercados de tierras pueden ayudar a gestionar los usos en competencia y la creciente escasez. Los mercados de arrendamiento han demostrado que pueden aumentar la eficiencia y la equidad en la asignación de tierras. Sin embargo, a menudo estos mercados han estado limitados por la inseguridad de la propiedad de la tierra o por la existencia de prohibiciones o controles sobre los arrendamientos y las aparcerías. Para que dichos mercados lleguen a su máximo potencial, es preciso facilitar su regulación y mejorar la seguridad y el registro de la tenencia de la tierra. Los mercados de ventas de tierras requieren también una administración y unos derechos de propiedad bien definidos.

En la mayoría de los países ha habido periódicamente reformas de la tenencia de la tierra y redistribución parcelaria. Las tierras de propiedad estatal son difíciles de gestionar por parte de los gobiernos, ya que suelen estar sujetas a invasiones, asentamientos, reclamaciones históricas de propiedad y asignaciones corruptas y no transparentes por medio de arrendamientos y ventas. Muchas veces, los gobiernos ni siquiera saben cuántas tierras poseen ni dónde están, y si lo saben, son reacios a enajenarlas. Por lo tanto, cualquier iniciativa de reforma debe garantizar el mantenimiento de un registro catastral fiable y la aplicación de garantías fiduciarias en la enajenación de los activos estatales. No obstante, el historial reciente de las reformas de la tenencia de la tierra es ambivalente. Las iniciativas deben estar acompañadas de acceso al capital y al crédito, empoderamiento de los beneficiarios para que puedan llevar a cabo la planificación y la implantación de las medidas, y educación y capacitación.

Muchas veces, los titulares de derechos anteriores critican las reformas por no reconocer los derechos preexistentes. Los beneficiarios de exenciones, subsidios y otros privilegios también suelen defenderlos con todas sus fuerzas: *Aunque se aprueben nuevas leyes y normas, estas pueden quedar incumplidas ante la oposición de interesados con poder, la falta de capacidad institucional o la existencia de estipulaciones impracticables. Los procedimientos de registro pueden hacer difícil o imposible que se reconozcan los derechos de algunos de los usuarios previos. Algunos usuarios pueden asegurar su situación a costa de reforzar las desigualdades y la rigidez institucional que excluye a otros. Las reformas pueden reportar ganancias económicas sin resolver determinadas exigencias medioambientales* (Bruns et al., 2005). Por consiguiente, es importante elegir cui-

dadosamente los objetivos y la secuenciación de las reformas, así como los cambios específicos en políticas, sistemas de derechos e instituciones que tienen más posibilidades de introducirse y llevarse a la práctica teniendo en cuenta el contexto histórico y político existente.

Asegurar el acceso al agua y la asignación flexible de los recursos hídricos

Dado que la disponibilidad de agua es el principal determinante de la intensificación, la escasez física y económica de este recurso continuará suponiendo un obstáculo para la producción y la gestión medioambiental en aquellas zonas que utilizan una gran proporción de sus recursos hídricos renovables.

La intención de establecer unos sistemas de derecho al agua modernos, que favorezcan una consideración responsable de los recursos hídricos y al mismo tiempo promuevan el uso responsable de las tierras, no siempre es realista (FAO, 2006e). Sin embargo, se perfilan dos principios. En primer lugar, garantizar el acceso básico al agua para el uso productivo de las tierras exige efectuar un esfuerzo para incluir a todos los usuarios. En segundo lugar, una vez esto está garantizado, la capacidad de usar y regular este recurso de forma flexible impone una mayor exigencia de conocimiento tanto en el usuario como en el regulador.

Garantizar los derechos básicos de los usuarios agrícolas también requerirá transformar progresivamente el uso consuetudinario en derechos formalmente aceptados y defendibles en los lugares donde se buscan nuevos recursos (FAO, 2009). Utilizar los derechos de uso del agua de una forma flexible es una cuestión fundamental para las asociaciones de usuarios del agua (AUA). La escala de la asociación tiene que estar de acuerdo con el sistema natural y con el nivel de interconexión práctica para poder asignar los recursos y transferencias de forma efectiva entre sus miembros. Para tener éxito como asociación, el requisito principal es que haya un flujo de información desde la entidad reguladora de la cuenca o del agua, y otro flujo de información entre los usuarios. Por lo tanto, las asociaciones de usuarios tienen que ser ricas en conocimientos.

Estos patrones de uso aparecen en un contexto de cuenca o de acuífero en el que la base de recursos cambia de un día a otro. Cualquier entidad gestora o reguladora de la cuenca tiene que encontrar la forma de relacionarse con los usuarios finales (las asociaciones de usuarios), decidir sobre las asignaciones, mantener los niveles de productividad derivados del agua y cumplir la legislación medioambiental. Del mismo modo que las AUA pueden adaptarse dentro de cierto margen de libertad, la entidad reguladora puede aplicar las normas y los reglamentos de forma flexible. Como requisito mínimo, es esencial un flujo de información de alta calidad, independientemente de cuáles sean los niveles de tecnología y de inversión. En condiciones de competencia, este flujo de información es incluso más importante. Los

ajustes de las políticas pueden corregir los desequilibrios entre la oferta y la demanda, mejorando la eficiencia, la equidad y la sostenibilidad de la asignación y el uso del agua. La gestión integrada del agua sugiere cuatro elementos básicos: un sistema de asignación del recurso; incentivos para un uso eficiente del agua; promoción de una tecnología eficiente de uso del agua; y enfoques de descentralización y colaboración para la gestión de este recurso.

Las entidades más modernas de administración del agua dan poder al Estado para asignar agua a los diferentes usos, regular los derechos y usos del agua en aras del interés público, garantizar el mantenimiento de la calidad del agua y apoyar a los usuarios e instituciones locales con investigación y conocimientos. Dada la complejidad de regular la gestión local del agua, han comenzado a perfilarse soluciones descentralizadas para la gestión de las aguas superficiales y subterráneas, basadas en la colaboración con los usuarios locales. En el caso de los planes de riego, esto ha adquirido la forma de una gestión participativa, en la que los usuarios están cada vez más implicados a través de las AUA en la gestión, el funcionamiento y el mantenimiento de los planes y en la financiación de su ejecución mediante cánones. En cuanto a otras formas de gestión del agua agrícola, algunas iniciativas se han centrado en el restablecimiento o la creación de instituciones de gestión comunales. En el caso de las aguas subterráneas, la marginación de las instituciones tradicionales y la escasa capacidad reguladora han contribuido a la competencia, lo que ha producido un rápido agotamiento de las reservas. La autorregulación y la gestión por parte de grupos de usuarios han demostrado su eficacia en la conservación de los recursos de aguas subterráneas. Los organismos oficiales pueden prestar apoyo, y las instituciones comunales pueden asociarse al gobierno local o a servicios hidrológicos específicos (Recuadro 5.2).

En algunos de los grandes ríos transfronterizos, la ausencia de marcos de cooperación ha provocado una inversión inferior a la óptima y tensiones entre los países ribereños. A medida que aumenta la demanda por la tierra y el agua, puede producirse un desarrollo más unilateral, conducente a la pérdida del valor añadido aportado por unas inversiones en tierra y agua planificadas para optimizar los ingresos y compartir los beneficios a escala de cuenca. Cuando sea posible, es aconsejable tomar medidas para establecer un marco de cooperación que comience por el nivel técnico y desemboque en una gestión y un desarrollo mutuamente ventajosos y, en última instancia, en la formalización de acuerdos sobre las aguas internacionales.

Definir las estrategias nacionales

En este apartado se analizan diversos enfoques institucionales que tienen posibilidades de adquirir importancia con el tiempo. El diagnóstico informado y los enfo-



El Proyecto de sistemas de aguas subterráneas gestionado por los agricultores de Andhra Pradesh contó con la financiación de la FAO y el gobierno de los Países Bajos entre los años 2006 y 2010, como respuesta a los grandes problemas de sequía y de emigración de este estado. Este proyecto tenía como objetivo mejorar la eficiencia en el uso de las aguas subterráneas, facultando a los agricultores para efectuar el seguimiento de este recurso y llevar a cabo su gestión. Los comités de gestión de las aguas subterráneas de cada acuífero o unidad hidrológica se reunieron para estimar la disponibilidad total de este recurso y concebir los sistemas de cultivo adecuados. Posteriormente, los comités difundieron la información por toda la comunidad agrícola y actuaron como grupos de presión que impulsaban la introducción de proyectos de ahorro y captación y almacenamiento de agua, promoviendo la agricultura ecológica de baja inversión y ayudando a formular normas que garantizaran la sostenibilidad interanual de unos recursos de aguas subterráneas limitados.

Unos 6 500 agricultores de 643 comunidades recibieron formación y recopilaron datos fundamentales para la comprensión de los acuíferos locales. Los agricultores registraron diariamente las precipitaciones en 191 estaciones pluviométricas. En más de 2 000 pozos de observación, realizaron mediciones regulares de los niveles de aguas subterráneas. En total, más de 4 500 agricultores, hombres y mujeres, participan voluntariamente en la recogida de datos. La información se conserva en los registros mantenidos por las oficinas de los comités de gestión y se expone también en los tableros de anuncios de los pueblos. A nivel de acuífero, los «miembros de la unidad hidrológica» aprenden a usar estos datos para estimar la recarga de las aguas subterráneas cuando terminan las lluvias monzónicas del verano. En lo que respecta a las extracciones acumulativas de agua, el 42 % de las unidades hidrológicas han reducido considerablemente la extracción durante la *rabi* (la estación seca) en los tres años de funcionamiento del proyecto, mientras que el 51 % han reducido las extracciones de forma intermitente y solo el 7 % ha experimentado un incremento en la extracción de aguas subterráneas durante este período. Se trata de un éxito sin precedentes en lo que respecta a la reducción actual de las extracciones de aguas subterráneas y también en lo que respecta a su alcance geográfico, que abarca docenas de acuíferos, cientos de comunidades y un millón de agricultores aproximadamente.

Fuentes: FAO, www.apfamgs.org; Banco Mundial (2010a) Fotografía: J. Burke

ques de planificación participativa reflejan la necesidad de identificar desde la base los problemas y las soluciones. En la gestión del regadío, la búsqueda de rendimientos medioambientales y productivos seguirá siendo una prioridad, ya sea a través de entidades públicas o de entidades privadas.

Diagnóstico

Los paquetes de medidas para la gestión sostenible de la tierra y el agua dependen de la integración de los conocimientos derivados de la investigación, junto con el diagnóstico local para identificar los puntos de partida más apropiados. Ya existe una base de conocimientos sustanciales a nivel mundial, regional y nacional, y las entidades agrícolas y de gestión de la tierra y el agua necesitan aunarlos y trabajar con los agricultores para ajustarlos a sus necesidades.

Las decisiones sobre las prioridades a nivel local deberán guiarse por el conocimiento de las opciones y tomarse sobre una base de colaboración entre las comunidades locales y las instituciones públicas y privadas. Habrá que tener en cuenta los intereses y las oportunidades de inversión del sector privado, así como el equilibrio entre los ingresos a corto plazo y la sostenibilidad a largo plazo. Estas decisiones se expresarán a través de planes locales e individuales, que cuando sea necesario contarán con el apoyo y la financiación de los organismos públicos. Las prioridades locales se desarrollarán en consonancia con las prioridades nacionales y contando con la colaboración de las instituciones locales y nacionales.

En el nivel de sistema o de país, cartografiar el alcance espacial, incluidas las causas y los impactos de la degradación y la conservación de las tierras, indica dónde se pueden hacer mejores inversiones, qué prácticas tienen potencial de expansión suficiente y qué apoyo se requiere. Además, ayuda a definir la futura agenda de investigación y desarrollo. En muchos lugares, los planes de regadío a gran escala tienen un funcionamiento por debajo del esperado por una combinación entre infraestructuras degradadas y enfoques de gestión anticuados.

En el nivel nacional, las decisiones se beneficiarán también de la flexibilidad y del debate abierto y se basarán en las lecciones aprendidas y en las mejores prácticas derivadas de la experiencia de campo y los conocimientos globales. Es preciso que estas decisiones se expresen también en leyes, políticas, programas e inversiones. Los enfoques de diagnóstico pueden aplicarse también a variables agrícolas más generales. Un ejemplo tomado de un ámbito de diagnóstico es la evaluación de la salud del suelo y su relación con la productividad actual y potencial en cuanto al rendimiento y la rentabilidad de los cultivos. En el Recuadro 5.3 se describe cómo puede evaluarse la salud del suelo en el marco del ecosistema como componente de una evaluación integrada.

Una evaluación integrada de la tierra y el agua y de su potencial para el desarrollo agrícola sostenible incluiría una valoración de los efectos de la vida del suelo en las propiedades y los procesos físicos, químicos y biológicos de este recurso y en los recursos de aire y de agua con los que interactúa, así como una evaluación de los efectos de las prácticas agrícolas en la biota del suelo y sus funciones. También es esencial calibrar los efectos medioambientales actuales y probables del drenaje, la lixiviación, la escorrentía y la erosión, con el fin de evaluar la sostenibilidad y las externalidades previsibles de las diferentes estrategias de gestión de la tierra y el agua. Es preciso también que el diagnóstico evalúe el impacto de dichas interacciones en la degradación del suelo y los efectos asociados en la producción alimentaria y en diversos problemas medioambientales, como los gases de efecto invernadero o la contaminación del agua. La mejor comprensión de los organismos y de los procesos asociados y de sus interacciones con el sistema agrícola, en lo que respecta al clima, el tipo de suelo, las especies vegetales y la diversidad vegetal y las prácticas de cultivo, ayudaría a elaborar el paquete de medidas adecuado para la gestión de la tierra y el agua. El reto está en desarrollar enfoques de evaluación de la calidad y la salud del suelo que sean útiles para los productores, los expertos y los responsables de las políticas. Los umbrales de salud del suelo podrían usarse como herramientas para facilitar el cambio de orientación hacia unas prácticas de intensificación agrícola más sostenibles.

Establecer las estrategias: apelar al pluralismo y la participación

Una de las lecciones clave del pasado es que los enfoques técnicos de gestión de la tierra y el agua, aunque sean correctos, no pueden imponerse. Las instituciones formales de gestión de la tierra y el agua raramente tienen el monopolio de los conocimientos y de las capacidades. Un proyecto específico puede proporcionar incentivos para cambiar el comportamiento durante un cierto período, pero estos enfoques no suelen producir mejoras sostenibles. Los enfoques de planificación participativa, más eficaces, pueden involucrar a la población local y crear una participación duradera. También pueden aprovechar los conocimientos locales y cotejarlos con las ideas nuevas con el fin de identificar soluciones que puedan incorporarse a prácticas de agricultura sostenible. En este sentido, los enfoques pluralistas de gestión de la tierra y el agua requieren reconocimiento y aplicación. Asimismo, aunque el concepto de planificación participativa no es nuevo, su aplicación concreta sigue siendo un reto en muchos lugares en los que las soluciones tecnológicas prevalecen sobre otros enfoques más equilibrados de la resolución de los problemas.

Los enfoques participativos y los planes de gestión comunitaria de cuencas se han utilizado para conciliar la carga de la actividad humana en las cuencas definidas naturalmente. En algunos proyectos de gestión de cuencas más amplios, por ejem-

plo, se han empleado enfoques participativos para elaborar los planes de gestión. Los enfoques participativos han tenido éxito cuando había unos objetivos comunes que podían interesar a la totalidad o a la mayoría de la población, cuando el proceso participativo era flexible y facilitaba la capacitación y el verdadero empoderamiento y cuando había incentivos para los ingresos y los medios de vida. En los lugares en los que los beneficios económicos eran visibles, las comunidades estaban más dispuestas a invertir en la conservación a largo plazo.

Sin embargo, la participación no garantiza los resultados. La participación implica cambios en la distribución de los poderes decisorios entre el Estado y las comunidades locales, y también entre los diferentes segmentos de la comunidad local. Por lo tanto, tienen que diseñarse procesos participativos que permitan alcanzar el desarrollo y los resultados distributivos deseados. Los enfoques participativos imponen un conjunto de requisitos complicado: compromiso político y reglas equitativas, tiempo para que el proceso madure, inclusión de todos los interesados en el proceso, organismos públicos que comprendan las razones y el proceso de participación y un proceso sostenido de capacitación a todos los niveles, tanto para los interesados como para los organismos públicos.

La experiencia de los últimos años ofrece algunas lecciones prácticas sobre la forma de introducir y extender las innovaciones satisfactorias, con un enfoque especial en las acciones y las asociaciones de carácter comunitario. Algunos de los principios básicos son los siguientes:

- **La implicación de los interesados es fundamental.** Esta implicación debe comenzar en la identificación del problema, seguida de la fase de planificación y ejecución, y mantenerse en el seguimiento, la evaluación y la investigación. Hay diversos enfoques comprobados y documentados sobre cómo motivar a los usuarios de tierras para que adopten y perfeccionen las tecnologías.
- **El trabajo tiene que comenzar y terminar a escala local.** Los usuarios locales de tierras y aguas conocen en detalle su ecosistema. Esto debe complementarse con el acceso a otros conocimientos ajenos al contexto local a través de socios, además de servicios de asesoramiento, formación profesional y asistencia técnica y financiera. Los socios pueden definir, evaluar, seleccionar y poner en práctica conjuntamente posibles estrategias a nivel local. Una vez acordados los planes y cuando se cuente con medidas de apoyo, los usuarios locales pueden asumir la responsabilidad principal sobre la ejecución.
- **Los conocimientos y su difusión son fundamentales.** Los usuarios necesitan información fácilmente accesible y basada en conocimientos y experiencias sólidos. Para ello, son fundamentales los sistemas de apoyo a la toma de decisio-

nes. La cartografía, el seguimiento y la evaluación, entre otras herramientas de apoyo a la toma de decisiones, garantizan que las decisiones sobre las inversiones se basen en hechos y que la ejecución se ajuste según los impactos que se vayan perfilando.

- **Se requieren enfoques de participación permanentes.** Los cambios requieren colaboración y asociaciones a todos los niveles (usuarios de las tierras, expertos técnicos y responsables de las políticas), para asegurar que las causas de la degradación y las medidas correctivas están bien identificadas. Las asociaciones que implican la participación de instituciones gubernamentales, organizaciones no gubernamentales, organizaciones de la sociedad civil, entidades del sector privado y propietarios y usuarios individuales de las tierras promueven el mutuo respeto y facilitan la negociación entre los diversos grupos de interesados para asegurar un futuro común sostenible. Las redes de expertos son fundamentales para estas asociaciones.
- **Los diagnósticos y los programas no deben abarcar solamente las tecnologías, sino también el entorno facilitador a escala local y superior, teniendo en cuenta, entre otras cosas, la cuestión clave de los incentivos.** «Ninguna explotación agrícola es una isla», por lo que es necesario ampliar el alcance del diagnóstico y de las consiguientes soluciones mediante enfoques escalonados, que vayan desde el nivel de la explotación o la familia hasta los niveles más altos. Si se quiere conseguir un cambio, hay varios requisitos esenciales, que van desde la cuestión de los incentivos y el apoyo financiero hasta los mercados y los precios, los servicios y las infraestructuras, la legislación y las regulaciones, la educación y promoción y la documentación y gestión de los conocimientos. Hay que identificar, mediante asociaciones y enfoques participativos, este marco de condiciones, además de las soluciones técnicas.

Modernizar la gestión del regadío

Los planes de regadío a gran escala ofrecen un punto de partida privilegiado para la intensificación, porque aportan tanto un método para gestionar la producción agrícola a gran escala como una plataforma en la que concentrar la transferencia de conocimientos, el suministro de insumos y el acceso a los mercados de producción. Sin embargo, muchos modelos institucionales y empresariales para la gestión de planes a gran escala han tenido resultados desiguales, y algunos de ellos no han logrado ni eficiencia fiscal ni un suministro de agua que responda a la demanda (Banco Mundial, 2006; Molden, 2007). En consecuencia, la necesidad de implicar a los usuarios a través de las AUA y de ampliar la delegación de las funciones de gestión del agua y de recuperación de los costes y de transferir las fases sucesivas de gestión del regadío se ha incluido en la agenda de diversos países, con el objetivo de liberar a los gobiernos de las cargas fiscales y la responsabilidad de la gestión y el

mantenimiento de activos y mejorar la eficiencia de los procesos mediante el empoderamiento de los agricultores.

En este sentido, el éxito depende de la rentabilidad y la sostenibilidad física propias de cada plan, así como de la capacitación sobre la gestión, el manejo y el mantenimiento de los planes, la seguridad de los derechos sobre la tierra y agua y la gestión minuciosa del proceso de transferencia de formación y gestión a las AUA, incluida la asistencia posterior. Cuando el alcance y la complejidad del proyecto descartan la gestión exclusiva de los agricultores y la única alternativa es la gestión realizada por una entidad profesional, esta tiene que poder sostenerse económicamente por su cuenta.

Los cánones por los servicios del agua deben ser los adecuados para cubrir los costes reales de manejo y mantenimiento, y los gastos generales deben mantenerse en el nivel mínimo. Sobre todo, la entidad de gestión tiene que ser transparente y responsable ante los usuarios, un requisito que por lo general se alcanza solamente si hay una verdadera implicación de estos en la gestión. Es necesario diseñar las futuras fases del proceso tras un proceso amplio de estudios y consultas y adaptarlas bien al contexto. En algunos casos, los gobiernos han optado por mantener la gestión estatal, pero aplicando un nuevo enfoque orientado a los servicios, tal como propugna el programa MASSCOTE de la FAO de cartografía de los sistemas y servicios para las técnicas de funcionamiento de canales (Recuadro 5.4). Otros países están reforzando la implicación de los agricultores de diversas maneras: o bien asignando responsabilidades de operación y mantenimiento a las organizaciones de agricultores, o bien mediante procesos de transferencia de la gestión del riego.

Reforzar la implicación de los particulares o de los usuarios en la gestión puede ofrecer una vía para seguir avanzando. Este tipo de colaboraciones, conocidas como asociaciones público-privadas, implican la definición de un «tercero» viable para el contacto entre agricultores y gobiernos. Este tercero puede ser una entidad pública, como un organismo gubernamental reformado o con autonomía financiera. También puede ser de tipo privado, como una empresa contratada o una AUA convertida en sociedad privada o una asociación de agricultores. Las asociaciones público-privadas han proliferado en el sector del saneamiento de agua durante las dos últimas décadas con resultados dispares, pero están menos generalizadas en el sector del regadío. Algunas podrían aliviar la gestión de los grandes sistemas de canales de regadío, asumiendo, por ejemplo, la gestión de los embalses, los grandes canales y las redes de distribución, de modo similar a las reformas que se han introducido en el sector de la energía hidráulica. Las asociaciones público-privadas podrían ser útiles para movilizar la financiación, aplicar programas de inversión y mejorar el servicio de suministro de agua. En Marruecos (Guerdane) y en Egipto (delta occidental) se han negociado con éxito acuerdos de asociaciones público-

**RECUADRO 5.4: EL PROGRAMA MASSCOTE DE LA FAO:
MODERNIZACIÓN DE LOS EQUIPOS DE GESTIÓN DEL REGADÍO**



La FAO define la modernización del regadío como un proceso de perfeccionamiento técnico y de gestión (a diferencia de la mera rehabilitación) que tiene como objetivo aumentar la productividad de los recursos mediante unos mejores servicios de suministro. El programa MASSCOTE (cartografía de los sistemas y servicios para las técnicas de funcionamiento de canales; FAO, 2007e) es una metodología que permite analizar y evaluar los diferentes componentes de un sistema de regadío con el fin de desarrollar un plan de modernización. Este plan consiste en un conjunto de innovaciones físicas, técnicas, institucionales y de gestión destinadas a mejorar los servicios de suministro de agua y la rentabilidad del funcionamiento y el mantenimiento.

Este programa se presenta a los ingenieros y gestores de los grandes sistemas de regadío para promover el concepto de una gestión orientada al servicio y ayudarles a concebir sus propios planes de modernización. Como ejemplo, desde que se introdujo el programa MASSCOTE en Karnataka (India), en 2006, los equipos de gestión han dejado de centrarse en el suministro para orientarse a los servicios y han mejorado la forma en que abordan la planificación de las inversiones. Este enfoque se ha introducido también recientemente en otros países del Asia meridional y central, el Cercano Oriente y el África septentrional.

Fotografía: R. Wahaj

privadas para el ámbito del regadío. China ha puesto en práctica con cierto éxito la contratación de empresas privadas (Recuadro 5.5). Sri Lanka también ha experimentado con alguna empresa de regadío gestionada por los agricultores. Las experiencias de Mali, Francia y Nueva Zelandia corroboran también la idea de que el sector privado puede gestionar correctamente los sistemas de regadío y cobrar cánones por el uso del agua incluso cuando no existen AUA oficiales.

RECUADRO 5.5: MARGEN PARA LA IMPLICACIÓN DEL SECTOR PRIVADO EN LA GESTIÓN DEL REGADÍO

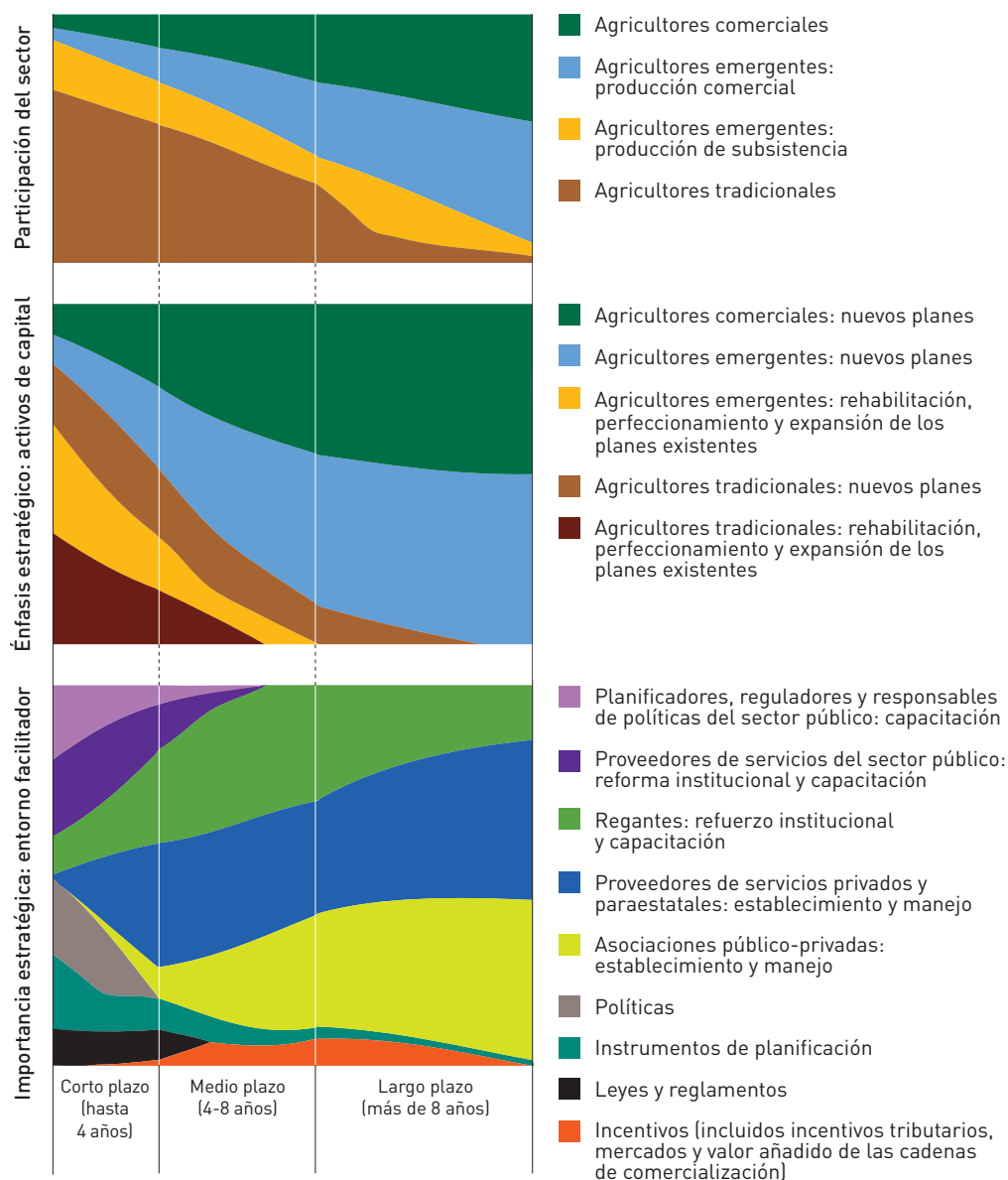
La transferencia de responsabilidad a los usuarios tiene sus límites, y las asociaciones público-privadas pueden ser un modo de aportar habilidades de gestión y fondos nuevos y de liberar a los gobiernos de sus cargas fiscales y administrativas. La experiencia en el sector del suministro de agua ha demostrado que en determinadas circunstancias el sector privado puede ayudar a movilizar la financiación, llevar a la práctica los programas de inversión y mejorar el rendimiento del suministro de servicios. Con las asociaciones público-privadas, las funciones de gobernanza siguen estando normalmente a cargo del gobierno, aunque hay alguna posibilidad de subcontratación. Las funciones de operación, gestión y mantenimiento han resultado ser las más fáciles de subcontratar. En cuanto a la inversión, el sector privado es básicamente refractario a los riesgos y, cuando se enfrenta a un nivel de riesgo relativamente elevado, es reacio a comprometer capital de inversión a menos que el gobierno asuma una buena parte de dicho riesgo. Aunque es indudable que la eficiencia y el suministro de los servicios han mejorado, por lo general los cánones han aumentado también, y han surgido problemas sociales por la necesidad de reducir personal. En términos generales, la experiencia en el sector del suministro de agua muestra que las asociaciones público-privadas no pueden mitigar completamente la carga de inversión del gobierno, pero son útiles para establecer el principio de autonomía financiera y para elevar el nivel de profesionalidad.

Fuentes: FAO (2007a); Banco Mundial (2007b)

Desarrollar marcos nacionales de inversión

El desarrollo de enfoques de ejecución incluidos en los programas nacionales que puedan movilizar y sostener la inversión de entidades públicas y privadas en la gestión de la tierra y el agua requiere un nivel mayor de esfuerzo y compromiso institucional. Por ejemplo, para ser eficaces, las estrategias nacionales de regadío pueden requerir un paquete de mejoras técnicas y de gestión que les permita responder a las necesidades de una agricultura de valor elevado mediante el refuerzo de la fiabilidad, la flexibilidad y la equidad en los servicios hídricos. Es necesario programar y hacer un seguimiento de las decisiones sobre la asignación de los recursos públicos y la promoción de la inversión privada. Los marcos de inversión pueden servir de herramienta para programar los recursos públicos y privados y reorganizar el subsector del regadío de acuerdo con los objetivos de desarrollo nacionales, y al mismo tiempo permitir que se haga un seguimiento de las inversiones. De esta forma, se puede hacer una valoración y un seguimiento general de cualquier inversión nacional en regadío. La figura 5.1 ilustra cómo se puede aplicar un modelo teórico sobre este tipo de marco a la estrategia nacional del regadío. Finalmente, el seguimiento y la evaluación permiten conocer los avances y efectuar evaluaciones técnicas y económicas de los resultados e impactos, todo lo cual puede

FIGURA 5.1: MODELO TEÓRICO DE ESTRATEGIA PARA UN MARCO DE INVERSIÓN EN REGADÍO



Fuente: Marco Genérico de Inversión de la FAO, informes internos de la División de Tierras y Aguas de la FAO

utilizarse posteriormente para mejorar y ampliar los programas de inversión. Dentro de estos programas de inversión, pueden valorarse y evaluarse comparativamente planes concretos.

EL papel de los organismos de gestión de las cuencas fluviales

Se puede prever que, en el futuro, la intensidad del desarrollo económico en las cuencas fluviales y el grado de interdependencia y de competencia por los recursos

de tierras y aguas forzarán un retorno a la integración. Sin embargo, a pesar de la integración sistémica y funcional de la tierra y el agua, las leyes y las instituciones modernas suelen tratar por separado uno y otro recurso. Incluso los organismos de gestión de las cuencas, que en principio ejercen una gestión integrada de los recursos, se ocupan principalmente de uno solo y no de la tierra y el agua conjuntamente. Hasta ahora, la gestión de las cuencas fluviales ha tenido poca influencia directa en el uso de las tierras y su planificación, excepto en aquellos lugares donde ha ayudado a remediar la contaminación de origen difuso o ha limitado el uso agrícola del agua. La gestión de las cuencas se ha circunscrito en gran parte a las funciones de los ríos, como la energía hidráulica, la navegación y los recursos piscícolas.

Las actuales tendencias institucionales en la gestión de cuencas fluviales suelen estar impulsadas por el «desarrollo hídrico» o por los «enfoques ecosistémicos». En China y la India, por ejemplo, se han definido grandes proyectos de transferencia de agua en un marco de planificación del desarrollo hídrico, mientras que en la Directiva Marco de la Unión Europea sobre el Agua y en la planificación de la cuenca del Murray-Darling se ha seguido un enfoque de conservación de los ecosistemas. Entre uno y otro enfoque, se han perfilado diversas soluciones que responden a las prioridades de desarrollo expresadas a nivel nacional y a nivel transfronterizo, con un grado mayor o menor de priorización económica o medioambiental.

Independientemente de que la agenda, tanto del desarrollo como medioambiental, tenga un efecto verdaderamente integrado en el uso de la tierra y el agua en una cuenca, la planificación y la negociación no pueden limitarse al uso del agua que circula por el curso del río. Las auditorías de las cuencas fluviales ofrecen un punto de partida. Dichas auditorías proporcionan un registro básico del uso de la tierra y el agua en toda la cuenca en sus aspectos sociales, económicos y medioambientales. Esta fase puede estar seguida por el desarrollo de una perspectiva general de la cuenca, en lo que respecta al desarrollo viable y a los resultados medioambientales. Para ello se requiere consultar extensamente a los usuarios de la cuenca, para establecer objetivos medibles del rendimiento social, económico y medioambiental.

La gama de herramientas políticas que están a la disposición de los organismos de gestión de las cuencas fluviales incluye: 1) requisitos reglamentarios sobre el caudal mínimo de los ríos para mantener una ecología y unas poblaciones piscícolas saludables; 2) requisitos para la valoración del impacto ambiental, como paso previo para conceder licencias de uso del agua (más frecuentemente en la extracción de aguas superficiales y subterráneas y en la eliminación de los residuos); 3) declaración y supervisión de las reservas y las zonas protegidas (por ejemplo, los humedales), para mantener la biodiversidad y proteger la calidad de la tierra y el agua; y 4) negociación y supervisión de las medidas destinadas a proteger las cuencas (por ejemplo, mediante proyectos de gestión de cuencas u otras formas de PSA).

El papel del conocimiento

La agenda de investigación y desarrollo

En general, la investigación tendrá que ser adaptable. Por ejemplo, en la agricultura de secano, ampliar los beneficios medioambientales positivos y los beneficios de las técnicas de la agricultura de conservación en la humedad del suelo dependerá de la capacidad de mecanización para responder rápidamente a los episodios de precipitaciones. Las técnicas son conocidas, pero deben adaptarse a la situación específica de la tierra y el agua y a las condiciones socioeconómicas. Cuando se practica una agricultura de secano oportunista y con poca tecnología, que no logra controlar totalmente el agua durante todo el calendario de cultivos, es necesario concebir técnicas de gestión del riesgo, particularmente cuando los regímenes de precipitaciones son más irregulares.

La intensificación sostenible va más allá de la gestión mejorada de la tierra y el agua. Las prácticas agronómicas, como la siembra temprana, la gestión de la fertilidad, el control de las malas hierbas y la utilización de variedades mejoradas, tienen también un papel fundamental (Wani *et al.*, 2009). Los esfuerzos para estabilizar la producción de los sistemas de secano actuales ante el cambio climático requerirán un mejor análisis del clima en relación a los cultivos: regímenes de precipitación y déficit de humedad del suelo vinculados a la vulnerabilidad socioeconómica, no solo para prever la volatilidad de la producción alimentaria, sino también para organizar los insumos y servicios.

En los sistemas de regadío, el riego de precisión basado en los conocimientos actuales, que ofrece a los agricultores una aplicación fiable y flexible del agua, continuará siendo una plataforma importante para la intensificación. En el futuro, es probable que se utilicen más ampliamente ciertos componentes, como la tecnología de la fertirrigación, el riego deficitario y el reciclaje de aguas residuales tratadas, en particular en los cultivos de huerta (Winpenney *et al.*, 2010). Se espera que todas estas técnicas estarán mejor integradas en aquellos sistemas de regadío que ofrecen un suministro de agua puntual bajo demanda. La investigación y el desarrollo deberán adaptar estas tecnologías a las prácticas locales de cultivo.

Las medidas destinadas a modernizar los planes de regadío a gran escala necesitarán también la intervención del gobierno, debido a la envergadura y el coste de las inversiones. En muchos casos, sin embargo, el sector privado puede encargarse mejor de la investigación y el desarrollo. Por ejemplo, en los países en desarrollo se han promocionado equipos de riego por goteo y de goteo a presión del subsuelo para la horticultura. Asimismo, cada vez habrá más disponibilidad de productos baratos de plástico moldeado y de telas plásticas para los cultivos bajo cubierta. No obstante, será necesario que la adopción a gran escala de algunas alternativas

(como las tecnologías solares) o la evitación de tecnologías contaminantes (plásticos) se rija por medidas reguladoras oficiales y haya una vigilancia adecuada de su cumplimiento.

La investigación sobre los sistemas de cultivo también será esencial para determinar las estrategias de intensificación. Si se quiere estabilizar la producción del secano mejorando la retención de la humedad del suelo, será preciso identificar correctamente las circunstancias físicas y socioeconómicas que permitan recurrir a este proceso. Habrá que eliminar algunas lagunas de conocimiento, particularmente sobre los aspectos económicos y financieros, pero también será importante hacer un seguimiento y evaluación de la degradación de la tierra y el agua y del impacto positivo de las medidas de gestión sostenible.

Difusión del mensaje

La intensificación sostenible de la gestión de la tierra y el agua requerirá alentar a un gran número de agricultores a mejorar sus sistemas de cultivo, adoptando enfoques de refuerzo de la productividad de la tierra y el agua que se adapten a sus circunstancias de suelo, disponibilidad de agua, mano de obra y acceso a los mercados e insumos, y también a sus objetivos de ingresos. Por lo tanto, los paquetes de medidas de intensificación tienen que ser accesibles y viables en términos técnicos y financieros y garantizar un rendimiento económico de la inversión que efectúen los agricultores en mano de obra y recursos. Hay muchas pruebas de que los enfoques verticales y orientados solamente a la tecnología no son sostenibles. Por consiguiente, la armonización de los paquetes de medidas de intensificación con las circunstancias y los objetivos de los agricultores requiere un enfoque «orientado a la demanda», que afronte las limitaciones identificadas por los propios agricultores.

Con frecuencia, los actuales sistemas de extensión tienen una capacidad limitada para transmitir mensajes y medidas técnicas a los agricultores. Para conseguir cambios de comportamiento apropiados para cada lugar serían más útiles los medios educativos (por ejemplo, las escuelas de campo para agricultores, que mejoran las capacidades decisorias de estos para introducir cambios en la gestión de la tierra y el agua). Hay que desarrollar currículos flexibles que tengan en cuenta específicamente las dificultades de aumentar la producción mediante una gestión de la tierra y el agua sostenible y respetuosa con el medioambiente. Cuando sea posible, deberían integrarse los conocimientos autóctonos y las prácticas tradicionales. En general habría que tratar con los agricultores a un nivel superior al individual, ya que la gestión de la tierra y el agua suelen requerir cooperación.

Aunque la información sobre tecnologías y enfoques es muy abundante, no hay suficiente difusión de las experiencias a todos los niveles o entre países o regiones.

Por lo general, la base de conocimientos existente no es ampliamente accesible, y puede presentar sesgos sectoriales o institucionales. El conocimiento no siempre es de fácil utilización, y los usuarios de las tierras pocas veces tienen acceso directo al mismo. Los sistemas son básicamente «pasivos», con pocas posibilidades de actualización regular. Por consiguiente, habrá que crear un entorno propicio, en especial mediante el desarrollo de redes, foros y medios de comunicación para el intercambio y difusión del conocimiento y para identificar y eliminar las posibles lagunas.

Reforzar las asociaciones internacionales

Inventario de los recursos y seguimiento de su uso

A medida que aumentan los retos de la gestión sostenible de la tierra y el agua, gestores y usuarios necesitan datos exactos y oportunos para poder hacer un seguimiento de los cambios en la tierra y el agua. Las nuevas tecnologías, en especial la teledetección, están ayudando a cartografiar y efectuar el seguimiento de una amplia variedad de parámetros. Varios programas internacionales están desarrollando herramientas de seguimiento e inventario de los recursos. El potencial de estas tecnologías espaciales para mejorar la gestión de la tierra y el agua es enorme. Uno de los retos es garantizar que todo el mundo pueda acceder a estas tecnologías, y algunos programas (como el Mapa Digital del Mundo, del PNUMA y la FAO, o el proyecto GeoNetwork de la FAO) han desarrollado infraestructuras de información espacial y normas geoespaciales para aumentar el intercambio de datos entre plataformas.

Nuevas asociaciones están obteniendo datos e interpretándolos específicamente para su gestión (Cuadro 5.2). Las iniciativas del GEOSS (Recuadro 5.6) incluyen proyectos de apoyo a la toma de decisiones sobre la tierra y el agua en Asia y el África subsahariana, por ejemplo mediante el seguimiento del carbono en los bosques. La Evaluación de Ecosistemas del Milenio (EM) es una iniciativa de colaboración con la que se intenta hacer un seguimiento de los efectos de las actividades humanas en los servicios ecosistémicos. Además de su influencia en la educación y en la investigación y política científicas, el propio proceso de cooperación ha llevado a un conocimiento más profundo de las relaciones entre los sistemas humanos y naturales.

No obstante, aunque ha habido avances, las iniciativas siguen siendo fragmentarias, la financiación de funciones importantes ha disminuido, y sigue siendo necesario reforzar las medidas para garantizar la armonización, la accesibilidad y la participación y el uso de los datos. En lo que respecta al clima y al agua, los datos hidrológicos mundiales y las redes de observación siguen siendo insuficientes, y muchos países tienen un acceso limitado a la información. Es necesario armoni-

CUADRO 5.2: PROGRAMAS INTERNACIONALES DE GENERACIÓN, ARMONIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE DATOS

Programa	Objetivo relacionado con la tierra y el agua	URL
AQUASTAT (FAO)	Sistema mundial de información sobre los recursos hídricos, los usos del agua y la gestión del agua para uso agrícola, con énfasis en los países de África, Asia, América Latina y el Caribe	www.fao.org/nr/aquastat
Serie de Medios Digitales de la FAO sobre la Tierra y el Agua	Proporciona un completo conjunto de datos y de recursos educativos sobre los temas relacionados con la tierra y el agua	www.fao.org/landandwater/lwdms.stm
FAOSTAT	La mayor base de datos agrícolas mundial, con más de un millón de series temporales	faostat.fao.org
Geonetwork	El centro de intercambio de información geoespacial de la FAO es un catálogo normalizado y descentralizado que ofrece un amplio acceso a datos georreferenciados, productos cartográficos y sus metadatos	www.fao.org/geonetwork/srv/en/main.home
GEOSS	Sistema de Sistemas de Observación Geoespacial de la Tierra	www.earthobservations.org
Consortio Mundial para la elaboración de un Mapa de los Suelos	Análisis de los suelos para dar forma a las prácticas de gestión de la tierra	www.globalsoilmap.net
Alianza Mundial sobre los Suelos (en discusión)	Armonización de las bases de datos mundiales sobre los suelos	www.fao.org/nr/water/news/soil-db.html www.iiasa.ac.at/Research/LUC/External-World-soil-database/HTML/index.html
SMOT	Mecanismo de coordinación entre organismos para mejorar la observación terrestre de los recursos naturales	www.glcnet.org
LADA	Evaluación de la degradación de tierras secas	www.fao.org/nr/lada/
Mapas digitales mundiales de PNUMA-FAO	Proporcionan información sobre la cobertura de las tierras y la densidad de población	www.fao.org/docrep/009/a0310e/A0310E09.htm
ONU-Agua	Promueve el intercambio de información y el acceso al conocimiento en todas las agencias y socios externos de la ONU que se ocupan de la gestión del agua dulce	www.unwater.org/flashindex.html
WOCAT	Red mundial para difundir el conocimiento sobre las prácticas de gestión sostenible de la tierra	www.fao.org/ag/agL/agll/wocat/default.stm

Fuente: Nkonya et al. (2010)

RECUADRO 5.6: EL SISTEMA DE SISTEMAS DE OBSERVACIÓN GLOBAL DE LA TIERRA

Los retos mundiales que plantean la desertificación, la pérdida de biodiversidad y el cambio climático han hecho que sea urgente disponer de un sistema integrado para efectuar el seguimiento de los cambios ambientales y proporcionar la información necesaria para avanzar hacia una gestión más sostenible de los recursos naturales. El Grupo de Observación de la Tierra (GEO), una asociación voluntaria de gobiernos y organizaciones internacionales, fue creado en 2005 para elaborar un Sistema de Sistemas de Observación Global de la Tierra (GEOSS), con el fin de generar, divulgar y gestionar datos sobre el planeta recogidos mediante una completa serie de sistemas de observación (boyas oceánicas, estaciones hidrológicas y meteorológicas y satélites) y para facilitar el análisis en diversos ámbitos, desde la mitigación de los riesgos catastróficos hasta la adaptación al cambio climático, la gestión integrada de los recursos hídricos, la conservación de la biodiversidad, la agricultura y la silvicultura sostenibles, la salud pública y el seguimiento de la meteorología.

En 2008, el GEO puso en marcha el Grupo de Seguimiento del Carbono en los Bosques (FCT) en colaboración con la FAO, la Agencia Espacial Europea (ESA) y el Comité sobre Satélites de Observación de la Tierra (CEOS). El objetivo del FCT es desarrollar un sistema de observación de los bosques y de seguimiento, información y verificación del carbono, registrar y verificar datos con ayuda de satélites y efectuar mediciones aéreas e in situ, apoyando de este modo a los países que deseen controlar el estado de sus bosques, y crear un sistema de contabilidad del carbono.

Fuente: GEO (2010)

zar la producción de datos y ampliar su difusión. A pesar del potencial de las tecnologías de teledetección, no se ha aprovechado suficientemente la información, y la falta de datos ha sido un obstáculo importante para la cooperación y la inversión. Además, se necesita un mayor esfuerzo para expresar dichos datos en un formato utilizable. La cooperación internacional es necesaria para facilitar el intercambio de conocimientos, y es preciso reforzar la educación y la formación sobre la aplicación de la información por parte de los gestores y de los responsables de tomar decisiones (WWAP, 2009).

Políticas y acciones coordinadas

La cooperación regional sobre la tierra y el agua ha estado favorecida por la existencia de múltiples agendas compartidas (vínculos económicos, recursos de tierra y agua compartidos y retos de desarrollo comunes). Existen numerosas iniciativas regionales, especialmente en el África subsahariana, que reflejan el impacto que tienen sobre la pobreza los altos niveles de degradación de los recursos predominantes en la región (Cuadro 5.3).

CUADRO 5.3: CASOS DE ESFUERZOS DE COOPERACIÓN REGIONAL EN LA GESTIÓN DE TIERRAS Y AGUAS

Cooperación regional	Actividades relacionadas con la tierra y el agua	Fuente
Instituciones de cooperación en África		
Programa general para el desarrollo de la Agricultura en África (CAADP)	El «primer pilar» del CAADP es ampliar la superficie dedicada a sistemas de gestión sostenible y control fiable de la tierra y el agua. Su objetivo es alcanzar el 6 % de crecimiento en la productividad agrícola y el 10 % del gasto público en agricultura	www.africa-union.org/root/au/Documents/Treaties/treaties.htm
TerrAfrica	Asociación creada en 2005 que pretende controlar la degradación de las tierras mediante prácticas de gestión sostenible de la tierra (GST), dirigidas por los países, en el África subsahariana	www.terrafrica.org
Asociación por el Agua de uso agrícola en África (AgWA)	AgWA promueve y fomenta la inversión en la gestión del agua de uso agrícola en África. Sus cinco prioridades son: la promoción; la movilización de recursos; el intercambio de conocimientos; la armonización de donantes; la capacitación. AgWA es un marco que favorece la coordinación y los vínculos con asociaciones subregionales africanas, como IMAWESA, ARID y SARIA	www.agwaterforafrica.org
AU (African Union)	Convention for the establishment of the African centre for fertilizer development; and African convention on the conservation of nature and natural resources	www.africa-union.org/root/au/Documents/Treaties/treaties.htm
Comunidad para el Desarrollo del África Austral (SADC)	Iniciativas de colaboración para la gestión del agua	Giordano y Wolf (2002)
Otras instituciones de cooperación		
Asociación de Naciones del Asia Sudoriental (ASEAN)	Establecer mecanismos para el desarrollo sostenible, mediante la protección de los recursos medioambientales y naturales de la región	Reunión ministerial de ASEAN sobre el medioambiente (2009) www.aseansec.org/19601.htm
Organización de los Estados Americanos (OEA)	Sistemas equitativos y eficaces de tenencia de la tierra y aumento de la productividad agrícola	www1.umn.edu/humanrts/iachr/oascharter.html
UE	Convención sobre la Evaluación del Impacto Ambiental en el Ámbito Transfronterizo (1991); Convención sobre la Protección y Utilización de Cursos de Agua Transfronterizos y Lagos Internacionales (1992); Directiva Marco sobre el Agua para la gestión integrada de las cuencas fluviales (2000)	Giordano y Wolf (2002)

Fuente: este estudio

Enfoques internacionales para la gestión y protección conjuntas de la tierra y el agua

Las sucesivas conferencias internacionales han desembocado en acuerdos mundiales relativos a la gestión y protección de los recursos de tierras y aguas. La responsabilidad de apoyar la ejecución de estos acuerdos recae en varias agencias de Naciones Unidas, entre ellas la FAO, el PNUMA y el Banco Mundial. En este apartado se analiza el progreso que ha experimentado la puesta en práctica de algunos de estos acuerdos.

En lo que respecta a las tierras, la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CLD) presta apoyo a los planes de acción nacionales y a la colaboración entre donantes y países en la lucha contra la degradación de los recursos de tierras y aguas en las zonas secas. La CLD ha concienciado al público sobre este problema y ha dado impulso político, pero se necesitan recursos financieros y un mandato más claro para asegurar un impacto significativo.

El Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) se creó en 1991. Su objetivo es promover la cooperación internacional para prevenir la degradación medioambiental en el mundo y rehabilitar los recursos naturales degradados. Hasta el momento, el FMAM ha asignado 8 800 millones de dólares, a los que se suman más de 38 700 millones procedentes de la cofinanciación, para más de 2 400 proyectos. A través de su Programa de pequeñas subvenciones, el FMAM ha concedido también más de 10 000 subvenciones directas a organizaciones comunitarias y no gubernamentales. Con 792 millones de dólares invertidos hasta la fecha en la gestión sostenible de la tierra, el FMAM es el mayor inversor mundial en subvenciones para este sector (Recuadro 5.7). Los problemas tienen que ver con la falta de sinergia entre las diversas áreas de actuación del FMAM y con las limitaciones surgidas al pasar de los proyectos a un enfoque basado en programas.

La Coalición Internacional para el Acceso a la Tierra (ILC) se creó como una entidad aglutinadora de la sociedad civil y de los participantes gubernamentales e intergubernamentales en las políticas sobre la tierra y sus prácticas. Tiene una misión de difusión con la que se intenta mejorar el acceso de los pobres a los recursos de tierras, especialmente mediante una tenencia más segura.

En cuanto al agua, en 1996 se creó la Alianza Mundial en favor del Agua (GWP), para promover la gestión integrada de los recursos hídricos y el desarrollo y gestión coordinados de la tierra y el agua. La GWP asesora a los gobiernos en los temas de gestión. También en 1996, se creó el Consejo Mundial del Agua (CMA), con el fin de concienciar al público y promover el compromiso sobre la gestión sostenible de los recursos hídricos; su actuación más conocida es el Foro Mundial del Agua.

RECUADRO 5.7: EJEMPLOS DEL APOYO DEL FONDO PARA EL MEDIO AMBIENTE MUNDIAL A LA GESTIÓN SOSTENIBLE DE LA TIERRA Y EL AGUA

- En los cafetales de la América central, el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) está trabajando con los agricultores para elevar sus ingresos aumentando las cosechas de café cultivado a la sombra. Esta medida ayuda a proteger la biodiversidad, reduce la dependencia de los pesticidas y capta carbono.
- La financiación del FMAM para recuperar humedales degradados en Rumania se ha traducido en la eliminación de unas 55 toneladas de fósforo, 1 200 toneladas de nitrógeno y 40 000 toneladas de sedimentos del río Danubio antes de su desembocadura en el Mar Negro.
- Los proyectos emprendidos por el FMAM en los trópicos húmedos, la Amazonia, el macizo guayanés, el Cáucaso y el Himalaya tratan de conservar las mayores muestras que todavía existen de bosques húmedos tropicales, las cuales albergan millones de especies.
- Las regiones del sur de México y de la América central están ayudando a recuperar el corredor biológico mesoamericano mediante un proyecto apoyado por el FMAM, que combina la conservación de la naturaleza con la mejora del nivel de vida de la población.
- En el marco de un proyecto del FMAM, técnicos brasileños están diseñando una turbina accionada con gas procedente de la biomasa, que funciona con el material de desecho de las refinerías de azúcar, incluidos los residuos de las cosechas y el bagazo que resulta del procesado. Estas nuevas turbinas proporcionan energía limpia y eficiente, reduciendo las emisiones de gases.

Fuente: FMAM (2011)

Todos estos acuerdos y organizaciones tienen agendas bien definidas que se enmarcan en los grandes principios establecidos en las conferencias internacionales. Han ayudado a sensibilizar al público y han impulsado acciones de los estados miembros sobre los problemas de la tierra y el agua. En algunos casos, estas iniciativas han reforzado las instituciones y la gobernanza. Los socios de la GWP, por ejemplo, han contribuido considerablemente a concienciar al público sobre la gestión integrada de los recursos hídricos y han favorecido su inclusión en leyes, estrategias y prácticas nacionales. Todas estas iniciativas se basan en un enfoque que, en principio, aborda conjuntamente los problemas de la tierra y el agua. Sin embargo, en la práctica, los enfoques siguen siendo sobre todo sectoriales. La GWP, por ejemplo, se centra principalmente en el agua; mientras que la ILC lo hace en la tierra. Una convención internacional sobre la gestión sostenible de la tierra y el agua podría ayudar a resolver estas dificultades.

Varias de estas organizaciones están trabajando en el mismo campo y con recursos limitados, lo que reduce su capacidad de concentración y su impacto. Las res-

puestas a los logros y problemas de estas iniciativas han sido escasas, por lo que las lecciones de la experiencia no siempre se han incorporado a nuevos enfoques. Lo que se necesita es un foro de debate permanente y un mecanismo de intercambio de información que permita reunir las conclusiones y las mejores prácticas.

Cooperación en cuencas fluviales

Aunque la ausencia de un marco cooperativo ha sido un obstáculo para el desarrollo óptimo de muchos ríos transfronterizos, en los últimos años se han hecho grandes avances para alcanzar diversos grados de cooperación. Por lo general, la cooperación en el desarrollo y la gestión de las cuencas fluviales se ha iniciado en forma de cooperación técnica, como un intercambio de información, que con el tiempo ha llevado a cooperar en la planificación, la inversión y la distribución de los beneficios. Las ventajas de esta colaboración pueden ser considerables: un estudio reciente ha estimado que la cooperación entre los países ribereños del Nilo Azul podría incrementar los beneficios anuales netos del río en 5 000 millones de dólares (Whittington *et al.*, 2005).

La Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho de los Usos No Navegables de los Cursos de Agua Internacionales estableció reglas sobre el uso equitativo y las obligaciones de protección y conservación de las masas de agua internacionales, el intercambio de información y la resolución de disputas. Esta convención no ha entrado todavía en vigor por no haber sido ratificada por el número suficiente de miembros, pero establece una serie de principios y normas a las que se pueden referir los países ribereños.

En algunas cuencas, la cooperación se ha traducido en un tratado formal y en el establecimiento jurídico de una organización de las cuencas fluviales: como ejemplos se pueden citar los ríos Mekong, Senegal, Volta y Níger (Nkonya *et al.*, 2010). La Comisión de gestión de la cuenca del río Mekong autorizó la planificación para reducir las inundaciones en el delta. El marco cooperativo de la Comisión de gestión de la cuenca del lago Victoria permitió resolver el problema del jacinto de agua en dicho lago (Foster y Briceño-Garmendia, 2010). Sin embargo la experiencia demuestra que pueden transcurrir décadas antes de que las naciones acuerden una gestión y un desarrollo conjuntos. Por ejemplo, de las 18 iniciativas de cooperación en las cuencas fluviales del África subsahariana impulsadas desde la década de 1960, solo cuatro han llegado a la fase de constituir oficialmente un comité de gestión de las cuencas fluviales (Grey y Sadoff, 2006). Algunos programas abordan específicamente los temas de gestión y degradación de la tierra y el agua y los problemas de degradación en el marco de una cuenca transfronteriza. Dos proyectos del FMAM (el de Fouta Djallon, en el África occidental, y el del río Kagera, en el África oriental), así como el Programa de desarrollo sostenible de la cuenca del lago Chad (Recuadro 5.8), están apoyando el seguimiento ambiental para mejo-

RECUADRO 5.8: APOYO INTERNACIONAL PARA LA GESTIÓN SOSTENIBLE DE LA TIERRA Y EL AGUA EN LA CUENCA DEL LAGO CHAD

El programa para el desarrollo sostenible de la cuenca del lago Chad se diseñó en 2007, dentro de la ejecución del plan de acción estratégica y previsión para 2025 de la Comisión de gestión de la cuenca del Lago Chad. El objetivo es la rehabilitación y conservación de las capacidades productivas de los ecosistemas mediante una gestión integrada y razonable de la cuenca, de forma que los sistemas de producción se adapten al cambio climático y de este modo se reduzca la pobreza de las poblaciones que viven alrededor del lago. El programa comenzó en 2009 y tiene una duración de seis años. Su coste, de unos 97 millones de dólares, está financiado conjuntamente por el Banco de Desarrollo Africano, que subvenciona la mitad del total, y por otros donantes: la Sociedad Alemana de Cooperación Internacional (GIZ), el Instituto Federal de Geociencias y Recursos Naturales (BGR) de Alemania, la Unión Europea, el Banco Mundial y el Banco Islámico de Desarrollo.

En particular, las actividades emprendidas en el marco de este programa son las siguientes:

1. Protección del lago Chad y de su cuenca: conservación del suelo; regeneración de los ecosistemas de pastizales; control de las plantas acuáticas invasoras en las masas de agua; conservación de la especie bovina Kouri; estudio y plan de gestión óptima de las reservas y los puntos de suministro de agua de la cuenca.
2. Adaptación de los sistemas de producción al cambio climático: ampliación de la red de observación piezométrica; gestión sostenible de los bosques, los pastos y los recursos piscícolas; establecimiento de fondos locales de desarrollo para financiar la infraestructura comunitaria básica.
3. Apoyo institucional: mejora de las habilidades de los usuarios; formación de las capacidades institucionales de la comisión de gestión de la cuenca, reforzando el Observatorio de la Cuenca del Lago Chad; realización de estudios e investigaciones, con la elaboración de un plan maestro para el control de la erosión y de la colmatación; contribución al diseño definitivo del proyecto de transferencia de las aguas del río Oubangui al lago Chad.

Fuente: BAfD (2008)

rar la gestión de la tierra y el agua, mitigar las emisiones de carbono y conservar la biodiversidad.

Nuevas asociaciones y mecanismos

Algunas iniciativas y asociaciones recientes podrían tener efectos positivos en la gestión sostenible de la tierra y el agua. Junto a los socios tradicionales del desarrollo, la sociedad civil, las ONG y las entidades y fundaciones del sector privado están desempeñando un papel cada vez más destacado en la promoción del desarrollo sostenible (Recuadro 5.9).

RECUADRO 5.9: INICIATIVAS PRIVADAS EN EL ÁMBITO DE LA GESTIÓN SOSTENIBLE DE LA TIERRA Y EL AGUA

Comercio Justo (FairTrade): además de pagar a los agricultores un precio superior por sus productos, la organización de Comercio Justo construye capital humano y social en las comunidades participantes y promueve buenas prácticas de gestión de los cultivos, con énfasis en la producción sostenible a largo plazo. Hoy en día, más de cinco millones de personas de 58 países en desarrollo se benefician del Comercio Justo. Un buen ejemplo es la cooperativa Red Verde de Tailandia, creada en 1993 por un grupo de productores y consumidores. Los agricultores estaban soportando incrementos en los costes de producción y al mismo tiempo descensos en los precios de sus productos. Entre tanto, los consumidores tailandeses eran cada vez más conscientes de los efectos de los pesticidas en la salud y en el medioambiente. Red Verde es el primer vendedor mayorista (y el más activo) de productos ecológicos frescos en Tailandia. En 2002, Red Verde recibió la certificación de la Organización de Etiquetado de Comercio Justo (FLO) y actualmente exporta arroz de comercio justo a Suiza, Bélgica, Alemania, Francia, Italia, Austria, Holanda y Suecia (FairTrade, 2011).

Etiquetas y certificaciones ecológicas y orgánicas: hay muchos ejemplos de etiquetas y certificaciones para los productos procedentes de sistemas de agricultura ecológica. Los pequeños agricultores pueden beneficiarse de los programas de certificación específica para productos básicos (por ejemplo, formando cooperativas o participando en acuerdos contractuales). Algunos de los productos sujetos a estas certificaciones son el café, el té, el cacao, los productos forestales no leñosos y el algodón.

Ecoturismo: la clave del ecoturismo sostenible es una gestión sostenible de los ecosistemas, que aporte beneficios a todas las poblaciones locales. Unos ecosistemas en buen estado son fundamentales para que pueda prosperar el ecoturismo, que a su vez es un elemento importante para proporcionar incentivos a la agricultura y la silvicultura sostenibles en el contexto general de los ecosistemas.

Grupos de interés ambiental: muchos de ellos participan activamente en asociaciones para promover la gestión sostenible de la tierra y el agua. Desempeñan un papel financiero y de difusión en la promoción de políticas y programas destinados a combatir los efectos del cambio climático y a aumentar la biodiversidad y la calidad y cantidad de agua. En Zambia, el Centro de Asistencia Técnica a las Agroempresas ayuda a los pequeños agricultores a invertir en una producción hortícola que utilice riego sostenible y que tenga contacto con mayoristas para la exportación de sus productos. Actualmente, los pequeños productores cultivan hortalizas «orgánicas» que se comercializan frescas en los mercados de Europa.

Fundaciones: las fundaciones privadas, como la Fundación Rockefeller o la Fundación Ford, también están apoyando la agricultura sostenible. La Fundación Bill y Melinda Gates se centra en aquellos ámbitos que tienen potencial para ofrecer soluciones sostenibles de gran impacto, como el desarrollo agrícola. Algunas de sus últimas subvenciones a la agricultura sostenible han servido para financiar el cultivo de leguminosas que fijan el nitrógeno en el suelo, desarrollar variedades de sorgo y mijo de mayor productividad e investigar sobre cultivos capaces de resistir sequías e inundaciones. La fundación financia también investigaciones para la mejora de la gestión del agua agrícola, en apoyo de los pequeños productores.

En el ámbito del desarrollo y la gestión de la tierra y el agua, también han surgido asociaciones público-privadas. Algunos de los ejemplos recientes son el caso de Guerdane, en Marruecos, donde un consorcio internacional ha suscrito una concesión de 30 años para la construcción, cofinanciación, manejo y gestión de una red de distribución y suministro de agua para el regadío; y la región semiárida de Brasil, donde el gobierno ha invertido en proyectos de regadío a gran escala en una superficie de 200 000 ha para mostrar el funcionamiento de nuevas alternativas de cultivo, nuevas tecnologías y nuevos procesos productivos, y ha atraído inversiones privadas en otras 360 000 ha.

La globalización ha aumentado también las oportunidades para el comercio de agua virtual (agua utilizada en la producción de bienes y servicios). El concepto de agua virtual sugiere que un sistema mundial de comercio que funcionase bien animaría a los países a exportar o importar bienes basándose en su propia dotación de recursos naturales. Los países con escasez de agua o de tierra serían importadores netos de productos agrícolas básicos obtenidos en países con abundancia de agua. Se considera que un sistema de este tipo tendría más posibilidades de asegurar un uso óptimo de los recursos de tierras y aguas. Muchos países ya son importadores netos de bienes agrícolas, por lo que importan grandes volúmenes de agua virtual. Jordania, por ejemplo importa unos 6 km³ de agua virtual al año y extrae solamente 1 km³ de fuentes propias (Hoekstra y Chapagain, 2007). El Cuadro 5.4 muestra el nivel de ahorro de agua debido al comercio internacional de agua virtual.

Se ha dicho que el contenido de agua virtual de la comercialización de productos agrícolas desde zonas con relativa abundancia de tierra y agua a otras zonas con escasez de estos recursos ha ayudado a incrementar la eficiencia en el uso de

CUADRO 5.4: COMERCIO VIRTUAL DEL AGUA EN UNA SERIE DE PAÍSES

	Uso total de recursos de agua para usos domésticos en el sector agrícola (km ³ /año)	Ahorro de agua debido a la importación de productos agrícolas (km ³ /año)	Pérdida de agua debida a la exportación de productos agrícolas (km ³ /año)	Ahorro neto de agua debido a la comercialización de productos agrícolas (km ³ /año)	Relación entre el ahorro neto de agua y el uso de agua para usos domésticos
China	n. d.	79	23	56	0,08
México	94	83	18	65	0,69
Marruecos	37	29	1,6	27	0,73
Italia	60	87	28	59	0,98
Argelia	23	46	0.5	45	1,96
Japón	21	96	1.9	94	4,48

Fuente: Hoekstra (2010)

la tierra y el agua. De hecho, es difícil establecer las supuestas «ventajas comparativas» (Wichelns, 2010), ya que las políticas económicas nacionales valoran diversos factores de la producción, y no solo el «contenido» en agua. La contribución de la mano de obra o de la energía puede ser mucho más significativa a la hora de determinar las ventajas comparativas de un cultivo específico. A este respecto, es importante no «magnificar» la importancia del agua en la agricultura. Puede ser fundamental, pero también pueden ser importantes o predominantes otros factores de la producción.

Mejora de la cooperación e inversión internacionales

La inversión en tierra y agua es esencial para aumentar la productividad agrícola y la producción sostenible. La inversión en estos recursos ha aumentado ligeramente en los últimos cinco años, pero los niveles siguen siendo inferiores a los necesarios para intensificar la producción minimizando al mismo tiempo los impactos negativos en los ecosistemas. Un problema particular es el escaso nivel de inversión en los sistemas de secano, más vulnerables, en los que predominan la pobreza y la inseguridad alimentaria y los riesgos de degradación de los recursos de tierras y aguas son elevados.

Creciente interés por las necesidades no atendidas

En muchos lugares, la cooperación internacional en torno a los recursos de tierras y aguas empieza a considerarse una prioridad. A la inquietud por la seguridad alimentaria, la reducción de la pobreza y la protección ambiental se le suma la cada vez mayor preocupación por el cambio climático, la reciente crisis de los precios alimentarios y las consiguientes adquisiciones de tierra. Además, la consideración de las posibilidades de la nueva «economía verde» ha acrecentado el interés por la gestión sostenible de la tierra y el agua como uno de los objetivos centrales del desarrollo (Recuadro 5.10). Sin embargo, a pesar de estas tendencias positivas, el nivel de inversión es pequeño, comparado con lo que se requiere para frenar las tendencias negativas en el estado de la tierra y el agua y conseguir una productividad mayor y sostenible en el contexto de los ecosistemas.

Razones para prestar una atención especial a la gestión sostenible de la tierra y el agua

La agricultura es fundamental para la reducción de la pobreza, y los países que han gestionado con éxito esta reducción se han caracterizado por tener un crecimiento agrícola fuerte. El crecimiento del PIB ocasionado por la agricultura es cuatro veces más eficaz que el crecimiento generado fuera de la agricultura para beneficiar a la mitad más pobre de la población (Banco Mundial, 2007c). El aumento de la productividad agrícola mejora los ingresos de los agricultores, genera empleo en las explo-

Ante las múltiples crisis que han ido surgiendo, se plantean diversos interrogantes sobre la necesidad de revisar el modelo de negocio mundial. Uno de los enfoques es el de que la «economía verde», con bajas emisiones de carbono, que reconoce y valora el capital natural, ayuda a mitigar el cambio climático y adaptarse a sus efectos e invierte las actuales tendencias negativas de los ecosistemas (agotamiento de los recursos hídricos, contaminación, degradación de la tierra, pérdida de valores sociales y culturales, agotamiento de las pesquerías). Una economía agrícola «verde» incorporaría los mejores elementos de la antigua «revolución verde» (variedades vegetales y razas ganaderas mejoradas) a una gestión de la tierra y el agua más respetuosa con el medioambiente, que seguiría un enfoque basado en el ecosistema y el paisaje para responder a los peligros ecológicos mundiales, la degradación de las tierras, la pérdida de la biodiversidad y, en particular, el cambio climático. Este tipo de agricultura verde es una de las principales directrices propuestas en el programa Río+20.

Los paquetes de medidas de estímulo fiscal que han elaborado diversos países para responder a la actual crisis financiera incluyen fondos dedicados a proyectos verdes, muchos de ellos relacionados con la eficiencia energética y con las tecnologías de bajas emisiones de carbono, la recuperación de los ríos y la gestión del agua (Banco Mundial, 2009a; Robins *et al.*, 2009). Este estímulo ecológico demuestra que la mala situación económica se ha visto como una oportunidad para invertir en el sector verde (es decir, restablecer el crecimiento invirtiendo en la reestructuración del propio sistema económico). También indica que una economía verde requiere una regulación seria y una inversión pública inicial considerable, además de un sector privado dispuesto a apoyar las nuevas tecnologías y los nuevos mercados.

Fuente: Salman et al. (2010)

taciones agrícolas, reduce los precios alimentarios y tiene un efecto multiplicador significativo en los ingresos y el empleo de la economía local no agrícola, todo lo cual reduce la pobreza, ya que los pobres suelen destinar dos tercios de sus ingresos a la alimentación. Estos aumentos de la productividad requerirán mayores inversiones en agricultura, especialmente en el desarrollo de tierras y aguas.

El nuevo interés por la economía verde y por un enfoque de la productividad y el mantenimiento de los servicios ecosistémicos beneficioso para todos demuestra que es necesario concentrarse en la gestión sostenible de la tierra y el agua. En el Recuadro 5.11 se resumen las aportaciones de este tipo de gestión a los diversos objetivos del desarrollo. Sin embargo, la inversión en estas áreas se está reduciendo, o estancándose en el mejor de los casos. La disminución de las inversiones en tierras y aguas de uso agrícola se debe principalmente a la percepción de un descenso de los niveles de rendimiento, comparados con los de las inversiones en otros secto-

RECUADRO 5.11: GESTIÓN SOSTENIBLE DE LA TIERRA Y EL AGUA PARA ALCANZAR LOS OBJETIVOS GENERALES DEL DESARROLLO

La cooperación en torno al agua y la tierra no es un fin en sí misma. Es un medio para alcanzar objetivos más amplios de desarrollo; es decir, los objetivos de desarrollo del milenio (ODM): seguridad alimentaria generalizada, alivio de la pobreza, conservación de los servicios ecosistémicos locales y globales. Las inversiones en tierra y agua son adecuadas para financiar una gran diversidad de programas y fondos.

Los principales vínculos entre los objetivos de desarrollo generales y la gestión sostenible de la tierra y el agua son:

- **Reducción de la pobreza rural:** La reducción de la pobreza rural depende directamente de la productividad y la rentabilidad de las actividades basadas en la tierra y el agua, todas las cuales se encuentran amenazadas por la degradación de estos recursos.
- **Seguridad alimentaria:** La seguridad alimentaria a nivel nacional depende en gran medida de la producción sostenible de alimentos, lo que a su vez requiere una gestión sostenible de la tierra y el agua. Además, la gestión sostenible puede reducir la dependencia de las importaciones netas de alimentos y conservar así considerables recursos financieros.
- **Provisión de una serie de productos de subsistencia, como la madera, la fibra y los biocombustibles:** La degradación de tierras y aguas reduce la productividad de los recursos naturales, no solo para la producción alimentaria sino también para la producción de otros bienes, como las fibras, los materiales para la construcción y la bioenergía y los productos forestales no madereros.
- **Adaptación al cambio climático y mitigación del mismo:** La gestión ineficaz de la tierra y el agua contribuye a la emisión de gases de efecto invernadero. El empleo de prácticas de gestión de la tierra y el agua más sostenibles aumenta la captación de carbono del suelo y reduce las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en la agricultura. Por otra parte, suele contribuir a la adaptación al cambio climático al aumentar la capacidad de recuperación frente a la variabilidad del clima y a los fenómenos naturales extremos.

res; sin embargo, la reciente subida de los precios de los alimentos y el agravamiento de la situación de la seguridad alimentaria ponen de manifiesto los límites de las estrategias de corto alcance. Por otra parte, el hecho de que el rendimiento del capital invertido en agricultura pocas veces iguale el del capital invertido en la industria y en los servicios urbanos no refleja los efectos multiplicadores ni los beneficios sociales de la inversión rural, aparte de su influencia directa en la seguridad alimentaria. Solo un sector agrícola saludable, acompañado de una economía no agrícola en crecimiento y de unos programas de protección social y redes de seguridad eficaces, permitirá afrontar la recesión mundial y erradicar la inseguridad alimentaria y la pobreza.

- **Conservación de la biodiversidad:** La tendencia hacia el monocultivo y hacia una gestión escasa de la tierra y el agua ha afectado negativamente a la biodiversidad. Ajustar el uso de la tierra y el agua a su potencial, favoreciendo la diversidad de paisajes y de productos y el uso de sistemas adaptados al uso de la tierra, es importante para conservar los niveles actuales de biodiversidad.
- **Mantenimiento de otras funciones de los ecosistemas:** La gestión sostenible de la tierra y el agua puede respaldar también otras funciones o servicios ecológicos, como la descomposición de los productos residuales, la polinización, la actividad biológica del suelo que mantiene los ciclos de nutrientes y de materia orgánica y el control biológico de plagas y enfermedades. Estas importantes funciones reguladoras y el proceso de formación del suelo solo pueden mantenerse si se emplean prácticas adecuadas de gestión de la tierra y el agua.
- **Prevención y mitigación de los desastres naturales:** La gestión sostenible de la tierra y el agua puede aumentar la capacidad de recuperación de los ecosistemas, reduciendo así el riesgo y el impacto de los desastres naturales, como las inundaciones, las sequías, las tormentas de granizo o las plagas.
- **Salud de los ecosistemas:** En general, la gestión sostenible de la tierra y el agua no solo detiene la degradación de los ecosistemas sino que puede mejorar positivamente algunos servicios: biomasa, calidad del suelo, almacenamiento y suministro de agua y productividad económica. También pueden mejorar los valores de ocio, turismo y patrimonio cultural del territorio.
- **Estabilidad social:** El bienestar y la estabilidad social en las zonas rurales están directamente relacionados con la posibilidad de sustentarse con los recursos naturales, y por lo tanto están relacionados con los problemas de acceso a los recursos de tierras y aguas, la seguridad de la tenencia y la capacidad para gestionar estos recursos de forma más rentable y sostenible, mediante una gestión sostenible de la tierra y el agua.

Fuentes: Nkonya et al. (2010); Salman et al. (2010)

Nuevas iniciativas y algunos casos de éxito

Pese a todo, hay algunas señales alentadoras. En primer lugar, tanto a nivel nacional como internacional, se empieza a adoptar una política que favorece el aumento de la productividad por parte de los pequeños agricultores en los países en desarrollo donde hay déficit de alimentos. En la Declaración Conjunta sobre Seguridad Alimentaria Mundial, emitida en la reunión del G8 celebrada en L'Aquila (Italia) en 2008, se subrayaba la necesidad de adoptar una estrategia de conjunto, centrada en los pequeños agricultores. En segundo lugar, muchos países ya han hecho avances considerables hacia la erradicación del hambre. Por ejemplo, en los últimos cinco años, Ghana, Malawi, Mozambique, Tailandia, Turquía, Uganda y

el Viet Nam han reducido significativamente el número de personas subnutridas de sus respectivos países. Aunque la mayoría están lejos de alcanzar la meta, ocho países africanos han cumplido el objetivo marcado por la Declaración de Maputo de asignar el 10 % del presupuesto nacional a la agricultura (Fan *et al.*, 2009). Las bases para aumentar la productividad y la producción agrícolas e incrementar de este modo la seguridad alimentaria ya existen: hay programas, proyectos y planes, y solo faltan la voluntad política y los recursos financieros para que sean operativos.

En tercer lugar, los pasos adoptados para aumentar la eficiencia de la ayuda y para adecuar los programas nacionales al contenido de la Declaración de París sobre la eficacia de la ayuda al desarrollo y del Programa de Acción de Accra han desembocado en enfoques más programáticos sobre la financiación de las políticas y estrategias nacionales. En este contexto, se han creado nuevos servicios de financiación, como el Mecanismo de Financiación de los Fertilizantes en África o el Programa Mundial de Agricultura y Seguridad Alimentaria, creado tras la cumbre del G8 del año 2008. Sin embargo, la creación de fondos específicos para objetivos de pequeño alcance puede ser menos eficaz que la disponibilidad de recursos fungibles para financiar programas integrados de desarrollo nacional.

Obtener financiación para la captación de carbono en las estrategias de gestión de la tierra y el agua

Una innovación importante ha sido el desarrollo de los mercados del carbono. Sin embargo, aunque el potencial de mitigación a través de la agricultura es grande, los mercados reguladores, como el mecanismo para un desarrollo limpio (MDL) establecido por el Protocolo de Kyoto o el régimen de comercio de derechos de emisión de la UE, excluyen la agricultura. No obstante, se está avanzando para revertir esta situación. Asimismo, en el marco de la iniciativa ONU-REDD (Recuadro 5.12) se están debatiendo nuevas iniciativas para introducir la remuneración por la captación de carbono en todos los paisajes, incluidos los «usos agrícolas, forestales y de otro tipo de la tierra». En algunos países en desarrollo se están llevando a la práctica proyectos piloto que siguen las normas del mercado voluntario del carbono. Un estudio mundial sobre los proyectos agrícolas de mitigación ha identificado 50 proyectos agrícolas centrados en el cambio climático, 22 de los cuales tienen el objetivo específico de mitigar la emisión de GEI.

Sin embargo, los problemas relacionados con el diseño de planes o con el desarrollo de estrategias adecuadas en los países en desarrollo no están totalmente resueltos. La dificultad básica está en la cuantificación y el seguimiento de las estrategias de mitigación en la agricultura y los consiguientes problemas de escasa confianza, grandes costes de transacción y bajos precios de las emisiones certificadas. Por su parte, los países en desarrollo tienen problemas en el ámbito de las políticas (fal-

RECUADRO 5.12: EL PROGRAMA DE COLABORACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA REDUCCIÓN DE EMISIONES DE LA DEFORESTACIÓN Y LA DEGRADACIÓN DE BOSQUES EN LOS PAÍSES EN DESARROLLO

La iniciativa de colaboración de las Naciones Unidas para la reducción de emisiones de la deforestación y la degradación de bosques en los países en desarrollo (programa ONU-REDD) es un intento de asignar un valor financiero al carbono almacenado en los bosques, ofreciendo incentivos para que los países en desarrollo reduzcan las emisiones de sus tierras forestales e inviertan en vías hacia el desarrollo sostenible que impliquen una menor emisión de carbono. El programa REDD+ va más allá de la deforestación y degradación de los bosques e incorpora el papel de la conservación, la ordenación sostenible de los bosques y el refuerzo de las reservas de carbono. El Programa ONU-REDD se inició en septiembre de 2008, como una colaboración entre la FAO, el PNUD y el PNUMA. Se creó un fondo de donantes múltiples para poder obtener recursos y proporcionar financiación a las actividades del programa. El Acuerdo de Copenhague reconoce el papel del programa ONU-REDD y exige el establecimiento «inmediato» de un mecanismo REDD+. Los países desarrollados se han comprometido a aportar recursos adicionales por valor de unos 30 000 millones de dólares para respaldar una acción reforzada en el ámbito de la mitigación, incluyendo una «financiación sustancial» para el programa REDD+.

Fuente: ONU-REDD (2011)

RECUADRO 5.13: PROYECTOS PILOTO DE FINANCIACIÓN DEL CARBONO PARA PEQUEÑOS AGRICULTORES EN CHINA

La FAO está desarrollando actualmente un proyecto de pastoreo sostenible en China, en cooperación con entidades nacionales chinas, que pretende aumentar la capacidad de recuperación de los sistemas de pastoreo alpino por medio de la financiación del carbono. Además, la FAO, a través del proyecto de Mitigación del Cambio Climático en la Agricultura (MICCA), está elaborando varios proyectos piloto para respaldar los intentos de los pequeños productores de mitigar el cambio climático y adoptar unas prácticas agrícolas más respetuosas con el clima. El proyecto MICCA hace hincapié en la generación de conocimientos sobre las emisiones de GEI y su potencial de mitigación y comprueba en el ámbito del país y en el de la explotación cómo pueden integrarse en la práctica agrícola las técnicas que favorecen la mitigación del cambio climático.

Fuente: FAO (2010e)

ta de compromiso oficial para invertir en la adaptación al cambio climático y su mitigación) como en el de la aplicación práctica (derechos de propiedad inseguros y escasa capacidad institucional). Se están desarrollando varios proyectos piloto que tratan de solventar estos obstáculos (Recuadro 5.13).

Además, hay un mercado voluntario del carbono, financiado por empresas que desean contrarrestar su huella ecológica de carbono (Recuadro 5.14). Si la agricultura de los países en desarrollo puede beneficiarse de este tipo de mercado, la iniciativa tiene potencial para aportar financiación considerable a las estrategias de gestión sostenible de tierras y aguas a nivel nacional y local. Una investigación previa (Tennigkeit *et al.*, 2009) sugiere que los ingresos debidos a la mejora de los rendimientos conseguida con las técnicas de gestión mejoradas sobrepasan ampliamente los pagos que puedan recibirse por las licencias de emisión de carbono, por lo que las licencias pueden tener simplemente un papel complementario o catalizador en un programa bien diseñado de gestión de la tierra y el agua.

Si las inversiones en la gestión sostenible de la tierra y el agua no se pueden compensar en el marco de los programas actuales o de programas futuros como el ONU-REDD, existe la posibilidad de crear fondos especiales para financiar la adopción de prácticas de gestión sostenible de la tierra por parte de los pequeños agricultores, con requisitos y reglas específicos, y vinculados a programas concebidos para apoyar políticas, estrategias y prácticas de gestión sostenible de la tierra y el agua a nivel de explotación según las directrices recomendadas en este informe.

RECUADRO 5.14: MERCADOS VOLUNTARIOS DEL CARBONO

El mercado voluntario del carbono, financiado por empresas que, en una muestra de responsabilidad empresarial, quieren contrarrestar su huella ecológica, se puede diferenciar en dos categorías: la Bolsa del Clima de Chicago (CCX) y el mercado «extrabursátil». Actualmente, los mercados de cumplimiento (mercados reguladores, como el MDL y el sistema de comercio de derechos de emisión de la UE) y los mercados voluntarios representan menos del 2 % del mercado global del carbono (Capoor y Ambrosi, 2009), pero están aumentando.

El CCX es el único sistema de comercio de techos de emisión voluntario del mundo, mientras que el mercado extrabursátil no es vinculante. El CCX es además el único mercado con una participación considerable de proyectos del suelo agrícola. Sin embargo, entre 2007 y 2008, esta participación bajó del 48 al 15 %. Este descenso en los proyectos del suelo agrícola se debió en parte al propio crecimiento del programa, y en parte a las modificaciones introducidas en el protocolo de los suelos agrícolas, que ralentizó el proceso de verificación (Hamilton *et al.*, 2009).

Fuente: Salman et al. (2010)

El pago por los servicios ambientales

Los mecanismos de pago por servicios ambientales (PSA) han suscitado interés y han atraído financiación por parte de países y de entidades de inversión internacionales. Existen sistemas específicos para los servicios de las cuencas, la conservación de la biodiversidad, el reparto de beneficios en el desarrollo de cuencas fluviales transfronterizas y la reducción de las emisiones de carbono (Recuadro 5.15).

RECUADRO 5.15: PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES

En los últimos años se han desarrollado varios mecanismos para resolver el problema de que los costes de la gestión sostenible de los recursos estén a cargo de una sola parte implicada mientras que es otra la que recibe los beneficios. La práctica de que las partes acuerden pagos por los servicios ambientales (PSA) adopta diversas formas.

En el PSA por los **servicios de las cuencas hidrográficas**, los programas de gestión de cuencas invierten en el desarrollo sostenible de las comunidades pobres situadas del tramo superior de las cuencas fluviales y justifican los subsidios públicos a la inversión porque los beneficios se manifiestan en gran parte aguas abajo, en forma de agua más limpia, control de las inundaciones o menor colmatación.

En el PSA por la biodiversidad, se ofrecen incentivos económicos a los usuarios de tierras para conservar la **biodiversidad**. Por ejemplo, en 1996, Costa Rica introdujo un innovador programa que recompensaba económicamente a los propietarios de bosques y plantaciones y reconocía oficialmente los servicios medioambientales que sus tierras aportaban a nivel nacional y mundial. En los primeros años de aplicación de este régimen de PSA, se observó que los principales beneficiarios eran los grandes agricultores y las personas que utilizaban los bosques con fines recreativos. Desde entonces se han adoptado medidas encaminadas a promover la participación de los pequeños agricultores y de las comunidades indígenas.

En una escala más amplia, **el reparto de beneficios en el desarrollo de cuencas fluviales transfronterizas** compensa al país que soporta una proporción indebida de los costes con otros beneficios. Por ejemplo, la pérdida de agua debida a las extracciones en el curso alto de la cuenca podría compensarse con beneficios hidroeléctricos.

Los PSA realizados mediante el **mercado del carbono** tienen un gran potencial. Por ejemplo, se estima que el sector agrícola africano representa un 17 % del potencial total de mitigación mundial. Esto podría traducirse potencialmente en una entrada anual de valor de unos 4 800 millones de dólares para los países africanos. Sin embargo, aún es necesario refinar los mecanismos de aplicación de los mercados del carbono para que los usuarios pobres de las tierras puedan beneficiarse de ellos.

Source: Nkonya et al. (2010)

Lecciones para el futuro

Las perspectivas de introducción de políticas de gestión de la tierra y el agua con mayor visión de futuro y que puedan invertir las tendencias de degradación y garantizar la conservación de los recursos solo serán buenas si los mecanismos institucionales se adaptan a la escala y al contexto medioambiental y demuestran un compromiso más amplio (pluralista) con los usuarios.

Es posible crear un paquete de medidas con una combinación de respuestas en materia de políticas adaptadas a las diferentes escalas, soluciones institucionales innovadoras y tipos de planificación más integral (pero más estratégica) para satisfacer la demanda humana de productos agrícolas y servicios ambientales. Falta saber si alguna de estas intervenciones tendrá un efecto cuantificable a la hora de conservar o prolongar la dotación natural de la Tierra. En aquellos lugares donde el capital natural está al límite, es más probable que las instituciones nacionales se orienten en el futuro por las agendas medioambientales. Hoy en día está bien reconocida la necesidad de asignar explícitamente un valor a la tierra y el agua y de aportar incentivos a los inversores y a los usuarios de los recursos (Banco Mundial, 2009b).

En cuanto a la gestión del agua, el lema «more crop per drop» (más cultivos por gota de agua) sigue vigente, pero las presiones derivadas de demandas de agua que compiten entre sí exigirán «más cultivos con menos gotas de agua y menos impacto ambiental». Esto implica que la gestión del agua para conseguir una producción y una intensificación sostenible de los cultivos deberá estar preparada para aplicar una agricultura de precisión más inteligente, con un uso intensivo de las tecnologías y los conocimientos. Además, la agricultura deberá responsabilizarse del uso del agua en términos económicos, sociales y ambientales. Sin embargo, es en el nivel de la explotación donde el interés de los agricultores puede encauzarse para mejorar las condiciones ambientales. Igualmente, los intereses del sector privado (como el suministro de fertilizantes y productos agroquímicos) pueden regularse e incentivarse para favorecer un regadío más sostenible. Todo esto indica un cambio de tendencia, desde el papel del sector público en el funcionamiento y mantenimiento de los planes de regadío hacia una regulación más inteligente, que favorezca la adopción de tecnologías de gestión del agua de éxito comprobado, combinadas con prácticas agronómicas ricas en conocimientos.

Ha llegado el momento de situar la gestión sostenible de la tierra y el agua en el lugar que le corresponde, en el centro del debate mundial sobre el desarrollo. Una primera prioridad podría ser desarrollar y acordar una visión integrada y compartida a nivel mundial, regional y nacional. Sería necesario que esta visión se reflejara en una estrategia y un marco de inversión, estableciendo cómo podría ponerse en práctica una visión compartida, explicitando las metas tangibles, los requisitos de

recursos humanos y financieros y las responsabilidades de los diversos actores. A continuación, esta estrategia y este marco podrían traducirse, a nivel nacional y regional, en estrategias y programas de inversión.

A nivel mundial, se requiere financiación para incrementar los niveles de inversión, lo cual podría estar relacionado con las licencias de emisión de carbono. Hay que invertir en el nivel de explotación, en el de cuenca, en el de plan de cuencas o plan de regadío y también en el nivel macroeconómico, mediante inversión estatal en instituciones, conocimientos y bienes públicos, y mediante inversión privada en investigación y desarrollo y en capacidad productiva. La puesta en práctica requeriría un entorno propicio y estructuras de incentivos, apoyo institucional y mecanismos fuertes de evaluación y seguimiento.

Hay margen para incrementar la cooperación internacional en tierras y aguas, con la colaboración de entidades del sector privado, ONG y fundaciones internacionales. En este contexto, es necesario que la cooperación internacional establezca unas «normas de intervención» que garanticen que las inversiones extranjeras son beneficiosas para los países receptores y que, en consecuencia, la población pobre y los pequeños agricultores pueden disfrutar de mejores oportunidades económicas.

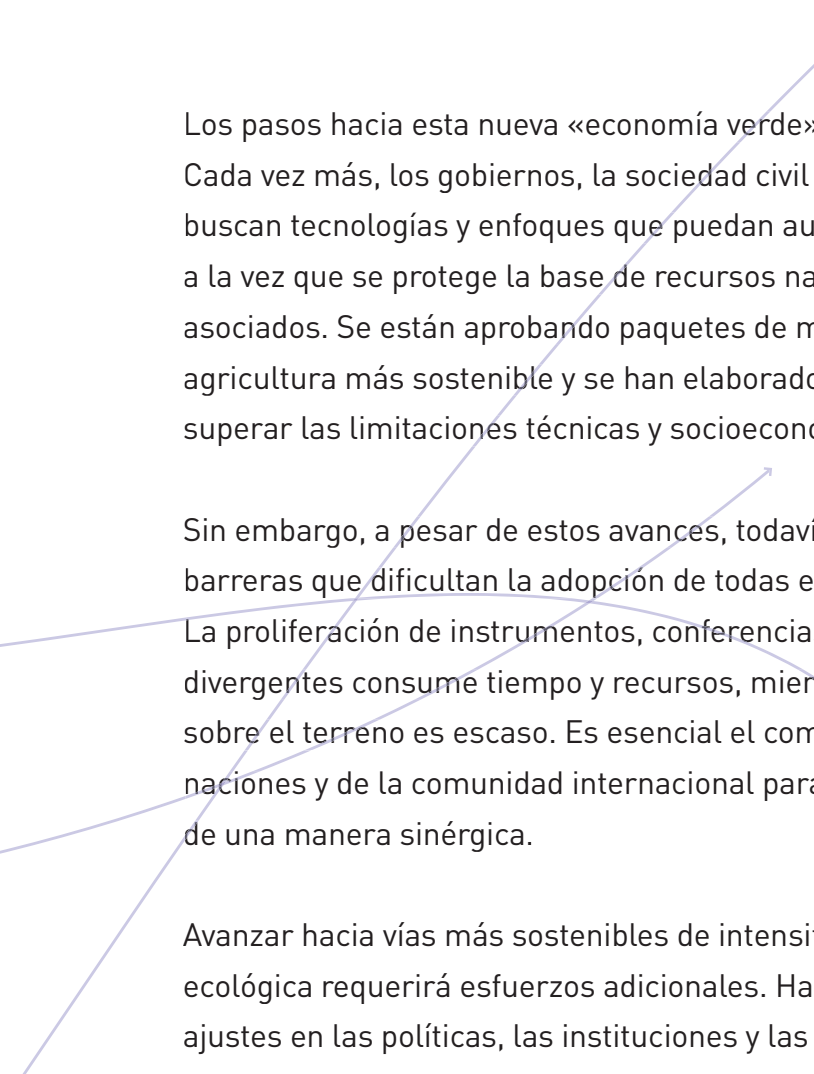


A photograph of a man wearing a dark turban and a light-colored shirt, smiling as he works with wheat stalks. The background is a bright, sunny outdoor setting with golden wheat. The image is partially obscured by a white text box on the right side.

Capítulo 6

CONCLUSIONES Y PRINCIPALES RECOMENDACIONES SOBRE POLÍTICAS

En el presente libro se han descrito los tres desafíos a los que se enfrentan los recursos de tierras y aguas de los que depende la agricultura: aumentar la producción alimentaria en casi un 70 % antes de 2050; reducir el hambre y mejorar los medios de vida de la población más pobre; y minimizar o mitigar la degradación de la tierra y el agua y de los ecosistemas más amplios. Hay una serie de soluciones técnicas e institucionales de las que se habló en los capítulos anteriores, pero es necesario adaptarlas a los sistemas de cultivo y a los contextos socioeconómicos locales. Una mejor planificación, asociada a paquetes de incentivos más inteligentes, puede crear un marco para la inversión que asigne valores consensuados al capital natural. A partir de esta base, es posible fomentar en todos los niveles una gestión de la tierra y el agua que sea eficiente, equitativa y sostenible.



Los pasos hacia esta nueva «economía verde» ya han comenzado. Cada vez más, los gobiernos, la sociedad civil y el sector privado buscan tecnologías y enfoques que puedan aumentar la productividad a la vez que se protege la base de recursos naturales y los ecosistemas asociados. Se están aprobando paquetes de medidas para una agricultura más sostenible y se han elaborado soluciones nuevas para superar las limitaciones técnicas y socioeconómicas.

Sin embargo, a pesar de estos avances, todavía quedan muchas barreras que dificultan la adopción de todas estas medidas.

La proliferación de instrumentos, conferencias y compromisos divergentes consume tiempo y recursos, mientras que su efecto sobre el terreno es escaso. Es esencial el compromiso político de las naciones y de la comunidad internacional para abordar los problemas de una manera sinérgica.

Avanzar hacia vías más sostenibles de intensificación y gestión ecológica requerirá esfuerzos adicionales. Habrá que introducir ajustes en las políticas, las instituciones y las estrategias de aplicación a nivel mundial, nacional y local para proporcionar a las organizaciones y a los agricultores los conocimientos, los incentivos y los recursos financieros que necesiten. Con este apoyo, los agricultores pueden aumentar la productividad de forma sostenible y mejorar la integración de sus prácticas agrícolas en los ecosistemas locales, gestionando las compensaciones recíprocas para reducir al mínimo los efectos adversos. En última instancia, un compromiso rico en conocimientos a nivel local, nacional y mundial, centrado en los sistemas de tierras y aguas en situación de riesgo, difundirá en todas direcciones los beneficios del crecimiento socioeconómico, reduciendo la inseguridad alimentaria y la pobreza asociada a esta.

Garantizar la producción sostenible en los principales sistemas de tierras y aguas

Muchos de los principales sistemas de tierras y aguas son mundialmente importantes y presentan niveles de riesgo sustanciales en lo que respecta a la sostenibilidad, la productividad y la capacidad de abordar los problemas de la pobreza y la seguridad alimentaria. En este apartado se explica cómo se pueden aplicar las respuestas a los principales sistemas de tierras y aguas del mundo para favorecer la expansión de la producción en un marco ecológicamente sostenible y centrándose en la reducción de la pobreza y la mejora de la seguridad alimentaria.

Principales sistemas de tierras y aguas en situación de riesgo

Aunque en muchos sistemas de tierras y aguas es posible obtener mejoras de productividad y en algunos casos ampliar la superficie cultivada, todos ellos corren peligro de sufrir degradación y pérdida de su capacidad productiva. La situación es variable. Entre los sistemas de secano situados fuera de las zonas templadas, la desertificación y la degradación de la tierra son riesgos significativos. En las zonas templadas hay un margen considerable para aumentar la producción, pero a riesgo de sufrir contaminación y mayor degradación de los ecosistemas. En las grandes cuencas productivas de Asia, los sistemas están por lo general muy desarrollados, pero presentan escasez de agua y problemas de deterioro de la tierra. Los sistemas de los deltas también sufrirán riesgos asociados a la elevación del nivel del mar y al aumento de la contaminación; en muchos sitios, puede que sean necesarias nuevas infraestructuras para mejorar la seguridad y productividad del agua frente a unos regímenes de precipitaciones probablemente más abundantes pero también más variables. Todos los sistemas que utilizan aguas subterráneas están en situación de riesgo por el agotamiento y la degradación de los acuíferos.

Las prioridades de acción incluyen las áreas de las que tendrá que proceder el grueso de la producción adicional (sobre todo los sistemas de regadío y la producción de secano de las zonas templadas). Además, habrá que dar prioridad a las zonas geográficas pobres y vulnerables a la degradación, en las que la agricultura, incluidas la ganadería y la silvicultura, tiene una función importante en la reducción de la pobreza y en la seguridad alimentaria. Otra prioridad es abordar los problemas de los sistemas productivos particularmente vulnerables a la degradación en cada región: por ejemplo, los sistemas montañosos marginales, las tierras de pastoreo marginales transformadas en agricultura de secano, o los bosques convertidos en cultivos comerciales rentables.

Opciones para los principales sistemas de tierras y aguas

En los capítulos anteriores se han destacado los problemas actuales y los riesgos futuros de los principales sistemas de tierras y aguas del mundo, que se enfrentan al

CUADRO 6.1: RESPUESTAS TÉCNICAS E INSTITUCIONALES PARA RESPALDAR LA MEJORA DE LA GESTIÓN DE LA TIERRA Y EL AGUA

Sistema	Respuestas técnicas para aumentar la productividad mediante una gestión mejorada de la tierra y el agua	Respuestas institucionales para respaldar la introducción de mejoras sostenibles en la gestión de la tierra y el agua
Secano		
Tierras altas	• Conservación del suelo y del agua • Cultivo en terrazas • Protección contra inundaciones • Reforestación • Agricultura de conservación	• Pago por servicios ambientales (PSA) en las cuencas • Promoción del turismo • Planificación de la emigración • Provisión de infraestructuras y servicios básicos
Trópicos semiáridos	• Mejor integración de agricultura y ganadería • Inversiones en regadío y en captación y almacenamiento de agua • Nutrición integrada de las plantas • Selección de plantas adaptadas a condiciones semiáridas • Agricultura de conservación	• Mejora de la seguridad de la tenencia de la tierra • Reforma de la tenencia de la tierra y concentración parcelaria donde sea posible • Seguros sobre los cultivos • Mejora de la gobernanza y de las inversiones en infraestructuras (mercados, carreteras) • Planificación de la emigración • Producción de energía solar • Escuelas de campo para agricultores
Subtropical	• Adaptación al cambio climático • Selección de plantas adaptadas a condiciones semiáridas • Conservación mejorada del suelo y el agua • Nutrición integrada de las plantas • Agricultura de conservación	• Reforma de la tenencia de la tierra y concentración parcelaria donde sea posible • Seguros sobre los cultivos • Inversión en infraestructuras y servicios rurales • Planificación de la emigración
Zonas templadas	Europa occidental: • Control y mitigación de la contaminación • Agricultura de conservación • Nutrición integrada de las plantas y gestión de las plagas Otros lugares: • Control y mitigación de la contaminación • Nutrición integrada de las plantas y gestión de las plagas • Agricultura de conservación	• Planificación participativa de la expansión y la intensificación

reto de aumentar significativamente la producción en las próximas décadas. En este apartado se recogen las opciones técnicas e institucionales que se pueden aplicar en cada uno de estos sistemas para alcanzar mayores niveles de producción y productividad, minimizando al mismo tiempo los impactos negativos (Cuadro 6.1).

Sistema	Respuestas técnicas para aumentar la productividad mediante una gestión mejorada de la tierra y el agua	Respuestas institucionales para respaldar la introducción de mejoras sostenibles en la gestión de la tierra y el agua
Regadío		
Basado en el arroz (Asia)	• Mejor almacenamiento • Diversificación (introducción de peces y hortalizas) • Control de la contaminación	• Pago por servicios ambientales (PSA) • Escuelas de campo para agricultores
(África)	• Intensificación sostenible del arroz	• Mejores incentivos, mercados, acceso a los insumos y variedades mejoradas • Mejoras de infraestructuras y la gestión de la gobernanza • Escuelas de campo para agricultores
Sistemas de cuencas fluviales	• Modernización de los planes de regadío (infraestructura y gobernanza) para mejorar los servicios del agua, aumentando la flexibilidad y fiabilidad en el suministro de agua para sostener la diversificación • Elaborar y poner en práctica planes de adaptación al cambio climático	• Desarrollar incentivos para un uso eficiente del agua
Sistemas basados en acuíferos	• Aumento de la productividad del agua	• Regulación del uso de las aguas subterráneas • Asignación más eficiente del agua
Otros		
Deltas y áreas costeras	• Planes de adaptación al cambio climático • Control de inundaciones • Control de la contaminación • Mitigación de la contaminación por arsénico mediante prácticas de regadío mejoradas	• Planificación del uso de las tierras • Control del agotamiento de las aguas subterráneas
Agricultura periurbana	• Control de la contaminación	• Acceso seguro a la tierra y al agua • Mejor integración de la agricultura periurbana en la planificación urbana

Las opciones deberán adaptarse a los problemas y a las oportunidades existentes. En lo que respecta a la tierra, se requieren cambios en los cultivos y el uso de las tierras, diversificación de cultivos y medidas para mejorar la calidad del suelo, como la gestión de la fertilidad de los suelos y la agricultura de conservación, con el fin de

aumentar la productividad, la sostenibilidad y la capacidad de recuperación de los sistemas agrícolas. En todas partes será importante disponer de técnicas agronómicas mejor informadas: labranza mínima, uso de abonos verdes y de fijadores del nitrógeno en ciclos de rotación, aplicación controlada de fertilizantes y enmiendas orgánicas, mejoras en la gestión del agua del suelo para el riego y el drenaje y adopción de variedades mejoradas y con mayor productividad del agua. En cuanto al agua, serán necesarias una serie de medidas adicionales, combinadas con la gestión de la demanda, para ajustar la capacidad de almacenamiento de agua y mejorar la gestión de su suministro, reducir el nivel de agotamiento de las aguas subterráneas, promover un uso conjunto más eficiente y aumentar la productividad de este recurso.

Los sistemas de secano de las tierras altas están en especial peligro por el impacto en la pobreza y la seguridad alimentaria. Será necesario combatir los efectos negativos de la erosión y la desertificación mediante la conservación del suelo y del agua, el cultivo en terrazas, las medidas de protección contra inundaciones y la plantación de árboles. Para ello se requerirá apoyo exterior, ya que estas zonas son por lo general pobres y estas inversiones generan beneficios aguas abajo. Los regímenes de PSA son muy adecuados para estos sistemas, donde la conservación de los valores paisajísticos generará también turismo.

Los sistemas de secano de las zonas semiáridas pueden mejorar la productividad mediante una mejor integración de la agricultura y la ganadería, y la productividad de los cultivos puede elevarse con nutrición integrada de las plantas, mejores variedades y control mejorado de los recursos hídricos, utilizando riego suplementario o sistemas de captación y almacenamiento del agua. Para ayudar a elevar los ingresos de los agricultores y detener la emigración, se requerirán medidas institucionales que mejoren la tenencia de la tierra y, en algunos casos, permitan la reforma de la tenencia y la concentración parcelaria, además de investigación, transferencia de tecnologías e inversiones en infraestructuras rurales.

Los sistemas de secano de las zonas subtropicales pueden aprovechar su potencial de intensificación con medidas de conservación del suelo y el agua, nutrición integrada de las plantas y uso de nuevos cultivares mejor adaptados. Algunas de las medidas de apoyo institucional requeridas son la reforma de la tenencia de la tierra y la concentración parcelaria y la inversión en infraestructuras rurales.

Los sistemas de secano de las zonas templadas tienen potencial suficiente para la intensificación y la expansión en algunos lugares, pero es necesario gestionar y regular minuciosamente los riesgos de contaminación, y debe ser una prioridad aplicar enfoques integrados tanto en la nutrición vegetal como en la gestión de plagas. Las medidas de apoyo institucional deben incluir la investigación, los mecanismos reguladores y la planificación de la expansión ordenada de las superficies cultivadas.

Por lo general, los sistemas de regadío corren mayores riesgos. En los **sistemas basados en el arroz** de Asia, las prioridades son el almacenamiento mejorado para el control del agua y la prevención de inundaciones, la diversificación de los cultivos para adoptar variedades de valor más elevado, los sistemas multifuncionales (por ejemplo, arroz y piscicultura) y el control de los efectos de la contaminación aguas abajo. En cuanto a los **sistemas de regadío de África**, la clave estará en mejorar el acceso a los mercados y en asegurar una mejor gobernanza y gestión del regadío.

En los **sistemas de cuencas fluviales**, la modernización de la infraestructura y de las instituciones puede mejorar los servicios hídricos y respaldar la intensificación y la diversificación. Habrá que introducir ajustes en las estructuras de incentivos para promover la eficiencia en el uso del agua. También será necesario planificar la adaptación al cambio climático. Los **sistemas de aguas subterráneas** pueden seguir sosteniendo la intensificación, pero solo si se insta a los usuarios a moderar la demanda para ajustarla a los límites de reposición de los acuíferos. Los **sistemas de llanuras costeras y deltas** en situación de riesgo tendrán que considerar de máxima prioridad la adaptación al cambio climático y las consiguientes estrategias e inversiones para la adaptación y el control de inundaciones. Las medidas institucionales y técnicas para el control de la contaminación serán también prioritarias para restablecer los sistemas degradados y prevenir impactos futuros. Finalmente, la **agricultura periurbana** requerirá un marco regulador sobre la reutilización de las aguas residuales.

Políticas y estrategias para la gestión sostenible de la tierra y el agua

Los sistemas en situación de riesgo presentan retos de alcance regional y mundial, pero la verdadera tarea de solucionar sus problemas mediante una mejor gestión de la tierra y el agua comienza a nivel local y nacional, donde se pueden aplicar inversiones y políticas soberanas. Teniendo en cuenta los objetivos generales de estos sistemas, ¿qué pasos prácticos pueden darse a nivel nacional para organizar el apoyo e implantar una gestión más eficiente?

El entorno macropolítico

En el ámbito nacional, los gobiernos tienen la función de crear un entorno propicio para un desarrollo agrícola sostenible, eficiente y equitativo. Esto incluye el marco establecido por la política comercial y de precios, la política fiscal y las asignaciones presupuestarias, los ordenamientos institucionales y jurídicos para la administración de la tierra y el agua y los servicios a los productores. Lo ideal es que los marcos políticos se desarrollen mediante procesos transparentes y participativos de

análisis compartido y se traduzcan en políticas e instituciones que sean eficientes, favorables a los pobres y beneficiosas para la sostenibilidad de los ecosistemas.

Una tarea clave es fomentar las múltiples sinergias y tomar decisiones sobre las compensaciones recíprocas que comporta la intensificación de la producción o la ampliación de las superficies cultivadas (sinergias entre los sistemas de producción sostenible y la seguridad alimentaria, la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad, y la adaptación al cambio climático y mitigación de sus efectos). Algunas de las compensaciones que deben tenerse en cuenta son entre el corto y el largo plazo, entre la producción y la conservación de los servicios ecosistémicos actuales, entre los cultivos alimentarios y los cultivos para la fabricación de biocombustibles, entre los cultivos industriales y los cultivos de los pequeños agricultores, entre la asignación de recursos al sector agrícola o al sector urbano e industrial, y entre los beneficios locales y los bienes mundiales.

Establecimiento del marco de incentivos

Los programas destinados a fomentar una gestión sostenible tienen que ser técnicamente adecuados, y deben existir los conocimientos, los mecanismos de financiación y los mercados necesarios. Y lo que es más importante: los incentivos, el apoyo a la inversión o los subsidios tienen que situarse en un nivel que anime a los agricultores a escoger unas prácticas sostenibles frente a otras menos sostenibles.

Una estructura de incentivos de apoyo es fundamental, pero es necesario que se ajuste a los intereses de los usuarios. A menudo los incentivos son muy diferentes a nivel local, nacional y mundial, y una distribución equitativa y justa de costes y beneficios es esencial para una gestión sostenible de la tierra y el agua. Puede ser necesario diseñar algún tipo de subsidio inteligente para los agricultores que soportan los costes pero no reciben los beneficios, por ejemplo mediante contratos de PSA. También pueden hacer falta incentivos para compensar a los agricultores por la demora existente entre la inversión y la obtención de beneficios. Hay que diseñar cualquier subsidio de forma que se puedan conseguir los objetivos políticos, la conservación ambiental y el apoyo a los pobres.

Garantizar el acceso a los recursos de tierras y aguas

Los agricultores adoptan nuevas medidas y tecnologías si se les garantiza una implicación estable en los recursos de tierras y aguas. Por eso los sistemas de tenencia de tierra y los derechos de uso del agua que puedan ayudarles a aprovechar las ventajas comparativas de los cultivos industriales y de los alimentos básicos son esenciales y deben ser analizados y definidos desde el principio. Otro requisito necesario es la promoción de mecanismos de financiación y crédito rurales adecuados para sistemas agrícolas específicos, pero esta medida no debe basarse solamente en

créditos para la producción anual sino también en la financiación de inversiones a largo plazo en recursos de tierras y aguas. Todas estas iniciativas deberán complementarse con la difusión de la tecnología y de las buenas prácticas, lo que requerirá por tanto un nivel de inversión pública adecuado.

Estrategias nacionales para la gestión sostenible de la tierra y el agua

Dando por supuesto que existe el entorno político propicio, las agendas locales y nacionales para la gestión sostenible de la tierra y el agua deben traducirse en estrategias y programas de inversión. Para ello, debe haber un análisis serio de costes y beneficios que permita definir inversiones estratégicas adecuadas para la adopción de buenas prácticas en la gestión de la tierra y el agua. En el Recuadro 6.1 se resumen los pasos que implica la elaboración de una estrategia nacional para la gestión sostenible de la tierra y el agua. Esta planificación tiene que hacerse con la plena participación de la población local.

Apoyo institucional

La gestión sostenible de la tierra y el agua requiere un apoyo institucional sólido, con una asignación presupuestaria sostenida, para regular el uso de los recursos naturales en aras del interés público. Es necesario que las instituciones puedan adaptarse a las necesidades cambiantes y que tengan acceso a los recursos de conocimiento esenciales para esta misión. Las reformas institucionales que podrían ser necesarias a escala nacional para apoyar la gestión sostenible de la tierra y el agua son las siguientes:

- Reforma de las instituciones relacionadas con la tierra y el agua para favorecer una tenencia más equitativa y una gestión más responsable. Son fundamentales el acceso estable a la tierra y al agua, los incentivos para la gestión responsable y la obligación de no contaminar.
- Desarrollo y refuerzo de las instituciones para la gestión integrada de la tierra y el agua a escala de proyecto o plan, incluidos los programas de modernización de las instituciones e infraestructuras del regadío, con plena participación de los usuarios en la financiación y toma de decisiones.
- Cuando existan organismos regionales encargados del desarrollo o autoridades responsables de las cuencas fluviales, la adopción de programas que integren estrechamente la gestión de la tierra y el agua en las respectivas regiones o cuencas. Pueden requerirse programas de gestión de cuencas, y estos deberán aplicarse durante períodos de tiempo largos, con buenos mecanismos de seguimiento y evaluación para calibrar los cambios experimentados por la compleja relación entre la zona alta y la zona baja de la cuenca.

RECUADRO 6.1: UNA ESTRATEGIA NACIONAL PARA LA GESTIÓN SOSTENIBLE DE LA TIERRA Y EL AGUA

Diagnóstico. Se requiere un diagnóstico participativo en profundidad y un análisis de la situación, como referencia para desarrollar las estrategias.

Estrategia de aplicación. Esta estrategia explicitaría cómo se puede llevar a la práctica la visión compartida de la gestión sostenible de la tierra y el agua. Debería incluir metas tangibles, necesidades de recursos humanos y financieros y un detalle de las funciones y responsabilidades de los diversos actores (sector público, organizaciones comunitarias, ONG y entidades privadas).

Apoyo institucional sólido y adaptable para la aplicación práctica. La cooperación para la gestión sostenible de la tierra y el agua requiere unas instituciones fuertes que ofrezcan un apoyo presupuestario sostenido, unos sistemas sólidos de seguimiento y evaluación, mecanismos de resolución de los conflictos y otros mecanismos que aseguren la responsabilidad pública. Son esenciales unas buenas bases de datos y unos mecanismos de intercambio de conocimientos sobre la tierra y el agua. También es preciso que las instituciones sean adaptables y puedan tener en cuenta las nuevas necesidades.

Marcos de inversión adaptados a las diferentes escalas. El marco de inversión debería apoyarse en un análisis correcto de los costes y beneficios y definir las inversiones estratégicas que pueden conducir a una adopción más rápida de las buenas prácticas de gestión sostenible de la tierra y el agua. Los marcos de inversión para la gestión de la tierra y el agua pueden utilizarse para identificar a los beneficiarios y ofrecer apoyo estructural.

Difusión de los conocimientos. Compartir y difundir los conocimientos es un elemento fundamental en cualquier estrategia para la gestión sostenible de la tierra y el agua. Esta fase debe tener en cuenta los conocimientos locales y complementarlos con investigación y con comunicación a nivel regional e internacional. Los catálogos mundiales pueden tener una función importante cuando se adaptan a las situaciones de cada lugar en colaboración con la población local, y deben ser coherentes con los objetivos y políticas nacionales.

Seguimiento y evaluación. Las estrategias de aplicación y los marcos de inversión deben ir acompañados de un marco de seguimiento y evaluación sencillo, completo y transparente, centrado tanto en el rendimiento como en los posibles impactos de la estrategia elegida.

- Condiciones marco que aseguren un funcionamiento eficiente de mercados competitivos de productos e insumos.
- Paquetes de medidas de investigación y de extensión y programas de sensibilización, como las escuelas de campo para agricultores, que funcionen en colaboración con grupos de agricultores locales, ONG y entidades del sector privado.

También son importantes las organizaciones comunitarias y de agricultores capaces de trabajar con la administración local, los organismos técnicos, las ONG y el sector privado, en un enfoque de colaboración, para la gestión sostenible de los recursos locales.

Adaptación a las diferentes escalas: aporte de las inversiones donde más se necesitan

A nivel nacional, es necesaria una combinación de financiación pública y privada, reforzada con un apoyo financiero internacional de carácter estratégico. Los recientes incrementos que han aplicado algunos países a las asignaciones de recursos para la agricultura son alentadores, pero sería preciso que los compromisos políticos a favor de la gestión sostenible de la tierra y el agua se acompañaran de una asignación de los recursos públicos más amplia y estratégica, además de mecanismos que involucren la financiación del sector privado. El enfoque de marco de inversión definido en el Capítulo 5 puede ser útil para programar los recursos financieros públicos y privados con el fin de conseguir un sector agrícola bien estructurado y que sea sensible a los objetivos de desarrollo nacionales y a las nuevas demandas de servicios productivos y ambientales.

En los países pueden identificarse tres ámbitos de inversión. En el nivel nacional, las inversiones públicas pueden orientarse a los mercados locales, de forma que estos puedan satisfacer correctamente las demandas locales y participar en los cada vez más importantes mercados regionales. Para ello será necesario invertir en bienes públicos como las carreteras o el almacenamiento, pero también tendrá un papel importante la inversión privada. Además, los gobiernos deberán invertir en las instituciones que regulan y favorecen la gestión sostenible de la tierra y el agua: investigación y desarrollo contextualizados y basados en las buenas prácticas de intensificación sostenible de la agricultura, la ganadería y los sistemas acuáticos; gestión integrada de nutrientes y gestión integrada de plagas; sistemas de regulación y de incentivos que favorezcan la intensificación sostenible; y planificación de los usos de la tierra y gestión del agua, incluyendo la negociación de acuerdos de colaboración sobre los recursos hídricos transfronterizos cuando sea conveniente.

A nivel de cuenca o de plan de regadío, un enfoque integrado de la planificación impulsará un programa gradual de inversiones en tierras y aguas. En lo que respecta a los planes de regadío, será necesario centrarse en la modernización de las infraestructuras y de los ordenamientos institucionales para mejorar la productividad de los planes individuales y reducir las externalidades y la degradación de los recursos. Para promover la gestión local y aliviar la presión sobre una financiación pública limitada, será prioritario desarrollar las AUA, recuperar los costes operativos y transferir de forma progresiva la gestión del regadío. Estos ajustes institucio-

nales serían tan importantes como la inversión en tecnologías agrícolas y ganaderas que hagan un uso más eficiente del agua, pero tienen más posibilidades de tener éxito si se agrupan y se adaptan específicamente a cada contexto.

A nivel local, las medidas de apoyo pueden ayudar a crear los conocimientos, los incentivos y los recursos (entre ellos el crédito) que favorezcan la adopción por parte de agricultores y pastores de prácticas de gestión sostenible, pero en último término quienes decidirán serán los usuarios de la tierra. Cualquier paquete de medidas tiene que diseñarse de acuerdo con el contexto ambiental y socioeconómico, y su adopción y sus modificaciones deben ser objeto de seguimiento y ajuste en caso necesario.

Aplicación de los conocimientos

Para llevar a la práctica los principios y la financiación hay que desarrollar y transferir conocimientos. Hay abundante información sobre las tecnologías y los enfoques más adecuados para la gestión sostenible de la tierra y el agua, entre ellos los conocimientos locales, pero no hay suficiente intercambio de experiencias entre los usuarios de los diferentes niveles, o entre países o regiones. Por lo tanto, algunas de las medidas más importantes para crear un entorno propicio serán el refuerzo, mediante una sinergia más estrecha, de las redes y medios de comunicación que facilitan el intercambio y difusión de los conocimientos y la identificación y eliminación de lagunas de conocimiento.

La investigación sobre los sistemas de cultivo será esencial para determinar las estrategias, pensando no solo en la tecnología y los datos de producción, sino también en factores socioeconómicos como el tamaño de la explotación agrícola, el número de miembros de la familia, la seguridad alimentaria y el acceso al capital y a los mercados. Si se desea estabilizar la producción de secano mejorando la retención de la humedad del suelo, será necesario identificar correctamente las circunstancias físicas y socioeconómicas que permitan la realización de esta medida.

Seguimiento y evaluación

Es necesario hacer un seguimiento y una evaluación minuciosos del progresivo impacto de las reformas e inversiones institucionales. Esto se puede hacer dentro de un marco de inversión. Los indicadores que se medirían procederían del inventario sobre la oferta y la demanda de los recursos de tierras y aguas y serían, entre otros: el estado del uso de la tierra y los cambios apreciados, la cobertura y degradación de la tierra; los cambios en la salud del agua y del suelo; indicadores de biodiversidad y reservas de carbono por encima y por debajo de la superficie del terreno; cambios en el acceso de la población pobre a la tierra y al agua; cambios en la productividad agrícola; cambios en la pobreza rural; y tasas de adopción de las prácticas de gestión sostenible de la tierra y el agua. El FMAM y la CLD han desarrollado

series de indicadores normalizados que podrían adaptarse para su uso en los programas nacionales.

Reforma de la cooperación internacional en la gestión de la tierra y el agua

Acuerdo sobre principios y enfoques

Hasta ahora no se ha logrado un marco de acuerdo a nivel internacional para la gestión de la tierra y el agua. Sin embargo, los enfoques y las estrategias desarrollados por diversos programas mundiales podrían servir de base para acordar principios y prácticas que podrían regir las principales iniciativas para la gestión sostenible de la tierra y el agua.

Este acuerdo podría incluir la definición de prioridades comunes y de estrategias y objetivos de desarrollo generales que se podrían aplicar a la gestión sostenible de la tierra y el agua en el contexto de los sistemas en situación de riesgo. Esto abarcaría el aumento de la seguridad alimentaria, la mejora de los medios de vida rurales, la conservación sostenible, la mejora de los servicios de los ecosistemas, la captación de carbono y la reducción de las emisiones agrícolas de gases de efecto invernadero. Un enfoque compartido y consensuado a nivel internacional podría tener un reflejo en instituciones, políticas y programas de escala nacional y local.

Para pasar de una visión compartida a la acción, el acuerdo debería ir acompañado de una estrategia y un marco de inversión multisectoriales, estableciendo explícitamente el modo de llevar a la práctica la visión compartida sobre la gestión sostenible de la tierra y el agua, con metas tangibles, necesidades de recursos humanos y financieros y una lista de funciones y responsabilidades de los diversos actores implicados: organismos públicos, organizaciones internacionales, ONG, organizaciones comunitarias y entidades del sector privado.

Nuevos puntos de partida para la cooperación internacional

En los últimos años el potencial para la cooperación internacional ha aumentado gracias a una combinación de factores, como la preocupación por el cambio climático, la reciente crisis de los precios alimentarios y la recesión mundial, además de los avances mundiales hacia una economía más verde. Todos estos factores han sensibilizado al público sobre la necesidad de cooperación y han aumentado el interés por los mecanismos de cooperación. Hay muchos ámbitos en los que la cooperación internacional sobre la tierra y el agua está ya presente o está emergiendo. Algunos de ellos pueden constituir puntos de partida para mejorar la cooperación y aumentar el apoyo destinado a la adopción y realización de enfoques de gestión sostenible de la tierra y el agua (Recuadro 6.2).

RECUADRO 6.2: ALGUNOS PUNTOS DE PARTIDA PARA AUMENTAR LA COOPERACIÓN EN RELACIÓN CON LOS RECURSOS DE TIERRAS Y AGUAS

Muchas de las actividades cooperativas sobre la tierra y agua que existen desde hace tiempo o están emergiendo pueden servir como puntos de partida para ampliar la cooperación. Algunas de ellas son las siguientes:

- Oportunidades de asociación con el sector privado, como la organización de Comercio Justo, las etiquetas y certificaciones de producción ecológica y orgánica y el ecoturismo.
- Asociaciones con fundaciones internacionales, como la Fundación Ford, la Fundación Rockefeller y la Fundación Gates.
- PSA por los servicios de las cuencas, la conservación de la biodiversidad, el reparto de beneficios en las cuencas fluviales transfronterizas y la reducción de las emisiones de carbono.
- La preocupación por el cambio climático: el apoyo técnico, institucional y financiero movilizado en torno a este asunto y accesible a nivel mundial, regional y nacional podría tener efectos positivos importantes en la agenda de la tierra y el agua (por ejemplo, en forma de licencias de emisión de carbono).
- Financiación para la nueva «economía verde»: existe una tendencia mundial favorable a los enfoques de la «economía verde», y el programa Río+20 la está impulsando. Así, los argumentos a favor de la economía verde pueden reforzar la introducción de prácticas sostenibles de la tierra y el agua y facilitar el acceso a una serie de fuentes financieras, y también pueden llevar al establecimiento de nuevos servicios útiles para la mejora de la gestión de la tierra y el agua.
- La inversión extranjera directa (IED) en la agricultura de los países en desarrollo conlleva riesgos y oportunidades. Hay margen para que la cooperación internacional establezca «normas de intervención» que garanticen que las inversiones extranjeras son beneficiosas para los países receptores y que el resultado serán mayores oportunidades económicas para los pequeños agricultores y la población pobre. La cooperación a través de leyes internacionales y de políticas gubernamentales, así como la implicación de la sociedad civil, los medios de comunicación y las comunidades locales, ayudarían a garantizar que se alcanzan estos resultados beneficiosos para todos.

Financiación

Aunque está claro que habrá que destinar grandes recursos financieros a la gestión sostenible de la tierra y el agua, lo importante será la calidad de la inversión. Será necesario prestar más atención a los mecanismos más eficaces para financiar mayores niveles de inversión, ya sea mediante los fondos actuales, como los del FMAM o los de la Asociación Internacional de Fomento (AIF), como mediante entidades privadas y comerciales. La financiación debería ser coherente con los principios de la Declaración de París sobre la Eficacia de la Ayuda al Desarrollo y, en el caso de África, el Programa de Acción de Accra. Podría valorarse la posibilidad de establecer

un fondo específico para la gestión sostenible de la tierra y el agua por parte de los pequeños agricultores, posiblemente en el contexto de las negociaciones mundiales sobre la conveniencia de adaptar o financiar la captación de carbono en relación con el cambio climático. Es necesario incorporar a los acuerdos financieros mecanismos que proporcionen incentivos a los agricultores (especialmente para posibilitar que los pequeños productores y los agricultores pobres adopten prácticas de gestión sostenible).

Es preciso diseñar y financiar programas que respalden la gestión sostenible de la tierra y el agua, con incentivos y mecanismos favorables a los pobres y que impulsen la adopción de estas medidas, con el fin de fomentar bienes mundiales como la reforestación o la captación de carbono y de reducir los impactos ambientales negativos, entre ellos las emisiones de GEI. Adoptar el concepto del PSA ayudaría a mejorar el equilibrio de los incentivos a favor de la gestión ecológica y podría facilitar la adopción de las medidas de gestión sostenible propuestas por parte los agricultores, que de otro modo no podrían o no querrían llevarlas a cabo.

Reconocer el importante papel que desempeñan las inversiones extranjeras directas y su rápido incremento durante la pasada década será fundamental para establecer unas normas de intervención que aseguren que las inversiones extranjeras son beneficiosas para los países receptores y para los usuarios de las tierras.

El conocimiento

Un elemento fundamental para la puesta en práctica de la cooperación internacional en torno a la tierra y el agua sería un inventario de los sistemas de tierras y aguas del mundo, centrado especialmente en los sistemas en situación de riesgo, y la posibilidad de efectuar regularmente el seguimiento y registro de su estado y tendencias (Recuadro 6.3). Este inventario mundial podría orientar las decisiones a nivel internacional, regional y nacional, ayudaría a establecer principios y enfoques y serviría de apoyo a los países y a sus socios en el establecimiento de prioridades. Los repertorios actuales de buenas prácticas, los casos de éxito y los enfoques de gestión sostenible de la tierra y el agua podrían mejorarse y difundirse más ampliamente. La síntesis de conocimientos efectuada en el ámbito internacional podría adaptarse para su uso en los propios sistemas de cultivo y a escala nacional y local.

Es preciso profundizar más en la cuestión de la evaluación de los servicios ecosistémicos en el marco de la contabilidad de los recursos naturales. Aunque ya hay investigaciones en curso, especialmente en los sistemas complejos de los bosques húmedos tropicales, no existe aún un método consensuado de evaluación y valoración de los servicios ecosistémicos y faltan herramientas para definir la prioridad de las tierras para su conversión o protección y para evaluar y validar los resultados. Partiendo del inventario mundial de sistemas de tierras y aguas en situa-

Una buena parte de las inversiones de capital intelectual y financiero han estado dirigidas al desarrollo y la difusión de herramientas de conocimiento de la tierra y el agua. Estas herramientas de conocimiento deben agruparse y articularse en un inventario de los sistemas de tierras y aguas del mundo. Dicho inventario incluiría: 1) un **diagnóstico** compartido entre los socios cooperativos sobre la situación y el estado de los recursos de tierras y aguas en los principales sistemas agrícolas; 2) un **inventario** de la demanda de bienes y servicios derivados de la tierra y el agua; y 3) un **análisis de las limitaciones y oportunidades** para la adopción de tecnologías de gestión sostenible de la tierra y el agua, a nivel institucional, presupuestario y político. Además, debería ser sencillo, transparente y científicamente comprobado, y debería servir como referencia y plataforma para el intercambio de conocimientos y la cooperación internacional.

Para complementar el inventario y ofrecer a los gobiernos, los planificadores y los expertos las mejores herramientas prácticas, se deben reforzar y difundir los actuales repertorios de enfoques sobre la gestión sostenible de la tierra y el agua. Dichos repertorios incluirían conocimientos sobre las soluciones, opciones y lecciones derivadas de las buenas prácticas de gestión sostenible de la tierra y el agua, incluyendo las medidas que funcionan, dónde y cómo se aplican, así como las condiciones para el éxito, los obstáculos para la aplicación y extensión de las medidas, los mejores enfoques (gestión de cuencas, gestión participativa y gestión del paisaje), una selección de las tecnologías más acertadas (agricultura de conservación, agrosilvicultura, agricultura ecológica, integración de agricultura y ganadería), nuevas oportunidades y desarrollos tecnológicos prometedores, junto con una evaluación de los beneficios y de los riesgos.

ción de riesgo, hay que desarrollar un marco de seguimiento que permita evaluar la degradación de los recursos y las trayectorias y ritmo de evolución de la gestión sostenible de la tierra, además de metodologías para la evaluación de los bienes y servicios de los ecosistemas. Estas metodologías permitirían calibrar diversas relaciones directas, como las que existen entre la salud del suelo y la producción. También cuantificarían el coste de las externalidades y ayudarían a evaluar los costes y los beneficios generales, las sinergias y las compensaciones recíprocas de la degradación y las medidas para prevenir, mitigar o invertir esta degradación. Los gobiernos y la comunidad mundial deben llevar adelante esta agenda de investigación, que les proporcionará los medios necesarios para realizar estas complejas evaluaciones de las compensaciones y las externalidades.

Instituciones

Los actuales enfoques de las organizaciones mundiales y regionales suelen ser sectoriales, centrados únicamente en aspectos específicos de la gestión de la tierra y el agua. Varias convenciones e iniciativas relevantes para la gestión de la tierra y el agua ofrecen un marco de acción más integrado, pero es necesario reforzar las siner-

gias que existen entre ellas para evitar una duplicación de esfuerzos y conseguir un impacto tangible. Un acuerdo internacional sobre la gestión sostenible de la tierra y el agua podría señalar las vías para conseguir enfoques más integrados y daría impulso a los imprescindibles cambios.

En cuanto a las cuencas fluviales internacionales, los marcos cooperativos y las instituciones de gestión de cuencas continuarán optimizando el valor económico y asegurando un reparto de beneficios equitativo y negociado. En cuanto a las grandes cuencas en peligro, será necesario desarrollar y poner en práctica planes concertados de carácter económico, institucional y de agroingeniería para retrasar o invertir las tendencias de degradación de la tierra y el agua y superar la escasez generada. Es importante respaldar a las instituciones privadas y basadas en el mercado que promueven la gestión sostenible de la tierra y el agua, como la organización Comercio Justo o el etiquetado ecológico, y los acuerdos comerciales mundiales deben favorecer las prácticas agrícolas sostenibles.

Mirada al futuro

Los retos a los que se enfrentan la agricultura y los recursos de tierras y aguas de los que esta depende son evidentes y múltiples: producir al menos un 70 % más de alimentos antes de 2050, compatibilizar el uso de los recursos de tierras y aguas con la conservación del ecosistema más amplio, y mejorar la seguridad alimentaria y los medios de vida de la población rural pobre; todo ello, en el contexto del cambio climático y los riesgos asociados.

En este libro se ha puesto de manifiesto que una gran parte de los recursos de tierras y aguas del mundo se encuentra sometida a presiones o es vulnerable a consecuencia de los patrones actuales y emergentes de la práctica agrícola. A medida que la demanda aumenta, existe el riesgo de que las actuales tendencias se deterioren aún más, con las consiguientes amenazas para la seguridad alimentaria local y para la base de recursos de la que dependen la producción y los medios de vida. Las posibles repercusiones para la seguridad alimentaria mundial no son despreciables. El riesgo para la población pobre del mundo es enorme. Por ello, en este libro se ha propuesto la pronta adopción de una gestión más sostenible de la tierra y el agua, que pueda expandir la producción de forma eficaz, limitando al mismo tiempo los impactos en los ecosistemas de los que depende el mundo.

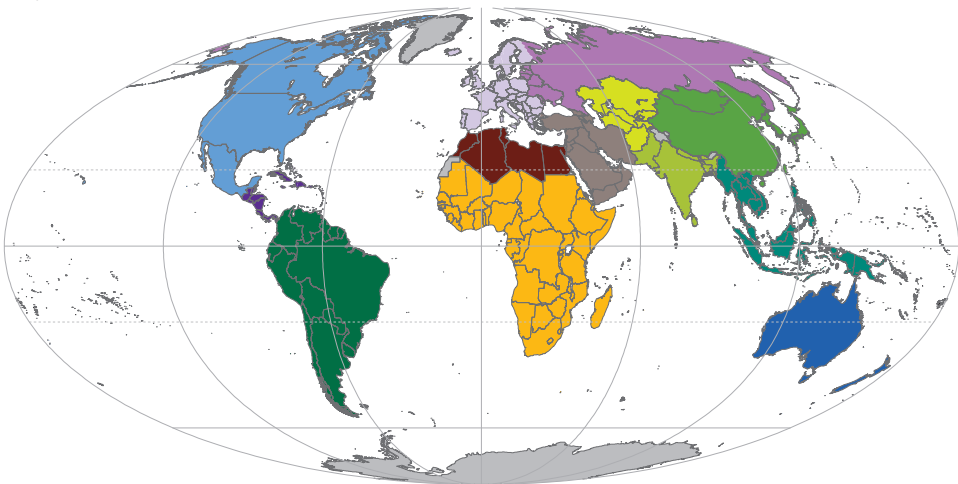
Esta decisión requiere introducir ajustes en las políticas, las instituciones, los incentivos, los programas y los mecanismos de financiación y de conocimiento a nivel nacional y mundial. Sobre todo, será necesario que los agricultores del mundo reconozcan que muchos de los actuales patrones de intensificación y prácticas de

extensión de la superficie cultivada son insostenibles, y que entiendan también la necesidad de cambiar para asegurar su propio beneficio a largo plazo. Promover este cambio requerirá que la comunidad mundial y todos los países tengan la voluntad política de adoptar nuevas vías para la intensificación sostenible y establezcan el necesario apoyo institucional y financiero. Solo con estos cambios podrá el mundo ofrecer alimentos para sus habitantes a corto y largo plazo, a través de una agricultura sostenible que proteja y no dañe los ecosistemas de los que depende y que garantice un acceso justo y equitativo a los recursos por parte de quienes la gestionan.

A1: Agrupaciones de países utilizadas

POR REGIÓN

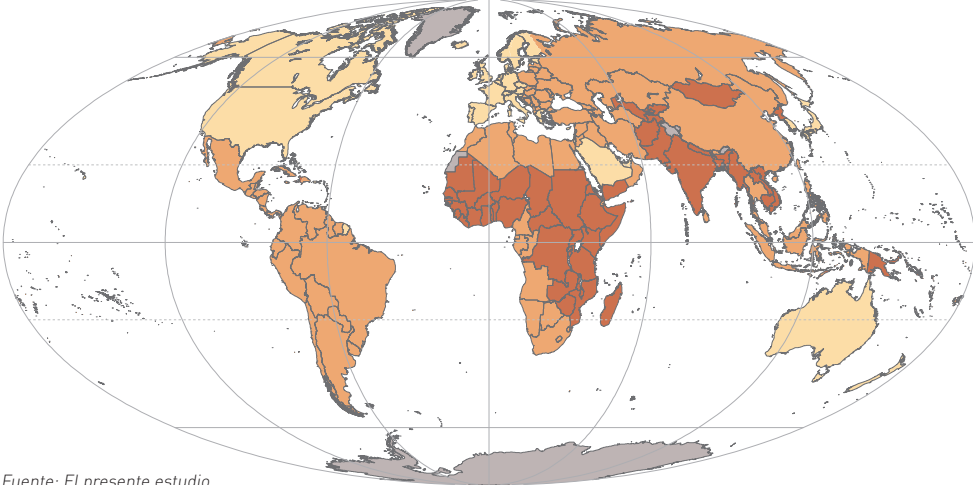
- | | | | |
|---|--------------------|-------------------------------|-------------------------|
| ■ Islas del Pacífico | ■ Asia sudoriental | ■ Asia occidental | ■ América septentrional |
| ■ Australia y Nueva Zelandia | ■ Asia oriental | ■ América del Sur | ■ África subsahariana |
| ■ Europa oriental y Federación de Rusia | ■ Asia meridional | ■ América central y el Caribe | ■ África septentrional |
| ■ Europa occidental y central | ■ Asia central | | |



Fuente: El presente estudio

POR INGRESOS

- | | | | |
|------------------|-------------------|------------------|----------------------------------|
| ■ Ingresos altos | ■ Ingresos medios | ■ Ingresos bajos | ■ No se dispone de datos (n. d.) |
|------------------|-------------------|------------------|----------------------------------|



Fuente: El presente estudio

A1-1: Agrupaciones subregionales de países

Continente Regiones	Subregión	Países
África		Angola, Argelia, Benin, Botswana, Burkina Faso, Burundi, Camerún, Cabo Verde, Chad, Comoras, Congo, Côte d'Ivoire, Djibouti, Egipto, Eritrea, Etiopía, Gabón, Gambia, Ghana, Guinea, Guinea-Bissau, Guinea Ecuatorial, Kenya, Lesotho, Liberia, Libia, Madagascar, Malawi, Mali, Marruecos, Mauricio, Mauritania, Mozambique, Namibia, Níger, Nigeria, República Centroafricana, República Democrática del Congo, República Unida de Tanzania, Rwanda, Santo Tomé y Príncipe, Senegal, Seychelles, Sierra Leona, Somalia, Sudáfrica, Sudán, Swazilandia, Togo, Túnez, Uganda, Zambia, Zimbabwe
	África septentrional	Argelia, Egipto, Libia, Marruecos, Túnez
	África subsahariana	Angola, Benin, Botswana, Burkina Faso, Burundi, Camerún, Cabo Verde, Chad, Comoras, Congo, Côte d'Ivoire, Djibouti, Eritrea, Etiopía, Gabón, Gambia, Ghana, Guinea, Guinea-Bissau, Guinea Ecuatorial, Kenya, Lesotho, Liberia, Madagascar, Malawi, Mali, Mauricio, Mauritania, Mozambique, Namibia, Níger, Nigeria, República Centroafricana, República Democrática del Congo, República Unida de Tanzania, Rwanda, Santo Tomé y Príncipe, Senegal, Seychelles, Sierra Leona, Somalia, Sudáfrica, Sudán, Swazilandia, Togo, Uganda, Zambia, Zimbabwe
	Sudano-saheliana	Burkina Faso, Cabo Verde, Chad, Djibouti, Eritrea, Gambia, Mali, Mauritania, Níger, Senegal, Somalia, Sudán
	Golfo de Guinea	Benin, Côte d'Ivoire, Ghana, Guinea, Guinea-Bissau, Liberia, Nigeria, Sierra Leona, Togo
	África central	Angola, Camerún, Gabón, Guinea Ecuatorial, República Centroafricana, República Democrática del Congo, Santo Tomé y Príncipe
	África oriental	Burundi, Etiopía, Kenia, República Unida de Tanzania, Rwanda, Uganda
Américas	África austral	Botswana, Lesotho, Malawi, Mozambique, Namibia, Sudáfrica, Swazilandia, Zambia, Zimbabwe
	Islas del Océano Índico	Comoras, Madagascar, Mauricio, Seychelles
		Antigua y Barbuda, Argentina, Bahamas, Barbados, Belice, Bolivia (Estado Plurinacional de), Brasil, Canadá, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Dominica, Ecuador, El Salvador, Estados Unidos de América, Granada, Guatemala, Guayana Francesa (Francia), Guyana, Haití, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Puerto Rico (Estados Unidos de América), República Dominicana, Saint Kitts y Nevis, Santa Lucía, San Vicente y las Granadinas, Surinam, Trinidad y Tobago, Uruguay, Venezuela (República Bolivariana de)

(Continúa)

Continente Regiones	Subregión	Países
América septentrional		Canadá, Estados Unidos de América
	América septentrional	Canadá, Estados Unidos de América, México
	México	México
América central y el Caribe		Antigua y Barbuda, Bahamas, Barbados, Belice, Costa Rica, Cuba, Dominica, El Salvador, Granada, Guatemala, Haití, Honduras, Jamaica, Nicaragua, Panamá, Puerto Rico (Estados Unidos de América), República Dominicana, Saint Kitts y Nevis, Santa Lucía, San Vicente y las Granadinas, Trinidad y Tobago
	América central	Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá
	Antillas Mayores	Cuba, Haití, Jamaica, Puerto Rico (Estados Unidos de América), República Dominicana
	Antillas Menores y Bahamas	Antigua y Barbuda, Bahamas, Barbados, Dominica, Granada, Saint Kitts y Nevis, Santa Lucía, San Vicente y las Granadinas, Trinidad y Tobago
América del Sur		Argentina, Bolivia (Estado Plurinacional de), Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Guayana Francesa (Francia), Guyana, Paraguay, Perú, Surinam, Uruguay, Venezuela (República Bolivariana de)
	Guyana	Guayana Francesa (Francia), Guyana, Surinam
	Andina	Bolivia (Estado Plurinacional de), Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela (República Bolivariana de)
	Brasil	Brasil
	Sudamérica	Argentina, Chile, Paraguay, Uruguay
Asia		Afganistán, Arabia Saudita, Armenia, Azerbaiyán, Bahrein, Bangladesh, Bhután, Brunei Darussalam, Camboya, China, Emiratos Árabes Unidos, Filipinas, Georgia, India, Indonesia, Irán (República Islámica del), Iraq, Israel, Japón, Jordania, Kazajstán, Kirguistán, Kuwait, Líbano, Malasia, Maldivas, Mongolia, Myanmar, Nepal, Omán, Pakistán, Papua Nueva Guinea, Qatar, República Árabe Siria, República Democrática Popular Lao, República Popular Democrática de Corea, Singapur, Sri Lanka, Tailandia, Tayikistán, Territorio Palestino Ocupado, Timor-Leste, Turkmenistán, Turquía, Uzbekistán, Viet Nam, Yemen
Cercano Oriente- Asia occidental		Arabia Saudita, Armenia, Azerbaiyán, Bahrein, Emiratos Árabes Unidos, Georgia, Irán (República Islámica del), Iraq, Israel, Jordania, Kuwait, Líbano, Omán, Qatar, República Árabe Siria, Territorio Palestino Ocupado, Turquía, Yemen

(Continúa)

Continente Regiones	Subregión	Países
	Península Arábiga	Arabia Saudita, Bahrein, Emiratos Árabes Unidos, Kuwait, Omán, Qatar, Yemen
	Cáucaso	Armenia, Azerbaiyán, Georgia
	República Islámica del Irán	Irán (República Islámica del)
	Cercano Oriente	Iraq, Israel, Jordania, Líbano, República Árabe Siria, Territorio Palestino Ocupado, Turquía
Asia central		Afganistán, Kazajistán, Kirguistán, Tayikistán, Turkmenistán, Uzbekistán
Asia meridional y oriental		Bangladesh, Bhután, Brunei Darussalam, Camboya, China, Filipinas, India, Indonesia, Japón, Malasia, Maldivas, Mongolia, Myanmar, Nepal, Pakistán, Papua Nueva Guinea, República de Corea, República Popular Democrática de Corea, República Democrática Popular Lao, Singapur, Sri Lanka, Tailandia, Timor-Leste, Viet Nam
	Asia meridional	Bangladesh, Bhután, India, Maldivas, Nepal, Pakistán, Sri Lanka
	Asia oriental	China, Japón, Mongolia, República de Corea, República Democrática Popular de Corea
	Asia sudoriental	Brunei Darussalam, Camboya, Filipinas, Indonesia, Malasia, Myanmar, Papua Nueva Guinea, República Democrática Popular Lao, Singapur, Tailandia, Timor Oriental, Viet Nam
Europa		Albania, Alemania, Andorra, Austria, Belarús, Bélgica, Bosnia y Herzegovina, Bulgaria, Croacia, Chipre, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estonia, ex República Yugoslava de Macedonia, Federación de Rusia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Islas Feroe, Italia, Letonia, Liechtenstein, Lituania, Luxemburgo, Malta, Mónaco, Montenegro, Noruega, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, República de Moldova, Rumania, San Marino, Santa Sede, Serbia, Suecia, Suiza, Ucrania
Europa occidental y central		Albania, Alemania, Andorra, Austria, Bélgica, Bosnia y Herzegovina, Bulgaria, Croacia, Chipre, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, ex República Yugoslava de Macedonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Islandia, Islas Feroe, Irlanda, Italia, Liechtenstein, Luxemburgo, Malta, Mónaco, Montenegro, Noruega, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Rumania, San Marino, Santa Sede, Serbia, Suecia, Suiza
	Europa septentrional	Dinamarca, Finlandia, Islandia, Islas Feroe, Noruega, Suecia
	Europa occidental	Alemania, Andorra, Austria, Bélgica, Francia, Irlanda, Liechtenstein, Luxemburgo, Países Bajos, Reino Unido, Suiza
	Europa central	Bosnia y Herzegovina, Bulgaria, Croacia, Eslovaquia, Eslovenia, Hungría, Montenegro, Polonia, República Checa, Rumania, Serbia
	Europa mediterránea	Albania, Chipre, España, ex República Yugoslava de Macedonia, Grecia, Italia, Malta, Mónaco, Portugal, San Marino, Santa Sede

(Continúa)

Continente Regiones	Subregión	Países
Europa oriental		Belarús, Estonia, Federación de Rusia, Letonia, Lituania, República de Moldova, Ucrania
	Europa oriental	Belarús, Estonia, Letonia, Lituania, República de Moldova, Ucrania
	Federación de Rusia	Federación de Rusia
Oceanía		Australia, Fiji, Islas Cook, Islas Salomón, Kiribati, Micronesia (Estados Federados de), Nauru, Nueva Zelandia, Niue, Palau, Samoa, Tonga, Tuvalu, Vanuatu
Australia y Nueva Zelandia		Australia, Nueva Zelandia
Islas del Pacífico		Islas Cook, Fiji, Islas Salomón, Kiribati, Micronesia (Estados Federados de), Nauru, Niue, Palau, Samoa, Tonga, Tuvalu, Vanuatu
Mundo		Afganistán, Albania, Alemania, Andorra, Angola, Antigua y Barbuda, Arabia Saudita, Argelia, Argentina, Armenia, Australia, Austria, Azerbaiyán, Bahamas, Bahrein, Bangladesh, Barbados, Belarús, Bélgica, Belice, Benin, Bhután, Bolivia (Estado Plurinacional de), Bosnia y Herzegovina, Botswana, Brasil, Brunei Darussalam, Bulgaria, Burkina Faso, Burundi, Camboya, Camerún, Canadá, Cabo Verde, Chad, Chile, China, Colombia, Comoras, Congo, Costa Rica, Côte d'Ivoire, Croacia, Cuba, Chipre, Dinamarca, Djibouti, Dominica, República Dominicana, Ecuador, Egipto, El Salvador, Emiratos Árabes Unidos, Eritrea, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estados Unidos de América, Estonia, Etiopía, ex República Yugoslava de Macedonia, Federación de Rusia, Fiji, Filipinas, Finlandia, Francia, Gabón, Gambia, Georgia, Ghana, Grecia, Granada, Guatemala, Guayana Francesa (Francia), Guinea, Guinea-Bissau, Guinea Ecuatorial, Guyana, Haití, Honduras, Hungría, Islandia, Islas Cook, Islas Feroe, Islas Salomón, India, Indonesia, Irán (República Islámica del), Iraq, Irlanda, Israel, Italia, Jamaica, Japón, Jordania, Kazajistán, Kenya, Kirguistán, Kiribati, Kuwait, Letonia, Lesotho, Líbano, Liberia, Libia, Liechtenstein, Lituania, Luxemburgo, Madagascar, Malasia, Malawi, Maldivas, Mali, Malta, Marruecos, Mauricio, Mauritania, México, Micronesia (Estados Federados de), Mónaco, Mongolia, Montenegro, Mozambique, Myanmar, Namibia, Nauru, Nepal, Nicaragua, Níger, Nigeria, Niue, Noruega, Nueva Zelandia, Omán, Países Bajos, Pakistán, Palau, Panamá, Papua Nueva Guinea, Paraguay, Perú, Polonia, Portugal, Puerto Rico (Estados Unidos de América), Qatar, Reino Unido, República Árabe Siria, República Centroafricana, República Checa, República de Corea, República Democrática del Congo, República Democrática Popular Lao, República de Moldova, República Popular Democrática de Corea, República Unida de Tanzania, Rumania, Rwanda, Saint Kitts y Nevis, Samoa, San Marino, Santa Lucía, Santa Sede, Santo Tomé y Príncipe, San Vicente y las Granadinas, Senegal, Serbia, Seychelles, Sierra Leona, Singapur, Somalia, Sri Lanka, Sudáfrica, Sudán, Suecia, Suiza, Surinam, Swazilandia, Tailandia, Tayikistán, Territorio Palestino Ocupado, Timor-Leste, Togo, Tonga, Trinidad y Tobago, Túnez, Turquía, Turkmenistán, Tuvalu, Uganda, Ucrania, Uruguay, Uzbekistán, Vanuatu, Venezuela (República Bolivariana de), Viet Nam, Yemen, Zambia, Zimbabwe

Países de bajos ingresos y con déficit de alimentos (PBIDA)

Clasificación de la FAO de un país, basada en: 1) si la renta per cápita está por debajo del tope «histórico» utilizado por el Banco Mundial para determinar la idoneidad para la asistencia internacional de fomento; 2) la posición neta del comercio alimentario (es decir, importaciones brutas menos exportaciones brutas); y 3) si un país solicita específicamente a la FAO que no se le incluya en la categoría PBIDA.

África:

Angola, Benin, Burkina Faso, Burundi, Camerún, Chad, Comoras, Congo, Côte d'Ivoire, Djibouti, Egipto, Eritrea, Etiopía, Gambia, Ghana, Guinea, Guinea-Bissau, Guinea Ecuatorial, Kenya, Lesotho, Liberia, Madagascar, Malawi, Mali, Marruecos, Mauritania, Mozambique, Níger, Nigeria, República Centroafricana, República Democrática del Congo, República Unida de Tanzania, Rwanda, Santo Tomé y Príncipe, Senegal, Sierra Leona, Somalia, Sudán, Swazilandia, Togo, Uganda, Zambia, Zimbabwe

Asia:

Afganistán, Armenia, Azerbaiyán, Bangladesh, Bhután, Camboya, China, Filipinas, Georgia, India, Indonesia, Iraq, Kirguistán, Mongolia, Nepal, Pakistán, República Democrática Popular Lao, República Popular Democrática de Corea, Sri Lanka, Siria, Tayikistán, Timor Oriental, Turkmenistán, Uzbekistán, Yemen

Europa:

República de Moldova

América:

Haití, Honduras, Nicaragua

Oceanía:

Islas Salomón, Kiribati, Papua Nueva Guinea, Tubalu, Vanuatu

Países o regiones más desarrollados, menos desarrollados y menos adelantados

- (a) Las regiones más desarrolladas comprenden Europa, la América septentrional, Australia/Nueva Zelanda y Japón.
- (b) Las regiones menos desarrolladas comprenden todas las regiones de África, Asia (excepto Japón), América Latina y el Caribe, más Melanesia, Micronesia y Polinesia.
- (c) El grupo de los países menos adelantados, según los definió en 2007 la Asamblea General de las Naciones Unidas en sus resoluciones (59/209, 59/210 y 60/33), comprende 49 países, 33 de los cuales están en África, 10 en Asia, 1 en América Latina y el Caribe y 5 en Oceanía.
- (d) Los demás países menos desarrollados comprenden las regiones menos desarrolladas, excepto los países menos adelantados.

Fuente: Naciones Unidas (2009)

A2: Externalidades ambientales asociadas a la agricultura de regadío

Causa	Localización	Naturaleza de la externalidad
Agotamiento de las corrientes de agua por el uso del agua para el cultivo en los sistemas de regadío	En la corriente fluvial, aguas abajo	• Caudal reducido • Cambio en el patrón de flujo, especialmente caudales bajos • Puede causar: condiciones anóxicas, temperaturas elevadas, acumulación de sales • Pérdida del hábitat, flora y fauna: reservas piscícolas → medios de vida
	Zona ribereña	• Pérdida de vegetación agrícola ribereña, humedales, estanques • Aumento de la erosión de la ribera y aporte de sedimentos de las tierras adyacentes • Pérdida de fauna ribereña • Pérdida de la capacidad amortiguadora de la zona ribereña • Salinización de las riberas y las masas de agua adyacentes
	Humedales	• Cambio en el patrón de humedad y afluencia reducida • Pérdida de superficie de humedal y de los medios de vida asociados • Pérdida de árboles y vegetación: en cantidad y en composición de las especies
	Llanura inundable	• Pérdida de la fuerza de la corriente → mala definición de los canales naturales y de los torrentes • Sedimentación de los canales • Pérdida de recarga de las aguas subterráneas
	Estuario	• Pérdida de afluencia y cambio del hábitat; cambio en el patrón y el alcance de la intrusión salina
Impactos adicionales del almacenamiento de las corrientes de agua o de la escorrentía en estanques o embalses	En la corriente fluvial	• Pérdida de flujos de inundación de frecuencia baja y media → reducción de la descarga del río • Pérdida de sedimentos (depositados en el embalse) → erosión aguas abajo (mayor capacidad de erosión) • Inversión del caudal: mayor que los caudales naturales en la temporada de riego (estación seca) y menores caudales en la estación húmeda
	Aguas arriba-aguas abajo	• Obstáculo a la migración piscícola para desovar → descenso de población
	Estuario	• Cambio radical de los sedimentos y flujos del hábitat
Desarrollo del área de captación superior	Vías fluviales aguas abajo, embalses y desvíos actuales	• Reducción de la escorrentía y de la disponibilidad de agua • Posible reducción de la recarga de aguas subterráneas

Causa	Localización	Naturaleza de la externalidad
Sobreexplotación de aguas subterráneas (la extracción media supera la recarga media)	En el acuífero	• Descenso del nivel freático → aumento del coste del bombeo • Donde está latente, emergencia de la contaminación por arsénico y por flúor • Donde es relevante, mezcla de aguas dulces y salinas en los acuíferos • Hundimiento de las tierras • Pérdida de la superficie de humedal dependiente de las aguas subterráneas • Pérdida de la cobertura arbórea, donde depende del nivel freático
	Aguas abajo	• Reducción del flujo basal en los ríos • Aumento de la infiltración del sistema fluvial a acuíferos poco profundos (pérdida de caudal fluvial)
Regadío en zonas de suelos salinos o aguas subterráneas salinas próximas a la superficie de suelo	En el sistema de regadío	• Grave salinización que requiere acciones correctivas, drenaje y lixiviación • Pérdida de productividad • Daños a la estructura del suelo • Pérdida de biodiversidad (excepto plantas tolerantes a la sal)
	Aguas abajo	• Salinización regional (suelo y agua) • Vertidos salinos episódicos en la red fluvial (normalmente después de lluvias fuertes) → pérdida de flora y fauna • Salinización de la vegetación ribereña, humedales, etc. • Pérdida de árboles en el territorio • Degradación de la calidad del agua para los regadíos aguas abajo
Desarrollo de la tierra de regadío	Varias	• En llanuras inundables (diques, muros de contención, pólders): pérdida de la función de control de inundaciones • Pérdida de humedales (drenaje): pérdida de medios de vida • Los arrozales tienen una función limitada de mitigación de inundaciones, pero el arroz no sobrevivirá si está sumergido durante más de 4-5 días • Pérdida de fauna, árboles y hábitat autóctonos
Riego cuando ET_0 anual > precipitación en suelos no salinos	En el sistema de regadío	• Acumulación de sal • Salinización potencial • Limitación de rendimientos y elección del patrón de cultivo • Manejable con lixiviación y drenaje limitado
Regadío de suelos sódicos	Zonas costeras	• Dispersión del suelo y exportación de sedimentos → degradación de ecosistemas costeros, como los arrecifes de coral, especialmente si se acompaña de la adsorción de fosfatos
Aplicación excesiva o inadecuada de fertilizantes nitrogenados	En el sistema de regadío	• Acidificación del suelo a largo plazo (suelos de arroz con compuestos amoniacales: suelos de las tierras secas con una amplia gama de compuestos)
	Aguas abajo	• Contaminación por nitratos de ríos y masas de agua → eutrofización, predisposición al desarrollo de algas (tóxicas) • Excesivo crecimiento de malas hierbas acuáticas (por ejemplo, jacinto de agua)
	Aguas subterráneas	• Contaminación de las aguas potables por nitratos (salud pública), especialmente en pozos poco profundos; posible eutrofización

Causa	Localización	Naturaleza de la externalidad
Aplicación excesiva o inadecuada de fertilizantes de fósforo	Aguas abajo	• Aumento episódico de fosfatos, asociado a cambios en la vegetación (control de malas hierbas, senescencia) y sedimentos en drenajes y ríos • Eutrofización y predisposición al desarrollo de algas tóxicas
	Aguas subterráneas	• Poco documentada, pero se da a través de flujos preferenciales y fosfatos solubles; consecuencias inciertas
Aplicación de herbicidas	Aguas subterráneas	• Contaminación de las aguas subterráneas a largo plazo: límites a la extracción de agua potable (por ejemplo, atrazina en los Estados Unidos de América)
Uso de insecticidas mal manejados	Paisaje	• Pérdida de biodiversidad y depredadores naturales • Muerte accidental o enfermedad crónica • Acumulación en la cadena alimentaria (actualmente rara)
	Redes fluviales y aguas subterráneas	• Pérdida de peces y fauna • Contaminación del agua potable (ríos, aguas subterráneas, pozos poco profundos)
Aplicación de residuos orgánicos y aguas residuales parcialmente tratadas	Localidad	• Olor • Contaminación coliforme fecal de productos y parásitos enquistados: salud pública • Acumulación de metales pesados (normalmente cobre procedente de la producción porcina intensiva) • Contaminación de las aguas subterráneas: coliformes fecales, parásitos enquistados
Monocultivo a largo plazo	Paisaje	• Pérdida progresiva de biodiversidad: pérdida de polinizadores • Plagas episódicas de insectos y de enfermedades de las plantas debidas a la pérdida progresiva de depredadores naturales • Agotamiento acelerado de los nutrientes y micronutrientes del suelo
Mala gestión de los cultivos y de la ganadería	Suelos húmedos	• Pérdida de estructura, aireación • Arcilla • Productividad reducida
Aplicación excesiva de agua con un mal sistema de regadío (tecnología/gestión)	En el sistema, aguas superficiales y corrientes poco profundas	• Nivel freático superficial • Salinización (si el sistema está conectado a aguas salinas más profundas) • Encharcamiento y pérdida de cultivos • Flujos de drenaje que transportan los contaminantes a los ríos
Excesivo caudal o riego en surcos en la ladera	En la explotación y aguas abajo	• Erosión, exportación de sedimentos y pérdida de las capas superiores del suelo

A3: Programas nacionales para la gestión sostenible de la tierra

Los programas nacionales de gestión sostenible de la tierra (GST) pueden elaborarse en una serie de pasos: 1) implicación de los interesados y establecimiento de asociaciones; 2) inventario y diagnóstico; 3) priorización y programación; 4) formulación de las inversiones; y 5) puesta en práctica y seguimiento y evaluación. Estos pasos se detallan a continuación. La intención no es ofrecer un plan metodológico, sino más bien una «plantilla» de acciones que se puede adaptar a cada país y a cada situación local (TerrAfrica, 2009).

Estos cinco pasos han sido diseñados para desarrollar un **«marco de inversión para la GST»** que especificará los principios, las políticas y los enfoques institucionales implicados, así como las prioridades, el programa de inversión y financiación y las disposiciones para su puesta en práctica.

Normalmente, las actividades de GST se ajustan a los programas existentes y se llevan a la práctica mediante programas e instrumentos continuados por medio de entidades y organismos autorizados (públicos, comunales y privados), tanto a nivel nacional como local. Así, la GST no se aborda como un «sector» de actividad aislado, sino como un complemento de las estructuras políticas, institucionales y de aplicación ya en vigor.

Paso 1: Implicación de los interesados y establecimiento de asociaciones

El paso 1 tiene como objetivo establecer una plataforma y coalición de GST de base amplia, que incluya las entidades públicas del nivel central y el local, la sociedad civil, los donantes y (lo más importante) a los propios usuarios de la tierra. Esta coalición, que se podría asociar a un **«equipo nacional de GST»**, debería funcionar de manera flexible, evitar formalidades excesivas y proporcionar las bases para llevar a la práctica las actividades siguientes:

- Desarrollo de una visión común sobre la GST entre los ministerios técnicos (esto es: Agricultura, Medio Ambiente, Energía, Administración Local, Hacienda y Planificación), la comunidad de donantes, el sector privado y las organizaciones no gubernamentales o de la sociedad civil (como las organizaciones de agricultores y las AUA), además de representantes de los usuarios de la tierra. La implicación de la sociedad civil y de una serie de representantes del sector privado es fundamental, ya que el predominio de los representantes gubernamentales puede debilitar el enfoque asociativo.

- Garantizar el compromiso efectivo y político a largo plazo con la GST, desde los más altos niveles (esto es, presidente, primer ministro, gabinete ministerial).
- Sensibilizar al público sobre la necesidad de un enfoque programático de la GST.
- Desarrollar una mejor coordinación, armonización y coherencia entre los socios. Las prácticas consensuadas podrían resumirse en un «código de conducta para la GST».

Paso 2: Inventario y diagnóstico

Sería necesario llevar a cabo un **estudio diagnóstico** participativo y de gran alcance para identificar los programas y actividades existentes en todos los sectores y también los principales obstáculos y oportunidades para ampliar y sostener la GST. Este diagnóstico se estructura en torno a cinco componentes diferentes:

Componente técnico: a través de la revisión y evaluación de las experiencias de GST previas y de las lecciones que se derivan de ellas, este componente identifica buenas prácticas que pueden recomendarse para avanzar en el proyecto, con opciones para los diferentes tipos de uso de la tierra y las diferentes áreas geográficas.

Componente espacial/ecosistémico: por medio de una evaluación de los principales usos agroecológicos y de la tierra, este componente identifica los obstáculos y las oportunidades para mejorar la productividad y sostener o mejorar otros servicios ecosistémicos (entre ellos la reinversión de la degradación de la tierra), y destaca las opciones para introducir o aumentar la GST.

Componente del marco de incentivos y políticas: basado en una revisión de las limitaciones y oportunidades de las políticas y estrategias sectoriales e intersectoriales relacionadas con los recursos de tierras y aguas, este componente situaría la GST entre las políticas nacionales e identificaría los cambios que podrían facilitar su introducción y ampliación. Un elemento fundamental sería el análisis del marco de incentivos que impulsaría la introducción de prácticas de gestión de la tierra y del agua, así como de las oportunidades de volver a calibrar los incentivos para favorecer la adopción de la GST.

Componente institucional: por medio de un análisis de las instituciones públicas y privadas más relevantes a nivel nacional y subregional interesados en las cuestiones de la tierra y del agua, este componente identificaría las entidades responsables de estos recursos y de los ámbitos asociados, identificando cuál es o podría ser su papel en la GST, evaluando lagunas y puntos débiles y proponiendo recomendaciones para su mejora y racionalización.

Componente financiero: a través de una evaluación de los fondos existentes para la GST, este componente identificaría los principales mecanismos de financiación actuales y potenciales, los obstáculos y las oportunidades de avanzar en el proyecto. El objetivo sería asegurar que existe la financiación necesaria para fomentar la adopción de la GST entre los agricultores. Este componente abarcaría mecanismos de financiación a nivel local (por ejemplo, por medio de regímenes de crédito), programas a nivel nacional y programas mundiales como las licencias de emisión de carbono.

Partiendo de este estudio de diagnóstico, el equipo nacional de la GST podría elaborar una «**nota estratégica**» en la que se detallarían las principales **prioridades de la GST** (tecnologías, áreas, socios), así como los principales ejes del marco de inversión para la GST que deberá desarrollarse (véase paso 3). Esta nota estratégica se elaboraría de una forma totalmente participativa, asegurando que se integran plenamente las perspectivas de los usuarios de la tierra y de la sociedad civil.

Paso 3: Programación y marco de inversión: decisión sobre las prioridades

Los principales ejes identificados en el estudio de diagnóstico (y recogidos en la nota estratégica) deberían ser evaluados en relación con las prioridades del desarrollo nacional para buscar sinergias, lagunas, contradicciones y vínculos. A continuación, deberían clasificarse según las sinergias y complementariedades que ofrecen. A partir de los resultados, se elaboraría un marco de inversión preliminar. Mediante una serie de consultas, reuniones de validación y evaluaciones de proyectos piloto u otras actividades catalizadoras que estén en curso, se finalizaría el marco de inversión. Este paso debería incluir negociaciones con las comunidades y los usuarios de la tierra para asegurar que se tienen en cuenta sus necesidades y sus prioridades, en particular en lo que respecta a las cuestiones territoriales y de tenencia de la tierra.

Paso 4: Formulación y cálculo de costes de la inversión

Esta fase incluye la formulación detallada de las inversiones y actividades de GST con la participación de todos los beneficiarios y en coordinación con los socios de desarrollo y los donantes. Las propuestas de inversión se ajustarían a las fuentes financieras, preferiblemente en el marco de programas nacionales a largo plazo que cuenten con financiación exterior sostenida, antes que a través de proyectos excepcionales y a corto plazo.

Paso 5: Aplicación y seguimiento y evaluación

Cuando sea posible, se debería comenzar con inversiones que se puedan llevar a la práctica rápidamente y producir resultados inmediatos; por ejemplo, cuando la de-

manda local es fuerte, hay defensores del proyecto y la situación agroeconómica y de la tierra y el agua favorece su éxito. Los primeros casos de éxito permitirán introducir las lecciones aprendidas en el programa y sentarán las bases para ampliar la GST a mayor escala.

El seguimiento y la evaluación deberían aplicarse tanto a los indicadores de rendimiento como a los de impacto, preferiblemente por medio de una evaluación sencilla, económica y rápida, utilizando tecnologías multimedia (combinación de fotografías del terreno, sistema de posicionamiento global, hojas de datos georreferenciadas en mapas).

Plazos y coste

En general, se espera que la preparación de un marco de inversión (pasos 1 a 3) se prolongue de 6 a 12 meses, y el coste puede estar entre los 100 000 y los 200 000 dólares. Este coste es un pequeño «capital de lanzamiento» para un programa que puede ayudar a conseguir múltiples objetivos, tanto a nivel nacional como familiar, a través de la adopción de la GST a gran escala.

A4: Indicadores básicos de la tierra y el agua por países o regiones

A4-1: Tierra laborable en uso, intensidades de cultivo y tierra cosechada

Continente Regiones	Año	Tierra total en uso			Uso en secano			Uso en regadío*		
		S	IC (%)	TC	S	IC (%)	TC	S	IC (%)	TC
África	2009	251	85	214	239	83	199	12	131	15
	2050	342	79	270	326	77	250	15	129	20
África septentrional	2009	28	74	21	22	54	12	6	149	9
	2050	27	92	25	19	70	13	7	149	11
África subsahariana	2009	223	87	194	217	86	187	6	112	6
	2050	315	78	245	307	77	237	8	111	9
Américas	2009	395	69	273	356	66	233	40	102	40
	2050	468	82	384	427	80	340	41	106	44
América septentrional	2009	253	58	146	224	52	117	29	100	29
	2050	241	80	192	214	77	165	27	100	27
América central y el Caribe	2009	15	64	10	14	56	8	1	162	2
	2050	15	80	12	13	73	9	2	120	3
América del Sur	2009	127	93	118	118	92	108	10	100	10
	2050	213	85	181	200	83	166	12	117	14
Asia	2009	542	109	588	357	94	335	185	137	253
	2050	541	118	641	340	101	344	201	148	297
Asia occidental	2009	64	66	43	47	47	22	18	117	21
	2050	55	93	52	31	80	24	25	110	27
Asia central	2009	39	69	27	28	56	15	12	100	12
	2050	33	94	31	20	90	18	13	100	13
Asia meridional	2009	204	113	232	126	108	136	78	122	95
	2050	212	115	243	135	97	131	77	145	112
Asia oriental	2009	133	133	176	74	99	74	58	175	102
	2050	133	144	191	67	116	77	66	172	114
Asia sudoriental	2009	101	109	111	82	107	88	19	118	23
	2050	107	115	124	88	106	93	19	156	30

Continente Regiones	Año	Tierra total en uso			Uso en secano			Uso en regadío*		
		S	IC (%)	TC	S	IC (%)	TC	S	IC (%)	TC
Europa	2009	293	63	184	280	60	168	13	119	16
	2050	264	83	219	245	82	200	19	100	19
Europa occidental y central	2009	125	76	94	113	73	83	12	100	12
	2050	125	89	111	111	87	97	14	100	14
Europa oriental y Federación de Rusia	2009	168	53	89	167	51	85	2	249	4
	2050	139	78	108	134	77	103	5	100	5
Oceanía	2009	46	57	26	42	52	22	3	100	3
	2050	58	83	48	55	82	45	2	101	2
Australia y Nueva Zelandia	2009	45	56	25	42	53	22	3	100	3
	2050	58	83	48	55	82	45	2	101	2
Islas del Pacífico	2009	1	70	0.4	1	–	–	0.004	–	–
	2050	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Mundo	2009	1527	84	1286	1274	75	958	253	130	327
	2050	1673	93	1562	1393	85	1179	279	137	382
Ingresos altos	2009	368	61	225	326	56	182	42	102	43
	2050	353	86	302	314	83	261	39	108	42
Ingresos medios	2009	444	136	603	331	132	436	114	147	167
	2050	769	95	728	628	84	528	141	142	200
Ingresos bajos	2009	714	64	458	617	55	341	97	121	117
	2050	551	97	532	451	87	391	100	141	140
Ingresos bajos y déficit de alimentos	2009	642	107	685	476	95	453	167	139	232
	2050	766	104	794	587	89	524	179	151	270
Menos adelantados	2009	173	94	163	159	92	146	14	118	17
	2050	227	82	187	211	78	164	16	145	24

S = superficie cultivada (millones de ha); IC = intensidad de cultivo (%); TC = tierra cosechada (millones de ha)

* Referido a 2006

Fuente: FAO (2010a, b)

A4-2: Tierra per cápita por principal tipo actual de cobertura de la tierra para las poblaciones de los años 2000 y 2050 (ha/persona)

Regiones	Tierra cultivada		Pastizales y bosques		Terrenos forestales		Tierra con escasa vegetación y rasa		Asentamientos e infraestructuras	
	2000	2050	2000	2050	2000	2050	2000	2050	2000	2050
África septentrional	0,13	0,08	0,23	0,13	0,04	0,02	3,36	1,99	0,02	0,01
África subsahariana	0,33	0,13	1,61	0,62	0,77	0,29	0,80	0,31	0,03	0,01
América septentrional	0,62	0,45	1,77	1,28	1,61	1,17	0,66	0,48	0,04	0,03
América central y el Caribe	0,21	0,13	0,33	0,20	0,40	0,25	0,01	0,01	0,02	0,01
América del Sur	0,37	0,27	1,89	1,36	2,45	1,76	0,28	0,20	0,03	0,02
Asia occidental	0,24	0,13	0,39	0,21	0,07	0,04	1,66	0,91	0,02	0,01
Asia central	0,60	0,30	1,82	0,90	0,07	0,04	3,44	1,71	0,03	0,02
Asia meridional	0,15	0,09	0,04	0,03	0,06	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01
Asia oriental	0,10	0,09	0,26	0,24	0,15	0,14	0,24	0,22	0,02	0,02
Asia sudoriental	0,19	0,13	0,24	0,16	0,46	0,31	0,00	0,00	0,02	0,01
Europa occidental y central	0,26	0,25	0,30	0,28	0,33	0,31	0,02	0,01	0,03	0,03
Europa oriental y Federación de Rusia	0,80	1,03	2,71	3,52	3,84	4,99	0,65	0,85	0,03	0,04
Australia y Nueva Zelandia	2,21	1,49	22,14	14,97	4,24	2,87	5,53	3,74	0,05	0,04
Islas del Pacífico	0,32	0,19	0,55	0,32	2,26	1,32	0,04	0,03	0,03	0,02

Fuente: Adaptado de Fischer et al. [2010]

A4-3: Distribución de las tierras actualmente cultivadas aptas para el cultivo con sistemas adecuados de producción

Regiones	Excelente (Mha)	Buena (Mha)	Marginal (Mha)	Total (Mha)
África septentrional	3	9	7	19
África subsahariana	71	128	26	225
América septentrional	94	136	28	257
América central y el Caribe	7	8	2	16
América del Sur	41	77	10	129
Asia occidental	4	34	23	61
Asia central	0.3	32	13	46
Asia meridional	57	84	60	201
Asia oriental	25	72	53	150
Asia sudoriental	28	54	16	98
Europa occidental y central	50	54	27	131
Europa oriental y Federación de Rusia	59	102	12	173
Australia y Nueva Zelandia	4	26	21	51
Islas del Pacífico	0	0	0	0
Total (Mha)	442	816	298	1 556
Total (%)	28	53	19	100

Las columnas marcadas como «marginal» incluyen tanto tierras de calidad marginal como tierras no aptas para la producción de cultivos.

Fuente: Adaptado de Fischer et al. (2010)

A4-4: Limitaciones del suelo y el terreno para el cultivo con bajos insumos de las tierras actualmente cultivadas (en porcentaje de la región)

Regiones	Sin limitaciones o con limitaciones leves	Nutrientes del suelo	Profundidad del suelo	Drenaje del suelo	Salinidad/sodicidad	Carbonato cálcico/ yeso	Viabilidad del suelo	Terreno en laderas	Permafrost
África septentrional	57	13	5	5	2	1	7	9	0
África subsahariana	41	37	3	6	1	0	9	2	0
América septentrional	64	14	2	13	2	0	2	2	1
América central y el Caribe	47	18	1	3	0	1	17	14	0
América del Sur	36	42	2	6	2	0	8	4	0
Asia occidental	49	7	16	3	4	4	4	14	0
Asia central	68	12	2	5	6	3	0	4	0
Asia meridional	49	12	3	6	6	1	20	3	0
Asia oriental	41	22	6	14	2	1	2	12	0
Asia sudoriental	20	46	5	17	0	0	6	6	0
Europa occidental y central	47	16	14	12	1	2	5	3	0
Europa oriental y Federación de Rusia	73	15	2	7	3	0	0	0	1
Australia y Nueva Zelanda	41	20	1	17	17	0	3	1	0
Islas del Pacífico	58	8	15	1	0	0	0	18	0
Países de ingresos bajos	44	24	3	7	3	1	14	3	0
Países de ingresos medios	49	24	4	9	2	1	4	6	0
Países de ingresos altos	56	17	6	13	3	1	2	1	0

Nota: Se destacan los valores más altos.

Fuente: Adaptado de Fischer et al. [2010]

Glosario de términos y definiciones utilizados en este informe

Actividades antropógenas: Actividades relacionadas con los seres humanos.

Adsorción: Proceso mediante el cual las moléculas son atraídas y retenidas en la superficie de una sustancia (líquida o sólida).

Agricultura de conservación: Un enfoque de gestión de los agroecosistemas para conseguir una productividad mejorada y sostenida, beneficios aumentados y seguridad alimentaria, al mismo tiempo que se conservan y mejoran la base de recursos y el medioambiente. La agricultura de conservación se caracteriza por tres principios: mínima alteración mecánica del suelo; cobertura orgánica permanente del suelo; y diversificación de las especies vegetales cultivadas en secuencias o asociaciones.

Agrosilvicultura: Prácticas o sistemas de uso de la tierra en los que se integran deliberadamente árboles con cultivos o con animales en la misma unidad de gestión de la tierra.

Agua dulce: Agua que se encuentra naturalmente en la superficie de la Tierra en forma de lagos y ríos y bajo la superficie en forma de acuíferos. Su característica principal es la baja concentración de sales disueltas. En el presente informe, a no ser que se especifique lo contrario, el término *agua* se utiliza como sinónimo de agua dulce.

Alcalinización: Aumento neto de las sales alcalinas en el suelo (capa superior), lo que produce un descenso de la productividad agrícola.

Auditoría del agua: Un estudio sistemático del estado actual y de las tendencias futuras en la oferta y demanda de agua, con especial atención a los temas referentes a la accesibilidad, la incertidumbre y la gobernanza en un ámbito espacial determinado.

Captación de carbono: El proceso de extraer carbono de la atmósfera y depositarlo en reservas tales como los océanos, los bosques o los suelos mediante mecanismos físicos o biológicos.

Captación y almacenamiento de agua: Una tecnología mediante la cual se recoge el agua de lluvia, bien para aplicarla directamente a la zona cultivada y almacenarla en el perfil del suelo para su inmediata absorción por los cultivos (riego de escorrentía), bien para almacenarla en un estanque para su futuro uso productivo (por ejemplo, utilizándola para el riego suplementario).

Chaduf: Una herramienta de riego que consiste en una barra con un cubo en un extremo y un contrapeso en el otro.

Contabilidad de los recursos hídricos: Un método sistemático de organizar y presentar la información relativa a los volúmenes físicos y los flujos de agua presentes en el medioambiente, así como los aspectos económicos del suministro y uso de los recursos hídricos.

Degradación de la tierra: La reducción de la capacidad de la tierra para proporcionar bienes y servicios ecosistémicos a sus beneficiarios durante un período de tiempo.

Derecho de agua: En su sentido jurídico, un derecho legal a extraer o desviar y utilizar agua de una fuente natural determinada; a obtener o almacenar una cantidad específica de agua de una fuente natural situada tras una presa u otro tipo de estructura hidráulica; o a utilizar o mantener agua en su estado natural (flujo ecológico de un río y agua para prácticas recreativas, religiosas/espirituales, bebida, lavado, baño o abrevadero de animales).

Desertificación: La degradación de la tierra en zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, debida a varios factores, como las variaciones climáticas o las actividades humanas.

Ecosistema: Un complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos y los componentes físicos no vivos del medioambiente (como el aire, el suelo, el agua y la luz solar), que interactúan como una unidad funcional.

Eficiencia en el uso del agua: La relación entre la cantidad de agua realmente utilizada para un fin específico y la cantidad de agua extraída o desviada de su fuente para servir a este uso.

Encharcamiento: Estado de la tierra en el que el nivel freático está ubicado en la superficie de la tierra o cerca de ella, lo que disminuye el rendimiento de los cultivos.

Escorrentía: Parte del agua procedente de las precipitaciones o el riego que fluye en forma de corriente sobre la superficie de la tierra y no es absorbida por el terreno.

Eutrofización: El enriquecimiento de las masas de agua dulce con nutrientes inorgánicos (por ejemplo, nitratos y fosfatos), lo que normalmente produce un crecimiento excesivo de algas.

Evaluación de los recursos hídricos: La evaluación de los recursos hídricos se centra en la contabilidad del suministro del agua y ofrece una evaluación sistemática de los recursos hídricos, incluyendo su variabilidad y sus tendencias. Véase también *contabilidad del agua*.

Evapotranspiración: La combinación entre la evaporación procedente de la superficie del suelo y la transpiración de las plantas.

Externalidad: Una consecuencia (positiva o negativa) que se deriva de la producción o del consumo de bienes y servicios, que es experimentada por terceros externos y por la que no se paga la debida compensación.

Extracción de agua: Agua extraída de ríos, acuíferos o lagos para cualquier fin (por ejemplo, regadío, uso industrial, doméstico o comercial).

Fertirrigación: La aplicación de fertilizantes con el agua de riego.

Flujo basal: Parte del caudal de una corriente de agua que se deriva predominantemente de las aguas subterráneas descargadas en una corriente.

Gestión avanzada / alto nivel de insumos: En el supuesto de la ZAEG de gestión avanzada y de altos insumos (IIASA/FAO, 2010), el sistema de cultivo está principalmente orientado al mercado. La producción comercial es un objetivo de gestión. La producción se basa en variedades mejoradas de rendimiento elevado, está completamente mecanizada, con poca intensidad de mano de obra, y utiliza aplicaciones óptimas de nutrientes y de productos químicos para el control de plagas, enfermedades y malas hierbas.

Gestión de la demanda de agua: Un conjunto de acciones consistentes en controlar la demanda de agua, sea aumentando la eficiencia de su uso (véase definición anterior), sea mediante la redistribución intrasectorial e intersectorial de los recursos hídricos.

Gestión integrada de plagas: Un enfoque ecosistémico sobre la producción y protección de los cultivos, que combina diferentes estrategias y prácticas de gestión para obtener cultivos sanos, minimizando al mismo tiempo el uso de pesticidas.

Gestión integrada de los nutrientes (o gestión integrada de la nutrición de las plantas): Enfoque mediante el cual la nutrición de las plantas se obtiene de tal forma que se optimizan los beneficios de todas las fuentes de nutrientes posibles. Los objetivos básicos son reducir las necesidades de fertilizantes inorgánicos, restablecer la materia orgánica del suelo, aumentar la eficiencia en el uso de nutrientes y mantener la calidad del suelo en cuanto a sus propiedades físicas, químicas y biológicas.

Gestión mejorada / nivel intermedio de insumos: En el supuesto de la ZAEG de gestión mejorada y de insumos intermedios (IIASA/FAO, 2010), el sistema de cultivo está parcialmente orientado al mercado. La producción de subsistencia más la venta comercial es un objetivo de la gestión. La producción se basa en variedades mejoradas, en el empleo de mano de obra con herramientas manuales y/o tracción animal y en cierto grado de mecanización. Este sistema requiere un uso moderadamente intensivo de mano de obra y aplica algunos fertilizantes y productos químicos para controlar las plagas, enfermedades y malas hierbas, barbechos adecuados y algunas medidas de conservación.

Gestión tradicional / bajo nivel de insumos: En el supuesto de la ZAEG de gestión tradicional y de insumos bajos (IIASA/FAO, 2010), el sistema de cultivo se basa fundamentalmente en la subsistencia y no está necesariamente orientado al mercado. La producción se basa en el uso de cultivares tradicionales (si se utilizan cultivares mejorados, son tratados de la misma forma que los cultivares locales), técnicas con uso intensivo de mano de obra, sin aplicación de nutrientes, sin uso de productos químicos para controlar las plagas y enfermedades y con mínimas medidas de conservación.

Labranza de conservación: Un enfoque de gestión del suelo que excluye las operaciones de labranza convencionales, que invierten el suelo y entierran los residuos vegetales. Hay cinco tipos de sistemas de labranza de conservación: sin labranza (siembra directa), labranza con abono orgánico, labranza en fajas o zonal, cultivo en caballones (incluido el sistema sin labranza en caballones), y labranza mínima o reducida.

Micorriza: Hongo que forma una asociación simbiótica con las raíces de ciertas plantas y mediante la cual dichas plantas se benefician de una mayor disponibilidad de los nutrientes.

Modernización: En regadío, la modernización se define como un proceso de mejora técnica y de perfeccionamiento de la gestión (por oposición a la mera rehabilitación) de los planes de regadío, que se combina con reformas institucionales en caso necesario, con el objetivo de mejorar la utilización de los recursos (mano de obra, economía del agua, medioambiente) y el servicio de suministro de agua a las explotaciones.

Nivel mixto de insumos: En el supuesto de la ZAEG de nivel mixto de insumos (IIASA/FAO, 2010), se utilizan solamente las mejores tierras para cultivos con alto nivel de insumos; se supone que las tierras moderadamente aptas y marginales se utilizan en circunstancias de gestión con nivel bajo o intermedio de insumos.

Organoclorados: Productos químicos caracterizados por la presencia de componentes de carbono y de cloro. Algunos pesticidas ambientalmente persistentes (como el DDT) son organoclorados.

Pago por servicios ambientales (PSA): Una transacción voluntaria, mediante la cual un proveedor de servicios cobra una cantidad directamente de (o por cuenta de) los beneficiarios de prácticas de uso de la tierra que se espera que se traduzcan en una provisión de servicios ambientales mejor de la que se habría producido sin este pago.

Pastizal: Tierra en la cual la vegetación autóctona (clímax o subclímax) está formada predominantemente por especies herbáceas, plantas similares a las hierbas, matas o arbustos que se usan para el pastoreo o tienen potencial para ello y que funcionan como un ecosistema natural que produce alimentos para el ganado y la fauna silvestre.

Productividad del agua: La cantidad o el valor de la producción (incluidos los servicios) que aporta el agua en relación con el volumen de agua utilizada. La productividad del agua de los cultivos se refiere a la relación entre el rendimiento de estos y el suministro de agua. La productividad económica del agua se expresa como la relación entre el valor añadido de un producto y el suministro de agua.

Qanat: Canales subterráneos que obtienen aguas subterráneas de los acuíferos situados en laderas.

Recursos hídricos internos renovables (RHIR): La medida convencional del agua dulce disponible en un país (aguas superficiales y subterráneas), incluyendo los recursos procedentes de la lluvia dentro de las fronteras nacionales. Excluye los recursos transfronterizos y los recursos de agua fósil.

Ribereño: Relativo a la tierra contigua a una corriente o un río.

Salinización: El proceso mediante el cual se acumula sal sobre el suelo o en su interior. La salinización inducida por el hombre está asociada básicamente a las malas prácticas de regadío.

Servicios ecosistémicos (o servicios medioambientales): Los beneficios que obtienen las personas de los ecosistemas. Pueden ser servicios de abastecimiento (de alimentos o de agua), de regulación (como la regulación de las inundaciones, la sequía, la degradación de la tierra o las enfermedades), de apoyo (como la formación del suelo o el ciclo de nutrientes) y culturales (servicios recreativos, espirituales, religiosos y otros beneficios inmateriales).

Silvopastoreo: Sistemas y prácticas de uso de la tierra en los que los árboles y los pastos se integran deliberadamente con elementos de ganadería.

Sistema de intensificación sostenible del arroz: Un sistema integrado de producción de arroz, en el que el aumento del rendimiento se obtiene mediante cambios en las prácticas de gestión, en vez de aumentando los insumos. Según los principios de este sistema, son esenciales la gestión de la humedad del suelo (sin emplear suelos continuamente saturados), la siembra individual y con espaciamiento óptimo y el trasplante a los 15 días de la germinación.

Suelo sódico: Un suelo que contiene sodio suficiente para afectar negativamente al crecimiento de la mayoría de las plantas de cultivo (los suelos sódicos se definen como aquellos suelos que tienen un porcentaje de sodio intercambiable superior a 15).

Tierra agrícola: Tierra utilizada principalmente para fines agrícolas. FAOSTAT define los terrenos agrícolas como la suma de las superficies dedicadas a: a) tierra laborable, b) cultivos permanentes (tierra cultivada con cultivos a largo plazo, que no tienen que replantarse en varios años), y c) praderas y pastos permanentes.

Tierra de cultivo (o tierra cultivada): En el presente informe, el término *tierra de cultivo* se utiliza para referirse a los terrenos que están dedicados a cultivos agrícolas. En términos estadísticos, la tierra de cultivo es la suma de la tierra laborable (véase definición anterior) y de los cultivos permanentes.

Tierra laborable: Tierra dedicada a cultivos agrícolas temporales, praderas temporales para la siega o el pastoreo, huertas comerciales y particulares y barbechos temporales (menos de cinco años). La tierra abandonada como consecuencia de un cambio de cultivo no se incluye en esta categoría. Los datos sobre la «tierra laborable» no indican la cantidad de tierra que es potencialmente cultivable.

Tierras secas: Zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas (aparte de las regiones polares y subpolares), en las que la relación entre precipitación media anual y evapotranspiración media anual de referencia varía de 0,05 a 0,65.

Uso conjunto (de aguas superficiales y aguas subterráneas): La gestión coordinada de los suministros de aguas superficiales y subterráneas para maximizar el rendimiento total del agua.

Uso consuntivo de agua: La parte de agua extraída de su fuente para su uso con fines agrícolas, industriales o domésticos que se ha evaporado, transpirado o incorporado a los productos. La parte de agua extraída que no se consume se denomina *caudal de retorno*.

Uadi: El lecho o valle de una corriente de agua estacional en zonas áridas o semiáridas que normalmente está seco, excepto durante un breve período tras episodios de fuertes lluvias torrenciales (de unas horas a unos días).

Vertisoles: Suelos ricos en arcilla y de color oscuro, con propiedades excepcionales de contracción y expansión.

Nota explicativa sobre los mapas mundiales presentados en este informe

El presente informe contiene un conjunto de mapas mundiales cuidadosamente seleccionados como apoyo de sus principales mensajes. Aunque algunos de estos mapas han sido publicados previamente, otros se han elaborado específicamente para publicarse por primera vez este libro. En estas notas se ofrece una breve explicación metodológica sobre los mapas de nueva elaboración, así como referencias sobre los que ya han aparecido publicados anteriormente. La documentación detallada se encuentra disponible en la página web del presente informe: <http://www.fao.org/nr/solaw/>.

Mapa 1.1: Usos y coberturas predominantes de las tierras

Este mapa muestra una distribución mundial de las principales clases de cobertura de las tierras, que incluye aquellos usos en los que la tierra de cultivo se ha separado de las categorías de especies herbáceas y arbustos naturales. Este mapa procede de la base de datos sobre zonas agroecológicas mundiales (ZAEM v3.0), mantenida por la FAO y el Instituto Internacional para el Análisis de Sistemas Aplicados (IIASA) y utilizada como referencia para los estudios de perspectiva agrícola.

Fuente: IIASA/FAO, 2010

Mapa 1.2: Distribución mundial de la escasez física de agua por principales cuencas fluviales

Este mapa representa los niveles de escasez de agua por principales cuencas fluviales, expresada según la relación entre el agua de riego que es consumida por las plantas a través de la evapotranspiración y los recursos de agua dulce renovables. A diferencia de anteriores mapas sobre la escasez de agua, en este se tiene en cuenta el uso consuntivo en lugar de las extracciones de agua. Los recursos de agua dulce renovables y las necesidades netas de agua de riego de las cuencas fluviales se calculan por medio de un modelo de balance hídrico, partiendo de datos sobre el clima, los suelos y la agricultura de regadío.

Fuente: El presente estudio

Mapa 1.3: Principales sistemas agrícolas

Este mapa, que se basa en el trabajo realizado por Dixon *et al.* (2001) sobre la cartografía de los principales cultivos, se utiliza como base para el análisis de los sistemas en situación de riesgo que se hace en el presente informe. Este mapa se basa en una interpretación de datos sobre la cobertura de la tierra en el mundo, junto con

varias series de datos temáticos que muestran la superficie sometida a riego y la extensión de los arrozales.

Fuente: El presente estudio

Mapa 1.4: Principales limitaciones de los suelos y tierras dedicados a la agricultura de bajos insumos

Este mapa muestra las limitaciones de suelos y tierras predominantes en las condiciones de cultivo de bajos insumos. Forma parte de la versión 3.0 de la base de datos sobre zonas agroecológicas mundiales de IIASA/FAO. Las condiciones limitadoras de los suelos y de los terrenos en pendiente se han tenido en cuenta y se han introducido en el análisis por medio de clasificaciones de calidad del suelo.

Fuente: IIASA/FAO, 2010

Mapa 1.5: Brecha de rendimiento para un conjunto de cultivos básicos

Este mapa presenta, para un conjunto de cultivos básicos, la relación entre la producción real de los cultivos en el año 2000 y la potencialmente alcanzable con el uso de técnicas agrícolas avanzadas en la actual tierra cultivada. Representa la brecha de productividad debida a los bajos niveles de insumos y de gestión o las ganancias que podrían conseguirse al pasar de la agricultura actual a otra más avanzada.

Fuente: IIASA/FAO, 2010

Mapa 1.6: Superficie con infraestructura de regadío en porcentaje de la superficie de tierras

Este mapa muestra la superficie de tierra con infraestructura de regadío a finales del siglo XX, según el Mapa Mundial de Superficies de Regadío (versión 4.0.1), junto con las zonas de agricultura de secano tomadas del Mapa 1.3.

Fuente: Siebert et al., 2007

Mapa 1.7: Porcentaje de la superficie regada con aguas subterráneas

La mayoría de los sistemas de regadío del mundo se alimentan con aguas superficiales, aguas subterráneas o con una combinación de estos dos sistemas (uso conjunto del agua). Este mapa se basa en una combinación del Mapa 1.6 y un conjunto de datos mundiales sobre el riego con aguas subterráneas. Están representadas tanto las áreas alimentadas con aguas superficiales como las zonas en las que se emplea un uso conjunto de aguas superficiales y aguas subterráneas.

Fuente: Siebert et al., 2007

Mapa 2.1: Prevalencia del retraso del crecimiento entre los niños

Este mapa se ha obtenido a partir de una base de datos del Sistema de Información Geográfica (SIG) mantenido por la FAO, con información mundial sobre inseguri-

dad alimentaria, pobreza y medioambiente. Se basa en datos sobre el retraso del crecimiento entre los menores de cinco años de edad en torno al año 2000.

Fuente: FAO, 2007c

Mapa 2.2: Distribución de la densidad de población pobre, basada en el retraso del crecimiento entre los niños

La FAO utiliza el retraso del crecimiento entre los niños como un indicador de la inseguridad alimentaria y de la pobreza. Superponiendo la tasa de retraso del crecimiento (Mapa 2.1) y la densidad de población, este mapa muestra la distribución de la densidad de población pobre en los países en desarrollo.

Fuente: El presente estudio

Mapa 3.1: Proporción de tierra salinizada a consecuencia del regadío

Este mapa representa la distribución espacial de la tierra dedicada al regadío que está afectada por algún grado de salinización. Para su elaboración se han combinado datos estadísticos sobre países tomados de la base de datos AQUASTAT de la FAO y relativos a las zonas de regadío afectadas por la salinización, con información espacial sobre las superficies de regadío en las que las precipitaciones no son suficientes para eliminar los residuos de sal acumulados en el suelo a consecuencia del riego.

Fuente: El presente estudio

Mapa 3.2: Los sistemas agrícolas en situación de riesgo: presión demográfica sobre la tierra y el agua

Este mapa muestra el grado en que los sistemas agrícolas de regadío y de secano, según se definen en el Mapa 1.3, están limitados por la escasez de tierra o de agua. La escasez de tierra en la agricultura de secano se ha evaluado comparando la densidad de población rural con la aptitud para los cultivos de secano, asignando una densidad de población máxima a cada categoría de aptitud. La escasez de agua en las zonas de regadío se ha evaluado combinando el Mapa 1.2 con el mapa mundial de zonas de regadío. Se considera que las zonas con escasez de tierra en climas secos padecen tanto escasez de tierra como de agua.

Fuente: El presente estudio

Todos los conjuntos de datos de la FAO accesibles al público, incluidas las referencias, pueden consultarse en el depósito de metadatos de GeoNetwork (<http://www.fao.org/geonetwork>).

Referencias

- Aguilar-Manjarrez, J., Kapetsky, J. M. y Soto, D.** 2010. The potential of spatial planning tools to support the ecosystem approach to aquaculture. Taller técnico. 19–21 noviembre 2008, Roma. Actas de Pesca y Acuicultura, núm. 17. Roma, FAO.
- AIE** 2009. *World energy outlook 2009*. Agencia Internacional de la Energía. Resumen ejecutivo. (Disponible en: http://www.worldenergyoutlook.org/docs/weo2009/WEO2009_es_english.pdf)
- Akroyd, S. y Smith, L.** 2007. *Review of public spending to agriculture*. Londres/ Washington, DC, DFID / Banco Mundial. (Disponible en: <http://www1.worldbank.org/publicsector/pe/pfma07/OPMReview.pdf>)
- Alexandratos, N.** 2005. Countries with rapid population growth and resource constraints: issues of food, agriculture, and development. *Population and Development Review*, 31(2): 237–258.
- Alexandratos, N.** 2009. World food and agriculture to 2030/50: highlights and views from 2009. 32 pp. En: *How to feed the world in 2050*. Actas de foro de expertos de alto nivel, FAO, Roma, 24–26 junio 2009. (Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/012/ak542e/ak542e04.pdf>)
- BAfD** 2008. *Lake Chad Basin Sustainable Development Programme (PRODEBALT)*. Informe de evaluación, octubre 2008. Abidjan y Túnez, Banco Africano de Desarrollo. (Disponible en: <http://www.afdb.org/fileadmin/uploads/afdb/Documents/Project-and-Operations/30771454-EN-LACTCHAD-DEC-2008.PDF>)
- Banco Mundial** 2003. Implementation completion report for the Loess Plateau project. Informe núm. 25701. Washington, DC, Banco Mundial. (Disponible en: http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSCContentServer/WDSP/IB/2003/05/01/000160016_20030501180454/Rendered/PDF/257011CN1Loess1d0Rehab0Project01ICR.pdf)
- Banco Mundial** 2005. *Shaping the future of water for agriculture: a sourcebook for investment in agricultural water management*. Washington, DC, Banco Mundial. (Disponible en: http://siteresources.worldbank.org/INTARD/Resources/Shaping_the_Future_of_Water_for_Agriculture.pdf)

Banco Mundial 2006. *Directions in development. Reengaging in agricultural water management. Challenges and options*. Washington, DC, Banco Mundial. (Disponible en: http://siteresources.worldbank.org/INTARD/Resources/DID_AWM.pdf)

Banco Mundial 2007a. *Agricultura para el desarrollo*. Informe sobre el Desarrollo Mundial 2008. Washington, DC, Banco Mundial. (Disponible en: http://siteresources.worldbank.org/INTWDR2008/Resources/WDR_00_book.pdf)

Banco Mundial 2007b. *Emerging public-private partnerships in irrigation development and management*. En: Dargouth, S. et al. Water Sector Board Discussion Paper Series núm. 10, mayo 2007. Washington, DC, Banco Mundial. (Disponible en: http://siteresources.worldbank.org/INTWSS/Resources/WS10_txt.pdf)

Banco Mundial 2007c. *Investment in agricultural water for poverty reduction and economic growth in Sub-Saharan Africa: synthesis report*. Informe núm. 43768 (2008-01-01). Washington, DC, Banco Mundial. (Disponible en: http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDSP/IB/2008/05/29/000334955_20080529023517/Rendered/PDF/437680SR0white10water0200801PUBLIC1.pdf)

Banco Mundial 2007d. China second Loess Plateau watershed rehabilitation project; first and second Xiaolangdi multipurpose project; and second Tarim Basin project. Informe de evaluación de resultados del proyecto. Informe núm. 41122. Washington, DC, Banco Mundial. (Disponible en: http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDSP/IB/2007/10/31/000020953_20071031102004/Rendered/PDF/41122.pdf)

Banco Mundial 2008. *Poverty analysis in agricultural water operations*. Water Working Notes núm. 16. Washington, DC, Banco Mundial. (Disponible en: http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDSP/IB/2008/06/18/000333037_20080618031322/Rendered/PDF/442260NWP0WN1610Box327398B01PUBLIC1.pdf)

Banco Mundial 2009a. *Environmental flows in water resources policies, plans and projects: findings and recommendations*. Informe núm. 48743. Washington, DC, Banco Mundial. (Disponible en: http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDSP/IB/2009/06/04/000334955_20090604063828/Rendered/PDF/487430PUB0envi101Official0Use0Only1.pdf)

Banco Mundial 2009b. *Informe sobre el Desarrollo Mundial 2010*. Washington, DC, Banco Mundial. (Disponible en: <http://econ.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/EXTDEC/EXTRESEARCH/EXTWDRS/EXTWDR2010/0,,content>)

- Banco Mundial** 2010a. Deep wells and prudence: towards pragmatic action for addressing groundwater overexploitation in India. Washington, DC, Banco Mundial. (Disponible en: <http://siteresources.worldbank.org/INDIAEXTN/Resources/295583-1268190137195/DeepWellsGroundWaterMarch2010.pdf>)
- Banco Mundial** 2010b. *Managing Water Scarcity*. Documento de apoyo para el estudio del Departamento del Próximo Oriente y Norte de África sobre la paz, la estabilidad y el desarrollo. Washington, DC, Banco Mundial.
- Batchelor C. H., Rama Mohan Rao, M. S. Manohar Rao, S.** 2003. Watershed development: A solution to water shortages in semi-arid India or part of the problem? *Land Use and Water Resources Research* 3:1-10. (<http://www.luwrr.com>)
- Bates, B. C., Kundzewicz, Z. W., Wu, S. y Palutikof, J. P.** 2008. *El cambio climático y el agua*. Documento técnico VI del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). Secretaría del IPCC. Ginebra, 210 pp. (Disponible en: http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_and_data_technical_papers.shtml#.T_sqR5FTb-o)
- Bhattarai, M. y Narayanamoorthy, A.** 2003. Impact of irrigation on rural poverty in India: an aggregate panel-data analysis. *Water Policy*, 5(5-6): 443-458.
- Bickel, M. y Breuer, T.** 2009. Foreign direct investments in land in developing countries. *Rural 21 – The International Journal for Rural Development*, 43(2), abril.
- Bingham, G., Wolf, A. y Wohlgenant, T.** 1994. *Resolving water disputes*. Washington, DC, USAID. (Disponible en: <http://www.beyondintractability.org/article-summary/10049/>)
- Binswanger, H. P.** 1991. Brazilian policies that encourage deforestation in the Amazon. *World Development*, 19(7): 821-829.
- BIRF** 2011. *Rising global interest in farmland. Can it yield sustainable and equitable benefits?* (Disponible en: http://siteresources.worldbank.org/INTARD/Resources/ESW_Sept7_final_final.pdf)
- Blench, R.** 1999. Extensive pastoral livestock systems: issues and options for the future. Roma, FAO. (Disponible en: <http://www.smallstock.info/reference/FAO/kyokai/document2.pdf>)

- Blomquist, W.** 1992. *Dividing the waters: governing groundwater in southern California*. San Francisco (CA), Institute for Contemporary Studies.
- Boonman, J. G. y Mikhalev, S. S.** 2005. The Russian Steppe. En: Suttie, J. M., Reynolds, S. G. y Batello, C. (eds.). *Grasslands of the World*. Roma. Colección FAO: Producción y Protección Vegetal, núm. 34, pp. 381-416.
- Bostock, J., McAndrew, B., Richards, R., Jauncey, K., Telfer, T., Lorenzen, K., Little, D., Ross, L., Handisyde, N., Gatward, I. y Corner, R.** 2010. Aquaculture: global status and trends. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 365: 2897-2912. (doi:10.1098/rstb.2010.0170)
- Brismar, A.** 1999. Environmental challenges and impacts of land use conversion in the Yellow River basin. Informe provisional IR-99-016. Laxenburg, Instituto Internacional para el Análisis de Sistemas Aplicados (IIASA). (Disponible en: <http://www.iiasa.ac.at/Publications/Documents/IR-99-016.pdf>)
- Bruinsma, J.** 2003. *World agriculture: towards 2015/2030. A FAO perspective*. Londres/Roma, Earthscan/FAO. (Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/005/y4252e/y4252e.pdf>)
- Bruinsma, J.** 2009. *The resource outlook to 2050: by how much do land, water use and crop yields need to increase by 2050? Reunión de expertos del foro Cómo Alimentar al Mundo en 2050*. Roma, FAO y ESDD. (Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/012/ak542e/ak542e06.pdf>)
- Bruns, B. R., Ringler, C. y Meinzen-Dick, R.** 2005. Reforming water rights: governance, tenure and transfers. pp 283-309. En: *Bruns et al.* (eds) *Water Rights Reform*. Washington, DC, Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias (IFPRI). (Disponible en: <http://www.ifpri.org/sites/default/files/publications/oc49.pdf>)
- Caponera, D. A.** 1992. *Principles of water law and administration: national and international*. Rotterdam/La Haya, Balkema.
- Capoor, K. y Ambrosi, F.** 2009. *State and trends of the carbon market 2007: a focus on Africa*. Washington, DC, Banco Mundial. (Disponible en: http://siteresources.worldbank.org/INTCARBONFINANCE/Resources/State___Trends_of_the_Carbon_Market_2009-FINAL_26_May09.pdf)
- Carpenter, S. y Bennet, E.** (2011) Reconsideration of the planetary boundary for phosphorus. *Environmental Research Letters*. 6: 014009 (12 pp).

CDE 2010. *Coping with degradation through SLWM*. Centro para el Desarrollo y el Medio Ambiente (CDE). Informe temático SOLAW – TR12. Roma, FAO. (Disponible en: <http://www.fao.org/nr/solaw/>)

Charalambous, A. N. y Garratt P. 2009. Recharge–abstraction relationships and sustainable yield in the Arani–Kortalaiyar groundwater basin, India. *Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology*, 42: 39–50. (doi:10.1144/1470-9236/07-065)

Chorley, R. C. (ed) 1969. *Water, earth and man*. Londres, Methuen.

CLD 2007. Mesa redonda de alto nivel sobre la desertificación y la adaptación al cambio climático. Conferencia de las partes, Octava sesión, Madrid, 3-14 septiembre 2007. (Disponible en: <http://www.unccd.int/convention/menu.php>)

Comisión Europea. 2010. Directiva Marco de la UE sobre el Agua. (Disponible en: http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/index_en.html)

Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R. V., Paruelo, J., Raskin, R. G., Sutton, P. y Van den Belt, M. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387. (Disponible en: http://www.uvm.edu/giee/publications/Nature_Paper.pdf)

Cotula, L. 2010. *Land tenure issues in agricultural investment*. Informe temático SOLAW TR05B. Roma, FAO. (Disponible en: <http://www.fao.org/nr/solaw/>)

Cotula, L., Vermeulen, S., Leonard, R. y Keeley, J. 2009. *Land grab or development opportunity? Agricultural investment and international land deals in Africa*. Roma/ Londres, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) / Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA) / Instituto Internacional de Medio Ambiente y Desarrollo (IIMAD). (Disponible en: <http://pubs.iied.org/pdfs/12561IIED.pdf>)

Coudouel, A., Hentschel, J. y Wodon, Q. 2002. Poverty measurement and analysis. En: Klugman, J. (ed.) *A sourcebook for poverty reduction strategies, volume 1: core techniques and cross-cutting issues*, pp. 29–74. Washington, DC, Banco Mundial. (Disponible en: http://www-wds.worldbank.org/external/default/main?pagePK=64193027&piPK=64187937&theSitePK=523679&menuPK=64187510&searchMenuPK=64187511&theSitePK=523679&entityID=000112742_20040818172234&searchMenuPK=64187511&theSitePK=523679)

- De Fraiture, C., Giordano, M. y Yongsong, L.** 2008. Biofuels and implications for agricultural water use: blue impacts of green energy. *Water Policy*, 10 (suplemento 1): 67–81.
- den Biggelaar, C., Lal, R., Wiebe, K., Eswaran, H., Breneman, V. y Reich, P.** 2003. The global impact of soil erosion on productivity ii: effects on crop yields and production over time. *Advances in Agronomy*, 81: 49–95.
- Dixon, J. y Gulliver, A., con Gibbon, D.** (2001) *Farming systems and poverty: improving farmers' livelihoods in a changing world*. Roma / Washington, DC, FAO / Banco Mundial.
- Ellis, E. C. y N. Ramankutty.** 2008. Putting people in the map: anthropogenic biomes of the world. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 6(8): 439-447 doi:10.1890/070062.
- Ellis, F.** 2000. *Rural livelihoods and diversity in developing countries*. Oxford (Reino Unido), Oxford University Press.
- EM.** 2005. Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. (Disponible en: <http://www.maweb.org/en/index.aspx>)
- Eswaran, H., Lal, R. y Reich, P. F.** 2001. Land degradation: an overview. En: Bridges, E. M., I. D. Hannam, L. R. Oldeman, F. W. T. Pening de Vries, S. J. Scherr y S. Sompatpanit (eds.) *Responses to Land Degradation. Actas 2ª Conferencia Internacional sobre Degradación de la Tierra y Desertificación*, Khon Kaen (Tailandia) / Nueva Delhi (India), Oxford Press.
- Fairtrade.** 2011. Fairtrade International. (Sitio web: <http://www.fairtrade.net/>)
- Fan, S., Omilola, B. y Lambert, M.** 2009. *Public spending for agriculture in Africa: trends and composition*. Documento de trabajo núm. 28 del Sistema para el Análisis Estratégico Regional y de Apoyo al Conocimiento (ReSAKSS). Washington, DC, Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias (IFPRI). (Disponible en: <http://www.resakss.org/index.php?pdf=42375>)
- FAO** 1976. *Esquema para la evaluación de tierras*. Boletín de Suelos de la FAO, 32. Roma, FAO. (Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/x5310e/x5310e00.HTM>)
- FAO** 1996. *Lucha contra la contaminación agrícola de los recursos hídricos. Estudio FAO Riego y Drenaje*, 55. Roma. (Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/W2598E/W2598E00.htm>)

- FAO 2000.** *La eliminación de la inseguridad alimentaria en el Cuerno de África. Estrategia para una acción concertada de los gobiernos y los organismos de las Naciones Unidas.* Informe de síntesis del Grupo de tareas interinstitucional de respuesta de las Naciones Unidas a la seguridad alimentaria a largo plazo, el desarrollo agrícola y otros aspectos relacionados para el Cuerno de África. Roma. 13 pp. (Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/003/x8530e/x8530e00.htm#TopOfPage>)
- FAO 2002a.** *Tenencia de la tierra y desarrollo rural. Estudios de la FAO sobre Tenencia de la Tierra*, núm. 3. Roma. (Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/005/y4307e/y4307e00.pdf>)
- FAO 2002b.** *Land-water linkages in rural watersheds. Boletines de la tierra y el agua*, núm. 9. Roma. (Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/agl/aglw/docs/lw9e.pdf>)
- FAO 2002c.** *Las cuestiones de género y el acceso a la tierra. Estudios de la FAO sobre Tenencia de la Tierra*, núm. 4. Roma. (Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/005/y4308e/y4308e00.pdf>)
- FAO 2003.** *Legislation on water users' organization: a comparative analysis.* Estudios legislativos de la FAO, núm. 79. (Disponible en: <http://www.fao.org/DOCREP/006/Y5049E/Y5049E00.HTM>)
- FAO 2004a.** *Decentralization and rural property taxation.* Estudios de la FAO sobre Tenencia de la Tierra, núm. 7. Roma. (Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/007/y5444e/y5444e00.pdf>)
- FAO 2004b.** *Land and Water.* Estudios Legislativos de la FAO, núm. 79. (Disponible en: <http://www.fao.org/DOCREP/006/Y5049E/Y5049E00.HTM>)
- FAO 2004c.** *Water charging in irrigated agriculture. An analysis of international experience.* Roma, FAO Water Report, núm. 28. (Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/agl/aglw/docs/wr28e.pdf>)
- FAO 2006a.** *Agro-acuicultura integrada.* FAO Documento Técnico de Pesca, núm. 407. Roma, FAO.
- FAO 2006b.** *World agriculture: towards 2030/2050. Interim report. Prospects for food, nutrition, agriculture and major commodity groups.* Roma, FAO. (Disponible en: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/esag/docs/Interim_report_AT2050web.pdf)
- FAO 2006c.** *Livestock's long shadow.* Roma, FAO. (Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/010/a0701e/a0701e00.HTM>)

- FAO 2006d. *Stakeholder-oriented valuation to support water resource management processes. Confronting conceptions with local practice*. Informes FAO Water, núm. 30. Roma, FAO. (Disponible en: ftp://ftp.fao.org/agl/aglw/docs/wr30_eng.pdf)
- FAO 2006e. *Modern water rights: theory and practice*. Estudios Legislativos de la FAO, núm. 92. (Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a0864e/a0864e00.pdf>)
- FAO 2007a. *Irrigation management transfer: worldwide efforts and results*. Informes FAO Water, núm. 32. Roma, FAO. (Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/010/a1520e/a1520e00.htm>)
- FAO 2007b. *Land evaluation: towards a revised framework*. Documento de debate de Tierras y Aguas de la FAO, núm. 6. Roma, FAO. (Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/a1080e/a1080e00.pdf>)
- FAO 2007c. *Food insecurity, poverty and environment global GIS database*. Documentos de trabajo de la FAO sobre el Medio Ambiente y la Gestión de los Recursos Naturales, núm. 26. (Disponible en: <http://www.fao.org/geonetwork/srv/en/main.home?uuid=0dc30f20-851b-11db-b9b2-000d939bc5d8>)
- FAO 2007d. *Remediation of arsenic for agriculture sustainability, food security and health in Bangladesh*. Documento de trabajo de la FAO. Roma, FAO. (Disponible en: http://www.fao.org/nr/water/docs/FAOWATER_ARSENIC.pdf)
- FAO 2007e. *Modernizing irrigation management – the MASSCOTE approach*. Estudios de la FAO sobre Riego y Drenaje, número 63. (Disponible en: <http://www.fao.org/nr/water/docs/masscote/technical/Masscote.pdf>)
- FAO 2008a. *Financial mechanisms for adaptation to and mitigation of climate change in the food and agriculture sectors*. Conferencia de alto nivel sobre la seguridad alimentaria en el mundo. (Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/meeting/013/k2516e.pdf>)
- FAO 2008b. *Estudio mundial sobre buenas prácticas de los servicios de extensión y asesoramiento agropecuarios en el mundo*. Roma, FAO. (Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/i0261e/i0261e00.pdf>)
- FAO 2008c. *Scoping agriculture-wetland interactions*. Informes de FAO Water, núm. 33. Roma, FAO. (Disponible en: <http://www.fao.org/nr/water/docs/WaterReports33.pdf>)

- FAO 2009a. *Situación de los bosques del mundo 2009*. Roma, FAO. (Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/011/i0350s/i0350s00.htm>)
- FAO 2009b. *El estado mundial de la agricultura y la alimentación 2009*. Roma, FAO. (Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/012/i0680s/i0680s00.htm>)
- FAO 2010a. *El estado mundial de la pesca y la acuicultura*. Roma, FAO. 197 pp. (Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/013/i1820s/i1820s00.htm>)
- FAO 2010b. Base de datos FAOSTAT. (Disponible en: <http://faostat.fao.org/>)
- FAO 2010c. Base de datos AQUASTAT. (Disponible en: www.fao.org/nr/water/aquastat/main/index.stm)
- FAO 2010d. *Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010*. Estudios FAO: Montes, núm. 163. Roma, FAO. (Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/013/i1757s/i1757s00.htm>)
- FAO 2010e. Global survey of agricultural mitigation projects. 30 pp. (Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/012/al388e/al388e00.pdf>)
- FAO 2011a. *El estado mundial de la agricultura y la alimentación 2010-11. Las mujeres en la agricultura: Cerrar la brecha de género en aras del desarrollo*. Roma, FAO. (Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/013/i2050e/i2050e00.htm>)
- FAO 2011b. Land tenure. (Disponible en: http://www.fao.org/nr/tenure/lt-home/en/?no_cache=1)
- FAO 2011c. *Situación de los bosques del mundo 2011*. Roma. (Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/013/i2000s/i2000s00.htm>)
- FAO 2011d. *Climate change, water and food security. Informes FAO Water*, núm. 36. Roma, FAO. (Disponible en: <http://www.fao.org/nr/water/jsp/publications/search.htm>)
- FAO 2011e. Multiple use of water. (Sitio web: http://www.fao.org/nr/water/topics_irrig_mus.html)
- FAO/ICLARM/IIRR 2001. *Agro-acuicultura integrada: Manual Básico*. FAO Documento Técnico de Pesca, núm. 407. Roma, FAO. (Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/005/y1187e/y1187e01.htm>)

- FAO y PMA** 2010. *El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo. La inseguridad alimentaria en crisis prolongadas*. Roma, FAO. (Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/013/i1683s/i1683s00.htm>)
- FAO y SICIAY** 2003. Desnutrición crónica en los niños (un indicador de pobreza). Sistemas de información y cartografía sobre la inseguridad alimentaria y la vulnerabilidad, Roma. (Disponible en: http://www.fivims.org/index.php?option=com_sobi2&sobi2Task=sobi2Details&sobi2Id=115&Itemid=71)
- Faurès, J-M., Svendsen, M. y Turrall, H.** 2007. Reinventing irrigation. En: Molden, David (ed.). *Water for food, water for life: A comprehensive assessment of water management in agriculture*. Londres/Colombo (Sri Lanka), Instituto Internacional para el Manejo del Agua (IWMI) / Earthscan. pp. 353-394.
- Fischer, G., Van Velthuisen, H., Shah, M. y Nachtergaele, F. O.** 2002. Global agro-ecological assessment for agriculture in the twenty-first century: methodology and results. (Disponible en: <http://www.iiasa.ac.at/Admin/PUB/Documents/RR-02-002.pdf>)
- Fischer, G., Tubiello, F. N., Van Velthuisen, H. y Wiberg, D. A.** 2007. Climate change impacts on irrigation water requirements: effects of mitigation, 1990-2080. *Technological Forecasting and Social Change*, 74(7): 1083-1107.
- Fischer, G., Hizsnyik, E., Prieler, S. y Wiberg, D.** 2010. *Scarcity and abundance of land resources: competing uses and the shrinking land resource base*. Informe temático SOLAW TR02. Roma, FAO. (Disponible en: <http://www.fao.org/nr/solaw/>)
- FMAM** 2011. Proyectos y financiación. Fondo para el Medio Ambiente Mundial. (Sitio web: http://www.thegef.org/gef/gef_projects_funding)
- Foster, V. y Briceño-Garmendia, C.** 2010. *Africa's infrastructure: a time for transformation*. Washington, DC, Banco Mundial. 355 pp. (Disponible en: <https://www.infrastructureafrica.org/aicd/flagship-report>)
- Frenken, K.** 2010. *Sources of water for agriculture*. Informe temático SOLAW TR03. Roma, FAO. (Disponible en: <http://www.fao.org/nr/solaw/>)
- Garduno, H. y Foster, S.** 2011. *Sustainable groundwater irrigation: approaches to reconciling demand with resources*. Serie de informes estratégicos del GWMate, núm. 4. Washington, DC, Banco Mundial.

- Garrity, D. P., Akinnifesi, F. K., Ajayi, O. C., Weldesemayat, S. G., Mowo, J. G., Kalinganire, A., Larwanou, M. y Bayala, J.** 2010. Evergreen agriculture: a robust approach to sustainable food security. En: Africa. *Journal of Food Security*, 2: 197–214.
- GEO** 2010. Grupo de Observación de la Tierra. (Sitio web: <http://www.earthobservations.org/>)
- Geodata Institute** 2010. *Where are the poor and where are the land and water resources. Informe temático SOLAW TR14.* (Disponible en: <http://www.fao.org/nr/solaw/>).
- Giordano, M. A. y Wolf, A. T.** 2002. The world's international freshwater agreements. En: PNUMA (ed) 2002. *Atlas of international freshwater agreements*, pp. 1–8. PNUMA, Oregon State University y FAO. (Disponible en: http://www.transboundarywaters.orst.edu/publications/atlas/atlas_pdf/2_WorldsAgreements_atlas.pdf)
- Grepperud, S.** 1994. *Population–environment links. Testing a soil degradation model for Ethiopia.* Documento de trabajo núm. 1994–46. Environment Department, Washington, DC, Banco Mundial.
- Grey, D. y Sadoff, C.** 2006. *The global water challenge: poverty growth and international relations.* Ponencia presentada en la Serie de Seminarios sobre Temas Globales. Washington, DC, Banco Mundial.
- Gross, R., Schultink, W. y Sastroamidjojo, S.** 1996. Stunting as an indicator for health and wealth: an Indonesian application. *Nutrition Research*, 16(11–12): 1829–1837.
- Halwart, M. y Van Dam, A. (eds)** 2006. *Integración de sistemas de irrigación y acuicultura en África occidental: Conceptos, prácticas y potencial.* Documentos de Pesca y Acuicultura de la FAO. Roma, FAO. (Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/013/a0444s/a0444s00.htm>)
- Hamilton, K., Sjardin, M., Shapiro, A. y Marcello, T.** 2009. *Fortifying the foundation: State of the voluntary carbon markets 2009.* Washington, DC / Nueva York, New Carbon Finance / Ecosystem Marketplace. (Disponible en: http://www.ecosystemmarketplace.com/documents/cms_documents/StateOfTheVoluntaryCarbonMarkets_2009.pdf)
- Hardin, G.** 1968. The tragedy of the commons. *Science*, 162: 1243–1248.

- Heath, H. y Binswanger, H.** 1996. Natural resources degradation. *Environment and Development Economics*, 1 (1): 65-84.
- Hellegers P. J. G. J., Perry, C. y Nasser, A.** 2011. Incentives to reduce groundwater consumption in Yemen. *Irrigation and Drainage*. 60: 93-102.
- Hoekstra, A. Y.** 2010. *The relation between international trade and freshwater scarcity*. Documento de trabajo de la División de Investigación y Estadística ERSD-2010-05. Ginebra, OMC. (Disponible en: http://www.wto.org/english/res_e/reser_e/ersd201005_e.pdf)
- Hoekstra, A. Y. y Chapagain, A.** 2007. Water footprints of nations: water use by people as a function of their consumption pattern. *Water Resource Management*, 21: 35-48.
- Hoogeveen, J., Faurès, J-M. y Van De Giessen, N.** 2009. Increased biofuel production in the coming decade: to what extent will it affect global freshwater resources? *Irrigation and Drainage*, 58: S148-S160.
- Huang, J., Xiaobing Wang, Huayong Zhi, Zhurong Huang y Rozelle, S.** 2011. Subsidies and distortions in China's agriculture: evidence from producer-level data. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 55 (1): 53-71. (Disponible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1467-8489.2010.00527.x/pdf>)
- Huang, Q., Rozelle, S., Lohmar, B., Jikun Huang y Jinxia Wang.** 2006. Irrigation, agricultural performance and poverty reduction in China. *Food Policy*, 31 (1): 30-52.
- Hussain, I.** 2007. Pro-poor intervention strategies in irrigated agriculture in Asia: issues, lessons, options and guidelines: Bangladesh. *Irrigation and Drainage*, 56 (2-3): 119-126.
- Hussain, I. y Hanjra, M. A.** 2004. Irrigation and poverty alleviation: review of the empirical evidence. *Irrigation and Drainage*, 53 (1): 1-15.
- IIASA/FAO** 2010. Zonas agroecológicas mundiales (ZAEM v3.0). Laxenburg (Austria) / Roma (Italia), IIASA/FAO.
- IPCC** 2007. *Cambio climático 2007: Impacto, adaptación y vulnerabilidad*. Aportes del Grupo de Trabajo II al Cuarto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental sobre el Cambio Climático. Parry, M. L., Canziani, O. F., Palutikof, J. P., van der Linden P. J. y Hanson, C. E. (eds), Cambridge (Reino Unido), Cambridge University Press, pp. 273-313.

- Irz, X., Thirtle, C. y Wiggins, S.** 2001. Agricultural productivity growth and poverty alleviation. *Development Policy Review*, 19 (4): 449-466.
- Jua, Xiao-Tang, Guang-Xi Xing, Xin-Ping Chena, Shao-Lin Zhangb, Li-Juan Zhangc, Xue-Jun Liua, Zhen-Ling Cuia, Bin Yinb, Peter Christie, Zhao-Liang Zhub, y Fu-Suo Zhanga.** 2009. Reducing environmental risk by improving N management in intensive Chinese agricultural systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(9): 3041-3046. (Disponible en: <http://www.pnas.org/content/106/9/3041.full.pdf+html>)
- LADA 2010a.** Evaluación de la degradación de tierras secas. (Disponible en: <http://www.fao.org/nr/lada/>)
- LADA 2010b.** *National land degradation assessment Senegal and review of global socio-economic parameters in the LADA data base.* Informe temático SOLAW TR19 – elaborado por el Centro de Estudios sobre la Alimentación en el Mundo (SOW-U) y la Universidad Libre (Vrije Universiteit) de Amsterdam. (Disponible en: http://www.fao.org/nr/lada/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=685&Itemid=165&lang=en)
- Lipper, L., Dutilly-Diane, C. y McCarthy, N.** 2010. Supplying carbon sequestration from West African rangelands: opportunities and barriers. *Rangeland Ecology and Management*, 631: 155-166 (Disponible en: <http://www.bioone.org/doi/pdf/10.2111/REM-D-09-00009.1>)
- Lipton, M.** 2007. Farm water and rural poverty reduction in developing Asia. *Irrigation and Drainage*, 56: 127-146.
- Llamas, M. R. y Custodio, E. (eds.)** 2003. *Intensive use of groundwater: challenges and opportunities.* Lisse, Balkema.
- Lundqvist, J., De Fraiture, C. y Molden, D.** 2008. Saving water: From field to fork – curbing losses and wastage in the food chain. Informe de Políticas del Instituto Hídrico Internacional de Estocolmo (SIWI). Instituto Hídrico Internacional de Estocolmo. (Disponible en: http://www.siwi.org/documents/Resources/Policy_Briefs/PB_From_Filed_to_Fork_2008.pdf)
- Mainuddin, M. y Kirby, M.** 2009. Spatial and temporal trends of water productivity in the lower Mekong River Basin. *Agricultural Water Management*, 96(11): 1567-1578.

- Mateo-Sagasta, J. y Burke, J.** 2010. *Agriculture and water quality interactions*. Informe temático SOLAW TR08. Roma, FAO. (Disponible en: <http://www.fao.org/nr/solaw/>)
- McCay, B. J. y Acheson, J. M. (eds.)** 1987. *The question of the commons: the culture and ecology of communal resources*. Tucson, University of Arizona Press.
- Meinzen-Dick, R.** 2007. Beyond panaceas in irrigation institutions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(39): 15 200-15 205.
- Molden, D. (ed.)**. 2007. *Water for food, water for life. Comprehensive assessment of water management in agriculture*. Colombo/Londres, Instituto Internacional para el Manejo del Agua (IWMI) / Earthscan. (Disponible en: <http://www.iwmi.cgiar.org/assessment/>)
- Molden, D., Oweis, T., Steduto, P., Bindraban, P., Hanjra, M. A. y Kijne, J.** 2010. Improving agricultural water productivity: between optimism and caution. *Agricultural Water Management*, 974: 528-535.
- Molle, F. y Berkoff, J.** 2006. *Cities versus agriculture: revisiting intersectoral water transfers, potential gains and conflicts*. Informe de evaluación de investigaciones exhaustivas del Instituto Internacional para el Manejo del Agua (IWMI), núm. 10. Colombo, Sri Lanka, Secretaría de evaluaciones exhaustivas del IWMI. (Disponible en: http://www.iwmi.cgiar.org/assessment/files_new/publications/CA%20Research%20Reports/CARR10.pdf)
- Molle, F. y Wester, P. (eds.)** 2009. *River basin trajectories: societies, environments and development*. CAB International (CABI). Wallingford (Reino Unido): CABI; Colombo (Sri Lanka): Instituto Internacional para el Manejo del Agua (IWMI) 311 pp. (Serie de evaluaciones exhaustivas sobre la gestión del agua en agricultura, núm. 8).
- Morris, B. L., Lawrence, A. R. L., Chilton, P. J. C, Adams, B., Calow, R. C. y Klinck, B. A.** 2003. *Groundwater and its susceptibility to degradation: a global assessment of the problem and options for management*. Serie de informes de la División de Alerta Temprana y Evaluación, RS. 03-3. Nairobi (Kenya), Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Morris, M., Kelly, V., Kopicki, R. J. y Byerlee, D.** 2007. Fertilizer use in African agriculture. *Directions in development agriculture and rural development* 39037. Banco Mundial, Washington, DC, 144 p.

- Mukherji, A., y Shah, T.** 2005. Groundwater socio-ecology and governance: a review of institutions and policies in selected countries. *Hydrogeology Journal*, 13: 328–345. (doi: 10.1007/s10040-005-0434-9)
- Mundy, M.** 1995. *Domestic government: kinship, community and polity in North Yemen*. Londres, IB Tauris.
- Nachtergaele, F. Biancalani, R. y Petri, M.** 2010a. *Land degradation*. Informe temático SOLAW TR06. Roma, FAO. (Disponible en: <http://www.fao.org/nr/solaw/>)
- Nachtergaele, F., Bruinsma, J., Valbo-Jorgensen, J. y Bartley, D.** 2010b. *Anticipated trends in the use of global land and water resources*. Informe temático SOLAW TR01. Roma, FAO. (Disponible en: <http://www.fao.org/nr/solaw/>).
- Nachtergaele, F. O., Petri, M. y Biancalani, R.** 2011. Land degradation. Capítulo 3. En: Lal, R. & Stewart, B.A. (eds.) *World soil resources and food security. Advances in Soil Science*. Boca Raton, CRC Press.
- Naciones Unidas** 2009. *Perspectivas de la población mundial: revisión de 2008*. Nueva York, División de Población de las Naciones Unidas.
- Neely, C. y Fynn, A.** 2010. *Critical choices for crop and livestock production systems that enhance productivity and build ecosystem resilience*. Informe temático SOLAW TR11. Roma, FAO. (Disponible en: <http://www.fao.org/nr/solaw/>)
- Nkonya, E., Cenacchi, N. y Ringler, C.** 2010. *International cooperation for sustainable land and water management*. Informe temático SOLAW TR16. Roma, FAO. (Disponible en: <http://www.fao.org/nr/solaw/>)
- Nori, M. y Neely, C.** 2009. The tragedy is on, the tragedy is over: pastoral challenges and opportunities for conservation agriculture. *Actas del IV Congreso Mundial sobre Agricultura de Conservación, Nueva Delhi, 4–7 febrero 2009*. (Disponible en: <http://www.achmonline.org/Resource/Conservation%20Agriculture,%20Nori%20and%20Neely.pdf>)
- OCDE** 2010a. *Sustainable management of water use in agriculture*. París, OCDE.
- OCDE** 2010b. Base de datos sobre actividades de ayuda. París, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (Sitios web: <http://www.oecd.org/dataoecd/20/29/31753872.htm>; datos AOD: <http://stats.oecd.org/Index.aspx?DatasetCode=CRSNEW>)

- Oldeman, L. R., Hakkeling, R. T. A. y Sombroek, W. G.** 1990. *World map of the status of human-induced soil degradation. An explanatory note*. Documento de trabajo de la Evaluación Mundial de la Degradación de los Suelos (GLASOD) 90/07. Wageningen, Centro Internacional de Información y Referencia en Suelos (ISRIC). (Disponible en: http://www.isric.org/isric/webdocs/Docs/ISRIC_Report_1990_07.pdf)
- OMS-FAO-PNUMA** 2006. Guías de la OMS para el uso seguro de aguas residuales, excreta y aguas grises. Volumen 4. Uso de excreta y aguas grises en agricultura. Organización Mundial de la Salud. Ginebra.
- ONU-REDD** 2011. Programa de colaboración de las Naciones Unidas para la reducción de emisiones de la deforestación y la degradación de bosques en los países en desarrollo. (Sitio web: <http://www.un-redd.org/>)
- Perry, C., Steduto, P., Allen, R. G. y Burt, C.** 2009. Increasing productivity in irrigated agriculture: Agronomic constraints and hydrological realities. *Agricultural Water Management*, 96: 1517-1524.
- Pimentel, D., Harvey, C., Resosudarmo, P., Sinclair, K., Kurz, D., McNair, M., Crist, S., Shpritz, L., Fitton, L., Saffouri, R. y Blair, R.** 1995. Environmental and economic costs of soil erosion and conservation benefits. *Science*, 267(5201): 1117-1123.
- Pretty, J., Toulmin, C. y Williams, S. (eds.)** 2011. Sustainable intensification: increasing productivity in African food and agricultural systems. *International Journal of Agricultural Sustainability (special issue)*, 91: 5-24.
- Robins, N., Clover, R. y Singh, C.** 2009. *A climate for recovery. The colour of stimulus goes green*. HSBC global research, Londres.
- Rockström, J., W. et al.** 2009. Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity. *Ecology and Society* 14 (2): 32. (Disponible en: <http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss2/art32/>)
- Rosegrant M. W. y Svendsen M.** 1993. Asian food production in the 1990s: irrigation investment and management policy. *Food Policy*, 18: 13-32.
- Sadoff, C. y Grey, D.** 2005. Cooperation on international rivers: a continuum for securing and sharing benefits. *Water International*, 30 (4): 420-427.
- Sadras, V. O. y Grassini, P.** 2010. *Status of water use efficiency of main crops*. Informe temático SOLAW TR07. Roma, FAO.

- Salman, M., Koohafkan, P. y Casarotto, C.** 2010. *Investments in land and water*. Informe temático SOLAW TR17. Roma, FAO. (Disponible en: <http://www.fao.org/nr/solaw/>)
- Savory, A. y Butterfield, J.** 1999. *Holistic management: a new framework for decision making*. Washington, DC, Island Press.
- Schmidhuber, J., Bruinsma, J. y Boedeker, G.** 2009. Capital requirements for agriculture in developing countries to 2050. En: *How to feed the World in 2050*. Actas del foro de expertos, Roma, FAO. 24-26 junio 2009. (Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/012/ak542e/ak542e09.pdf>)
- Scoones, I.** 1995. *Living with uncertainty: new directions for pastoral development in Africa*. Londres, Intermediate Technology Press.
- Settle, W. y Garba, M.** 2011. Sustainable crop production intensification in the Senegal and Niger River basins of francophone West Africa. *International Journal of Agricultural Sustainability (special issue)*, 15: 171-185.
- Shah, T.** 1993. *Groundwater markets and irrigation development: political economy and practical policy*. Bombay (India), Oxford University Press.
- Shah, T.** 2009. *Taming the anarchy: groundwater governance in South Asia*. Londres / Washington, DC, RFF Press.
- Shah, T. y Singh, O. P.** 2004. Irrigation development and rural poverty in Gujarat, India: a disaggregated analysis. *Water International*, 29 (2): 167-177.
- Shamsudduha, M., Taylor, R. G., Ahmed, K. M. y Zahid, A.** 2011. The impact of intensive groundwater abstraction on recharge to a shallow regional aquifer system: evidence from Bangladesh. *Hydrogeology Journal*, 19: 901-916. (doi: 10.1007/s10040-011-0723-4)
- Sheldrick, W. F., Syers, J. K. y Lingard, J.** 2002. A conceptual model for conducting nutrient audits at national, regional, and global scales. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 62 (1): 61-72.
- Siebert, Stefan, Döll, Petra, Feick, Sebastian, Hoogeveen, Jippe y Frenken, Karen.** 2007. *Global map of irrigation areas version 4.0.1*. Frankfurt y Roma. Universidad Johann Wolfgang Goethe y FAO, Roma.
- Siebert, S., Burke, J., Faurès, J-M., Frenken, K., Hoogeveen, J., Döll, P. y Portmann, F.T.** 2010. Groundwater use for irrigation – a global inventory. *Hydrology*

and Earth System Sciences, 14: 1863–1880. (Disponible en: <http://www.hydrol-earth-syst-sci.net/14/1863/2010/hess-14-1863-2010.html>)

Simondon, K. B. 2010. *Review on stunting: clarification and use of the indicator for the assessment of poverty*. Comité Permanente de Naciones Unidas sobre Nutrición, Grupo de Trabajo sobre Análisis, Seguimiento y Evaluación (proyecto). Informe temático SOLAW TR14.

Simpson, B. W. y Ruddell, L. J. 2002. Irrigation and pesticide use. pp. 193–198. En: Bruce R (ed.). *Best practice irrigation in sugarcane production. Short course*. Manual de formación. Townsville, Qld, Organización de Investigación Científica e Industrial del Commonwealth (CSIRO). (Disponible en: <http://www.clw.csiro.au/publications/consultancy/2002/BestPracticeIrrigationinSugarcaneProduction.pdf>)

Smaller, C. y Mann, H. 2009. *A thirst for distant lands: foreign investment in agricultural land and water*. Programa de Inversiones Extranjeras para el Desarrollo Sostenible, Winnipeg, Instituto Internacional para el Desarrollo Sostenible (IISD). (Disponible en: http://www.iisd.org/pdf/2009/thirst_for_distant_land.pdf)

Smith, L. E. D. 2004. Assessment of the contribution of irrigation to poverty reduction and sustainable livelihoods. *Water Resources Development*, 20 (2): 243–257.

Smits, S., Renwick, M., Renault, D., Butterworth, J. y van Koppen, B. 2008. From practice to policy: background paper for the International symposium on multiple-use water services, Addis Abeba, 4–6 noviembre 2008.

Steduto, P., Hsiao, T. C. y Fereres, E. 2007. On the conservative behaviour of biomass water productivity. *Irrigation Science*, 25: 89–107.

Tanji, K. K. y Kielen, N. C. 2002. *Agricultural drainage water management in arid and semiarid areas*. Estudios FAO: Riego y Drenaje, núm. 61. Roma, FAO. (Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/agl/aglw/docs/idp61e.pdf>)

Tennigkeit, T. y Wilkes, A. 2008. *An assessment of the potential for carbon finance in rangelands*. Nairobi, Centro Mundial de Agrosilvicultura (ICRAF). (Disponible en: http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/scpi/cgwg/ICRAF_WP68.pdf)

Tennigkeit, T., Kahrl, F., Wölcke, J. y Newcombe, K. 2009. *Agricultural carbon sequestration in Sub-Saharan Africa: economics and institutions*. Washington, DC, Banco Mundial. (Disponible en: <http://africacarbonforum.com/2009/docs/presentations/Day2/timm%20tennigkeit.pdf>)

- TerrAfrica** 2009. *Country Support Tool. For scaling-up sustainable land management in sub-Saharan Africa-Field Application*. (Disponible en: http://knowledgebase.terrafrica.org/fileadmin/user_upload/terrafrica/docs/topic_page/Country_Support_Tool_2_.pdf)
- Thirtle, C., Irz, X., Lin, L., McKenzie-Hill, V. y Wiggins, S.** 2001. *Relationship between changes in agricultural productivity and the incidence of poverty in developing countries*. Informe núm. 7946, 27/02/2001. Londres, Departamento del Reino Unido para el Desarrollo Internacional (DFID). (Disponible en: <http://www.odi.org.uk/events/documents/2334-background-paper-colin-thirtle-relationship-between-changes-agricultural-productivity-incidence-poverty.pdf>)
- Tiffen, M., Mortimore, M. y Gichuki, F.** 1994. *More people, less erosion: environmental recovery in Kenya*. Chichister (Reino Unido), John Wiley.
- Tilman, D., Socolow, R., Foley, J. A., Hill, J., Larson, E., Lynd, L., Pacala, S., Reilly, J., Searchinger, T., Somerville, C. y Williams, R.** 2009. Beneficial biofuels – the food, energy, and environment trilemma. *Science*, 325, 270–271.
- Tubiello, F. y van der Velde, M.** 2010. *Land and water use options for climate change adaptation and mitigation in agriculture*. Informe temático SOLAW TR04A. Roma, FAO. (Disponible en: <http://www.fao.org/nr/solaw/>)
- Tubiello, F. N., Soussana, J. F., Howden, M. y Easterling, W.** 2007. Crop and pasture response to climate change; fundamental processes. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104: 19 686-19 690.
- Tubiello, F., Schmidhuber, J., Howden, M., Neofotis, P. G., Park, S., Fernandes, E. y Thapa, D.** 2008. *Climate change response strategies for agriculture: challenges and opportunities for the twenty-first century*. Documentos de Discusión sobre Agricultura y Desarrollo Rural, núm. 42. Washington, DC, Banco Mundial.
- Turrall, H. y Burke, J.** 2010. *Sustainable crop production and intensification in irrigated cropping systems*. División de Tierras y Aguas, Roma, FAO.
- UNCTAD** 2006. *FDI from developing and transition economies: implications for development*. Informe sobre las inversiones en el mundo 2006. Nueva York y Ginebra, Naciones Unidas. (Disponible en: http://www.unctad.org/en/docs/wir2006ref_en.pdf)
- Uphoff N. Kassam, A. y Harwood, R.,** 2011. SRI as a methodology for raising crop and water productivity: productive adaptations in rice agronomy and irrigation water management. *Paddy and Water Environment*, 9: 3-11.

- Von Braun, J. y Meinzen-Dick, R.** 2009. 'Land grabbing' by foreign investors in developing countries: risks and opportunities. Documento de políticas 13. Washington, DC, Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias (IFPRI). (Disponible en: <http://www.ifpri.org/sites/default/files/publications/bp013all.pdf>)
- Wang, Jinxia, Jikun Huang, Zhigang Xu, Rozelle, S., Hussain, I. y Biltonen, E.** 2007. Irrigation management reforms in the Yellow River basin: implications for water saving and poverty. *Irrigation and Drainage*, 56: 247-259.
- Wani, S. P, Sreedevi, T. K, Rockström, J. y Ramakrishna, Y. S.** 2009. Rainfed agriculture: past trends and future prospects. En: Wani S. P. (ed). *Rainfed Agriculture: Unlocking the potential*, pp. 1-35. Wallingford (Reino Unido), CAB International. (Disponible en: http://www.iwmi.cgiar.org/Publications/CABI_Publications/CA_CABI_Series/Rainfed_Agriculture/Protected/Rainfed_Agriculture_Unlocking_the_Potential.pdf)
- White, R. P., Murray, S. y Rohweder, M.** 2000. *Pilot analysis of global ecosystems: grassland ecosystems*. Washington, DC, Instituto de Recursos Mundiales. (Disponible en: <http://www.wri.org/publication/pilot-analysis-global-ecosystems-grasslandecosystems>)
- Whittington, D., Xun Wu y Sadoff, C.** 2005. Water resources management in the Nile Basin: the economic value of cooperation. *Water Policy*, 7: 227-252.
- Wichelns, D.** 2010. An economic analysis of the virtual water concept in relation to the agri-food sector, background reports supporting the OECD study (2010). *Sustainable Management of Water Resources in Agriculture*. París, OCDE. (Sitio web: www.oecd.org/water)
- Winpenny, J.** 2010. Global trends in financing water. En: Ringler C *et al.* (eds.). *Globalization, Trade and Global Change*, pp 143-167. Nueva York, Springer.
- Winpenny, J., Heinz, I. y Koo-Oshima, S.** 2010. The wealth of waste. FAO Water Report, núm. 35. (Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/012/i1629e/i1629e.pdf>)
- WWAP** 2009. *Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos, 3: El agua en un mundo cambiante*. París/Londres, UNESCO/Earthscan. (Disponible en: <http://www.unesco.org/water/wwap/wwdr/wwdr3/>)
- Yetim, M.** 2002. Governing international common pool resources. *Water Policy*, 44: 305-321.

Índice alfabético

A

- Acacia alba* (*Faidherbia albida*), 157
- acuicultura, 55-56, 115-116
- adaptación al cambio climático, 16, 187-189, 192-194
- adaptación autónoma, 187
- adaptación planificada, 188
 - véase también* adaptación al cambio climático
- adquisiciones a gran escala
 - de tierras de cultivo, 116-117
 - e intensificación sostenible, 14
 - estado y tendencias, 8
- adquisiciones de tierras
 - de tierras de cultivo, 116-117
 - e intensificación sostenible, 14
 - estado y tendencias, 8
- adquisiciones de tierras a gran escala,
 - véase* adquisiciones a gran escala
- agenda del desarrollo mundial, hitos y logros, 103-105
- agotamiento de los nutrientes, 119
- agricultura de conservación, 165
- agricultura de precisión, estado y tendencias, 4
- agricultura de regadío
 - brechas de productividad y vacíos de producción, 47-49
 - en África, 249
 - estado actual, 40-49
 - externalidades, 267-269
 - consecuencias para la, 59-61
 - fuentes de agua, 44, 170-172
 - impacto sobre los ecosistemas
 - relacionados con el agua, 126-129
 - limitaciones de los recursos hídricos, 44-47
 - modernización, 214-216
 - organismos de gestión del riego, 91-93
 - productividad de la tierra, 47
 - recursos en la, 40-48
 - riesgos para la, 249
 - tasa de expansión, 41-42
 - y pobreza, 74-75
- agricultura de secano
 - aptitud de la tierra, 63-65
 - brechas de productividad y vacíos de producción, 37-40
 - consecuencias para la, 61-65
 - estado y tendencias, 3-4
 - expansión de la, 63
 - fuentes de agua, 160-163
 - impacto del cambio climático, 220
 - limitaciones del suelo y de la tierra, 35-37
 - limitaciones y retos, 168-169
 - mejora de la productividad, 153-154, 163-169
 - recursos, 32, 40
 - riesgos para la, 268
 - tipos, 33
- agricultura ecológica, 165-166
- agricultura periurbana, 114, 146, 222
- agrupaciones de países, 261-265
- agua de drenaje, 171
- agua desalinizada, 44, 172
- agua virtual, 231
- aguas residuales, 171-172
- aguas residuales tratadas, 44
- Alianza Mundial en favor del Agua (GWP), 226
- América Latina, pérdida de bosques naturales en, 120
- Andhra Pradesh, proyecto de sistemas de aguas subterráneas gestionados por los agricultores en, 210
- aptitud de la tierra, 27-28, 63-65
- asignación de recursos, sistemas, 76-82, 208, 217
- Asistencia Oficial para el Desarrollo (AOD), 106
- asociaciones internacionales para la gestión de la tierra y el agua, 222-232
- asociaciones público-privadas, 93, 215, 217, 231
- aumentos de la eficiencia, sistemas de regadío, 172-174

B

- barreras estructurales para la conservación de la humedad del suelo, 163-164
- barreras vegetales para la conservación de la humedad del suelo, 163, 193
- biocombustibles líquidos, 117-118
- biodiesel, 117
- biodiversidad, 51, 155, 235
- bioetanol, 117
- Bolsa del Clima de Chicago (CCX), 238
- bosques, 49-50, 120
- brechas de productividad, 10-12

C

- cambio climático
 - adaptación al, 16, 187-189
 - efectos previsibles del, 133-136
 - impactos del, 136
 - mitigación, 16, 189
 - patrones, 9
 - y la agricultura, 187

- captación de carbono, 52, 187, 236-238
- captación y almacenamiento de agua de lluvia, 162
- captura y producción de pescado, 75
- Caribe, pérdida de bosques naturales en el, 120
- cereales, impacto del cambio climático, 135
- China
 - cuenca del río Mekong, 178, 180
 - rehabilitación de las cuencas, 97
- ciclo hidrológico, 51
- Coalición Internacional para el Acceso a la Tierra, 226
- cobertura de la tierra, tipos, 276
- comercio del carbono, 104
- Comercio Justo (Fairtrade), 230
- Conferencia Internacional de Dublín sobre el Agua y el Medio Ambiente (1992), 105
- Consejo Mundial del Agua (CMA), 226
- conservación de la humedad
 - del suelo, 160-163, 189
- consumo, *véase* demandas
- contaminación por arsénico, 184
- Convención de las Naciones Unidas para la Lucha contra la Desertificación (CLD), 104, 226
- Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho de los Usos No Navegables de los Cursos de Agua Internacionales, 105, 228
- cooperación internacional
 - gestión de la tierra y del agua, 102-103, 226-227
 - inversiones, 232-239
 - papel de los conocimientos, 257-258
 - reforma de la, 255-259
 - refuerzo de la, 232-239
 - requisitos para la, 14-16
- cooperación regional, gestión de la tierra y del agua, 228
- corrimientos de tierra, 192
- crecimiento de la población,
 - respuesta de la producción, 57

D

- degradación
 - estado y tendencias, 4
 - véase también* degradación de la tierra
- degradación de la tierra
 - coste de la, 205
 - definición, 119
 - en Brasil, 192
 - estado y tendencias, 125
 - evaluación de la degradación
 - de tierras secas (LADA), 119-124
 - impactos y causas, 119-133
 - producción agrícola, 124-126
 - y la pobreza, 69-71

- degradación de las aguas, 126-130, 131-133
- demandas
 - perspectivas futuras, 8-9, 56-57
 - respuesta de la producción, 57
- demandas del mercado, 93
- demandas industriales, *véase* demandas
- demandas urbanas, *véase* demandas
- derechos de uso del agua
 - falta de, 6
 - sistemas de asignación, 79-82, 208-209
- desarrollo sostenible, hitos y logros, 103-104
- desastres naturales, 192, 235
- desertificación, 104, 169, 193
- Directiva Marco de la UE sobre el Agua, 86

E

- economía verde, 233
- ecoturismo, 230
- eficiencia en el uso del agua, 174-176
- elevación del nivel del mar, 245
- emisiones de metano, 190-192
- emisiones de nitrógeno, 190-192
- encharcamiento, 186
- enfoques participativos, 210
- entidades administrativas, *véase* instituciones
- entidades de gestión de cuencas
 - fluviales, 218-219, 228
- erosión, 192-193
- erosión del suelo, *véase* degradación de la tierra
- erosión eólica, 193
- escasez, perspectivas futuras, 9
- estrategias nacionales
 - definición, 209-216
 - para la política de gestión
 - sostenible de la tierra, 251-252
- etiquetas y certificaciones orgánicas, 230
- eutrofización, 129
- eutrofización de las aguas dulces, 129
- Evaluación de los Ecosistemas del Milenio*, 119, 222
- externalidades
 - asociadas a la agricultura de regadío, 267-269
 - tratamiento de las, 202-203
- extracciones de agua, 113-114

F

- Faidherbia albida (*Acacia albida*), 158
- fertilizantes amoniacales, 182
- fertilizantes, uso de, 130, 154-160, 181-183
- fibras, demanda de, 56-57
- fijación del nitrógeno, 155
- Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM), 226-227, 254

forraje, 53-55, 115

fuentes de agua

acceso, 209

agricultura de regadío, 44, 170-171

agricultura de secano, 160-163

degradación, 126-132

estado actual, 28-32

no convencionales, 60-61, 171-172

usos múltiples, 75

funciones de los ecosistemas,

contribución de los pastizales, 51

Fundación Bill y Melinda Gates, 230

fundaciones, 230

G

gases de efecto invernadero (GEI), 131, 187

GeoNetwork (FAO), 222

gestión de la tierra y del agua

acceso a los recursos, 4, 69-71, 208-209

acuerdos internacionales, 226-228

cooperación regional, 225

estado y tendencias, 3-5

incentivos distorsionados, 95

indicadores básicos, 274-275

sistemas de asignación de recursos, 76-82

véase también política de gestión

sostenible de la tierra (GST),

gestión de las cuencas, 89

gestión de los nutrientes, 181-183

gestión integrada de las plagas, 183-184

Grupo de Seguimiento del Carbono

en los Bosques (FCT), 224

grupos de interés ambiental, 230

H

herramientas de seguimiento, 222, 258

hidrología fluvial, 126-129

hipoxia, 129

I

inadaptación, 187-188

incentivos

costes y beneficios, 200, 203

distorsionados, 95

establecimiento, 200-201, 250

Iniciativa de Colaboración de las Naciones

Unidas para la reducción de emisiones

de deforestación y degradación

de bosques (ONU-REDD), 237

inseguridad alimentaria

perspectivas futuras, 57

y pobreza, 65

instituciones

apoyo de las, 251-253

demandas del mercado, 93-94

entidades agrícolas, 88-89

entidades de gestión del riego, 91-93

gestión de las cuencas, 89

planificación del uso de la tierra, 89-91

políticas del pasado, 94-98

respuestas de las, 87-92

retos de las, 6-8

sistemas de tenencia de la tierra, 77-79, 205-208

y derechos del agua, 79-82

y la intensificación sostenible, 12-13

intensificación

agricultura de regadío, 59

papel de los conocimientos, 220-222

perspectivas futuras, 8-9

riesgos ambientales asociados, 180-187

y la pobreza, 71

y la producción agrícola, 12-14

inundaciones, 192, 228

inventario de los sistemas de tierras y

aguas en situación de riesgo, 257-258

inventario de recursos, 222

inversión extranjera directa (IED), 99

inversión privada, 98-88, 217

inversión pública, 98, 200

inversiones

brechas en las, 106-108

cooperación internacional, 232-239, 253

desarrollo de marcos nacionales, 217-218

gestión de la tierra y del agua, 102-103

hitos y logros, 103-105

necesidad de las, 253-254

requisitos para las, 14-15

retos, 5-7

inversiones mundiales, *véase* inversiones

investigación y desarrollo para las políticas

de gestión sostenible de la tierra, 220-221

islas de pequeña extensión, riesgos de las, 145-146

L

lagunas en los conocimientos

respuesta a las, 14, 221

y la política de gestión sostenible de la tierra, 254

limitaciones del suelo y del terreno, 35-37, 278

llanuras aluviales costeras, riesgos, 145-146, 268

M

Mapa Digital del Mundo (PNUMA/FAO), 222
marco FAO-LADA, 120-124
MASSCOTE, 215-216
Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL), 104, 234
método CULTAN, 182
métodos de pastoreo, 167
microfinanciación, 194
mitigación del cambio climático, 16, 186-187, 189
Mitigación del Cambio Climático en la Agricultura (MICCA), proyecto de, 237
modernización de los sistemas de regadío, 172-174, 216

O

Observación Global de la Tierra, 224

P

pago por servicios ambientales (PSA), 104, 137, 143, 203, 239
países de bajos ingresos y con déficit de alimentos (PBIDA), *véase* países en desarrollo
países en desarrollo
 clasificación PBIDA, 266
 estado y tendencias, 3
 perspectivas futuras, 9
participación de las partes interesadas, 13
pastizales, 51-53
 riesgos, 145
pastoreo
 riesgos para, 145
 sociedades, 52
pastoreo controlado, 167-168
pastos, 53
pesca en arrozales, 116
pesca, necesidades de la, 115-116
pesquerías interiores, 55-56, 115
pesticidas, uso de, 126, 155, 183-184
planificación del uso de la tierra, 89-91
pobreza
 e inseguridad alimentaria, 76
 e intensificación, 71
 y acceso a los recursos de tierras y aguas, 4, 69-71
 y agricultura de regadío, 74-75
 y degradación de la tierra, 69-71
política agraria, 83
política de gestión sostenible de la tierra (GST)
 asociaciones internacionales, 222-224
 estrategias, 212, 218

 éxitos e iniciativas, 235-236
 externalidades, 202-203
 impactos, 95
 incentivos para, 200-201
 iniciativas privadas, 230
 investigación y desarrollo para, 220-221
 marco para, 105-106
 perspectiva general, 199-205
 procesos de planificación macroeconómica, 249
 programas nacionales, 270-273
 razones para, 234-235
 véase también incentivos, procesos de planificación macroeconómica
política del agua, 84-85
política de la tierra, 83-84
políticas de la tierra y el agua
 consecuencias ambientales, 94-98
 respuestas hasta la fecha, 82-87
 retos, 6-8
 véase también política de gestión sostenible de la tierra (GST),
prácticas agrícolas, *véase* producción agrícola
prácticas de gestión agrosilvicultura, 164, 166, 192
procesos de planificación macroeconómica, 199-200, 252
producción agrícola
 aptitud de la tierra, 134
 contaminación del agua, 129-130
 crecimiento de la población, 57
 degradación de la tierra y del agua, 124-125
 e intensificación, 12-13
 estadísticas, 3
 indicadores básicos de la tierra y del agua, 274-275
 retos, 15-16
 sistemas en situación de riesgo, 9
 y gases de efecto invernadero, 131
 véase también agricultura de regadío; agricultura de secano
producción ganadera, 115, 168
productividad del agua
 aumento, 174-180
 bajo nivel, 11
 participación de los usuarios, 12
productividad del agua de los cultivos, 179
 véase también productividad del agua
programa para el desarrollo sostenible de la cuenca del lago Chad, 229
programas nacionales para la política de gestión sostenible de la tierra, 270-273
proliferación de algas, 129

R

retraso del crecimiento entre los niños, 69
recursos de la tierra
 estado actual, 23-27
 evaluación, 32
recursos financieros, *véase* inversiones
recursos, perspectivas futuras, 8-9
redistribución, 207
Red Verde, cooperativa, 230
reforma y redistribución de las tierras, 207
regiones más desarrolladas, 266
regiones menos desarrolladas
 y menos adelantadas, 266
rehabilitación de cuencas en China, 97
Reseña mundial de enfoques y tecnologías
de la conservación (WOCAT), 119, 223
residuos de cultivos, 156-157
riego privado, 194
Rumania, sistemas de regadío, 92

S

salinización, 124, 171, 186-187
salud de los acuíferos, 171
servicios ecosistémicos
 atención a los, 114
 impacto de la agricultura de regadío, 124-125
 mantenimiento, 233
Sistema de Sistemas de Observación
Global de la Tierra (GEOSS), 224
sistema global de información sobre la
 degradación de las tierras (GLADIS), 121-124
sistemas agropecuarios, 166-167
sistemas agropecuarios integrados, 166
sistemas basados en el arroz,
 riesgos, 142-143, 247, 249
sistemas basados en los acuíferos, riesgos, 247
 véase también agricultura de regadío
sistemas con interacción de
 bosques y cultivos, riesgos, 145
sistemas de agricultura intensiva
 en clima templado, riesgos, 142-143
sistemas de aguas subterráneas,
 agotamiento, 131-132
 extracción, 4
 riesgos, 245
 y la agricultura de regadío, 170-171
sistemas de clima templado
 riesgos, 244, 248
 véase también agricultura de secano
sistemas de cuencas fluviales, riesgos, 247, 249

véase también agricultura de regadío
sistemas de deltas, riesgos, 145-146, 245, 247, 249
sistemas de pastoreo en tierras secas, 104, 190
sistemas de regadío
 entidades de gestión, 91-93
 estado y tendencias, 4
 impacto del cambio climático, 136
 modernización, 172-174
sistemas de regadío dependientes de las
 aguas subterráneas, riesgos para los, 144
sistemas de regadío extensos en zonas secas, 143-144
sistemas de riego por goteo, 175
sistemas de secano en los trópicos
 semiáridos, riesgos, 266, 268
sistemas de silvopastoreo, 167
sistemas de tenencia, 77-79, 205-208
sistemas de tenencia comunal, 78-79
sistemas de tenencia de la tierra, 77-79, 205-208
sistemas de tierras altas
 riesgos, 266, 268
 véase también agricultura de secano
sistemas de tierras y aguas, perspectivas futuras, 8
sistemas en los trópicos semiáridos, riesgos, 266, 268
 véase también agricultura de secano
sistemas en situación de riesgo, 10, 133, 136, 245
Sistemas importantes del patrimonio
 agrícola mundial (SIPAM), 167
sistemas subtropicales
 riesgos, 141-142, 248
 véase también agricultura de secano
suelos
 fertilidad, 155
 salud de los, 154-155, 211

T

tecnología, e intensificación sostenible, 13
tierra laborable en uso, 274-275
 véase también producción agrícola
 tierra de cultivo, *véase* recursos de la tierra
tierras altas densamente pobladas
 en zonas pobres, riesgos, 137
tierras de cultivo, adquisiciones
 a gran escala, 116-117
tierras de pastizal, riesgos, 145
tierras de pastos, 53

U

urbanización, 114

Y

Yemen, uadi de Dahr, 80

Z

Zambia, centro de asistencia técnica
a las agroempresas, 230

EL ESTADO DE LOS RECURSOS DE TIERRAS Y AGUAS DEL MUNDO PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA

La gestión de los sistemas en situación de riesgo

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

Se prevé que en 2050 la producción alimentaria habrá aumentado en torno a un 70 % a nivel mundial y casi el 100 % en los países en desarrollo. Este incremento en la demanda de alimentos, junto con las demandas de otros usos, ejercerá una presión sin precedentes en muchos de los sistemas de producción agrícola del mundo. Estos «sistemas en situación de riesgo» se enfrentan a una creciente competencia por los recursos de tierras y aguas y muchas veces se encuentran limitados por el uso de prácticas agrícolas insostenibles. Por lo tanto, requieren una atención especial y la adopción de acciones específicas para remediar esta situación.

En *El estado de los recursos de tierras y aguas del mundo para la alimentación y la agricultura* se analizan las diversas opciones existentes para superar estas limitaciones y mejorar la gestión de los recursos en las zonas en peligro. En cada uno de los lugares afectados habrá que introducir cambios en las medidas institucionales y políticas y facilitar el acceso a las tecnologías para mejorar la gestión de los recursos de tierras y aguas. También pueden ayudar a resolver la situación el aumento de las inversiones y el acceso a nuevos mecanismos de financiación, además de la cooperación internacional y la asistencia al desarrollo.

La primera edición de este informe, que complementa otros trabajos sobre «El estado del mundo» publicados anteriormente por la FAO, tiene como objetivo informar el debate público y la elaboración de las políticas a nivel nacional e internacional.

ISBN: 978-92-5-306614-8



9 789253 066148



Mundi-Prensa

WWW.MUNDIPRENSA.COM



WWW.FAO.ORG