



United Nations
Convention to Combat
Desertification

UNCCD **SP** Science - Policy
Interface



Un informe de la Interfaz Ciencia-Política

El nexo tierra-sequía

Refuerzo de la función de las intervenciones basadas en
las tierras para mitigar la sequía y gestionar los riesgos





United Nations

Convention to Combat Desertification

Las designaciones empleadas en este producto informativo y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, de parte de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNULD), juicio alguno sobre la condición jurídica o de desarrollo de ninguno de los países, territorios, ciudades o zonas citados o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras y límites. La mención de empresas o productos específicos de fabricantes, estén o no patentados, no implica que hayan sido avalados o recomendados por la CNULD con preferencia a otros de naturaleza similar que no se mencionan.

Las opiniones expresadas en este producto informativo son las de los autores y no reflejan necesariamente las opiniones o políticas de la CNULD.

Un informe de la Interfaz Ciencia-Política

El nexos tierra-sequía

Refuerzo de la función de las intervenciones basadas en las tierras para mitigar la sequía y gestionar los riesgos

Cómo citar este documento:

A. Reichhuber, N. Gerber, A. Mirzabaev, M. Svoboda, A. López Santos, V. Graw, R. Stefanski, J. Davies, A. Vuković, M.A. Fernández García, C. Fiati y X. Jia. 2019. El Nexo Tierra-Sequía: Refuerzo de la Función de las Intervenciones Basadas en las Tierras Para Mitigar la Sequía y Gestionar los Riesgos. Un informe de la Interfaz Ciencia-Política. Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNULD), Bonn, Alemania.

Publicado en 2019 por la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNULD), Bonn, Alemania.

© 2019 UNCCD. Todos los derechos reservados.

UNCCD-SPI Technical Series No. 05

ISBN 978-92-95117-23-5 (copia impresa)

ISBN 978-92-95117-29-7 (copia electrónica)

Fotografía ©

Restoring soils by watering, Hosana, Ethiopia © CIAT/Georgina Smith

Aerial, Turkey © Osman Maaşoğlu/UNCCD Photo Contest

Ibrahim Thiaw © Natalia Mroz UN Environment/UNCCD

Farm laborers at Karungu Farm, Gulu District, Northern Uganda © Georgina Smith/CIAT

Aerial, Turkey © Osman Sipahi/UNCCD Photo Contest

Sustainable cattle production systems for the department of Cauca, Colombia © Juan Pablo Marin/CIAT

Aerial © Anton Jankovoy/UNCCD Photo Contest

Women watering mukau sapplings in Kenya's arid Eastern Province © Flore de Preneuf/World Bank

Stubble burns in the drylands of Kazakhstan © GoodPlanet Foundation/Yann Arthus-Bertrand

Tana River watershed, Kenya © Georgina Smith/CIAT

Aerial © Yann Arthus-Bertrand/GoodPlanet Foundation

Rice farmer in Kantuta, Caranavi, Bolivia © Neil Palmer/CIAT

Vegetation in the dunes near El Oued, Algeria © GoodPlanet Foundation/Yann Arthus-Bertrand

Sustainable cattle production systems for the department of Cauca, Colombia © Juan Pablo Marin/CIAT

Aerial of rice production in Eastern Uruguay © Neil Palmer/CIAT

Coordinación editorial: Stefanie Gastrow and Jeroen Van Dalen

Diseño gráfico: Katja Cloud www.cloud-7-design.de, Anne Stein www.annestein.de

Asistente de proyecto: José Carlos Tello Valle Hiriart

Esta publicación está impresa en papel 100% reciclado FSC.

Con el apoyo de la CNULD, la Unión Europea y la Iniciativa Changwon del Servicio Forestal de Corea.



Un informe de la Interfaz Ciencia-Política

El nexo tierra-sequía

Refuerzo de la función de las intervenciones basadas en las tierras para mitigar la sequía y gestionar los riesgos

Autores y revisores:

Autores principales: Anke Reichhuber, Nicolas Gerber, Alisher Mirzabaev, Mark Svoboda, Armando López Santos

Autores colaboradores: Valerie Graw, Robert Stefanski, Jonathan Davies, Ana Vuković, Maria Angélica Fernández García, Carl Kojo Fiati, Jia Xiaoxia

Revisores internos: Mariam Akhtar-Schuster, Omer Muhammad Raja, German Kust, André Francisco Pilon, Barron J. Orr, Johns Muleso Kharika

Revisores externos: Rachael McDonnell, Emile Elias, Mario López Pérez, James Gambiza, Jane Kabubo-Mariara, Grace Villamor

«El nexo tierra-sequía: refuerzo de la función de las intervenciones basadas en las tierras para mitigar la sequía y gestionar los riesgos» se ha preparado de conformidad con las normas y los procedimientos establecidos por la Conferencia de las Partes (COP) de la CNULD, según los cuales cualquier resultado científico preparado bajo la supervisión de la Interfaz Ciencia-Política (ICP) se deberá someter a un proceso de revisión internacional e independiente (decisión 19/COP.12).

El informe ha sido redactado por un equipo de 5 autores principales y 7 colaboradores. En octubre de 2018, tras una licitación pública, se encargó a UNIQUE forestry and land use GmbH la elaboración de este informe en colaboración con la ICP. En octubre de 2018 se celebró en Bonn (Alemania) una reunión de análisis. Los miembros y observadores de la ICP, representantes de UNIQUE GmbH y expertos externos en gestión de sequías, gobernanza de las tierras, implementación del Programa de Establecimiento de Metas para la Neutralidad de la Degradación de las Tierras (NDT) y gestión sostenible de las tierras participaron en esta reunión, a la que siguieron tres reuniones de autores del 25 al 27 de febrero en Bonn y los días 26 de abril y 7 de mayo de 2019 por medio de una llamada de Skype.

Tras una evaluación exhaustiva de los documentos técnicos y de la literatura científica revisada por expertos, el borrador creado por los autores se sometió a un proceso de revisión por pares de dos pasos, que incluye una revisión interna y una revisión científica externa independiente. Para esta última, se seleccionaron cinco revisores externos (expertos individuales) de las diferentes regiones de la CNULD y un representante de una organización internacional, que son relevantes para el proceso de la CNULD en NDT. Los autores principales se aseguraron de que todos los comentarios de la revisión por pares recibieran la consideración apropiada. La Mesa de la Conferencia de las Partes de la CNULD examinó un resumen del informe.

Prólogo

Mientras que los suelos sanos ofrecen una reserva en tiempos de sequía, las tierras degradadas aumentan la escasez de agua y suponen una amenaza para los alimentos y los ecosistemas que mantienen a una población mundial que se acerca rápidamente a los 10 mil millones de personas. Depende de nosotros mitigar o agravar esas amenazas. Es por eso que este reporte se basa en las últimas investigaciones y experiencias para ofrecer asesoramiento sobre técnicas basadas en las tierras, que pueden mejorar tanto la disponibilidad de agua como la calidad de vida de quienes dependen de ella.

Alrededor de 4 mil millones de personas, es decir, casi dos tercios de la población mundial, experimentan una grave escasez de agua durante al menos parte del año, por lo que debemos usar todas las herramientas disponibles para evitar que esa cifra se duplique para 2050. Sin embargo, la realidad es que, aunque el papel de la tierra en la exacerbación de las sequías es bien conocido, la mayoría de las políticas y prácticas de mitigación aún tienen que explotar su verdadero potencial para lograr generar un impacto positivo a largo plazo. Para ayudar a cerrar esa brecha, los autores del reporte analizan intervenciones bien diseñadas basadas en las tierras que no solo mitigan y gestionan los riesgos de sequía, sino que también fortalecen la resiliencia de las comunidades y los ecosistemas.

Tal y como demuestra el reporte, las prácticas que abordan simultáneamente la degradación de las tierras, la sequía y la escasez de agua también pueden generar altos beneficios sociales, ambientales y económicos. Por ello, los autores presentan el concepto de gestión inteligente de las tierras en caso de sequía e identifican los factores que la hacen posible. Las prácticas de gestión inteligente de las tierras en caso de sequía reducen la vulnerabilidad ante la escasez de agua y multiplican las oportunidades para ampliar el desarrollo

sostenible. Por ejemplo, además de explorar las conexiones entre la degradación de las tierras y otros temas relacionados, como la pérdida de biodiversidad o el cambio climático, el reporte comparte experiencias prácticas detalladas con técnicas como la labranza, el acolchado, la gestión de malezas, los setos y los lomos de piedra. Esto incluye técnicas de nivelación de precisión que reducen el riego para la producción de grano hasta en un 30 % en los Estados Unidos, rotaciones de cultivos basados en leguminosas que mejoran la infiltración de agua hasta en un 238 % en Malawi, Mozambique, Zambia y Zimbabue; sensores de datos ecológicos que proporcionan una detección temprana de fuegos forestales en China; y técnicas de fertilización personalizadas que multiplican los rendimientos de los cultivos en Kenia, Senegal, Bolivia, Bélgica y los Estados Unidos cuando se implementan durante varios años.

Recomiendo encarecidamente este reporte para cualquier persona que aborde la desertificación y la degradación de las tierras, el cambio climático o la pérdida de la biodiversidad. Envía un mensaje contundente a los responsables de las políticas y a otras partes interesadas en el sentido de que la gestión de la sequía ofrece oportunidades increíbles para colaborar en soluciones prácticas y mutuamente ventajosas.



Ibrahim Thiaw
*Secretario Ejecutivo
Convención de las Naciones Unidas
de Lucha contra la Desertificación*



Resumen ejecutivo

La sequía es uno de los principales factores de la inseguridad alimentaria y del agua en el mundo, y afecta a la producción agrícola y al acceso a los alimentos y el agua. En casos extremos, la sequía puede obligar a las personas a abandonar sus tierras y a recurrir a la migración como su última opción de supervivencia,¹ lo que dificulta la perspectiva de acabar con el hambre y la malnutrición para 2030.

La gestión de las tierras ofrece oportunidades para mitigar los efectos de la sequía y, de manera más general, redirigir las acciones hacia una «gestión proactiva de la sequía». También refuerza la resiliencia de las personas y los ecosistemas ante la sequía.

En las decisiones pertinentes, la Conferencia de las Partes en la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNULD), en su 13º período de sesiones, solicitó a la Interfaz Ciencia-Política, como objetivo 2 de su programa de trabajo para el bienio 2018-2019, que proporcionara orientación técnica a las Partes en apoyo de la adopción y ejecución de intervenciones basadas en las tierras para gestionar y mitigar la sequía.

Objetivo general

El objetivo del informe técnico es proporcionar una revisión exhaustiva de los informes de síntesis existentes y de la literatura primaria para: (a) destacar el potencial de las intervenciones basadas en las tierras para mitigar los efectos de la sequía aumentando la resiliencia de los ecosistemas y el bienestar socioeconómico de las poblaciones; y (b) ofrecer orientación para apoyar la adopción y ejecución de intervenciones basadas en las tierras para gestionar y mitigar la sequía en el contexto de la NDT. Se trata de una contribución prevista al Programa de trabajo de la Interfaz Ciencia-Política (ICP) para el bienio 2018-2019.

Tras una revisión científica exhaustiva, la ICP llevó a cabo una evaluación de 14 categorías de medidas de gestión sostenible de las tierras en cuatro tipos de uso de las tierras (cultivo, pastoreo, bosque y uso mixto de las tierras), que se basa en las iniciativas existentes de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación en el contexto de la neutralidad de la degradación de las tierras. Los resultados de esta evaluación proporcionan una base sólida en términos científicos para comprender cómo la gestión de las tierras puede contribuir a la mitigación de la sequía y a la gestión del riesgo, y da lugar a una propuesta de un nuevo concepto de Gestión inteligente de las tierras en caso de sequía (GIT-S) y a una orientación práctica para la ampliación de la GIT-S.

1 FAO 2018. Marco de la FAO para las migraciones: La migración como opción y oportunidad para el desarrollo rural: <<http://www.fao.org/3/ca3984en/ca3984en.pdf>>.

Mensajes clave

Vínculos estrechos entre el uso de las tierras, el uso del agua y la sequía

Existen vínculos estrechos entre el nexo tierra-sequía y las decisiones humanas sobre el uso de las tierras y el cambio de uso de las tierras que afectan a la disponibilidad de agua y determinan la resiliencia de los ecosistemas y los seres humanos ante la sequía. El agua llega a la tierra a través de las precipitaciones y, en algunos climas y sistemas, a través del riego. Deja las tierras a través de la escorrentía (agua no absorbida por el suelo que luego discurre en pendiente), la transpiración (agua emitida por las plantas a medida que se enfrían), la evaporación del suelo (pérdida de agua directamente de la superficie de la tierra, especialmente de las superficies desnudas y selladas) y, en algunos casos, a través del drenaje artificial (eliminación del exceso de agua a través de tuberías o baldosas subterráneas). Entre las entradas y salidas, una parte del agua permanece en el suelo durante un tiempo; la cantidad y duración del almacenamiento de agua del suelo depende de las propiedades del suelo, como el contenido de materia orgánica, el espacio poroso y el tamaño, y de procesos como la tasa de infiltración, es decir, la velocidad a la que el agua se filtra en el suelo.

Si bien los suelos sanos pueden almacenar agua que sirve de reserva en épocas de sequía, la degradación de las tierras provocada por el hombre reduce la capacidad de retención de agua del suelo, amplifica la escasez de agua y aumenta la vulnerabilidad a las sequías. Por lo tanto, la recuperación o rehabilitación de las tierras degradadas y la mejora de la salud del suelo pueden crear una mayor resiliencia a la sequía. La pérdida de suelo, especialmente de las capas superiores que contienen la mayor parte de la materia orgánica, lleva a una menor capacidad para retener la humedad del suelo. La degradación de las tierras también puede contribuir a reducir la infiltración del agua. **Los estudios mundiales de modelización han descubierto que una gestión más eficaz del agua en el suelo tiene posibilidades significativas de mejorar la producción de cultivos y reducir la cantidad total de agua de escorrentía resultante de los sistemas agrícolas.** Las superficies impermeables, como los pavimentos, sellan la superficie del suelo, y eliminan la infiltración del agua de lluvia y la recarga natural de las aguas subterráneas.

Deficiencias y necesidades para integrar el uso de las tierras y las prácticas de gestión de las tierras en la gestión del riesgo de sequía como enfoque proactivo

Los enfoques de las políticas y las medidas encaminadas a prestar ayuda ex post a las poblaciones y actividades económicas afectadas por la sequía son menos eficaces que las medidas proactivas que utilizan medidas de gestión del riesgo de sequía para mitigar sus efectos. Las estrategias basadas en la ayuda para el alivio de la sequía y las intervenciones ex post son caras e incentivan la continuidad de las actividades económicas sensibles a la sequía, aumentando así los gastos futuros del alivio de la sequía en lugar de aumentar la resiliencia frente a ellas. La gestión proactiva del riesgo de sequía es una forma más eficaz de reducir los efectos de la sequía en las comunidades, las economías y el medioambiente.

Son muchos los ejemplos que ponen de manifiesto cómo la degradación de las tierras provocada por el hombre ha hecho que las sequías duren más tiempo, mientras que las tierras bien gestionadas amortiguan las sequías. La reducción de la humedad del suelo, incluso la provocada por la gestión insostenible de las tierras o los déficit de precipitaciones, puede agravar la magnitud o la duración de las sequías, lo

que significa que deben tenerse en cuenta estas actividades de manera proactiva en las respuestas a las políticas de sequía. Esto determina el éxito de las respuestas políticas, como se indica en la Figura donde se representa este concepto y proceso, y la posibilidad de que las políticas muevan el marcador negro que indica la situación actual hacia la seguridad del agua (azul) o hacia la escasez de agua (amarillo).

La inversión en intervenciones basadas en las tierras que tratan de abordar simultáneamente la degradación de las tierras, la sequía y la escasez de agua tiene un alto rendimiento económico, social y ambiental, pero la falta de datos sobre los efectos y de evaluaciones de la vulnerabilidad suele ser un obstáculo para la gestión proactiva de la sequía, en particular para la mitigación del riesgo de sequía.

Eficacia y beneficios de las prácticas de Gestión inteligente de las tierras en caso de sequía

La eficacia y los muchos beneficios de las prácticas de Gestión inteligente de las tierras en caso de sequía para mitigar el riesgo de sequía mejorando la resiliencia de los ecosistemas y de la capacidad de recuperación social a nivel local y nacional varían en función de diversos factores. La tabla (consulte las páginas 43 y 44) proporciona una síntesis de las medidas GIT-S organizadas en 14 grupos formados por diferentes tipos de estrategias e intervenciones. Se tienen en cuenta en relación con cuatro tipos de uso de la tierra (cultivo, pastoreo, bosque y mixtas) y una evaluación de los efectos de las prácticas de gestión sostenible de las tierras en el suelo, el agua, los atributos biofísicos y del ecosistema y los factores socioeconómicos que determinan la resiliencia de los ecosistemas y los seres humanos a la sequía. En el Anexo (página 108) se ofrece una descripción detallada de las 17 prácticas de GIT-S relacionadas con estas medidas. También se tuvo en cuenta la solidez de la evidencia científica sobre la eficacia de estas prácticas y su capacidad para proporcionar numerosos beneficios. Las conclusiones principales de la evaluación fueron las siguientes:²

1. Hay pruebas sólidas y un alto grado de acuerdo en que la adopción de prácticas de GIT-S alivia los efectos negativos de las sequías en la productividad de las tierras de cultivo, las tierras de pastoreo, los bosques y los usos mixtos de la tierra, incluso en relación con el cambio climático.³
2. Existe una gran convicción de que la mayoría de las prácticas de GIT-S contribuyen a aumentar el rendimiento de los cultivos, especialmente después de una aplicación a largo plazo, bajo escasez de agua y suelos marginales.
3. Existe una convicción media en que las prácticas de GIT-S para mejorar la gestión de los pastizales tienen impactos positivos en la producción de forraje y en la productividad del ganado durante las sequías.
4. Muchas, pero no todas, las prácticas de GIT-S contribuyen al secuestro de carbono del suelo (pruebas sólidas, alto grado de acuerdo).

2 La evaluación presentada utiliza el estilo de lenguaje de incertidumbre del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, tal como se presenta en: <http://www.ipcc-wg2.awi.de/guidancepaper/ar5_uncertainty-guidance-note.pdf>.

3 La evaluación presentada utiliza el estilo de lenguaje de incertidumbre del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, tal como se presenta en: <http://www.ipcc-wg2.awi.de/guidancepaper/ar5_uncertainty-guidance-note.pdf>.

5. La aplicación de prácticas de GIT-S en tierras degradadas puede afectar positivamente la biodiversidad (confianza media).
6. Las prácticas de GIT-S tienen un rendimiento socioeconómico más alto que las prácticas convencionales bajo sequías y en suelos marginales. Muchas, pero no todas, las prácticas de GIT-S permiten mejorar la resiliencia a la sequía sin reducir las oportunidades de los agricultores de maximizar sus beneficios durante los años normales o húmedos (pruebas sólidas, acuerdo medio).
7. Las prácticas de GIT-S mejoran todas las dimensiones de la seguridad alimentaria (pruebas media, alto grado de acuerdo).
8. Se necesitan más evaluaciones sobre el riesgo y la vulnerabilidad a la sequía en diferentes contextos que abarquen tanto los aspectos naturales (climáticos, edafológicos y socioeconómicos) como los socioeconómicos para una aplicación más eficaz desde el punto de vista ecológico de las prácticas de GIT-S en la mitigación integrada y en colaboración del riesgo de sequía en los ecosistemas, las fronteras administrativas y los paisajes rurales y urbanos.

Políticas de apoyo e instrumentos de orientación para la Gestión inteligente de las tierras en caso de sequía

En este informe se propone un conjunto de cinco habilitadores para la adopción y aplicación de la GIT-S. Entre ellos figuran: un enfoque basado en el paisaje, el fomento de la capacidad y el desarrollo, la buena gobernanza de las tierras y el agua, el análisis geoespacial y las finanzas:

1. Un «paisaje» es un sistema socioecológico. Incluye: topografía, recursos naturales, biodiversidad y cultura, tal como se expresan en los diversos usos de las tierras. Las sequías rebasan las fronteras administrativas; por lo tanto, un enfoque integrado del paisaje ayuda a resolver problemas entre sectores y fronteras. Además, un enfoque de paisaje es fundamental para la NDT. En consecuencia, para que la gestión del riesgo de sequía tenga éxito, es importante adoptar una gestión a escala de paisaje de los recursos de las tierras y el agua y comprender cómo la gestión del paisaje afecta a los medios de subsistencia de las personas.
2. Es fundamental desarrollar la capacidad en el nexo tierra-sequía y comunicar los numerosos beneficios de la GIT-S en todos los sectores, comunidades de práctica y disciplinas. El aumento de la aceptación y la sostenibilidad de las iniciativas de GIT-S en todos los sectores depende de la capacidad y la comunicación sobre los numerosos beneficios de la GIT-S en todos los sectores, comunidades de práctica y disciplinas.
3. La gobernanza buena, eficaz y participativa de las tierras y el agua es tan importante para la mitigación de la sequía como la aplicación de las mejores tecnologías, ya que crea un entorno propicio para la adopción y la ampliación de la gestión sostenible de las tierras y el agua y sus tecnologías conexas. Este entorno requiere, entre otras cosas, instituciones eficaces combinadas con el empoderamiento de las mujeres (uno de los grupos mayoritarios entre los usuarios rurales de la tierra y el agua) y la seguridad jurídica (tenencia de las tierras, derechos sobre el agua).

4. La detección a distancia y la información geoespacial son potentes herramientas que pueden emplearse para vigilar y evaluar el estado de la salud o el estrés de la superficie terrestre, detectar los cambios ambientales y evaluar los efectos de esos cambios. La integración de datos multitemporales y multisensoriales a diversas escalas permite la detección del estrés por sequía específico de los cultivos y, por lo tanto, puede ayudar a la GIT-S al ayudar a determinar la eficacia de las estrategias.
5. El fomento y el aumento de la concienciación en torno a la GIT-S están vinculados a una financiación suficiente. El éxito de la aplicación de la GIT-S y de esas iniciativas depende de la movilización efectiva de recursos de todas las fuentes, incluidos los presupuestos nacionales, las asociaciones con donantes externos y las fuentes innovadoras de financiación (por ejemplo, la vinculación con la financiación de las emisiones de carbono mediante créditos voluntarios y las asociaciones entre el sector público y el privado), que, en el mejor de los casos, deben ser simultáneas con la programación local y nacional. La GIT-S no requiere necesariamente recursos financieros adicionales, pero por lo general supone reorientar y hacer un uso más eficaz de la financiación existente.

Acciones urgentes necesarias

Se prevé que el uso de las tierras, junto con el uso del agua, seguirá aumentando a nivel mundial en función del crecimiento de la población, el desarrollo económico y los cambios en las pautas de consumo, entre otros factores. Es probable que la demanda industrial y doméstica de agua crezca mucho más rápido que la demanda agrícola, aunque la agricultura seguirá siendo el mayor usuario general. El uso de las tierras y el agua para la alimentación se enfrentará a un doble desafío, ya que la demanda humana de alimentos y la competencia por ellos por parte de los otros sectores están a punto de aumentar.⁴ El cambio climático exacerba la situación al acelerar la ocurrencia y la intensidad de los desastres relacionados con el clima, como las sequías y las inundaciones.

En el informe técnico se recomienda a las comunidades científicas, los responsables de la formulación de políticas y los profesionales que adopten las medidas urgentes que se indican a continuación:

1. **Propuesta 1:** fortalecer los vínculos entre las políticas nacionales sobre las tierras y las políticas nacionales sobre la sequía, considerar la posibilidad de cambiar las políticas para que reflejen plenamente la influencia del uso y la gestión de las tierras y la degradación de las tierras en la disponibilidad y escasez de agua, y considerar el papel positivo que las prácticas de gestión sostenible de las tierras y la tierra podrían tener en el fomento de la resiliencia de las comunidades y los ecosistemas a la sequía, cuando se apliquen en el contexto de la gestión sostenible de las tierras y la sequía;
2. **Propuesta 2:** tomar medidas para asegurar que los departamentos gubernamentales dedicados a la gestión de la sequía integren el uso de las tierras, el cambio de uso de las tierras y la degradación de las tierras como factores en las prácticas y políticas de gestión de los riesgos de sequía y sequía, asegurando al mismo tiempo que sus departamentos de uso de las tierras y el agua integren las prácticas de gestión sostenible de las tierras y el agua en sus políticas e iniciativas pertinentes;

4 <<http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/water/wwap/wwdr/2018-nature-based-solutions/>>

3. **Propuesta 3:** mejorar la colaboración y coordinación intersectorial en las políticas y programas nacionales, regionales e internacionales para promover las intervenciones necesarias para optimizar la adopción, aplicación y ampliación de la GIT-S a nivel de paisaje, centrándose en un conjunto de cinco elementos habilitadores, entre ellos:
- a). implementar la planificación integrada del uso de las tierras y la gestión del paisaje;
 - b). fortalecer la capacidad nacional y local sobre los numerosos beneficios de la GIT-S en todos los sectores, comunidades de práctica y disciplinas, teniendo en cuenta la integración de las cuestiones de género;
 - c). garantizar la eficacia de las instituciones locales en combinación con políticas basadas en el lugar y la seguridad jurídica sobre la tenencia de tierras y los derechos sobre el agua para garantizar el diseño, la aplicación, el seguimiento y la evaluación pertinentes e inclusivos de las intervenciones basadas en las tierras para mitigar los efectos de la sequía;
 - d). elaborar instrumentos sencillos que faciliten el acceso de los responsables de formular políticas, los planificadores y los profesionales a todos los niveles a un análisis geoespacial que integre las observaciones de la Tierra, incluidos los datos satelitales e in situ de las tierras, el agua y la meteorología, mediante el uso de sistemas de información geográfica, lo que permitiría la vigilancia y la cartografía integradas de la cubierta terrestre, incluidos los medios acuáticos, la degradación de las tierras y el riesgo de sequía; y
 - e). movilizar financiación convencional e innovadora, incluso de inversores públicos y privados, en forma de pagos por servicios de los ecosistemas, compensación de emisiones de carbono, cobertura de seguros e inversiones en cadenas de valor sostenibles basadas en las tierras, para apoyar y promover la gestión sostenible de las tierras subdesarrolladas, idealmente en forma simultánea con la programación local y nacional; y riesgo de sequía; y
4. **Propuesta 4:** fortalecer la colaboración entre los tratados internacionales y las organizaciones multilaterales pertinentes dirigidas por la secretaría de la CNULD y la ICP, con la Organización Meteorológica Mundial, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y otras organizaciones meteorológicas pertinentes, en el contexto del Programa de Gestión Integrada de la Sequía, a fin de facilitar la coordinación y la interacción entre las comunidades que se ocupan de gestionar la NDT y los riesgos de sequía, en particular elaborando una interpretación común de las definiciones y de los aspectos multisectoriales de la gestión del riesgo de sequía y la gestión de las tierras.



Índice

Autores y revisores	6
Prólogo	7
Resumen ejecutivo	8
Lista de Cuadros/Gráficos/Tablas	16
Lista de abreviaturas	17
Glosario	18



1. Introducción al nexo tierra-sequía	22
1.1. Objetivo y estructura del informe	24
1.2. Justificación del nexo tierra-sequía	25



2. Gestión inteligente de las tierras en caso de sequía: definiciones, conceptos y marco de la síntesis y evaluación	30
2.1. Definiciones y conceptos relevantes para la sequía	32
2.2. Definiciones y conceptos relevantes para la Gestión inteligente de las tierras	34
2.3. Marco de la síntesis y evaluación de la Gestión inteligente de las tierras en caso de sequía	36
2.3.1. Alcance	36
2.3.2. Escala	39
2.3.3. Metodología	39



3. Eficacia y beneficios colaterales de la Gestión inteligente de las tierras en caso de sequía	42
3.1. Síntesis de las prácticas de Gestión inteligente de las tierras en caso de sequía	44
3.1.1. Tierras de cultivo	45
3.1.2. Tierras de pastoreo	47
3.1.3. Bosques	48
3.1.4. Usos mixtos de las tierras y zonas urbanas	48
3.2. Evaluación de las prácticas de Gestión inteligente de las tierras en caso de sequía	50
3.2.1. Evaluaciones previas relacionadas con los impactos de las prácticas de GST	51
3.2.2. Salud biofísica y de los ecosistemas	51
3.2.3. Viabilidad económica	56
3.2.4. Resiliencia social	59
3.2.5. Soluciones intermedias de las prácticas de GIT-S	61



4. Políticas y herramientas de apoyo para ampliar la Gestión inteligente de las tierras en caso de sequía	64
5. Conclusiones y propuestas orientadas a la creación de políticas	74
Referencias	80
Anexo: Descripción de las prácticas de Gestión inteligente de las tierras en caso de sequía	108

Lista de cuadros

CUADRO 1	Definiciones establecidas relevantes para las tierras	37
CUADRO 2	Participación y cooperación intersectorial	68
CUADRO 3	Observación de la Tierra para la supervisión de las tierras y la sequía	70

Lista de figuras

FIGURA 1	Decisiones humanas que afectan a las tierras, el agua y la sequía	27
FIGURA 2	Tres pilares de la gestión integrada del riesgo de sequía	33
FIGURA 3	Gestión inteligente de las tierras en caso de sequía (GIT-S)	35

Lista de tablas

CUADRO 1	Medidas de Gestión inteligente de las tierras en caso de sequía: efectos, costes y beneficios, sinergias, soluciones intermedias y limitaciones	62
----------	---	----

Lista de abreviaturas

CA	Agricultura de conservación
DRAMP	Política de resiliencia, adaptación y gestión de la sequía
DRM	Gestión de los riesgos de la sequía
GIT-S	Gestión inteligente de las tierras en caso de sequía
ABE	Adaptación basada en los ecosistemas
RRD-Eco	Reducción del riesgo de desastres basada en los ecosistemas
EO	Observación de la Tierra
FFS	Escuela de campo para productores
FMNR	Regeneración natural gestionada por agricultores
ICZM	Ordenación integrada de las zonas costeras
PGIS	Programa de Gestión integrada de la Sequía
IWM	Gestión integrada de cuencas
IWRM	Gestión Integrada de Recursos Hídricos
LBI	Intervenciones basadas en las tierras
NDT	Neutralidad de la degradación de las tierras
SBN	Soluciones basadas en la naturaleza
CDN	Contribución determinada a nivel nacional
PSF	Filtro de arena para estanque
RUSLE	Ecuación universal revisada de pérdida de suelos
GST	Gestión sostenible de las tierras
ICP	Interfaz Ciencia-Política

Glosario

Término/ concepto	Definición	Fuente
Sequía	La sequía es una ausencia prolongada o una marcada deficiencia de precipitaciones. Por sequía se entiende el fenómeno que se produce naturalmente cuando las lluvias han sido considerablemente inferiores a los niveles normales registrados, causando un agudo desequilibrio hídrico que perjudica los sistemas de producción de recursos de tierras.	Organización Meteorológica Mundial (OMM), 1992. < http://www.droughtmanagement.info/find/glossary/ > Artículo 1 de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNULD), 1994. http://catalogue.unccd.int/936_UNCCD_Convention_ENG.pdf >
Riesgo de sequía	El riesgo de sequía es un efecto combinado del peligro de sequía (probabilidad) y de las consecuencias de la sequía (vulnerabilidad).	Asociación Mundial para el Agua (GWP) idmp-act-5.4-technical-note. < https://www.gwp.org/globalassets/global/gwpcee_files/idmp-cee/idmp-act-5.4-technical-note.pdf >
Mitigación del riesgo de sequía	Toda medida física/estructural (p. ej., proyectos de ingeniería, presas, cultivos apropiados) o no estructural (p. ej., políticas, concienciación, desarrollo del conocimiento, compromiso público y prácticas operativas) adoptada para limitar los efectos adversos de la sequía.	Programa de Gestión Integrada de Sequías (PGIS). < http://www.droughtmanagement.info/wp-content/uploads/2016/10/WS6-Drought-Preparedness-and-Mitigation.pdf >

Término/ concepto	Definición	Fuente
Gestión del riesgo de la sequía	La gestión del riesgo de la sequía es el proceso de recopilar datos e información para el análisis y evaluación de riesgos; la valoración de opciones; y la creación, implementación y revisión de decisiones a fin de reducir, controlar, aceptar o redistribuir los riesgos de sequía. Se trata de un proceso continuo de análisis, ajuste y adaptación de las políticas y medidas para reducir el riesgo de sequía, incluidas la reducción de la vulnerabilidad y la mejora de la resiliencia de los receptores amenazados. La gestión del riesgo de la sequía se centra en crear una sociedad resistente a la sequía mediante la reducción de los riesgos de la sequía y el fomento de oportunidades ambientales, sociales y económicas ahora y a largo plazo. Reconoce que no es posible eliminar completamente los riesgos y que la reducción del riesgo puede lograrse a expensas de otras metas sociales.	CNULD, 2018. Manual de información para el proceso de presentación de informes de la CNULD 2017-2018. < http://www.unccd.int/convention/2017-2018-unccd-reporting-process >
Tierras secas	Zonas áridas, semiáridas o subhúmedas secas en las que el cociente entre la precipitación anual media y la evapotranspiración potencial anual media se sitúa entre 0,05 y 0,65. Las áreas con una relación inferior al 0,05 son consideradas desiertos hiperáridos.	CNULD. ICCD/CRIC(9)/CRP.1
Tierras	Por «tierras» se entiende el sistema bioproductivo terrestre que comprende el suelo, la vegetación, otros componentes de la biota y los procesos ecológicos e hidrológicos que se desarrollan dentro del sistema.	CNULD, 1994. Artículo 1 de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación.
Intervenciones basadas en las tierras	Medidas relacionadas con el uso y la gestión de las tierras.	Definido en este informe.

Término/ concepto	Definición	Fuente
Neutralidad de la degradación de las tierras (NDT)	Un estado en el cual la cantidad y la calidad de los recursos de la tierra necesarios para respaldar las funciones y los servicios del ecosistema y mejorar la seguridad alimentaria se mantienen estables o aumentan a través de ecosistemas y escalas temporales y espaciales concretas.	Decisión 3/COP.12, CNULD, 2015.
Cubierta de la tierra	Se trata de la materia física de la superficie de la Tierra, con vegetación o sin ella, natural o no.	CNULD, 2018. Manual de información para el proceso de presentación de informes de la CNULD 2017-2018.
Clase de cubierta terrestre	Categoría de cubierta terrestre caracterizada por una combinación de atributos de diagnóstico basados en una aplicación ajustada a escala nacional de un criterio internacional como el Sistema de Clasificación de la Cubierta Terrestre de la FAO Sistema	CNULD, 2018. Manual de información para el proceso de presentación de informes de la CNULD 2017-2018.
Uso de las tierras	El uso de las tierras se refiere al total de arreglos, actividades e insumos adoptados en un tipo determinado de cubierta terrestre (conjunto de acciones humanas). En este informe se examinarán cinco tipos principales de usos de las tierras: tierra de cultivo, tierra de pastoreo, zona boscosa, tierra mixta y otros.	IPCC, 2014: Anexo II: Glosario. En: Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Glosario de WOCAT: < https://www.wocat.net/glossary >

Término/ concepto	Definición	Fuente
Tierras marginales	Las tierras marginales son tierras de escaso valor agrícola porque los cultivos producidos en ellas valdrían menos que el alquiler que se pague para acceder a ellas.	William Baumol, Alan Blinder, <i>Economics: Principles and Policy</i> (2011), pág. 409.
Resiliencia	La capacidad de un sistema para absorber las perturbaciones y reorganizarse, conservando en esencia la misma función, estructura y reacciones. La resiliencia es una propiedad neutra, ni positiva ni negativa (el que sea beneficiosa o no en una situación dada depende de las circunstancias específicas, de si el sistema se encuentra en un estado adecuado o inadecuado).	CNULD, 2018. Manual de información para el proceso de presentación de informes de la CNULD 2017-2018.
Gestión sostenible de las tierras (GST)	El uso de recursos de las tierras —incluidos los suelos, el agua, la vegetación y los animales— para producir bienes y prestar servicios a fin de cubrir las cambiantes necesidades humanas, asegurando a la vez el potencial productivo a largo plazo de estos recursos y el mantenimiento de sus funciones medioambientales.	Glosario WOCAT. < https://www.wocat.net/glossary >
Escasez de agua	Un desequilibrio entre la oferta y la demanda de agua dulce en un ámbito específico (país, región, cuenca hidrográfica, cuenca fluvial, etc.) como resultado de una alta tasa de demanda en comparación con la oferta disponible, en el marco de las disposiciones institucionales vigentes (incluido el precio) y las condiciones infraestructurales.	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), 2012: <i>Hacer frente a la escasez de agua - Marco de acción para la agricultura y la seguridad alimentaria</i> . Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.





Introducción al nexo tierra-sequía

1.1.	Objetivo y estructura del informe	24
1.2.	Justificación del nexo tierra-sequía	25



La relación entre el nexo tierra-sequía y las actividades humanas que afectan a la escasez de agua y refuerzan aún más los efectos de la sequía.

La sequía es uno de los principales factores de la inseguridad alimentaria y del agua en el mundo, y afecta a la producción agrícola y al acceso a los alimentos y el agua. En casos extremos, la sequía y el hambre pueden obligar a la gente a abandonar sus tierras, y recurrir a la migración como última estrategia de subsistencia (FAO, 2018). Como se señala en el Informe de las Naciones Unidas de 2018 sobre el Progreso hacia los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), el hambre en el mundo parece estar aumentando de nuevo, después de un largo período de disminución.⁵ Se considera que los conflictos y la sequía son algunos de los factores clave que frenan el progreso a largo plazo en la lucha contra el hambre en el mundo, lo que dificulta la perspectiva de acabar con el hambre y la malnutrición para 2030. Las consecuencias de la sequía pueden determinar el futuro de quienes la experimentan en la infancia al afectar su desarrollo físico y cognitivo (Damania et al., 2017).

La gestión de las tierras ofrece oportunidades para mitigar los efectos de la sequía y, de manera más general, redirigir las acciones hacia una «gestión proactiva de la sequía». También refuerza la resiliencia de las personas y los ecosistemas ante la sequía.

En la 13ª Conferencia de las Partes (2017) de la CNUCLD, se invitó a la Interfaz Ciencia-Política (ICP) a examinar los informes de síntesis y la literatura primaria disponibles con el fin de proporcionar orientación para apoyar la adopción y ejecución de intervenciones terrestres para la gestión y mitigación de la sequía. Este informe es el resultado de un examen y una evaluación sistemáticos de los documentos clave proporcionados por la secretaría de la CNUCLD y por el Grupo de Trabajo 2 de la ICP, así como de la bibliografía científica adicional recopilada por los autores.

1.1. Objetivo y estructura del informe

El objetivo del informe técnico es ofrecer una revisión exhaustiva de los informes de síntesis existentes y de la literatura primaria con el fin de: (a) destacar el potencial de las intervenciones terrestres para mitigar los efectos de la sequía aumentando la resiliencia de los ecosistemas y el bienestar socioeconómico de las poblaciones; y (b) proporcionar orientación para apoyar la adopción y aplicación de intervenciones terrestres para la gestión y mitigación de la sequía en el contexto de la NDT, a fin de facilitar la transición de la actual gestión «reactiva» de la crisis de la sequía a una gestión «proactiva» del riesgo de sequía.

Este informe técnico consta de 5 capítulos. El capítulo 1 justifica la relación entre el nexo tierra-sequía y las actividades humanas que afectan a la escasez de agua y refuerzan aún más los

5 Consulte el siguiente informe de 2018, accedido el 30/11/2018: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/18541SG_SDG_Progress_Report_2018_ECOSOC.pdf>.



efectos de la sequía. Partiendo de esta base, el capítulo 2 presenta la principal terminología que caracteriza las acciones de mitigación de la sequía (es decir, contra los impactos de la sequía y la vulnerabilidad) y propone un nuevo concepto de «Gestión inteligente de la tierra en caso de sequía» (GIT-S), seguido de la descripción del marco de síntesis y evaluación en cuanto al alcance, la escala y las metodologías de las medidas de GIT-S dentro de las tecnologías de gestión sostenible de las tierras (GST). Sobre esa base, el capítulo 3 define primero las estrategias e intervenciones GIT-S por tipo de uso de las tierras, tal como se presentan en la literatura. En segundo lugar, evalúa las estrategias de GIT-S basadas en pruebas científicas, a lo largo de tres dimensiones de los impactos sobre: i) la salud biofísica y de los ecosistemas, ii) la viabilidad económica, y iii) la resiliencia social. También se presentan las sinergias potenciales, las compensaciones y las limitaciones que surgen a través de las intervenciones. El capítulo 4 proporciona orientación técnica sobre cómo fomentar las intervenciones en las tierras para la mitigación de la sequía. Propone un conjunto de 5 elementos necesarios para una ampliación sostenible de la Gestión inteligente de las tierras en caso de sequía. Por último, el capítulo 5 ofrece algunas propuestas de política.

La gestión de las tierras ofrece oportunidades para mitigar los efectos de la sequía y, de manera más general, redirigir las acciones hacia una «gestión proactiva de la sequía». También refuerza la resiliencia de las personas y los ecosistemas ante la sequía.

1.2. Justificación del nexo tierra-sequía

Existen fuertes vínculos entre el uso de las tierras, el uso del agua y la sequía.

Las sequías agravan la degradación de las tierras, por ejemplo, intensificando las tormentas de arena y polvo (Middleton y Kang, 2017; PNUMA, OMM y CNUCLD, 2016). Por otra parte, la degradación de las tierras también puede amplificar la escasez de agua y aumentar la vulnerabilidad a las sequías. Por esta razón, la inversión en intervenciones que tratan de abordar simultáneamente ambas tiene un alto rendimiento económico, social y ambiental.

La gestión de las tierras y la sequía están fundamentalmente conectadas a través del uso del agua. El agua llega a la tierra a través de las precipitaciones y, en algunos climas y sistemas, a través del riego. Deja la tierra a través de la escorrentía (agua no absorbida por el suelo que luego discurre en pendiente), la transpiración (agua emitida por las plantas a medida que se enfrían), la evaporación del suelo (pérdida de agua directamente



de la superficie de la tierra, especialmente de las superficies desnudas y selladas) y, en algunos casos, a través del drenaje artificial (eliminación del exceso de agua a través de tuberías o baldosas subterráneas). Entre las entradas y salidas, una parte del agua permanece en el suelo durante un tiempo; la cantidad y duración del almacenamiento de agua del suelo depende de las propiedades del suelo, como el contenido de materia orgánica, el espacio poroso y el tamaño, y de procesos como la tasa de infiltración, es decir, la velocidad a la que el agua se filtra en el suelo.

Si bien los suelos sanos pueden almacenar agua que sirve de reserva en épocas de sequía (UCS, 2017), la degradación de las tierras provocada por el hombre reduce la capacidad de retención de agua del suelo, amplifica la escasez de agua y aumenta la vulnerabilidad a las sequías. Por lo tanto, la mejora de la salud del suelo puede crear una mayor resistencia a la sequía (O'Geen, 2012). La pérdida de suelo, especialmente de las capas superiores que contienen la mayor parte de la materia orgánica, lleva a una menor capacidad para retener la humedad del suelo (Emerson, 1995; Amundson et al., 2015; Lang, 2006). La degradación de las tierras también puede contribuir a reducir la infiltración del agua. **Los estudios mundiales de modelización han descubierto que una gestión más eficaz del agua en el suelo tiene posibilidades significativas de mejorar la producción de cultivos y reducir la cantidad total de agua de escorrentía resultante de los sistemas agrícolas (UCS, 2017).** Las superficies impermeables, como los pavimentos, sellan la superficie del suelo, y eliminan la infiltración del agua de lluvia y la recarga natural de las aguas subterráneas.

El uso mundial del agua se ha multiplicado por seis en los últimos 100 años (Wada et al., 2016). La agricultura representa alrededor del 70 % de las extracciones mundiales de agua, la gran mayoría de las cuales se utiliza para el riego. El uso de agua

por parte de la industria y el uso doméstico representan aproximadamente el 20 % y el 10 % restante de las extracciones de agua a nivel mundial, respectivamente. Se prevé que el uso del agua seguirá aumentando a nivel mundial en función del crecimiento de la población, el desarrollo económico y los cambios en las pautas de consumo, entre otros factores. Es probable que la demanda industrial y doméstica de agua crezca mucho más rápido que la demanda agrícola, aunque la agricultura seguirá siendo el mayor usuario general. La agricultura tendrá que hacer frente a un doble desafío, en el que la demanda agrícola de agua y la competencia por ella por parte de los demás sectores están a punto de aumentar (Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos/ONU-Agua, 2018). El cambio climático exacerba la situación al acelerar la ocurrencia y la intensidad de los desastres relacionados con el clima, como las sequías y las inundaciones.

Los ministros de agricultura de muchos países han tomado conciencia de estos desafíos y han adquirido compromisos significativos para mejorar el uso del agua en el sector y aumentar su resistencia a los riesgos relacionados con el agua. En enero de 2017, bajo la presidencia alemana del G20, los ministros de agricultura del G20 adoptaron una declaración y un plan de acción titulado «Hacia la seguridad alimentaria y del agua: fomento de la sostenibilidad, avance de la innovación». Poco después, en el 9º Foro Mundial para la Alimentación y Agricultura, 83 ministros de agricultura adoptaron el Comunicado «Agricultura y agua: clave para alimentar al mundo», en el que exponían su intención de mejorar el acceso de los agricultores al agua, mejorar la calidad del agua, reducir la escasez de agua y gestionar los excedentes de agua. En el pasado, se han identificado soluciones políticas para cumplir estos compromisos políticos, pero no siempre se han adoptado de manera efectiva (Gruère, 2018).



Las políticas deben tener en cuenta las decisiones humanas que contribuyen a la escasez de agua y a la sequía.

Muchos ejemplos han mostrado los efectos de la actividad humana en la escasez de agua y la sequía. La degradación de las tierras inducida por el hombre hizo que las sequías duraran más tiempo y fueran más severas durante el Dust Bowl de la década de 1930 en EE. UU. (Cook et al., 2009). Existen ejemplos de cómo las prácticas de gestión del uso de las tierras, por ejemplo, la forestación en zonas áridas, exacerbaron la escasez local de agua (De-lang y Yuan, 2015). La reducción de la humedad del suelo, incluso mediante una gestión insostenible de las tierras, puede empeorar la gravedad de las sequías. Como resultado, el hecho de que las actividades humanas pueden influir en el nivel de escasez de agua, y a veces en la gravedad y duración de las sequías, significa que estas actividades deben tenerse en cuenta de manera proactiva en las respuestas a las políticas de sequía. Esto determina la eficacia de las respuestas políticas: en la Figura 1

Como resultado, el hecho de que las actividades humanas pueden influir en el nivel de escasez de agua, y a veces en la gravedad y duración de las sequías, significa que estas actividades deben tenerse en cuenta de manera proactiva en las respuestas a las políticas de sequía.

representamos este concepto mostrando el potencial de las políticas de mover el marcador negro que indica la situación actual, ya sea hacia la seguridad del agua (azul) o hacia la escasez de agua (amarillo). Otro punto clave que puede deducirse de la Figura 1 es que no solo los insumos de agua afectan la seguridad/escasez del agua. Otros factores, como las acciones y la planificación humanas, la sequía y el cambio climático, también desempeñan un papel fundamental en este proceso.

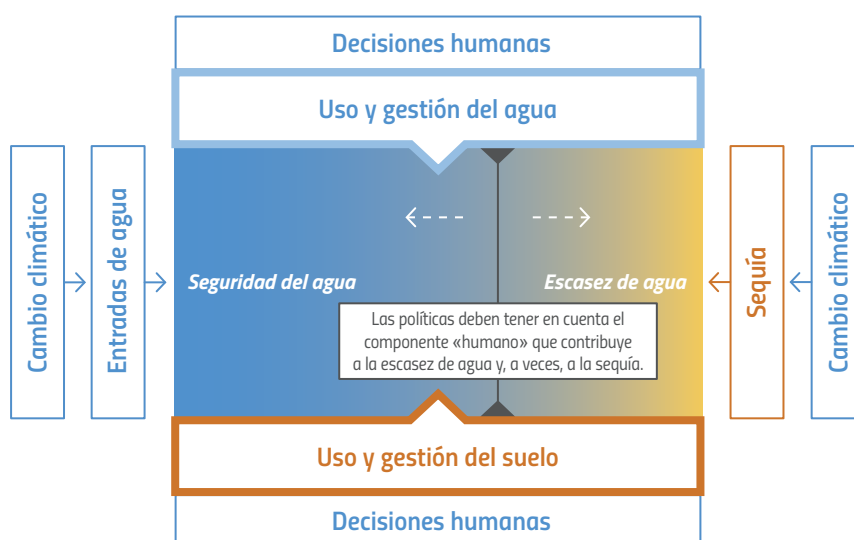


FIGURA 1
Decisiones humanas que afectan a las tierras, el agua y la sequía

Nota: El marcador negro (triángulo) denota una situación hipotética actual, y su movimiento hacia la izquierda o la derecha estaría influenciado por políticas que contribuirían a la seguridad del agua (hacia la izquierda) o a la escasez de agua (hacia la derecha).



Los enfoques de política y las medidas encaminadas a proporcionar ayuda ex post a las poblaciones y actividades económicas afectadas por la sequía son menos eficaces que las medidas proactivas para mitigar los efectos de la sequía.

Las iniciativas internacionales o regionales clave han promovido o adoptado un cambio de enfoques «reactivos» a «proactivos» para abordar la sequía y sus efectos, es decir, del alivio de la sequía a la gestión del riesgo de sequía. Entre ellas figuran: la Reunión de Alto Nivel sobre Políticas Nacionales de Sequía (marzo de 2013), en la que la Organización Meteorológica Mundial y la Asociación Mundial para el Agua establecieron el Programa de Gestión Integrada de Sequías; la iniciativa de colaboración de ONU-Agua (marzo de 2013-mayo de 2015), el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres (2015-2030), los ODS (septiembre de 2015) y la Conferencia de la Sequía Africana (agosto de 2016). Parte de la motivación es financiera: las estrategias basadas en el alivio de la sequía y las intervenciones ex post son muy caras (Gerber y Mirzabaev, 2017). A menudo también son contraproducentes: incentivan la continuación de actividades económicas sensibles a la sequía, aumentando así los costes futuros del alivio de la sequía, en lugar de aumentar la resiliencia frente a las sequías (Gerber y Mirzabaev, 2017). Ejemplos de países que, al ver que sus facturas para el alivio de la sequía han aumentado en las últimas décadas, han prestado cada vez más atención a la gestión proactiva del riesgo de sequía son Australia, India, EE. UU., la Unión Europea (Birthal et al., 2015) y México, en medio de la percepción general y cada vez mayor de que las estrategias de gestión del riesgo generalmente ofrecen una mayor eficiencia (Wilhite y Pulwarty, 2017) en la reducción de los impactos de la sequía en las comunidades, las economías y el medioambiente.

La eficacia en términos económicos de la mitigación del riesgo de sequía, realizada abordando los «factores subyacentes de riesgo de sequía» y la vulnerabilidad, se reconoce en el marco de la «Política de resiliencia, adaptación y gestión de la sequía» (DRAMP) adoptada en la 13ª Conferencia de las Partes de la CNULD del 6 al 16 de septiembre de 2017.⁶ El marco DRAMP define las medidas de mitigación del riesgo de sequía como «[...] cualquier medida estructural o física (como cultivos apropiados, presas, proyectos de ingeniería) y medidas no estructurales (como políticas, sensibilización, desarrollo de conocimientos, compromiso público, marcos jurídicos y prácticas operativas) que se adopten para limitar los efectos adversos de la sequía».

En ese contexto, en el presente informe se destaca el potencial de las intervenciones basadas en las tierras para mitigar los efectos de la sequía mediante el aumento de la resiliencia de los ecosistemas y el bienestar socioeconómico de las poblaciones.

6 Consulte ICCD/COP(13)/19, accedido el 30/11/2018 en: <https://www.unccd.int/sites/default/files/sessions/documents/2017-08/ICCD_COP%2813%29_191711042E.pdf>.



Es necesario comprender mejor cuál es el potencial de las intervenciones basadas en las tierras para mitigar los efectos de la sequía aumentando la resiliencia de los ecosistemas y el bienestar socioeconómico de las poblaciones.





Gestión inteligente de las tierras en caso de sequía: definiciones, conceptos y marco de la síntesis y evaluación

2.1.	Definiciones y conceptos relevantes para la sequía	32
2.2.	Definiciones y conceptos relevantes para la Gestión inteligente de las tierras	34
2.3.	Marco de la síntesis y evaluación de la Gestión inteligente de las tierras en caso de sequía	36



Gestión inteligente de las tierras en caso de sequía: marco de la síntesis y evaluación para mejorar la comprensión del papel de las intervenciones basadas en las tierras que determinan la resiliencia de los ecosistemas y de los seres humanos a la sequía.

Este capítulo introduce la principal terminología que caracteriza las acciones de mitigación de la sequía (es decir, contra los impactos de la sequía y la vulnerabilidad) y propone un nuevo concepto de «Gestión inteligente de las tierras en caso de sequía», o GIT-S, y explica cómo se relaciona con la terminología establecida. Basándose en ello, este capítulo define el marco de la síntesis de las medidas de gestión GIT-S y una evaluación del impacto de las prácticas de gestión sostenible de las tierras y el agua, los atributos biofísicos/ecosistemas y los factores socioeconómicos que determinan la resiliencia de los ecosistemas y los seres humanos a la sequía.

2.1 Definiciones y conceptos relevantes para la sequía

Es bien sabido que no existe una definición de sequía universalmente aceptada, y que diferentes partes interesadas han elaborado definiciones de sequía que no se limitan a los aspectos meteorológicos, sino que se extienden en función de su grado de impacto, sobre todo en los sectores de la agricultura, la hidrología, la economía socioeconómica y la ecología. Los responsables de la toma de decisiones deben ser conscientes de que las definiciones de

sequía, escasez de agua y aridez pueden tener implicaciones en la eficacia de las políticas asociadas, particularmente cuando se considera el nexo tierra-sequía, ya que las diferentes definiciones tienen en cuenta (o no) las tierras de diferentes maneras.

La comprensión de esas definiciones y de la forma en que se utilizan en las políticas nacionales influirá en la cuestión de si esas políticas abordan adecuadamente tanto la gestión de las tierras como la sequía y si las estrategias y los planes de acción de gestión de la sequía incluyen medidas de uso de las tierras, gestión de las tierras y recuperación/rehabilitación capaces de mitigar la sequía. Es urgente comprender mejor la relación entre las intervenciones en tierras y la mitigación de la sequía a fin de mejorar la orientación y la supervisión de las intervenciones y las políticas. En cualquier caso, la respuesta humana es un componente crítico que debe formar parte de cualquier enfoque efectivo y proactivo de planificación de la gestión de la sequía y de las tierras.

Es evidente que, en el contexto de la sequía, los términos mitigación, gestión y respuesta tienen definiciones matizadas y a menudo contradictorias. El uso de «mitigación» en este informe se refiere a acciones y programas destinados a moderar o incluso

prevenir los impactos de la sequía. Normalmente, «gestión» y «respuesta» a menudo describen las acciones tomadas para aliviar los impactos durante o después de un evento ocurrido. En este informe, la gestión proactiva de la sequía se utiliza como un término global que representa a los tres cuando se considera en el contexto de la planificación y preparación para las condiciones extremas antes de que se presenten las dificultades asociadas con la sequía.

Gestión del riesgo de sequía

La gestión del riesgo de la sequía es el proceso de recopilar datos e información para el análisis y evaluación de riesgos; la valoración de opciones; y la creación, implementación y revisión de decisiones a fin de reducir, controlar, aceptar o redistribuir los riesgos de sequía. Se trata de un proceso continuo de análisis, ajuste y adaptación de las políticas y medidas para reducir el riesgo de sequía, incluidas la reducción de la vulnerabilidad y la mejora de la resiliencia de las poblaciones afectadas. La gestión del riesgo de la sequía se centra en crear una sociedad resistente a la sequía mediante la reducción de los riesgos de la sequía y el fomento

de oportunidades ambientales, sociales y económicas ahora y a largo plazo. Reconoce que no es posible eliminar completamente los riesgos y que la reducción del riesgo puede lograrse a expensas de otras metas sociales (CNULD, 2018).

De hecho, el IDMP y sus socios han adoptado tres pilares de la gestión del riesgo de sequía que constituyen los componentes básicos de una política de sequía exitosa.⁷ Estos tres pilares son: (1) Supervisión y alerta temprana; (2) Vulnerabilidad y evaluación de impacto; (3) Mitigación, preparación y respuesta.

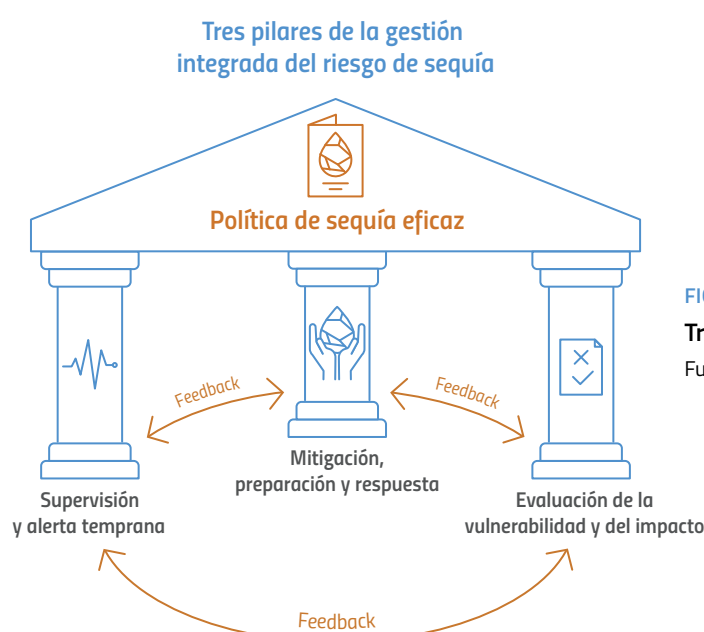


FIGURA 2

Tres pilares de la gestión integrada del riesgo de sequía

Fuente: Programa de gestión integrada de la sequía (IDMP)

⁷ Consulte <<http://www.droughtmanagement.info/pillars/>>, accedido por última vez el 27/02/2019.



Estos tres pilares sirven de base para los planes de gestión de la sequía, «una herramienta de planificación que puede aplicarse a escala de cuenca o a otra escala y que define mecanismos y una metodología para detectar y predecir las sequías, establece umbrales para las diferentes etapas de la sequía a medida que esta se intensifica y retrocede, define medidas para alcanzar objetivos específicos en cada etapa de la sequía, asegura la transparencia y la participación pública en el desarrollo de las estrategias de sequía».⁸

Las intervenciones de GIT-S pueden diseñarse e implementarse a diferentes escalas, con acciones a escala local y nacional que proporcionen las estructuras de incentivos y permitan que el entorno lleve a cabo, apoye o aumente las acciones a nivel de los usuarios de la tierra.

2.2 Definiciones y conceptos relevantes para la Gestión inteligente de las tierras

La gestión sostenible de las tierras (GST), las Soluciones basadas en la naturaleza (SBN), la Adaptación basada en los ecosistemas (ABE) y la reducción del riesgo de desastres basada en ecosistemas (RRD-Eco) han sido ampliamente reconocidas por los científicos y los responsables de la formulación de políticas que trabajan en la lucha contra la degradación de las tierras, la mitigación y adaptación al cambio climático, la conservación de la biodiversidad y la reducción de los desastres relacionados con el agua, como planteamientos proactivos eficaces para mejorar los ecosistemas a largo plazo y la resiliencia de los seres humanos. Si bien todos estos enfoques tienen características únicas, todos ofrecen ejemplos de intervenciones en tierras que son pertinentes en el contexto de la sequía.

Intervenciones basadas en las tierras

En este informe, las intervenciones basadas en las tierras se definen como acciones que están vinculadas al uso y la gestión de las tierras. Existe una amplia gama de intervenciones potenciales que proporcionan resiliencia a la sequía, incluyendo ciertos tipos de infraestructura para la captación de agua o el control de la erosión, prácticas agrícolas climáticamente inteligentes como la agricultura de conservación, tecnologías para mejorar la eficiencia en el uso del agua, la forestación y la reforestación. Estas intervenciones comparten características centrales de los conceptos de GST, SBN, ABE y RRD-Eco y ofrecen oportunidades para mitigar los efectos de la sequía y, de manera más general, reorientar las acciones hacia la «gestión proactiva de la sequía», aumentando así la resiliencia de los ecosistemas y de las personas ante la sequía.

⁸ Consulte <<http://www.droughtmanagement.info/glossary/>>, accedido por última vez el 21/11/2018.

Las intervenciones basadas en las tierras de interés específico en este informe son aquellas que apoyan la prestación de servicios de los ecosistemas terrestres, ya que se ven afectadas por una divergencia temporal de las tendencias normales (promedios a largo plazo) en la precipitación y la humedad del suelo. Estas deben diferenciarse de las intervenciones dirigidas a la escasez (permanente) de agua en zonas climáticas que suelen ser secas.

Gestión inteligente de las tierras en caso de sequía

Como parte de la definición, basada en la GST, de las intervenciones basadas en la tierra, este informe introduce un nuevo concepto de Gestión

inteligente de las tierras en caso de sequía (GIT-S) (Figura 3 Gestión inteligente de las tierras en caso de sequía (GIT-S))

La GIT-S mejora la resiliencia a la sequía para los usuarios de las tierras y la sociedad en general. Estas intervenciones GIT-S mejoran la capacidad de los suelos para aceptar, retener, liberar y transmitir agua, y aumentan la eficiencia en el uso del agua de las plantas. Pueden hacerlo en términos generales aumentando el suministro de agua allí donde la necesitan los organismos vivos (por ejemplo, los sistemas de raíces de los cultivos) o reduciendo la demanda de agua (por ejemplo, las variedades de cultivos resistentes a la sequía).

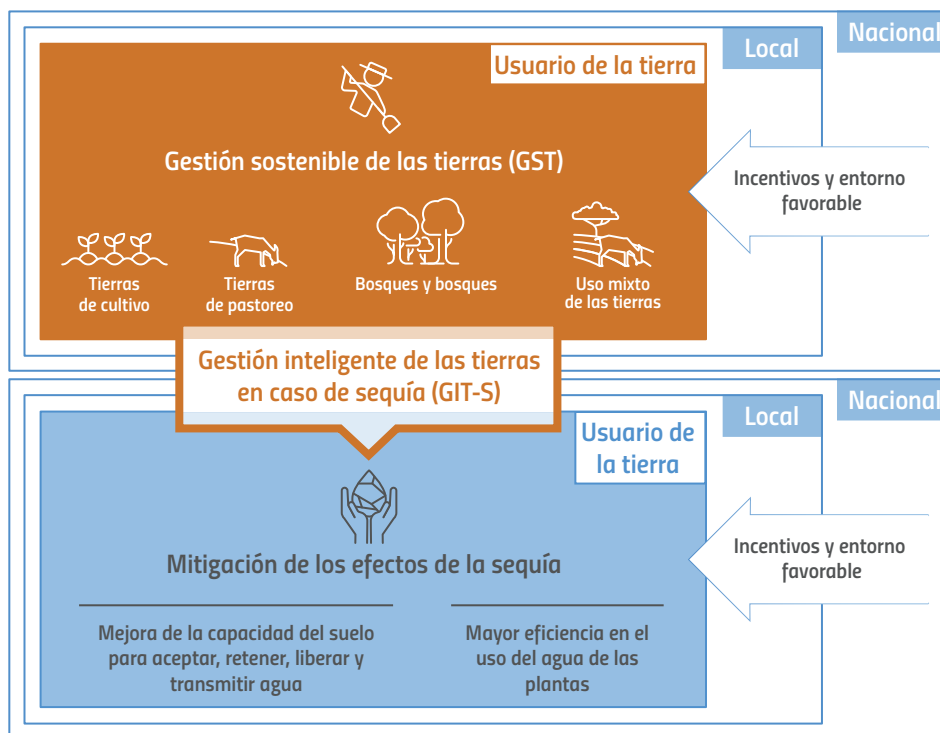


FIGURA 3

Gestión inteligente de las tierras en caso de sequía (GIT-S)



Las intervenciones de GIT-S pueden diseñarse e implementarse a diferentes escalas, con acciones a escala local y nacional que proporcionen las estructuras de incentivos y permitan que el entorno lleve a cabo, apoye o aumente las acciones a nivel de los usuarios de la tierra. Las intervenciones de GIT-S contribuyen a evitar, reducir y revertir la degradación de las tierras en el marco de la NDT. La GIT-S también contribuye al pilar 3 de la gestión del riesgo de sequía, en particular porque ayuda a mitigar los riesgos de sequía y los efectos de la sequía y mejora la preparación. Por otra parte, el segundo pilar de la gestión del riesgo de sequía, es decir, las evaluaciones de impacto, ayudan a determinar qué aspectos de la gestión sostenible de las zonas costeras son más importantes y eficientes.

Neutralidad de la degradación de las tierras

La CNULD define la neutralidad de la degradación de las tierras (NDT) como un estado en el que «la cantidad y la calidad de los recursos de las tierras necesarios para apoyar las funciones y servicios de los ecosistemas y mejorar la seguridad alimentaria permanecen estables o aumentan a una escala temporal y espacial o a un ecosistema especial» (Orr et al., 2017). El mecanismo para la NDT, es decir, la contabilización de las ganancias y pérdidas futuras en el capital natural de las tierras, hace referencia explícita a la gestión sostenible de las tierras y sus prácticas como instrumentos para evitar, reducir o revertir la degradación de las tierras. La implementación en el contexto de la NDT a través de la planificación integrada del uso de las tierras permite optimizar el uso de las tierras y mantener el equilibrio de las tierras para que sirva para la provisión y otros servicios de los ecosistemas y la construcción de la resiliencia de las comunidades y los ecosistemas.

2.3 Marco de la síntesis y evaluación de la Gestión inteligente de las tierras en caso de sequía

Para mejorar la comprensión científica del potencial de las intervenciones basadas en las tierras para la mitigación de la sequía y la gestión de riesgos mediante el aumento de la resiliencia de los ecosistemas y el bienestar socioeconómico de las poblaciones, se enmarcan la primicia, la escala y la metodología de una síntesis y evaluación basadas en los informes de síntesis existentes y la revisión de la literatura primaria.

2.3.1 Alcance

El alcance de la síntesis y la evaluación se define de la siguiente manera: abarca las prácticas o tecnologías de gestión sostenible de las tierras en la medida en que se asocian a cuatro tipos principales de uso de las tierras, tal como se definen en WOCAT (2002) y se adaptan en Sanz et. Al (2017, pág. 45). Estos cuatro tipos de uso de las tierras son:

- Tierras de cultivo: cultivos anuales, cultivos perennes, cultivos de árboles y arbustos.
- Tierras de pastoreo: tierras de pastoreo extensivo e intensivo.
- Bosque: bosque natural, plantaciones forestales, otros.
- Mixto: agroforestería (tierras de cultivo y forestales), agropastoralismo (tierras de cultivo y de pastoreo), agrosilvopastoralismo (tierras de cultivo, de pastoreo y bosques), silvopastoralismo (bosques y tierras de pastoreo). En este informe también se analizan las áreas urbanas dentro de esta categoría de uso mixto de las tierras.

CUADRO 1**Definiciones establecidas relevantes para las tierras****Gestión sostenible de las tierras**

La gestión sostenible de las tierras (GST) busca integrar la gestión de las tierras, el agua, la biodiversidad y otros recursos ambientales para satisfacer las necesidades humanas actuales y futuras, al tiempo que se mantienen los servicios de los ecosistemas (Banco Mundial, 2006). Una tecnología específica de GST, a este respecto, es una práctica que consiste en una o varias medidas agronómicas, vegetativas, estructurales y de gestión aplicadas sobre el terreno para controlar la degradación de las tierras y/o aumentar la productividad de las tierras (adaptado del glosario WOCAT). En esta definición se esboza un amplio conjunto de prácticas de GST, un número importante de las cuales puede servir como intervenciones en tierras para la mitigación del riesgo de sequía.

Soluciones basadas en la naturaleza

La GIT-S pertenece al grupo de soluciones basadas en la naturaleza (SBN). Existen muchas definiciones diferentes, pero, en pocas palabras, las SBN se inspiran y apoyan en la naturaleza y utilizan, o imitan, los procesos naturales (Comisión Europea, 2015). Una SBN puede implicar la conservación o rehabilitación de ecosistemas naturales o la mejora o creación de procesos naturales en ecosistemas modificados o artificiales. Una SBN ofrece soluciones únicas y efectivas al cambio climático. Lo que se pretende es una aplicación proactiva de la gestión sostenible y la conservación de los recursos naturales para hacer frente a los principales desafíos mundiales (seguridad alimentaria, reducción del riesgo de desastres, economía) (UICN, 2012).

Enfoques basados en los ecosistemas para la adaptación al cambio climático y la reducción del riesgo de desastres

GIT-S pertenece al grupo de enfoques basados en los ecosistemas para la adaptación al cambio climático y la reducción del riesgo de desastres. Se trata de enfoques holísticos que utilizan la biodiversidad y las funciones y servicios de los ecosistemas para gestionar los riesgos de los impactos y desastres relacionados con el clima. La adaptación basada en ecosistemas (ABE) consiste en el uso de la biodiversidad y de las funciones y servicios de los ecosistemas, como parte de una estrategia general de adaptación, que contribuye al bienestar de las sociedades, incluidos los pueblos indígenas y las comunidades locales, y ayuda a las personas a adaptarse a los efectos adversos del cambio climático. La ABE tiene por objeto mantener y aumentar la resiliencia y reducir la vulnerabilidad de los ecosistemas y las personas frente a los efectos adversos del cambio climático (CDB, 2009). La Reducción del riesgo de desastres basada en los ecosistemas (RRD-Eco) es la gestión, conservación y recuperación holística y sostenible de los ecosistemas para reducir el riesgo de desastres, con el objetivo de lograr un desarrollo sostenible y resistente (Estrella y Saalismaa, 2013). La Conferencia de las Partes en el Convenio sobre la Diversidad Biológica, en su 14ª reunión, celebrada en noviembre de 2018, adoptó directrices voluntarias para el diseño y la aplicación efectiva de la ABE y la RRD-Eco.



Aunque las tierras secas del mundo son vulnerables y están amenazadas por la degradación de las tierras y la sequía, el alcance de este informe abarca más allá de las tierras secas, ya que tanto la sequía como la degradación de las tierras son un fenómeno mundial que no se limita a las tierras secas.

Aunque las tierras secas del mundo son vulnerables y están amenazadas por la degradación de las tierras y la sequía, el alcance de este informe abarca más allá de las tierras secas, ya que tanto la sequía como la degradación de las tierras son un fenómeno mundial que no se limita a las tierras secas. La agricultura ha sido tradicionalmente el principal sector sensible a la sequía, aunque otros sectores como el transporte fluvial, la energía y el turismo se ven cada vez más afectados y reconocidos como tales.⁹ A diferencia de estos otros sectores, el papel del agua en la agricultura es muy difícil de sustituir. También hay muy pocas opciones para sustituir a la agricultura en la provisión de alimentos, y las intervenciones basadas en las tierras son herramientas clave para aumentar la resiliencia del ecosistema y la resiliencia social del sector ante las sequías. El alcance de esta síntesis y evaluación también incluye la silvicultura: junto con la agricultura, los dos sectores cubren una gran parte de los servicios de los ecosistemas terrestres gestionados.

La síntesis y el resultado de la evaluación se estructuran en torno a los tipos de uso de las tierras, ya que muchas de las decisiones sobre las

intervenciones en tierras las adoptan y aplican los propios usuarios de las tierras. En todos los tipos de uso de las tierras, Sanz y otros (2017) definen catorce grupos de «tecnologías» (o prácticas) de gestión sostenible de las tierras en las que pueden clasificarse tecnologías específicas. En este informe, aplicamos estos términos globalmente. Son:

1. Gestión integrada de la fertilidad del suelo
2. Perturbación mínima del suelo
3. Control de plagas y enfermedades
4. Control de erosión de suelos
5. Gestión de la vegetación
6. Gestión del agua
7. Reducción de la deforestación
8. Forestación y reforestación
9. Gestión sostenible de los bosques
10. Recuperación de bosques
11. Gestión de la presión de pastoreo
12. Gestión de residuos animales
13. Agroforestería (árboles combinados con cultivos, pastos y/o animales)
14. Agropastoralismo (pastoreo de animales o alimentación de residuos de cultivos y pastoreo de tierras en barbecho).

En la medida de lo posible, el estudio de los efectos de las tecnologías de GST en la mitigación del riesgo de sequía se ajustará a las tipologías anteriores. Al hacerlo, se pondrá de relieve si los impactos sobre la resiliencia a la sequía se realizan de manera más fácil o sistemática para tipos específicos (o combinaciones) de uso de las tierras y categorías de innovaciones en materia de gestión sostenible de las tierras. Esto puede ayudar a sacar conclusiones políticas basadas en denominadores comunes a través de ejemplos y estudios de casos muy específicos encontrados en la literatura y a alejarse de las recomendaciones puramente específicas de cada caso.

El elemento final para determinar el alcance de la evaluación es la categorización de los impactos

⁹ Consulte Wilhite et al. (2007) sobre los impactos de la sequía en EE. UU. <<http://digitalcommons.unl.edu/droughtfactpub/43>>, y OMM y GWP (2014) para una perspectiva global.



de estas tecnologías o prácticas en la mitigación de los efectos de la sequía, que pueden ser a) directos, es decir, que impactan la variabilidad de la disponibilidad/humedad del agua (es decir, no la escasez de agua), o b) indirectos, es decir, que impactan en la capacidad de los usuarios de las tierras para responder a la sequía adaptándose a las condiciones de sequía (temporal). Dado que la definición de un indicador de puntos de referencia para la sequía, los riesgos de sequía y los impactos son, por naturaleza, muy específicos de cada caso, es necesario trabajar con estos diferentes niveles de clasificación para llegar a conclusiones más sistemáticas.

2.3.2 Escala

La escala geográfica que enmarca el informe se centra en el nivel de los usuarios de las tierras, donde se toman la mayoría de las decisiones sobre el uso de las tierras y se aplican las tecnologías de gestión sostenible de las tierras. Este enfoque de «microescala» surge de la observación de que la importancia de las actividades de mitigación de la sequía a microescala a menudo es subestimada (Gerber y Mirzabaev, 2017). Sin embargo, es razonable suponer que quienes sufren directamente los efectos de la sequía, los usuarios de las tierras, deberían tener los incentivos más fuertes para actuar de una manera que aumente su resiliencia a los efectos de la sequía. Si no lo hacen, es probable que su capacidad para hacerlo se vea limitada. Por lo tanto, este informe también busca hacer referencia al nivel local y nacional, donde las políticas se deciden y aplican, determinando así los elementos críticos del «entorno propicio» de los usuarios de las tierras. El informe distingue entre las intervenciones a escala local y nacional que tienen un impacto directo en la mitigación del riesgo de sequía (por ejemplo, la construcción de una infraestructura de riego) y las que conforman el entorno propicio para los usuarios de las tierras e incentivan las prácticas de gestión sostenible de las tierras o la resiliencia a

la sequía, o ambas (por ejemplo, regímenes seguros de tenencia de las tierras, subsidios para tecnologías de riego a pequeña escala, etc.).

La escala temporal de las intervenciones terrestres y sus posibles beneficios colaterales para la gestión del riesgo de sequía es el último elemento que debe considerarse en este informe. El cronograma de implementación de las tecnologías de GST, la escala temporal a considerar para capturar sus impactos primarios previstos y la escala temporal que permitiría capturar una mayor resiliencia a la sequía no están potencialmente alineados. De hecho, la OCDE (2016) considera las estrategias de mitigación de riesgos ex-ante, como la mitigación del riesgo de sequía, como estrategias a largo plazo (en contraposición a la gestión de crisis ex-post a corto plazo). Por otra parte, muchas de estas medidas tienen un impacto a corto plazo (por ejemplo, los muros de contención o las terrazas tienen un efecto bastante inmediato para detener la erosión), con mayores impactos si se mantienen durante un largo período de tiempo. Algunas tecnologías de GST tienen altos costes iniciales, pero menores costes de mantenimiento (por ejemplo, control de la erosión a través de terrazas), mientras que otras requieren inversiones relativamente pequeñas pero repetidas (por ejemplo, pastoreo rotativo, microfertilización, etc.). Por lo tanto, es concebible que la atribución del impacto de las tecnologías de GST en la resiliencia a la sequía sea técnicamente extremadamente difícil. Este tema no está explícitamente cubierto en la literatura revisada y este informe refleja esta situación: las estrategias de GIT-S se evalúan por separado en cuanto a su viabilidad económica (impacto directo a corto plazo) y a su impacto en la resiliencia social (a largo plazo). Este tema no está explícitamente cubierto en la literatura revisada y este informe refleja esta situación: las estrategias de GIT-S se evalúan por separado en cuanto a su viabilidad económica (impacto directo a corto plazo) y a su impacto en la resiliencia social (a largo plazo).



2.3.3 Metodología

La metodología se basa en una revisión y evaluación de la literatura. Esto comienza con el examen y la evaluación sistemáticos de los documentos clave proporcionados por la secretaría de la CNULD en el marco del llamamiento al que responde el presente informe, que proporcionan una excelente conexión con la experiencia adquirida en la lucha contra la sequía y la degradación de las tierras, y las medidas adoptadas al respecto. El Grupo de Trabajo 2 de la ICP ha aportado literatura adicional.

La lista de fuentes primarias se amplió, en primer lugar, aplicando un enfoque multiplicador: se consultaron las publicaciones técnicas y científicas a las que se hace referencia en los documentos clave mencionados anteriormente, siempre con el objetivo de llegar a la fuente original que proporciona la evidencia de los impactos de GIT-S.

Este enfoque multiplicador se complementó con una búsqueda bibliográfica. Mediante una búsqueda escalonada de palabras clave en el motor de búsqueda científica Google Scholar, la búsqueda ayuda a identificar las publicaciones más recientes que pueden llenar los vacíos en las evaluaciones anteriores de la literatura. Los filtros y las palabras clave aplicadas durante la búsqueda están vinculados a intervenciones GIT-S específicas seleccionadas de los grupos de prácticas de GST y su lista de intervenciones específicas presentadas en Sanz et al. (2017).

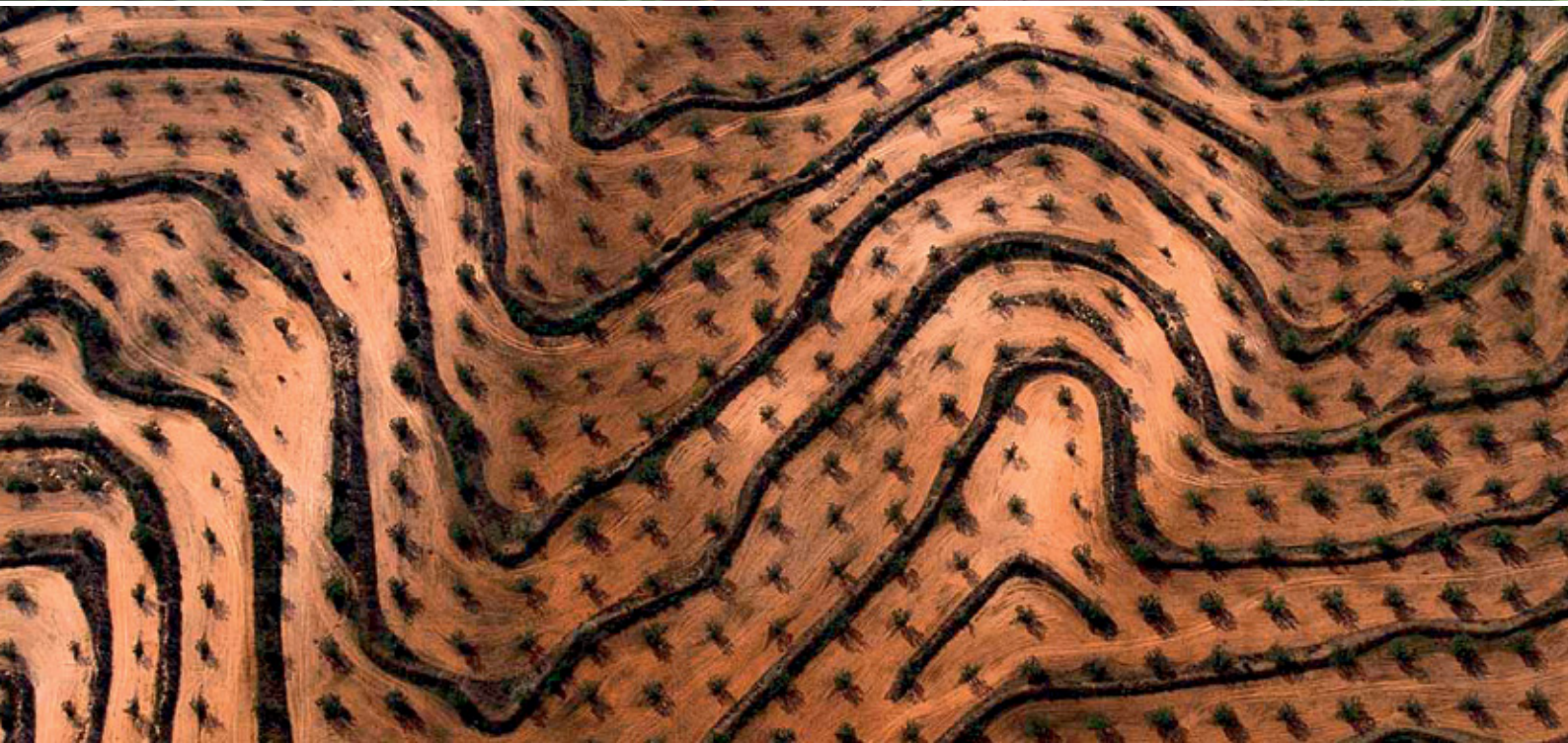
Por ejemplo: Sanz y otros (2017) informan de que la gestión integrada de la fertilidad de los suelos puede proporcionar una serie de servicios que abordan la degradación de las tierras y la adaptación al cambio climático. A partir de esta información, se realizó una búsqueda en Google Scholar utilizando la combinación de palabras clave como «compostaje y rendimiento», «biochar, secuestro de carbono», «gestión integrada de la fertilidad del suelo y seguridad alimentaria», etc. La revisión y evaluación priorizó la literatura publicada más recientemente (desde 2008), pero también toma en consideración las publicaciones más antiguas, aún relevantes e importantes. El énfasis de la revisión está en la literatura revisada por pares, complementada con fuentes relevantes de literatura gris.

La metodología, es decir, el uso de material clave proporcionado por la secretaría de la CNULD y la búsqueda adicional de bibliografía científica, es el resultado de dos factores principales:

1. El objetivo preciso de este informe científico determinado por la secretaría de la CNULD y durante la consulta con el Grupo de Trabajo 2 de la ICP (reunión del 11 de octubre de 2018, e intercambios subsiguientes entre el equipo consultor y los miembros del ICP).
2. La concordancia entre el objetivo y el alcance del informe y el éxito efectivo de la búsqueda bibliográfica para descubrir datos objetivos y basados en la evidencia sobre los impactos de las intervenciones terrestres en la mitigación del riesgo de sequía (DRM).



La evaluación de la gestión sostenible de las tierras para evitar, reducir y revertir la degradación de las tierras contribuye a la mitigación de la sequía y la gestión del riesgo y se enmarca en la consideración de los usuarios de las tierras y el enfoque práctico, la perspectiva de género y los beneficios separados a corto plazo (para la resiliencia económica) y a largo plazo (para la resiliencia social y de los ecosistemas).





Eficacia y beneficios colaterales de la Gestión inteligente de las tierras en caso de sequía

- | | | |
|------|---|----|
| 3.1. | Síntesis de las prácticas de Gestión inteligente de las tierras en caso de sequía | 44 |
| 3.2. | Evaluación de las prácticas de Gestión inteligente de las tierras en caso de sequía | 50 |



La evidencia científica sólida muestra el potencial de 14 grupos de medidas de GIT-S en cuatro tipos de uso de las tierras para contribuir positivamente a la mitigación del riesgo de sequía, la neutralidad de la degradación de las tierras, la conservación de la biodiversidad, el secuestro de carbono del suelo y permitir una mejor resiliencia a la sequía sin reducir los beneficios económicos de los agricultores.

Este capítulo presenta una síntesis y evaluación de las prácticas de GIT-S *que mejoran la capacidad de los suelos para captar, retener, liberar y transmitir agua, e incrementan la eficiencia en el uso del agua de las plantas* (Sanz et al., 2017), aumentando así la resiliencia a la sequía. Es un hecho reconocido que todas las medidas de GST pueden contribuir indirectamente a la resiliencia ante la sequía al mejorar la fertilidad de los suelos y la resiliencia económica y social frente a una serie de perturbaciones, incluidos los fenómenos meteorológicos extremos (Sanz et al., 2017).

Este mapeo cruzado de las prácticas de GIT-S a la jerarquía de la NDT tiene por objeto facilitar su integración en los compromisos nacionales de la NDT (Mecanismo Mundial, 2017).

3.1. Síntesis de las prácticas de Gestión inteligente de las tierras en caso de sequía

En primer lugar, en esta sección se hace un repaso de las intervenciones basadas en las tierras para mitigar el riesgo de sequía, que se denominan prácticas de GIT-S, en relación con los principales tipos de uso de las tierras, a saber: tierras de cultivo, tierras de pastoreo, bosques, y usos mixtos de la tierra. Esta clasificación adopta la clasificación de tipos de uso de las tierras de WOCAT, que ha sido aprobada por la CNUCLD como la principal base de datos recomendada para la presentación de informes sobre las mejores prácticas de GST. La síntesis también los vincula con la jerarquía de la NDT de evitar, reducir y revertir la degradación de la tierra (Cowie et al., 2018; Orr et al., 2017). Este mapeo cruzado de las prácticas de GIT-S a la jerarquía de la NDT tiene por objeto facilitar su integración en los compromisos nacionales de la NDT (Mecanismo Mundial, 2017). Debido a las limitaciones de espacio, las definiciones de las prácticas específicas de GIT-S figuran en el Anexo 1.



3.1.1 Tierras de cultivo

Las prácticas de GIT-S contribuyen a mitigar el riesgo de sequía en las tierras de cultivo mejorando los componentes del sistema de producción, aumentando la capacidad de retención de la humedad del suelo, la infiltración y la disponibilidad de agua, y reduciendo las pérdidas de agua, mediante una variedad de medidas que controlan la erosión del suelo, minimizando o controlando la perturbación del suelo y mejorando la retención de agua del suelo, aumentando la fertilidad del suelo y mejorando la gestión del agua y la vegetación.

Control de la erosión del suelo. Las prácticas de GIT-S para controlar la erosión del suelo, ya sea por el agua o el viento, ayudan a mantener la materia orgánica y la fertilidad del suelo, y aumentan la infiltración de agua, aumentando así la disponibilidad de agua y nutrientes para el crecimiento de las plantas y aumentando la resistencia de los cultivos contra las sequías (Maetens et al., 2012). Estas medidas de control de la erosión del suelo incluyen intervenciones que reducen la velocidad del viento y de la escorrentía, a saber: 1) barreras vegetativas, cinturones y franjas de protección (franjas de césped, arbustos y amortiguadores de árboles), líneas de basura orgánica (por ejemplo, Emikikizo en Uganda) (Liniger y Critchley, 2007), y el aumento de la cobertura del suelo a través de cultivos de cobertura y acolchado, 2) barreras estructurales, incluidos los bordes del suelo, los bordes semicirculares, las líneas de piedra y las paredes (por ejemplo, Mitsheho en Sudáfrica), bancos y terrazas inclinadas (por ejemplo, Fanya juu en Kenia y Tanzania, terrazas Zhuanglang loess en China) y presas de contención (Wei et al., 2016). Las prácticas de aterrazamiento ayudan a reducir la erosión del suelo y permiten la recarga del agua del suelo (Wei et al., 2016). Estas prácticas de gestión sostenible de las tierras contribuyen principalmente a evitar y reducir la degradación de las tierras. Tienen un impacto relativamente limitado en la inversión de la degradación de las tierras.

Minimizar o controlar las alteraciones del suelo y mejorar la retención de agua en el suelo. El uso a largo plazo de las prácticas convencionales de labranza

puede comprometer la capacidad de retención de agua del suelo, mientras que las prácticas para minimizar las alteraciones del suelo, como los diversos métodos de labranza reducida: labranza cero, labranza mínima con mantillo y labranza en cresta o contorno, mejoran la calidad física del suelo, mantienen una mayor humedad del suelo, mejoran la actividad biológica del suelo y añaden carbono orgánico al suelo (Acharya et al., 1998; Klik y Eitzinger, 2010; Lanckriet et al., 2012). La perturbación del suelo también se reduce mediante la plantación de cultivos de cobertura, incluso para estiércol verde y

Estas prácticas de gestión sostenible de las tierras contribuyen principalmente a evitar y reducir la degradación de las tierras.

acolchado (Almagro et al., 2013; Celano et al., 2011). Los cultivos de cobertura y el acolchado aumentan el contenido de agua del suelo y el carbono del suelo, al reducir la escorrentía y la evaporación del agua de la superficie del suelo y aumentar la infiltración de agua en los suelos (Basche, 2017). La reducción de la labranza y el acolchado podría combinarse con la rotación de cultivos, en lo que se denomina prácticas de agricultura de conservación (Derpsch, 2005; Hobbs et al., 2008; Kienzler et al., 2012; Scopel et al., 2013). En los casos de suelos compactados, con capas de restricción de raíces, por otro lado, la interrupción mecánica a través del rasgado profundo puede ser utilizada para aflojar los suelos compactados y mejorar su permeabilidad al agua (Harari, Gavilano y Liniger, 2017). La nivelación láser ayuda a mejorar la eficiencia de la aplicación de agua (Abdullaev et al., 2007; Aryal et al., 2015; Kaur et al., 2012). La nivelación de precisión de los campos redujo la demanda de riego en un 20-30 % en la producción de granos en Arizona, EE. UU. (Vickers, 2018). Las medidas de GIT-S para reducir al mínimo las perturbaciones del suelo contribuyen a evitar y reducir la degradación de las tierras. En algunos casos, por ejemplo, la plantación de cultivos de cobertura y la aplicación de mantillo pueden ayudar a revertir la degradación de las tierras.



La gestión integrada de la fertilidad del suelo busca optimizar los nutrientes del suelo y el agua para el crecimiento de los cultivos (Obia et al., 2016; Sanz et al., 2017; Woolf et al., 2010), lo que se logra combinando la aplicación de aditivos químicos y orgánicos en el suelo, tales como estiércol, compost (Bekchanov y Mirzabaev, 2018; Doan et al., 2015), estiércol verde (Cherr et al., 2006; García-Franco et al., 2006), 2015; Zhang et al., 2017), biohumus y biochar (Singh y Cowie, 2015; Van Zwieten et al., 2010), incluyendo el uso de prácticas indígenas como los lechos de jardín elevados de Terra Preta (Haití), y los jardines de ojo de cerradura (Lesotho) (Harari et al., 2017), las chinampas (el uso de cañas entrecruzadas en las masas de agua para crear parcelas para la producción de cosechas) y las milpas (cultivos migratorios) en México (Saavedra et al., 2017). Las prácticas de gestión integrada de la fertilidad de los suelos contribuyen a las tres categorías de la jerarquía de la NDT de evitar, reducir y revertir la degradación de las tierras.

La mejora de la gestión del agua, incluidas prácticas como la programación y las tasas de riego más precisas, el riego por goteo, el riego por desviación de aguas de avenidas, el riego por goteo en el subsuelo, el riego nocturno para evitar pérdidas por evaporación y el riego deficitario permiten ahorrar agua en la producción de cultivos (Chai et al., 2016; Harari et al., 2017; Sanz et al., 2017). La resiliencia contra las sequías en la producción de cultivos de secano también podría mejorarse mediante el riego complementario con diversas técnicas de captación de agua de lluvia (Akhtar et al., 2016). Existen numerosos ejemplos de técnicas de captación de agua de lluvia adaptadas a las condiciones locales en todo el mundo, como los pozos de Zai (Burkina Faso) (Nyamekye et al., 2018), Tassa (Níger) (Bouzou Moussa y Dan Lamso, 2004), Ndiva (Tanzania) (Enfors y Gordon, 2008), captación de agua subterránea, sistemas de kyariz (Turkmenistán) (Bekturova y Romanova, 2007), captación de rocas, filtro de arena de estanque (PSF) y otros (Harari et al., 2017; Oweis et al., 2012). El aumento de la capacidad de retención de agua a gran escala podría

lograrse mediante la construcción de embalses, pozos de retención, estanques de granjas, etc. y mediante la reducción de las pérdidas de agua por filtraciones en los canales de riego. Las reservas de agua y la recogida de agua de lluvia también permiten el riego fuera de temporada. Se encontró que el riego suplementario que utiliza agua subterránea ha llevado al agotamiento del agua subterránea y a la salinización secundaria en muchos contextos (de Graaf et al., 2017; MacDonald et al., 2016; Parisi et al., 2018; Russo y Lall, 2017), requiriendo una planificación y regulación cuidadosa de los sistemas de drenaje y de las tasas de uso de agua subterránea. Sensores de humedad del suelo y medidores inteligentes de riego (Aqeel-ur-Rehman et al., 2014; Haley y Dukes, 2012; Vellidis et al., 2008), medidores de flujo de savia (Han et al., 2018), reutilización marginal del agua (Qadir y Oster, 2004; Qadir et al., 2010), los drones y las tecnologías de teledetección para la vigilancia selectiva de las necesidades de agua de las plantas (Lawley et al., 2016), y la programación avanzada del riego adaptada a las condiciones meteorológicas reales contribuyen a mejorar la eficiencia del uso del agua en las zonas propensas a la sequía (Vickers, 2018). Tales medidores de humedad del suelo y riego de precisión redujeron los requerimientos de agua en un 30 % en las plantaciones de almendros (*Prunus dulcis*) en el centro de California, EE. UU. (Vickers, 2018). Se encontró que el riego deficitario, por ejemplo, a través del riego parcial de la zona de las raíces, conduce al mismo nivel de rendimiento de los cultivos, pero utilizando entre un 20 y un 30 % menos de agua de riego (Chai et al., 2016). La mejora de las prácticas de gestión de los recursos hídricos, según el contexto, puede contribuir a todas las categorías de NDT para evitar, reducir o revertir la degradación de las tierras.

Las medidas mejoradas de gestión de la vegetación incluyen el control de la maleza, reduciendo las pérdidas de agua por el crecimiento de la maleza y permitiendo que los cultivos reciban más agua (Singh et al., 2008). Las medidas de control de malezas, especialmente cuando se combinan con prácticas de gestión integrada de plagas, también permiten



reducir la aplicación de herbicidas y plaguicidas, contribuyendo así a evitar el deterioro de la calidad de las aguas superficiales y freáticas (Bossio et al., 2010). La introducción de cultivos resistentes a la sequía y variedades de cultivos, incluidos los cultivos a menudo descuidados e infrautilizados, la adopción de cultivos de raíces profundas y la mejora de la nutrición de las plantas para el desarrollo temprano de las raíces son otro conjunto de actividades de gestión sostenible de las tierras para aumentar la resiliencia de los cultivos ante la sequía. Otros enfoques mejorados de gestión de la vegetación incluyen la rotación diversificada de cultivos, por ejemplo, con legumbres (Biederbeck et al., 2005; Lenssen et al., 2007), la transición a prácticas agroforestales y los cambios en el uso de la tierra desde las tierras de cultivo a las de pastoreo (Harari et al., 2017). Por ejemplo, las rotaciones de cultivos basados en legumbres mejoraron la infiltración de agua entre un 70 % y un 238 % en experimentos agronómicos en Malaui, Mozambique, Zambia y Zimbabue (Thierfelder et al., 2013). Estas prácticas GIT-S de gestión mejorada de la vegetación contribuyen a todas las categorías de NDT de evitar, reducir o revertir la degradación de las tierras.

3.1.2 Tierras de pastoreo

Las prácticas de gestión de la presión de pastoreo fueron una forma importante de prácticas de GIT-S ampliamente utilizadas en las tierras de pastoreo a lo largo de la historia para hacer frente a las sequías. Un buen ejemplo de estas prácticas es el pastoreo rotativo a larga distancia, generalmente asociado con el pastoreo nómada (Dong, 2016). En la actualidad, debido a la creciente conversión de los pastizales para la producción de cultivos y la subsiguiente fragmentación de la extensión de las tierras de pastoreo (Behnke, 2008; Goldman y Riosmena, 2013; Hobbs et al., 2008; Stokes et al., 2006), estas prácticas de pastoreo rotativo a larga distancia están cada vez más marginadas. Los enfoques de rotación del pastoreo ayudan a reducir la degradación de los pastizales modificando y extendiendo la presión del pastoreo (Harari et al., 2017; Mirzabaev et al., 2016). Sin embargo, cuando se enfrentan a sequías, que

son una característica frecuente y regular de la mayoría de los pastizales, el pastoreo rotativo local es a menudo insuficiente, y es necesario utilizar otras medidas, como el traslado a larga distancia del ganado a zonas no afectadas o menos afectadas por la sequía (Mirzabaev et al., 2016), la alimentación del ganado en puestos de supervivencia a la sequía in situ y el establecimiento de bancos forrajeros pueden permitir reducir al mínimo las pérdidas de ganado (Ben Salem y Smith, 2008; Bennison et al., 1997; Jordaan et al., 2018; Kurade et al., 2017). Las prácticas de gestión de rebaños implican la elección de una composición de especies que maximice la capacidad del pastoreo para superar los impactos de la sequía sin agotar su base de activos pecuarios. Al mismo tiempo, la reducción de la mortalidad del ganado durante las sequías puede tener consecuencias imprevistas al limitar la recuperación de los pastizales después de la sequía, lo que requiere medidas para continuar la suplementación alimentaria incluso después de las sequías, a fin de permitir la recuperación de los pastizales (Schulze et al., 2016). Las prácticas de gestión de la presión del pastoreo contribuyen a evitar y reducir la degradación de las tierras; también son útiles para revertir la degradación de las tierras, pero en menor medida.

La gestión del agua es otra área clave para mejorar la resistencia del ganado a las sequías. El pastoreo rotativo se ve facilitado por la ubicación de puntos de suministro de agua, es decir, pozos, en los que el ganado podría ser alimentado con agua subterránea, a lo largo de las rutas de pastoreo (Harari et al., 2017). Cuando la disponibilidad de agua subterránea lo permite, también se puede utilizar para el riego complementario de los pastizales cuando la sequía meteorológica no permite una precipitación suficiente para el crecimiento del forraje (Oweis et al., 2012). Los enfoques de pastoreo rotativo también se combinan con los recintos de área y el descanso de los pastizales. El forraje de las zonas cerradas podría conservarse para alimentar al ganado durante los años de sequía, lo que serviría como reserva de forraje en épocas de sequía (Liniger y Critchley, 2007). Las prácticas de gestión del agua contribuyen principalmente a evitar



y reducir la degradación de las tierras, pero también podrían utilizarse para revertir la degradación de las tierras cuando los pastizales se siembran de nuevo mediante el riego complementario.

La gestión de la vegetación mediante el establecimiento de plantas forrajeras de raíces profundas, que son más resistentes a las sequías que las plantas forrajeras de raíces superficiales, en las tierras de pastoreo aumentan la retención de carbono (Fisher et al., 1994) y también permiten disponer de más forraje para el pastoreo durante los períodos de sequía (Sanz et al., 2017). Sin embargo, cuando se introducen nuevas especies de pastos, es necesario tomar precauciones para evitar pérdidas de biodiversidad local (Gibbons et al., 2017). La gestión sostenible de la vegetación en los pastizales también implica una gestión adecuada del fuego (du Toit et al., 2015; Limb et al., 2016; Scholes y Merwe, 1996). La aplicación de fósforo y el tratamiento con herbicidas permitieron mantener los pastizales durante más tiempo después de que los incendios en las comunidades de murciélagos mediterráneos retrasaran la invasión de los arbustos (Henkin y Seligman, 2011). El cambio a sistemas agropecuarios, en los que la producción ganadera en libertad se combina con la alimentación en estabulación con forraje producido en la granja, podría ser otra forma de aumentar la resistencia a la sequía en las zonas de pastizales (Sanz et al., 2017). Estas prácticas GIT-S de gestión mejorada de la vegetación contribuyen a todas las categorías de NDT de evitar, reducir o revertir la degradación de las tierras de pastoreo.

3.1.3 Bosques

Los bosques desempeñan un papel importante en la formación del microclima local, contribuyen a la protección del agua y a reducir los riesgos de sequías (Sanz et al., 2017). Por ejemplo, se encontró que la transpiración de la selva amazónica contribuye a que alrededor de un tercio de las precipitaciones caigan a través de la región amazónica (Staal et al., 2018). La contribución de la **forestación, la reforestación y la reducción de la deforestación** a la resistencia a la sequía consiste en mejorar la prestación de servicios de

los ecosistemas forestales, en particular la conservación y la regulación del agua. WOCAT y el Mecanismo Mundial documentan las aplicaciones exitosas de las iniciativas de regeneración natural gestionada por los agricultores (Harari et al., 2017) y de las medidas de reforestación (Mecanismo Mundial, 2016).

Las sequías aumentan las posibilidades de incendios forestales (Brando et al., 2014; Nepstad et al., 2004). **Las medidas de gestión forestal sostenible** que gestionan adecuadamente los incendios forestales y su propagación sirven como medidas para aumentar la resistencia a la sequía en las propias zonas forestales. Estas medidas de gestión forestal sostenible incluyen la reducción de los combustibles de superficie, la disminución del potencial de incendios forestales causados por el hombre, las quemadas prescritas y otras medidas (Nelson y Chomitz, 2011; Stephens y Ruth, 2005). Se pueden aplicar herramientas tecnológicas novedosas, como las tecnologías multisensoriales y los sistemas de supervisión inalámbricos, para recopilar datos ecológicos de campo para la alerta temprana de incendios forestales, como se hizo en el Parque Forestal Nacional de Beijing Jiufeng y en Mongolia Interior en China (Zheng et al., 2018). Estas medidas de GIT-S contribuyen a todas las categorías de NDT para evitar, reducir o revertir la degradación forestal.

3.1.4 Usos mixtos de las tierras y zonas urbanas

Los usos mixtos de las tierras son aquellos en los que la producción de cultivos y/o la ganadería se combinan con plantaciones de árboles (Sanz et al., 2017). Estos se refieren principalmente a los sistemas agroforestales y agropecuarios. Además, en esta sección también se examinan las prácticas de GIT-S en las zonas urbanas. Las zonas urbanas se han expandido rápidamente tanto en términos de territorio como de población, con una demanda creciente de agua y una creciente vulnerabilidad a las sequías (Güneralp, Güneralp y Liu, 2015). Por ejemplo, la vulnerabilidad de las zonas urbanas a las sequías se ha puesto de manifiesto recientemente mediante los efectos de la sequía en Ciudad del Cabo (Sudáfrica) (Wolski, 2018).



Los sistemas agroforestales y agropastorales, incluyendo la agrosilvicultura, el silvopastoralismo y el agrosilvopastoralismo, contribuyen a la fertilidad del suelo y mejoran la capacidad de retención de agua del suelo (Mbow et al., 2014; Mbow, Van Noordwijk y Minang, 2014), y por lo tanto, cuando se manejan adecuadamente, son más resistentes a las sequías que los usos de las tierras individuales (Marques et al., 2016; P. Nair, 1993; Sanz et al., 2017).

La gestión integrada de parteaguas (IWM) y la rehabilitación de cuencas hidrográficas son enfoques que combinan la gestión de las tierras, el agua y la vegetación a nivel de parteaguas para limitar los impactos de la sequía. La aplicación de enfoques de parteaguas en la India aumentó la intensidad de los cultivos en un 33 %, a la vez que redujo la erosión del suelo y la escorrentía, y mejoró la disponibilidad de agua freática (Joshi et al., 2005). La aplicación de enfoques de IWM redujo la escorrentía y la erosión del suelo en un 27 % y un 89 %, respectivamente, en Tigray, Etiopía (Haregeweyn et al., 2012). La rehabilitación de las cuencas hidrográficas, por ejemplo mediante la reforestación, mejora las funciones ecosistémicas de parteaguas, permite una menor erosión del suelo y a menudo aumenta el suministro de agua (Chaturvedi et al., 2014). Los enfoques integrados de parteaguas también incluyen medidas para la elaboración del presupuesto hídrico, es decir, la asignación del uso del agua a diferentes tipos de paisajes. Esto es particularmente importante en vista del aumento del uso del agua en las zonas urbanas de rápido crecimiento (Ozturk et al., 2013).

La gestión del agua es otro enfoque muy eficaz para fortalecer la resistencia a la sequía en los usos mixtos de las tierras, así como en los entornos urbanos de jardinería y paisajismo. Las medidas obligatorias para restringir el riego de céspedes y jardines (Vickers, 2018), la adopción de boquillas de aspersión rotativas de alta eficiencia y el riego por goteo y microaspersión para jardines demostraron tener una alta efectividad para fomentar la conservación del agua en los escenarios urbanos (Vickers, 2018). Por ejemplo, restringir el número de veces

que se puede regar el césped a dos veces por semana en Dallas, EE. UU., redujo la demanda de agua en un 13 % (Vickers, 2018).

La infraestructura verde, incluyendo combinaciones bien planificadas de medidas verde-azuladas (agua-vegetación), puede ayudar a mitigar los impactos de la sequía en las áreas urbanas (Gill et al., 2007; Young et al., 2014). La combinación de medidas de color verde azulado ayuda a mitigar el riesgo de sequía en las zonas urbanas mediante el uso de soluciones basadas en la naturaleza para el enfriamiento mediante la evapotranspiración, la captación de agua y las aguas freáticas durante el período de lluvias, y el uso de estas aguas almacenadas durante los períodos de sequía (Voskamp y Van de Ven, 2015). La infraestructura verde también produce beneficios adicionales en forma de reducción de la contaminación, secuestro de carbono y hábitat de biodiversidad en áreas urbanas (Demuzere et al., 2014; Norton et al., 2015). Los parques urbanos y los árboles de las calles desempeñan un papel importante en la mitigación de los efectos de la sequía en las zonas urbanas (Gillner et al., 2015). La selección adecuada de las especies de árboles puede mejorar la humedad relativa en las áreas urbanas y reducir las temperaturas del aire y de la superficie (Gillner et al., 2015; Sjöman et al., 2015). La selección de especies de árboles para las zonas urbanas también debe tener en cuenta que, incluso durante los períodos en que no hay sequía, el suministro de agua a los árboles en muchas zonas urbanas puede ser más limitado que en las zonas rurales debido a la impermeabilidad de superficies como el asfalto y el hormigón (Drunasky y Struve, 2005; Percival et al., 2006).

Las medidas de GIT-S de adopción de prácticas agroforestales y agropastorales, gestión del agua, gestión integrada de parteaguas e infraestructura verde urbana contribuyen a todas las categorías de NDT de evitar, reducir y revertir la degradación de las tierras.



Esto es particularmente fundamental para evaluar la resiliencia de las personas pobres, que están abrumadoramente expuestas a los efectos de peligros naturales como las sequías, y que se beneficiarían de intervenciones que vinculan la gestión del riesgo de sequía con un conjunto de medidas de resiliencia mundial dirigidas a su bienestar (Hallegatte et al., 2017).

3.2 Evaluación de las prácticas de Gestión inteligente de las tierras en caso de sequía

En esta sección se evalúa el potencial de mitigación del riesgo de sequía de las intervenciones de GIT-S a partir de las dimensiones de salud biofísica y de los ecosistemas, viabilidad económica y resiliencia social. Este enfoque de evaluación reconoce la naturaleza acoplada de los sistemas sociales y ecológicos (Cherlet et al., 2018; Reynolds et al., 2007) y el hecho de que la resiliencia contra la sequía depende de la integración de las tres dimensiones (Wilhite y Pulwarty, 2017).

Las prácticas de GIT-S se presentan con sinergias y soluciones intermedias a lo largo de las dimensiones biofísica, económica y social, con sinergias dominantes en la mayoría de los casos (alta confianza).

La sequía es un riesgo empresarial que los agricultores y otros usuarios de las tierras intentan gestionar.

La sequía es un riesgo empresarial que los agricultores y otros usuarios de las tierras intentan gestionar. Esto debería proporcionar los incentivos necesarios para que las inversiones en acciones proactivas de mitigación de riesgos disminuyan los efectos de la sequía. Sin embargo, la falta de conocimientos previos sobre la frecuencia de las sequías (requiere sistemas eficaces de pronóstico y alerta temprana) y sus

efectos (requiere la recopilación sistemática de datos a nivel de los usuarios de las tierras, por ejemplo, mediante servicios de asesoramiento y extensión) son obstáculos para la adopción de medidas proactivas de gestión del riesgo de sequía (OCDE, 2016). En este contexto, aprovechar los efectos colaterales positivos de las intervenciones basadas en las tierras y demostrar esos efectos en forma de una mayor resistencia a la sequía podría ser una estrategia eficaz. Estas externalidades positivas pueden ofrecer opciones de mitigación del riesgo de sequía de las que no hay que lamentarse: a medida que se evalúa la relación coste-beneficio de las intervenciones basadas en las tierras en términos de mejoras (sostenibles) de la productividad de las tierras, su adopción es en gran medida independiente de sus efectos en la mitigación del riesgo de sequía. A medida que estos impactos sean más fácilmente cuantificables, estas intervenciones ofrecerán la posibilidad de situaciones en las que todos salgan ganando en el nexo tierra-sequía: sus beneficios en términos de mayor resiliencia a la sequía pueden reforzar su adopción y/o el alcance de su aplicación, creando así efectos indirectos positivos en forma de aumentos de la productividad de las tierras, y viceversa. Además, desde una perspectiva económica, es importante que las intervenciones basadas en las tierras y sus externalidades positivas en términos de resiliencia a la sequía se definan de tal manera que capten los efectos indirectos a través de una mayor resiliencia para los resultados intermedios (por ejemplo, el rendimiento de los cultivos), así como los indicadores de resultados al final de la línea (por ejemplo, ingresos, bienestar, salud, etc.). Esto es particularmente fundamental para evaluar la resiliencia de las personas pobres, que están abrumadoramente



expuestas a los efectos de peligros naturales como las sequías, y que se beneficiarían de intervenciones que vinculan la gestión del riesgo de sequía con un conjunto de medidas de resiliencia mundial dirigidas a su bienestar (Hallegatte et al., 2017).

3.2.1 Evaluaciones previas relacionadas con los impactos de las prácticas de GST

En el Informe de la ICP de la CNULD sobre el papel de las prácticas de gestión sostenible de las tierras en la mitigación y adaptación al cambio climático, Sanz et al. (2017) indicaron que los enfoques de gestión integrada de la fertilidad del suelo, como la aplicación de biochar, biohumus y compost, los cambios en las tasas de aplicación de fertilizantes, el calendario y la precisión, y la microfertilización, son los que tienen el mayor impacto en la disponibilidad y retención de agua del suelo. En cambio, se sugiere que las medidas de control de la erosión del suelo, como las terrazas, los muros de contención, las franjas de árboles y césped, y las medidas para reducir las perturbaciones del suelo, como la labranza de conservación y el acolchado, tienen un impacto medio en la disponibilidad y retención del agua del suelo (Sanz et al., 2017). Por último, las tecnologías de gestión del agua, como el riego por desviación de aguas de avenidas, los sistemas de microirrigación, las bombas de agua en espiral y el drenaje subterráneo, y la captación de agua, son las que menos impacto tienen en la disponibilidad y retención de agua (Sanz et al., 2017).

Otro análisis exhaustivo de las prácticas de ordenación sostenible de las tierras recopilado en el marco de la base de datos WOCAT aprobada por la CNULD por Liniger y Critchley (2007) llegó a conclusiones ligeramente diferentes e indicó que las medidas de gestión sostenible de las tierras, como las terrazas, la gestión de pastoreo, la agrosilvicultura, la agricultura de conservación, el abono y el compostaje, la recolección de agua, tenían efectos positivos de mediano y alto nivel en la humedad del suelo (Liniger y Critchley, 2007). Entre las tecnologías de GST consideradas, solo las franjas vegetativas tuvieron un bajo impacto en la humedad del suelo (Liniger y Critchley, 2007).

3.2.2 Salud biofísica y de los ecosistemas

La adopción de prácticas GIT-S alivia los impactos negativos de las sequías en la productividad de las tierras de cultivo, las tierras de pastoreo, los bosques, y los usos mixtos de las tierras, incluso en relación con el cambio climático (Delgado et al., 2013; Eekhout y de Vente, 2019; Gerber y Mirzabaev, 2017; Sanz et al., 2017) (pruebas sólidas, alto grado de acuerdo).¹⁰

La adopción de prácticas GIT-S alivia los impactos negativos de las sequías en la productividad de las tierras de cultivo, las tierras de pastoreo, los bosques, y los usos mixtos de las tierras, incluso en relación con el cambio climático.

Existe una *gran convicción* de que la mayoría de las prácticas de GIT-S contribuyen a aumentar el rendimiento de los cultivos, especialmente después de una aplicación a largo plazo, bajo escasez de agua y suelos marginales.

La gestión integrada de la fertilidad del suelo y el abono verde aumentan considerablemente el rendimiento de los cultivos, especialmente cuando se adaptan a las condiciones locales (Wu y Ma, 2015). La aplicación de compost y estiércol animal duplicó los rendimientos del maíz (*Zea mays L.*) en Kenia (Hine y Pretty, 2008), duplicó o triplicó los rendimientos del mijo (*Panicum miliaceum*) y el cacahuete (*Arachis hypogaea*) en Senegal (Parrott y Marsden, 2002), triplicó o cuadruplicó los rendimientos de la

10 La evaluación presentada utiliza el estilo de lenguaje de incertidumbre del IPCC, tal como se presenta en <http://www.ipcc-wg2.awi.de/guidancepaper/ar5_uncertainty-guidance-note.pdf>. Dependiendo de la información recibida de la CNULD/ICP, estos términos de la evaluación podrían modificarse en función del estilo de la CNULD/ICP.



patata (*Solanum tuberosum*) en Bolivia (Scialabba y Hattam, 2002). Por otra parte, las dosis bajas de aplicación de compost no tuvieron ningún impacto en el rendimiento de los cultivos durante un experimento de tres años en Virginia, EE. UU., a pesar de la mejora de la densidad y porosidad del suelo a granel, lo que implica que se necesita un período más largo para la materialización de los beneficios de la aplicación de compost en términos de rendimiento de los cultivos (Evanylo et al., 2008). Un experimento en Melle, Bélgica, mostró que la aplicación de compost comenzó a tener efectos positivos en los rendimientos solo en el cuarto año (D'Hose, et al., 2012).

Los impactos en el rendimiento de la aplicación del biochar son heterogéneos y dependen del tipo de biochar y de las condiciones del suelo (Albuquerque et al., 2013). Una revisión de Ali et al (2017) demostró que la aplicación de biochar puede ayudar a aliviar el estrés de la sal y la sequía en las plantas. La mitad de los estudios sobre el impacto de la aplicación del biochar en el rendimiento de los cultivos revisados por Spokas et al. (2012) mostraron aumentos en el rendimiento, mientras que la otra mitad mostró disminuciones en el rendimiento o ningún impacto. Un metaanálisis realizado por Crane-Droesch et al. (2013) mostró que los rendimientos de los cultivos en suelos con bajo intercambio catiónico y bajo contenido de carbono respondían positivamente a la aplicación de biocarbón, mientras que los suelos más fértiles tenían menos probabilidades de beneficiarse de la aplicación adicional de biocarbón (Crane-Droesch et al., 2013). La aplicación de biochar a los ferrisoles aumentó significativamente la productividad de la biomasa de trigo (*Triticum aestivum*), rábano (*Raphanus raphanistrum subsp. sativus*) y soja (*Glycine max*) en un estudio de invernadero realizado en Australia (Van Zwieten et al., 2010). En la llanura del lago Tai, China, las enmiendas al biochar de 10 t ha⁻¹ y 40 t ha⁻¹ de arroz cultivado (*Oryza sativa* [L.]) producen un 12 % y un 14 % en suelos no fertilizados, y un 8,8 % y un 12,1 % en suelos con fertilización nitrogenada (Zhang et al., 2010). En los suelos ácidos arenosos del oeste de Zambia, la aplicación de biocarbón de mazorca de maíz y biocarbón de madera,

junto con la labranza de conservación, aumentó el rendimiento del maíz entre tres y cuatro veces (Cornelissen et al., 2013). Sin embargo, en suelos con margas arcillosas ácidas y neutras y arcillas limosas con capacidad variable de intercambio catiónico, esta aplicación de biochar no tuvo ningún impacto en el rendimiento del maíz (Cornelissen et al., 2013).

Las medidas de control de la erosión, como el uso de setos de contorno en las zonas inclinadas de Filipinas, dieron lugar a rendimientos un 15 % más altos que en las prácticas tradicionales (Shively, 1999). El establecimiento de franjas vegetativas alrededor de los campos de cultivo aumentó el rendimiento de los cultivos en Sulawesi central (Indonesia), al proporcionar hábitats para los polinizadores de cultivos (Hoehn et al., 2008). El uso de lomos de piedra aumentó el rendimiento de granos en un 41 % en las zonas áridas y semiáridas de Burkina Faso (Dutilly-Diane et al., 2003). Se comprobó que los lomos de piedra son particularmente propicios para una mayor productividad de los cultivos en las zonas semiáridas, en lugar de en las zonas con mayores niveles de precipitaciones (Kassie et al., 2008). La adopción de crestas en el cultivo de arroz en Ghana aumentó los rendimientos en un 24 % (Abdulai y Huffman, 2014). Los rendimientos a largo plazo del tef (*Eragrostis Tef* [ZUCC]), la cebada (*Hordeum vulgare*) y el maíz en los campos en terrazas en Etiopía fueron dos o tres veces más altos que en los campos sin terrazas (Adgo et al., 2013). La aplicación de la nivelación por láser aumentó el rendimiento del arroz y el trigo en un 7-9 % en la India (Aryal et al., 2015), y el algodón (*Gossypium hirsutum*), del 8 % al 59 % en Tayikistán (Abdullaev et al., 2007).

Minimizar las alteraciones del suelo a través de las prácticas de la agricultura de conservación (AC) tiene impactos positivos en términos de mejorar la humedad del suelo y la materia orgánica de la capa superior del suelo (Palm et al., 2014), en muchos casos, resultando en un mayor rendimiento de los cultivos, especialmente en suelos bien drenados y propensos a la erosión del suelo (Govaerts et al., 2007; Zhang et al., 2009). Un metaanálisis global realizado por Pittelkow et al. (2015) mostró que las prácticas de



no labranza única, en promedio, conducen a menores rendimientos de los cultivos; sin embargo, cuando se combinan con otros elementos de la agricultura de conservación, por ejemplo, el mulching y la rotación de cultivos, dan como resultado mayores rendimientos, particularmente en ambientes más secos (Pittelkow et al., 2015). En África oriental y meridional, la adopción de prácticas de agricultura de conservación condujo a un aumento de los rendimientos del maíz y el tef entre el 20 % y el 120 % (Rockström et al., 2009). El impacto de las prácticas agrícolas de conservación sobre los rendimientos del maíz, el mijo y el sorgo (*Sorghum bicolor* [L.]) mostró una mayor heterogeneidad en África Occidental, pero los efectos promedio fueron positivos (Bayala et al., 2012). Fasinmirin y Reichert (2011) descubrieron que los rendimientos de la mandioca (*Manihot esculenta* [CRANTZ]) eran más altos bajo prácticas de labranza cero que bajo prácticas convencionales de labranza en los trópicos. En las llanuras del este del Ganges en el sur de Asia, aunque los rendimientos del arroz y el trigo fueron más altos bajo la labranza convencional durante el período inicial, los rendimientos bajo prácticas de labranza de conservación superaron a los de la labranza convencional a partir del segundo año para el trigo y el sexto año para el arroz (Jat et al., 2014). Por otro lado, la dependencia de las prácticas de AC de un mayor uso de plaguicidas es una de sus desventajas. Como resultado, sin la aplicación de herbicidas, y en suelos con deficiencia de nitrógeno, los rendimientos disminuyeron, especialmente en el corto plazo después del establecimiento de prácticas de AC (Farina et al., 2011; Soler et al., 2011; Verhulst et al., 2011). En la cuenca del río Segura en España, la aplicación de labranza reducida y abono verde, se encontró que era capaz de mitigar significativamente el estrés hídrico de los cultivos debido a la creciente escasez de agua bajo el cambio climático (Eekhout y de Vente, 2019). De manera similar, también se encontró que la inclusión de cultivos de cobertura conduce a un mayor rendimiento de los cultivos (Altieri, 1999; Branca et al., 2011; Chabi-Olaye et al., 2007; Pretty, 1999), incluso mediante el aumento del carbono orgánico del suelo (Poeplau y Don, 2015), el control de las malezas y el suministro de nitrógeno (Campiglia et al., 2010).

La captación de agua y las tecnologías de riego complementario ayudan a aumentar los rendimientos y a estabilizar los ingresos de los agricultores frente a la variabilidad climática (Fox y Rockström, 2003; Makurira et al., 2007; Ngigi, 2003) (*pruebas sólidas, alto grado de acuerdo*). Una combinación de riego complementario que utiliza la captación de agua de lluvia, la gestión de nutrientes y la mejora de la labranza aumentó el rendimiento del maíz y el sorgo en Kenya y Burkina Faso entre un 70 % y un 300 %, respectivamente (Rockström et al., 2002). Por otra parte, en escenarios en los que los sistemas de riego a pequeña escala basados en la captación de agua se utilizan en exceso, las tecnologías de captación de agua ya no son suficientes para hacer frente a las sequías (Enfors y Gordon, 2008). Los enfoques de captación de agua de lluvia que combinan la siembra y los pozos de infiltración no dieron como resultado un mayor rendimiento de los cultivos en Zimbabue: el rendimiento del maíz fue un 45 % más alto bajo la labranza convencional que con los pozos de siembra. Sin embargo, la diferencia de rendimiento disminuyó al 30 % en el tercer año (Nyakudya et al., 2014). La aplicación de tecnologías de riego por goteo dio como resultado un menor rendimiento del algodón en comparación con el riego total en Turquía (Dağdelen et al., 2009), a pesar de tener una mayor eficiencia en el uso del agua por kilogramo de algodón producido, lo que implica que las tecnologías de riego por goteo podrían superar a las prácticas de riego convencionales en caso de escasez de agua, pero podrían tener un rendimiento inferior en términos de rendimiento de los cultivos cuando la disponibilidad de agua no es una limitación (Dağdelen et al., 2009). La mitigación de los efectos de la sequía en el rendimiento de los cultivos también podría lograrse mediante el riego deficitario (también conocido como riego complementario), cuando el riego se aplica únicamente durante las etapas críticas del crecimiento de los cultivos (Geerts y Raes, 2009). El uso de las aguas de crecida para el riego por desviación de aguas de avenidas en las zonas áridas de la llanura de Gareh-Bygone, en Irán, permitió cosechar 1,6 y 2,1 t ha⁻¹ de semillas de cebada y paja, mientras que en la parcela de control de secano, la masa total de semillas de cebada y paja fue de 0,8 t ha⁻¹ (Ghahari



et al., 2014). Los enfoques de gestión integrada de cuencas hidrográficas dieron lugar a un aumento del 250 % del rendimiento de los cultivos en la India (Wani et al., 2003). Los experimentos agrícolas a largo plazo realizados en la India demostraron que la gestión integrada de cuencas hidrográficas daba lugar a un aumento del rendimiento de los cereales de $0,9 \text{ t ha}^{-1}$ a $4,7 \text{ t ha}^{-1}$ (Wani et al., 2003).

Las mejores prácticas de gestión de la vegetación mediante la adopción de variedades de maíz tolerantes a la sequía demostraron tener un rendimiento entre un 30 % y un 40 % más alto durante los años de sequía que las variedades habituales plantadas en el África subsahariana, pero el mismo nivel de rendimiento durante los años normales (Shiferaw et al., 2014). En muchos casos, las prácticas agroforestales conducen a un mayor rendimiento de los cultivos en los campos adyacentes (Nair, 1993). Sin embargo, hay que tener cuidado en la elección de las especies arbóreas para evitar efectos alelopáticos en los cultivos (Ahmed et al., 2018; Hoshi et al., 2016). Se señaló que el rendimiento del maíz en las prácticas agroforestales era entre 7 y 12 veces mayor que fuera del dosel en Zambia (Yengwe et al., 2018) debido a la importación de nutrientes a través de la hojarasca. La diferencia positiva fue especialmente pronunciada durante los años de sequía (Yengwe et al., 2018). En Bolivia, aunque el rendimiento del cacao fue menor en los sistemas agroforestales que en los monocultivos, las cantidades totales de todos los productos cosechados y los ingresos provenientes de ellos fueron mayores en los sistemas agroforestales (Schneider et al., 2017).

Se tiene un grado de certeza medio de que las prácticas de GIT-S para mejorar la gestión de los pastos tienen efectos positivos en la producción de forraje y la productividad del ganado durante las sequías. Se descubrió que una mejor gestión de los pastos que incluyera la siembra con cultivos forrajeros de raíces más profundas aumentaba la productividad del ganado (Sleugh et al., 2000). Las prácticas agropastorales permiten mejorar la productividad del ganado mediante la alimentación suplementaria con cultivos

forrajeros cultivados en la granja (Liniger y Critchley, 2007; Sanz et al., 2017). Se determinó que la intervención basada en las tierras de mayor impacto para mejorar la retención de agua y la disponibilidad de forraje en las tierras de pastoreo era la práctica de gestión de rebaños reduciendo la densidad de población, y se sugirió que otras intervenciones, como los recintos, el pastoreo rotatorio y el riego fuera de temporada, tendrían un impacto bajo o moderado en la disponibilidad de forraje y en la retención de agua (Sanz et al., 2017).

Para corroborarlo, existe un amplio material publicado que muestra pruebas contradictorias sobre los efectos del pastoreo rotatorio en la producción de forraje y la productividad del ganado (Briske et al., 2017; Hawkins et al., 2017). En el estudio de Briske et al. (2008) se encontró que en 20 de los 23 experimentos en los que se revisó la producción de plantas era igual o mayor en el pastoreo continuo que en el pastoreo rotativo. Del mismo modo, en 27 de los 32 experimentos, la producción animal por área fue igual o superior en el caso del pastoreo continuo. Por otro lado, se encontró que el pastoreo rotativo ha resultado en una producción y calidad de forraje significativamente más alta en comparación con el pastoreo continuo en las áreas del Medio Oeste superior en Estados Unidos (Oates et al., 2011). Se encontró que el pastoreo rotativo es más propicio para la recuperación de las plantas después de incendios en pastizales que el pastoreo continuo (Teague et al., 2010). En las zonas áridas y semiáridas, los ajustes en las tasas de carga ganadera fueron más eficaces para mejorar y mantener la salud de los pastizales que el cercado o el pastoreo rotatorio (Bailey y Brown, 2011). En Asia Central, el pastoreo continuo de ganado cerca de los asentamientos condujo a la degradación de las tierras (Kerven et al., 2008), mientras que el agrupamiento de rebaños de ganado para permitir el pastoreo migratorio en pastizales remotos aumentó la rentabilidad económica de la producción ganadera (Mirzabaev et al., 2016).

Muchas, pero no todas, de las prácticas de GIT-S contribuyen al secuestro de carbono del suelo (pruebas sólidas, alto grado de acuerdo). La creación de plantaciones de arbustos y árboles para controlar la



erosión en las tierras de cultivo contribuye a la retención de carbono en los suelos. La forestación y la reforestación son prácticas importantes de GIT-S que contribuyen al secuestro de carbono (Berthrong et al., 2009; Djanibekov y Khamzina, 2016; Laganieri et al., 2010; Niu y Duiker, 2006). A escala mundial, se identificaron alrededor de 749 millones de hectáreas aptas para actividades de forestación y reforestación, principalmente en América Latina y el África subsahariana (Zomer et al., 2008). A modo de ejemplo, se estimó que la reforestación en América Latina permite secuestrar 31,09 Pg de CO₂ durante 40 años, compensando todas las emisiones de carbono provenientes del uso de combustibles fósiles y de la industria en la región durante el período 1993-2014 (Chazdon et al., 2016). Se encontró que la forestación de tierras marginales en la región del Medio Oeste de Estados Unidos compensaba alrededor del 8 % del total de las emisiones de carbono de esa región (Niu y Duiker, 2006). La forestación de tierras marginales en zonas áridas de Uzbekistán secuestró 0,09-0,15 t C ha⁻¹ año⁻¹ (Hbirkou et al., 2011). De manera similar, las prácticas agroforestales ofrecen oportunidades prometedoras para el secuestro de carbono. El potencial de secuestro de carbono de los trópicos semiáridos y áridos bajo sistemas extensivos de cultivo de árboles se estimó en 5-10 kg C ha⁻¹ durante 25 años, mientras que el mismo potencial para los trópicos húmedos fue de 100-250 kg C ha⁻¹ durante diez años en sistemas perennes y jardines domésticos (Nair et al., 2009).

La gestión integrada de la fertilidad del suelo y el estiércol verde, además de sus efectos positivos en el carbono del suelo, reduce las fugas de nitrógeno al medioambiente y la contaminación conexa, y mitiga las emisiones de gases de efecto invernadero (Fageria, 2007; Stavi, 2013). La preparación del biochar permite secuestrar alrededor del 50 % del carbono inicial, mientras que la quema directa y la descomposición biológica resultan en menos del 20 % de secuestro de carbono (Lehmann et al., 2006). El uso de biochar en lugar de la quema en sistemas de tala y quema puede compensar alrededor del 12 % del carbono emitido a través del cambio de uso de las tierras anualmente (0,21 Pg C) (Lehmann et al., 2006). El potencial total de biochar

para el secuestro de carbono se estimó en 0,7 GtCeq. año⁻¹ (Smith, 2016), lo que corresponde a alrededor del 1,8 % de las emisiones totales anuales de carbono.

Las pruebas sobre las contribuciones de la reducción de la labranza al secuestro de carbono son variadas (Palm et al., 2014). Especialmente en las tierras firmes, hubo casos en los que no se registró un aumento constante y cuantificable del carbono orgánico del suelo en el marco de prácticas de labranza reducidas. Un metaanálisis de Luo et al., (2010) encontró que las prácticas de no labranza aumentaron el carbono del suelo en 3,15 ± 2,42 t ha⁻¹ en los 10 cm superiores del suelo, pero redujeron el carbono del suelo en 3,30 ± 1,61 t ha⁻¹ en la capa de suelo de 20-40 cm. Por otra parte, hay pruebas sólidas de que los cultivos de cobertura ayudan a secuestrar el carbono (Kaye y Quemada, 2017; Poeplau y Don, 2015). Se estimó que la adopción generalizada de cultivos de cobertura puede mitigar el 10 % de los gases de efecto invernadero (Kaye y Quemada, 2017). Las estimaciones de Poeplau y Don (2015) muestran un secuestro anual de carbono de 0,12 ± 0,03 Pg C año⁻¹ si los cultivos de cobertura se introducen en el 25 % de la superficie cultivada mundial, lo que corresponde a la eliminación del 8 % de las emisiones directas de gases de efecto invernadero de la agricultura.

La mejora de la gestión de las tierras de pastoreo degradadas aumentará su capacidad de absorción (Smith, 2014). De hecho, la gestión sostenible de las tierras de pastoreo podría ayudar a mitigar en cierta medida las emisiones de gases de efecto invernadero de los sistemas de producción de rumiantes (Soussana et al., 2010), con una mejor gestión de las tierras de pastoreo que podría secuestrar 148 Tg de CO₂ al año⁻¹ (Henderson et al., 2015), lo que corresponde a alrededor del 2,7 % de las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de la agricultura.

El uso de prácticas de GIT-S en tierras degradadas puede afectar positivamente la biodiversidad (confianza media). La instauración de amortiguadores de árboles y arbustos, la forestación y la reforestación en tierras degradadas contribuyen a una mayor



biodiversidad (Bremer y Farley, 2010). En áreas con bosques naturales, la forestación de tierras agrícolas contribuye a la conservación de la biodiversidad al proporcionar hábitats adicionales, facilitando la conectividad y sirviendo como zonas de amortiguación (Brockerhoff et al., 2008). Sin embargo, las actividades de forestación en áreas naturales no forestales necesitan un cuidado adecuado para preservar la vegetación nativa (Brockerhoff et al., 2008). Por ejemplo, la forestación en pastizales naturales puede amenazar las comunidades de plantas nativas y la biodiversidad (Buscardo et al., 2008; Veldman et al., 2015).

Las franjas vegetales en los márgenes de los campos de cultivo representan un hábitat importante para las aves, artrópodos, polinizadores de cultivos y depredadores de plagas (Hiron et al., 2013; Marshall y Moonen, 2002; Vickery et al., 2009; Wratten et al., 2012), especialmente cuando no existen otras áreas para albergar biodiversidad, como los bosques, en los alrededores (Wretenberg et al., 2010). Las prácticas de pastoreo rotativo podrían permitir una mejor reproducción y supervivencia de aves que anidan en los pastizales, como el tordo charlatán (*Dolichonyx oryzivorus*) y el gorrión sabanero (*Passerculus sandwichensis*) en el noreste de Estados Unidos (Perlut y Strong, 2011).

Se descubrió que las prácticas de reducción y no labranza aumentan la diversidad de algunos elementos de la biota del suelo (por ejemplo, los lombrículas, es decir, las lombrices de tierra), pero reducen la diversidad de otros (por ejemplo, los colémbolos) (van Capelle et al., 2012). De forma análoga,

Ernst y Emmerling (2009) descubrió que la siembra directa aumentaba la diversidad de las especies de lombrices de tierra acéticas (también corroborada por Peigné et al. [2009]), pero reducía la densidad de las especies de lombrices de tierra endógenas.

Se encontró que los cultivos de cobertura aumentan la biodiversidad (Kaye y Quemada, 2017; Lal, 2004) y la abundancia microbiana del suelo (Maul et al., 2014). El uso de cultivos de cobertura nativos, como las gramíneas *Austrodanthonia richardsonii* y *Chloris truncata* y una mezcla de arbustos salinos *Atriplex semibaccata* y *Atriplex suberecta*, condujo a un mayor número de invertebrados beneficiosos que contribuyeron al control de plagas en los viñedos australianos. Sin embargo, se debe tener el cuidado adecuado para que no aumenten también el número de plagas locales (Danne et al., 2010).

Se encontró que los planteamientos de gestión integrada de cuencas hidrográficas que priorizaban la conservación de la biodiversidad producían resultados satisfactorios en las Chittagong Hill Tracts, Bangladesh (Biswas et al., 2012). Se llegaron a conclusiones similares sobre el papel positivo de la gestión integrada de cuencas hidrográficas en la biodiversidad, especialmente en un ecosistema frágil, en Rajasthan, India (Pathak et al., 2013) y Los Negros, Bolivia (Asquith y Vargas, 2008).

3.2.3 Viabilidad económica

Las prácticas de GIT-S tienen un mayor rendimiento económico que las prácticas convencionales bajo sequías y en suelos marginales. Muchas, pero no todas, de las prácticas de GIT-S permiten mejorar la resiliencia a la sequía sin reducir las oportunidades de los agricultores para maximizar sus beneficios durante los años normales o húmedos (pruebas sólidas, grado medio de acuerdo). Utilizando la base de datos WOCAT, Liniger y Critchley (2007) concluyeron que la mayoría de las tecnologías D-SLM, como la agricultura de conservación, el estiércol/compostaje, las franjas vegetativas y la agrosilvicultura, las terrazas y las prácticas de gestión de tierras de pastoreo, tienen

De hecho, una evaluación global de los rendimientos de la recuperación de tierras degradadas mostró que, en promedio, cada dólar invertido en la recuperación de tierras tenía un rendimiento social de cinco dólares después de un período de seis años (Nkonya et al., 2016).



una relación costo-beneficio neutra o incluso negativa a corto plazo. Sin embargo, casi todas estas tecnologías tienen una relación coste-beneficio positiva a largo plazo (Liniger y Critchley, 2007). De hecho, una evaluación global de los rendimientos de la recuperación de tierras degradadas mostró que, en promedio, cada dólar invertido en la recuperación de tierras tenía un rendimiento social de cinco dólares después de un período de seis años (Nkonya et al., 2016). Sin embargo, muchos usuarios de las tierras, especialmente las familias campesinas de los países en desarrollo, no pueden permitirse ni siquiera períodos de retorno relativamente cortos. Esto implica que el acceso de los usuarios de las tierras a opciones de financiación a largo plazo es un mecanismo vital para una adopción más amplia de la gestión sostenible de las tierras.

A modo de ejemplo, Pannell y otros (2014) indican que la rentabilidad de las prácticas de la agricultura de conservación es heterogénea y depende del contexto. En la India, las prácticas de labranza de conservación se volvieron más rentables que la labranza convencional en los sistemas de arroz y trigo después de 2-3 años de su establecimiento (Jat et al., 2014). Alrededor de la mitad de los beneficios de las prácticas de labranza de conservación provienen de mayores rendimientos, mientras que otra mitad proviene del ahorro en costes de labranza y combustible (Erenstein y Laxmi, 2008). Los datos experimentales de Alemania mostraron que los rendimientos netos medios de las prácticas de labranza reducida y siembra directa para el cultivo de cereales fueron de 111 euros ha⁻¹ y 55 euros ha⁻¹ después de cuatro años de ensayos, mientras que la labranza convencional registró pérdidas netas de siete euros ha⁻¹ para el mismo período (Verch et al., 2009). En los ambientes áridos de Malaui, la rentabilidad de las prácticas de labranza de conservación fue tres veces mayor que la de la labranza convencional en el cultivo de maíz y leguminosas, mientras que en las zonas de altas precipitaciones, las prácticas de labranza de conservación de Malaui todavía tenían márgenes brutos entre un 23 % y un 33 % más altos que las prácticas de labranza convencionales (Ngwira et al., 2013). En Kenia central, la aplicación de la labranza convencional en el cultivo de maíz fue más rentable en

suelos altamente fértiles. En contraste, las prácticas de labranza de conservación mostraron una mayor rentabilidad en los campos menos fértiles (Guto et al., 2012). En el centro de Pensilvania, EE. UU., se encontró que los cultivos de cobertura aumentan ocho de los 11 servicios de los ecosistemas en diferentes momentos de su período de crecimiento sin impactos negativos en los rendimientos de los cultivos principales (Schipanski et al., 2014). Sin embargo, el principal inconveniente de utilizar los cultivos de cobertura fueron sus costes de establecimiento, que solo eran viables con precios más altos de los fertilizantes o con subsidios gubernamentales (Schipanski et al., 2014). A pesar de los numerosos beneficios relacionados con el suelo y el agua, la adopción de rotaciones basadas en leguminosas no fue tan rentable como el monocultivo alternativo de maíz en varios países de África oriental y meridional (Thierfelder et al., 2013).

Se descubrió que las medidas de control de la erosión del suelo, como la formación de surcos, aumentan los beneficios netos del cultivo de arroz en Ghana en un 16 % (Abdulai y Huffman, 2014). En Etiopía, los lomos de piedra, los muros de contención de suelos y las franjas de césped dieron lugar a un mayor rendimiento de los cultivos y, en el caso de los mojones y muros de contención, también redujeron los riesgos de producción frente a la variabilidad climática (Kato et al., 2011). Para corroborarlo, se encontró que el empleo de muros y terrazas de piedra aumentaba los ingresos de los cultivos en un 27 % y un 17 %, respectivamente, en las tierras altas de Etiopía (Pender y Gebremedhin, 2007). La rentabilidad del cultivo de tef, cebada y maíz con terrazas fue entre 3 y 5 veces mayor que sin terrazas en Anjenie, Etiopía (Adgo et al., 2013). En contraste, en el estudio de Kassie et al. (2011) se encontró que los ingresos de los cultivos con terrazas de *fanya juu* en el mismo lugar eran más bajos que sin dichas terrazas. La nivelación por láser de los campos bajo producción de cultivos de regadío dio lugar a un aumento del 22 % de los beneficios netos en Tayikistán (Abdullaev et al., 2007). En la India, la aplicación de la nivelación por láser en los sistemas de arroz y trigo aumentó los beneficios netos en 144 USD ha⁻¹ (Aryal et al., 2015).



Se encontró que el empleo de biochar era económicamente viable solo en una medida marginal, dependiendo de la duración del período de empleo (Spokas et al., 2012). El uso del biochar para el cultivo de cereales se consideró económicamente rentable cuando se suponía que los efectos positivos del biochar se extenderían a 30 años en el África subsahariana, mientras que en el noroeste de Europa todos los escenarios considerados de aplicación del biochar en la producción de cereales eran deficitarios (Dickinson et al., 2015). En el contexto estadounidense, la aplicación del biochar no era económicamente viable sin subsidios para su adopción y la posibilidad de vender el carbono secuestrado (Galinato et al., 2011). El uso de biochar sin fertilizantes inorgánicos adicionales tampoco fue económicamente viable en la mayoría de los casos estudiados en cuatro sistemas agrícolas diferentes en China (Clare et al., 2014).

El riesgo de pérdidas de cosechas durante las sequías limita las inversiones de los pequeños agricultores en inversiones para mejorar la productividad de los cultivos (Cooper et al., 2008; Rockström y Barron, 2007). Muchas prácticas tradicionales de los agricultores para reducir al mínimo los efectos de la sequía, como la elección de cultivos tolerantes a la sequía pero poco rentables y la plantación de baja densidad, limitan la medida en que los pequeños agricultores pueden beneficiarse de años buenos o normales (Cooper et al., 2008).

El empleo de tecnologías de ahorro de agua en el riego por goteo permitió ahorrar el 25 % del agua de riego, pero resultó en una reducción del 34 % en la rentabilidad del cultivo de algodón en Turquía (Dağdelen et al., 2009). Durante los períodos de sequía y en lugares áridos, la aplicación de tecnologías de ahorro de agua para maximizar la productividad del agua de los cultivos es más rentable que los métodos convencionales de riego utilizados para maximizar el rendimiento de los cultivos (Geerts y Raes, 2009). Los enfoques de gestión integrada de cuencas hidrográficas mostraron que cada dólar invertido en la gestión integrada de cuencas hidrográficas resulta en dos dólares de rendimiento (Joshi et al., 2005). En Andhra Pradesh, India, la

aplicación de enfoques de gestión integrada de cuencas hidrográficas aumentó la rentabilidad de la producción agrícola en más de tres veces (Wani et al., 2003).

Los altos costes iniciales representan una barrera significativa para la adopción de algunas, pero no todas, las prácticas de GIT-S (pruebas sólidas, alto grado de acuerdo). Giger et al. (2018), analizando la base de datos WOCAT de tecnologías de GST, identificó que el gasto medio de su aplicación es de unos 500 USD por hectárea, que van desde los 20 USD por hectárea hasta los 5000 USD. Un conjunto de tecnologías WOCAT analizadas por Harari et al. (2017) tienen costes que oscilan entre 0 y 20 000 USD por hectárea o unidad. La introducción de cultivos de cobertura permanente, medidas estructurales tales como terrazas y muros de contención, requieren importantes costes de inversión inicial y a menudo necesitan subvenciones (Liniger y Critchley, 2007; Sanz et al., 2017). Los altos costes iniciales y los requisitos de conocimientos técnicos pueden impedir la adopción de medidas tales como áreas de césped de semillas perennes, nivelación láser del terreno, etc. El tipo más caro de intervenciones basadas en las tierras son las medidas estructurales que requieren, por ejemplo, la construcción de terrazas, semimuros y setos de piedra. En muchos casos, las intervenciones de GIT-S con bajos costes iniciales resultan más prometedoras para su adopción a mayor escala, como las medidas de gestión integrada de la fertilidad del suelo y los cambios en los tipos de cultivos (Liniger y Critchley, 2007; Sanz et al., 2017).

Subvencionar las medidas de GIT-S es socialmente beneficioso ya que generan numerosos servicios adicionales de los ecosistemas que no son de aprovisionamiento. Numerosos estudios muestran que muchas de estas intervenciones basadas en las tierras tienen una relación coste-beneficio positiva incluso a nivel privado (Kirui, 2016; Mirzabaev et al., 2016; Mulinge et al., 2016; Nkonya et al., 2016; Pender et al., 2009). Sin embargo, la relación coste-beneficio social de las prácticas de GIT-S suele ser aún más alta (Nkonya et al., 2016). De hecho, el estudio de Nkonya et al. (2016) encontró que solo el 46 % de los beneficios de



la gestión sostenible de la tierra consiste en la mejora de la producción agrícola y ganadera que los usuarios de la tierra pueden comercializar, mientras que el 54 % consiste en servicios ecosistémicos no provistos por la sociedad en su conjunto. El papel de los subsidios para las prácticas de GIT-S es aún más crítico si se tiene en cuenta el tiempo que tardan en empezar a ser rentables. Por ejemplo, el uso de plantas nativas en lugar de plantas exóticas para establecer jardines en California, EE. UU., redujo el uso de agua en un 77 %. Sin embargo, era más caro que plantar plantas exóticas, pero los costes se recuperaron totalmente en 2-3 años debido a la reducción de los gastos de mantenimiento (Vickers, 2018). La cuantía de las subvenciones necesarias para facilitar la adopción de las prácticas de GIT-S varía en función del tipo de tecnología de GIT-S y del contexto específico del país. Por ejemplo, se estimó que la adopción de la siembra directa con acolchado en Bac Kan, Vietnam, requería de 50 a 200 USD ha⁻¹ de subvenciones, lo que representa alrededor del 30 % de los márgenes brutos con respecto a las prácticas tradicionales (Affholder et al., 2010).

3.2.4 Resiliencia social

Las prácticas de GIT-S mejoran todas las dimensiones de la seguridad alimentaria (pruebas medias, alto grado de acuerdo). Como se ha visto en las secciones anteriores, las prácticas de GIT-S contribuyen a aumentar el rendimiento de los cultivos y la productividad del ganado, mejorando así la disponibilidad de alimentos. Los mayores ingresos que los usuarios de las tierras generan al implementar las prácticas de GIT-S mejoran su acceso a los alimentos. Dado que las prácticas de GIT-S son particularmente más eficaces que las prácticas tradicionales en condiciones de sequía, ayudan a suavizar las perturbaciones causadas por la sequía en el consumo de alimentos. Las rotaciones diversificadas de cultivos, que producen un mayor número de categorías de cultivos, contribuyen a los aspectos nutricionales de la seguridad alimentaria, especialmente entre las explotaciones familiares de semisubsistencia de pequeños agricultores. A modo de ejemplo, se comprobó que las prácticas de pastoreo rotatorio tienen efectos positivos sobre la

seguridad alimentaria en África occidental (Amole y Ayantunde, 2016). La adopción de prácticas de siembra directa para el cultivo de trigo y cebada mejoró la seguridad alimentaria en varios lugares de Marruecos, gracias al aumento del rendimiento de los cultivos y de los ingresos agrícolas (Liniger y Critchley, 2007). Se registraron impactos similares en Kenia con prácticas de labranza de conservación (Liniger y Critchley, 2007). Los pozos Zai con estiércol adicional permitieron duplicar el rendimiento de los cereales en años normales y aseguraron que los agricultores pudieran obtener algunos rendimientos durante los años de sequía, lo que contribuyó a su seguridad alimentaria (Liniger y Critchley, 2007). El aumento de la intensidad de los cultivos mediante la aplicación de enfoques de gestión integrada de cuencas hidrográficas en la India permitió producir alimentos suficientes para 18 personas por hectárea de tierra cultivada, en comparación con las cuatro personas por hectárea que se obtenían con las prácticas convencionales (Wani et al., 2003).

Dado que las prácticas de GIT-S son particularmente más eficaces que las prácticas tradicionales en condiciones de sequía, ayudan a suavizar las perturbaciones causadas por la sequía en el consumo de alimentos.

El aumento de los ingresos agrícolas y/o la reducción de los precios de los alimentos como resultado de la aplicación de las prácticas de GIT-S ayudan a reducir la pobreza (pruebas medias, alto grado de acuerdo). La creación de refugios para árboles en Mongolia Interior (China), como cortavientos en las zonas arenosas generaron mayores ingresos procedentes de la producción agrícola, gracias al aumento del rendimiento de los cultivos y a la tala rotativa de árboles sin perturbar sus funciones de cortavientos (Liniger y Critchley, 2007). La reforestación de áreas degradadas en pendiente en China en virtud del Programa Grano por Verde, en promedio, dio como resultado la



reducción de la pobreza para las comunidades y hogares involucrados, especialmente cuando se tomaron en cuenta fuentes adicionales de ingresos no agrícolas (Delang y Yuan, 2015). Las cortinas cortavientos plantadas con robles sedosos (*Grevillea robusta*) a lo largo de los límites de las fincas en Embu, Kenia, mejoraron el rendimiento de los cultivos gracias a un mejor ciclo de nutrientes y a la adición de materia orgánica a los suelos a través de la caída de las hojas (Liniger y Critchley, 2007). Además, los productos madereros de la tala selectiva de estos árboles proporcionaron una fuente adicional de ingresos (Liniger y Critchley, 2007). En la región del Véneto, Italia, se registraron funciones similares de generación de ingresos múltiples en las franjas vegetales (Borin et al., 2010).

Se proyectó que la adopción de terrazas y prácticas agroforestales en los Andes peruanos aumenta los ingresos per cápita en un 15 % y reduce la pobreza en un 9 %, pero solo con un precio del carbono superior a 100 dólares estadounidenses por tonelada (Antle et al., 2007). Con precios del carbono por debajo de los 50 dólares por tonelada, el estudio de Antle et al. (2007) encontró un potencial económico limitado de terrazas y prácticas agroforestales en la misma región. Del mismo modo, se comprobó que las medidas de control de la erosión, tales como muros de piedra, paredes de filtros, zaï y medias lunas, han ayudado a asegurar los medios de subsistencia rurales y a reducir la pobreza en Burkina Faso (Sawadogo, 2011). El uso de enfoques de gestión integrada de cuencas hidrográficas aumentó la disponibilidad de agua y permitió la diversificación hacia cultivos de mayor valor en Tad Fa y Wang Chai (Tailandia), Kothapally (India) y Xiaoxincun (China) (Wani et al., 2012).

Aunque existe un alto grado de acuerdo en la literatura de que la degradación ambiental y las sequías tienen un mayor impacto en las mujeres que en los hombres debido al acceso más limitado de las mujeres a los recursos para hacer frente a tales impactos ambientales (Dessy et al., 2019; Stehlik et al., 2000; Su et al., 2017; Tichagwa, 1994), hay muy pocas pruebas que demuestren los efectos de las prácticas de GIT-S específicamente relacionados con la diferenciación

por género. **Los estudios que evalúan estas opciones de GIT-S desde el punto de vista del género ponen de manifiesto que las barreras para la adopción de prácticas de GIT-S son mayores entre las mujeres que entre los hombres debido a un acceso más restringido a los recursos y a los servicios de asesoramiento agrícola** (Centrone et al., 2017; Farnworth et al., 2016; Parks et al., 2015; Najjar et al., 2019). Los impactos de las prácticas de GIT-S en las mujeres variarán mucho de un lugar a otro, dependiendo de las diferencias en los roles construidos socialmente para las mujeres y los hombres que prevalecen en esos entornos. **Una publicación reciente centrada en la conexión entre género y sequía (Mapedza, Giriraj, Matheswaran, Nhamo [2019]), afirma que «La comprensión de las sequías desde una perspectiva de género ayudará a sacar a la luz las soluciones innovadoras que las mujeres están desarrollando para ayudar a hacer frente y mejorar el impacto de las sequías en los países en desarrollo. Las mujeres deben considerarse como fuentes de soluciones, ya que tienen que hacer frente a las consecuencias de la sequía.** La OSAGA (2001) define la igualdad de género como "la igualdad de derechos, oportunidades y resultados para niñas y niños y mujeres y hombres". No significa que las mujeres y los hombres sean lo mismo, pero sus derechos, responsabilidades y oportunidades no dependen de si nacen mujeres u hombres. Esto es fundamental para mejorar el ciclo de gestión de desastres desde el punto de vista de la mitigación, la preparación, la respuesta y la recuperación (WEDO 2007)».

Para apoyar la incorporación de la perspectiva de género, en 2017 la CNULD adoptó su primer Plan de Acción sobre el Género (PAG), en el que se exhortaba a las partes interesadas en la CNULD a que apoyaran y desarrollaran las capacidades técnicas en el diseño y la ejecución de programas que tuvieran en cuenta las cuestiones de género (Collantes et al. 2018). Además, el marco conceptual presentado por la ICP lleva las cuestiones de igualdad de género al centro de la NDT. Desglosar las complejidades del género permitirá comprender mejor cómo los hombres y las mujeres están mejor preparados para hacer frente a las sequías en el mundo en desarrollo (Mapedza et al. 2019).



3.2.5 Soluciones intermedias de las prácticas de GIT-S

En las secciones anteriores se han explicado con más detalle las sinergias de las prácticas de la gestión sostenible de las tierras mediante la gestión sostenible de las tierras en diversas dimensiones. Por lo tanto, en esta sección se examinan las posibles soluciones intermedias de las prácticas de GIT-S.

La mayoría de los beneficios de las prácticas de GIT-S se producen a largo plazo, mientras que los costes se pagan por adelantado, lo que limita su adopción por parte de usuarios de las tierras reacios a asumir riesgos y con escaso acceso al crédito a largo plazo (pruebas sólidas, grado medio de acuerdo). Muchos de los análisis de coste-beneficio de las tecnologías GIT-S comparan su uso con la rentabilidad de las prácticas tradicionales, ignorando al mismo tiempo las soluciones intermedias auxiliares. Por ejemplo, se ha comprobado que el uso de acolchado y la aplicación de estiércol aumentan la resistencia a la sequía al mejorar la fertilidad del suelo, mejorar el rendimiento y reducir las pérdidas por evaporación del agua de los suelos. En comparación con la ausencia de acolchado y de aplicación de estiércol, donde el rendimiento de los cultivos puede ser inferior, tienen una relación coste-beneficio positiva. Sin embargo, estos análisis ignoran los usos alternativos de los residuos de los cultivos como forraje para el ganado en lugar de mantillo, o del estiércol como fuente de energía doméstica en lugar de fertilizante orgánico para los suelos. Las evaluaciones adecuadas de la relación coste-beneficio deben tener en cuenta esos costes de oportunidad. El uso de acolchado en las prácticas de agricultura de conservación compite con su uso como forraje para el ganado (Lal, 2015), y esto se ha considerado un obstáculo importante para la adopción de prácticas de agricultura de conservación en el África subsahariana (Palm et al., 2014). Además, se comprobó que las pérdidas de rendimiento en las prácticas de siembra directa y las limitaciones para la adopción de la retención de residuos y la rotación de cultivos limitan considerablemente la contribución potencial de las prácticas de la agricultura de conservación a la intensificación sostenible y la reducción de la pobreza (Pittek et al., 2015). Aparte de la solución intermedia en

Muchos de los análisis de coste-beneficio de las tecnologías GIT-S comparan su uso con la rentabilidad de las prácticas tradicionales, ignorando al mismo tiempo las soluciones intermedias auxiliares.

términos de uso de residuos vegetales, un importante factor limitante para la viabilidad económica de la siembra directa con acolchado en Bac Kan, Vietnam, fueron los altos requerimientos de mano de obra para la dispersión del acolchado (Affholder et al., 2010).

Los enfoques de gestión integrada de cuencas hidrográficas en Andhra Pradesh, India, a principios de la década de 1980 mostraron una rentabilidad más alta que los métodos convencionales, pero fueron rechazados por los agricultores después de la finalización del proyecto: razones principales, más que un sesgo hacia los grandes agricultores, la falta de participación de los agricultores en el desarrollo tecnológico y la falta de creación de capacidad (Wani et al., 2003). De manera similar, a pesar de los impactos positivos de la gestión integrada de cuencas hidrográficas documentados en Wang et al. (2016) en varios lugares, los principales desafíos incluyeron la falta de coordinación y de una organización unificada para la gestión y límites claros, la falta de datos relevantes y de mecanismos de intercambio de datos para monitorear el progreso y los resultados, y la participación limitada del público (Wang et al., 2016).

A pesar de sus numerosos aspectos beneficiosos, una posible desventaja de los programas de forestación y reforestación en zonas áridas podría ser un menor rendimiento hídrico y una menor disponibilidad de agua para otros fines (Buytaert et al., 2007; Delang y Yuan, 2015; McVicar et al., 2007). Además, se sugirió que los proyectos de forestación llevados a cabo en pastizales corrían el riesgo de dañar los ecosistemas locales (Jindal et al., 2008).

Una de las formas tradicionales de hacer frente a las perturbaciones causadas por la sequía que practican los pastores es maximizar el número de rebaños incluso por encima de los niveles óptimos de rentabilidad,



ya que los rebaños más grandes permiten una recuperación más suave después de las sequías. Esta práctica es una de las razones del sobrepastoreo en algunas áreas de pastizales (Zimmerman y Carter, 2003).

En el cuadro que figura a continuación se resume la información sobre los efectos, los costes y los

beneficios, las soluciones intermedias y las limitaciones en relación con las principales categorías de prácticas de GIT-S mediante el uso de las tierras, incluidos los efectos en la seguridad alimentaria y la reducción de la pobreza. Los impactos analizados sobre la seguridad alimentaria y la pobreza son relevantes tanto para las mujeres como para los hombres.

CUADRO 1

Medidas de Gestión inteligente de las tierras en caso de sequía: efectos, costes y beneficios, sinergias, soluciones intermedias y limitaciones

Uso del suelo	 Categoría GIT-S	 Categoría NDT	 Costes iniciales	 Retorno económico neto	 Seguridad alimentaria y reducción de la pobreza	 Rendimientos
Tierras de cultivo 	Control de la erosión de las tierras			Neutral y negativo a corto plazo*, positivo a largo plazo	○	La disponibilidad de mano de obra podría ser una limitación
	Minimización de la perturbación del suelo			A menudo, pero no siempre, positivo ya a corto plazo	+	Competencia entre los usos de los residuos vegetales para la trituration o para la alimentación del ganado
	Gestión integrada de la fertilidad del suelo			Por lo general, ya positivo a corto plazo	++	Competencia entre los usos del estiércol animal como corrección del suelo y fuente de energía.
	Mejora de la gestión del agua		 a 	Por lo general, ya positivo a corto plazo, especialmente en ambientes áridos o donde el agua tiene un precio.	+	La falta de mercados y precios del agua puede limitar los incentivos para su adopción
	Mejora de la gestión de la vegetación		 a 	Por lo general, ya positivo a corto plazo	+	Puede requerir capacidades técnicas para su adopción por parte de los agricultores
Tierras de pastoreo 	Gestión de la presión de pastoreo			Por lo general, ya positivo a corto plazo	+	En algunas zonas compete con la expansión de la producción agrícola
	Gestión del agua		 a 	Pruebas limitadas	○	Pruebas limitadas
	Gestión de la vegetación		 a 	Por lo general, ya positivo a corto plazo	+	Pruebas limitadas
Bosques 	Gestión forestal sostenible, forestación, reforestación y reducción de la deforestación			Neutral y negativo a corto plazo, positivo a largo plazo	+	Pruebas limitadas
Usos mixtos de las tierras 	Adoptar la agroforestería y el agropastoralismo		 a 	Neutral y negativo a corto plazo, positivo a largo plazo	+	Requiere un tiempo relativamente largo para su implementación
	Gestión del agua		 a 	Por lo general, ya positivo a corto plazo	○	La falta de mercados y precios del agua puede limitar los incentivos para su adopción
	Gestión integrada de parteaguas			Positivo a largo plazo	○	Requiere un tiempo relativamente largo para su implementación
	Infraestructura verde urbana		 a 	Positivo	○	Requiere una capacidad técnica considerable para la planificación y la ejecución

Fuente: Elaboración propia en base a la revisión literaria.

Nota: Gestión inteligente de las tierras en caso de sequía (GIT-S)

*Corto plazo: una o dos temporadas de crecimiento.



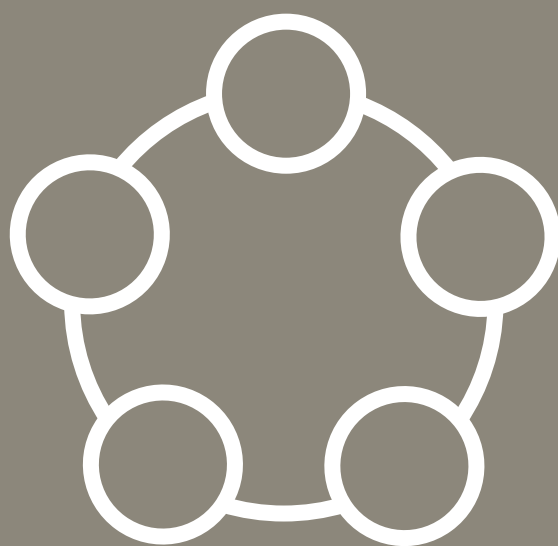
○ Pruebas limitadas



Para mejorar la resiliencia a la sequía de la población y los ecosistemas es necesario eliminar los obstáculos para la adopción de prácticas de GIT-S entre las mujeres debido a que el acceso a los recursos y a los servicios de asesoramiento agrícola es más restringido que entre los hombres.







Políticas y herramientas de apoyo para ampliar la Gestión inteligente de las tierras en caso de sequía



Un conjunto de 5 elementos habilitadores: enfoque basado en el paisaje, desarrollo de la capacidad, buena gobernanza de las tierras y el agua, análisis geoespacial y finanzas, para fomentar la adopción y ejecución de intervenciones en tierra para la mitigación de la sequía y la gestión del riesgo.

Este capítulo proporciona orientación técnica sobre cómo fomentar las intervenciones en las tierras para la mitigación de la sequía. Se propone un conjunto de cinco elementos habilitadores para un aumento sostenible de la escala de la GIT-S. Entre ellos figuran: un enfoque basado en el paisaje, el desarrollo de la capacidad, la buena gobernanza de las tierras y el agua, el análisis geoespacial y las finanzas. A continuación se analiza con más detalle cada uno de estos habilitadores. Estos habilitadores se pueden utilizar para fomentar GIT-S y para integrar NDT y DRM. Además, hay casos en los que NDT y DRM se superponen para crear el entorno para una GIT-S.

Enfoque de paisaje

Un «paisaje» es un sistema socioecológico. Incluye: topografía, recursos naturales, biodiversidad y varios usos de las tierras. Se ve influenciado por el clima y la cultura, así como por los procesos ecológicos y la actividad humana. Tienen un impacto en los flujos de agua superficial y subterránea. Un paisaje tiene varias funcionalidades y límites. Comprender cómo se producen estas interacciones interrelacionadas pero separadas espacialmente es muy importante para la gestión del riesgo de sequía. Para fomentar la Gestión inteligente

de las tierras en caso de sequía es necesario que las partes interesadas adopten un enfoque basado en el paisaje para la planificación del desarrollo. La gente vive en espacios, pero opera en sectores. Trabajar más allá de las fronteras sectoriales de manera participativa es fundamental para el éxito de los enfoques de paisaje (consulte también el Cuadro 1). Los sectores de particular importancia para la implementación de GIT-S son la agricultura, el medioambiente y el agua. El estudio de Biggs et al. (2015) propone centrarse explícitamente en los medios de subsistencia y la dinámica de los medios de subsistencia en el marco de los nexos para captar los enfoques ascendentes y las oportunidades locales de desarrollo sostenible. La importancia de comprender el sistema socioecológico que define el paisaje, así como la cooperación intersectorial, también se destaca en las directrices voluntarias para el diseño y la aplicación efectiva de la ABE y la RRD-Eco (Fuente: CBD/COP/14/L.23).

Observación de la Tierra y análisis geoespacial

El análisis geoespacial y la integración de la Observación de la Tierra (OE), incluidos los datos satelitales e in situ, mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG), permite la vigilancia



y cartografía de las superficies terrestres, incluidas las masas de agua. Se puede realizar la observación de grandes áreas para analizar la dinámica de las tierras. La disponibilidad de diferentes sensores y sistemas de sensores para el análisis de la teledetección permite la cartografía a múltiples escalas y en diferentes niveles de detalle. Las resoluciones espaciales de los diferentes sensores van desde centímetros a kilómetros y tienen que ser consideradas dependiendo de la necesidad de aplicaciones más bien globales o de análisis en y dentro de áreas pequeñas. Además, las diferentes resoluciones espectrales permiten la detección de la cubierta terrestre y de los tipos de cubierta terrestre dentro de diferentes longitudes de onda (por ejemplo, datos ópticos y de microondas) y apoyan las observaciones en diferentes niveles de detalle con respecto a, por ejemplo, tipos específicos de cultivos. En lo referente a las prácticas de GIT-S, cuanto mayor sea la resolución, mejor será el análisis sobre el terreno (consulte el Cuadro 2 sobre la cartografía basada en la observación de la dinámica de las diferentes cubiertas terrestres). El uso de imágenes de alta resolución con respecto a la agricultura a pequeña escala, dominante en las zonas rurales, por ejemplo en el África subsahariana, sería, por lo tanto, una ventaja (Burke y Lobell, 2017; Neigh et al., 2018). Los datos in situ pueden aumentar estos análisis y proporcionar una validación y calibración esenciales de los datos obtenidos por teledetección.

En el contexto del fomento de la GIT-S, la OE puede emplearse para diferentes propósitos, los más importantes son (i) la focalización de las áreas de intervención y (ii) la supervisión de la adopción efectiva de las prácticas y la implementación de las áreas de intervención y (ii) la supervisión de la adaptación efectiva de las prácticas y la implementación de las intervenciones.

La evaluación de riesgos a menudo integra un SIG que permite la integración de información adicional in situ vinculada a imágenes de

teledetección que pueden servir de apoyo a las estrategias de gestión mediante el análisis y la modelización geoespacial. En este sentido, se ha utilizado la Ecuación Universal Revisada de Pérdida de Suelo (RUSLE) en varias evaluaciones de estudios de caso en todo el mundo (Lu, Li, Valladolides y Batistella, 2004; Pandey, Chowdary y Mal, 2007; G. Singh y Panda, 2017). La salinización como una de las principales consecuencias de las condiciones de sequía que provocan, pero

En el contexto del fomento de la GIT-S, la OE puede emplearse para diferentes propósitos, los más importantes son (i) la focalización de las áreas de intervención y (ii) la supervisión de la adopción efectiva de las prácticas y la implementación de las áreas de intervención y (ii) la supervisión de la adaptación efectiva de las prácticas y la implementación de las intervenciones.

que también representan, un tipo de degradación de las tierras, puede supervisarse a escala local, incluidas las imágenes ópticas y de radar (Gorji, Sertel y Tanik, 2017; Gorji, Tanik y Sertel, 2015; Metternicht y Zinck, 2003). Esto también es válido para las prácticas de gestión del riego. En el estudio Bastiaanssen, Molden, y Makin (2000), por ejemplo, se enumeran una serie de satélites y sensores que pueden proporcionar información de imagen adecuada para la gestión del agua en la agricultura. Especialmente en lo que respecta a la gestión de la sequía, la detección a distancia permite detectar las zonas en las que, por ejemplo, las prácticas de gestión agrícola reducen con mayor probabilidad el impacto de la sequía en las tierras agrícolas (Graw et al., 2017). El proyecto

**CUADRO 2****Participación y cooperación intersectorial**

Una evaluación del sistema socioecológico que define el paisaje ayuda a analizar el problema, definir los límites de las intervenciones y seleccionar los puntos de entrada para la GIT-S. Esta información debe incluirse en un análisis profundo de las partes interesadas antes de involucrarlas a lo largo de todo el proceso de implementación, y también se beneficia interactivamente de la información de las partes interesadas. La participación de las partes interesadas y de los titulares de derechos aumentará la apropiación y probablemente también el éxito de cualquier intervención.

Las sequías se extienden más allá de los límites administrativos; por lo tanto, un enfoque integrado de paisaje o sistemas ayuda a resolver problemas a través de sectores y fronteras. La cooperación transfronteriza puede permitir compartir los costes y beneficios y prevenir los posibles efectos negativos de las medidas adoptadas unilateralmente. La cooperación transfronteriza también puede ofrecer oportunidades para el desarrollo socioeconómico y la gestión de problemas a escalas apropiadas de los ecosistemas.

Acciones clave

- Identificar a los pueblos indígenas y las comunidades locales, las partes interesadas y los titulares de derechos que probablemente se verán afectados por las intervenciones de GIT-S, e identificar a las personas, las organizaciones y los sectores que tienen influencia sobre la planificación y la ejecución, utilizando procesos participativos transparentes.
- Asegurar la participación plena y efectiva de todos los interesados y titulares de derechos pertinentes, incluidos los pueblos indígenas y las comunidades locales, los pobres, las mujeres, los jóvenes y las personas de edad, velando por que tengan la capacidad y los recursos humanos, técnicos, financieros y jurídicos suficientes para hacerlo (de conformidad con las medidas preventivas).
- Aprender de mecanismos de planificación intersectorial bien establecidos, como la gestión integrada de los recursos hídricos (IWRM), la gestión integrada de las zonas costeras (ICZM) y la planificación del uso de la tierra, para fortalecer la cooperación intersectorial y mejorar la incorporación de la GIT-S en los marcos sectoriales pertinentes;
- Desarrollar un entendimiento común de las vulnerabilidades a escala transfronteriza y para diferentes sectores mediante el uso de modelos y escenarios comunes y metodologías y fuentes de información acordadas.

Fuente: Adaptado de CBD/COP/14/L.23



EvIDENz¹⁶ representa un ejemplo de cómo se puede medir el riesgo de sequía mediante la integración de tecnologías de detección a distancia e información socioeconómica (Walz et al., 2018). Estos datos de entrada también representarían el potencial para una mayor modelación dinámica del sistema a escala nacional.

En Ucrania, la detección del estrés del cultivo debido a las sequías con información sobre la vegetación, la humedad del suelo y la temperatura que integra los datos, muestra que la combinación de diferentes variables puede explicar la dinámica del estrés del cultivo debido a las sequías (Ghazaryan et al., 2016). Con respecto a la gestión de la fertilidad del suelo, las imágenes de alta resolución pueden supervisar y controlar cómo reaccionan los cultivos bajo diferentes condiciones de fertilizantes y suelos (Moran, Inoue y Barnes, 1997; Seelan, Laguette, Casady y Seielstad, 2003). La información de los drones asegura el uso de datos de alta resolución y permite además intervalos de tiempo de recolección de datos propios (Khanal, Fulton y Shearer, 2017). Se puede supervisar la adopción de medidas para prevenir la erosión del suelo en las tierras de cultivo a fin de evaluar la eficacia de estos métodos. Se han realizado estudios a escala local (Panagos, Karydas, Gitas y Montanarella, 2012) y mundial (Sepuru y Dube, 2018).

Desarrollo de capacidades

Comunicar los múltiples beneficios de la GIT-S en todos los sectores, comunidades de práctica y disciplinas es esencial para mejorar la aceptación y la

sostenibilidad de las iniciativas, además de abrir vías de financiación. Los acuerdos de política nacional e internacional brindan la oportunidad de reducir la brecha entre las diferentes comunidades de práctica. Los vínculos entre la gestión de las tierras y la gestión del riesgo de sequía se describen en detalle en el capítulo anterior. Las medidas para desarrollar capacidades deben comenzar con algunas evaluaciones previas de las competencias y capacidades existentes de los responsables de la formulación de políticas y de la toma de decisiones a nivel local para subsanar las deficiencias y las necesidades. También es útil tener en cuenta las diferentes necesidades de información y comunicación de los diferentes grupos de interesados a fin de desarrollar una divulgación eficaz, crear una base de conocimientos común y tratar de determinar un lenguaje común entre los interesados para apoyar su cooperación. El fortalecimiento de los servicios de asesoramiento agrícola públicos y privados y de la capacidad de los usuarios de las tierras ha demostrado ser un medio eficaz de apoyar la GIT-S a gran escala. El enfoque de la Escuela de Campo para Agricultores (ECA) tuvo éxito en numerosos proyectos, transfiriendo habilidades a los agricultores y también a los facilitadores y capacitadores de ECA en la experimentación participativa de las tecnologías GIT-S (FAO, Banco Mundial y NEPAD, 2016). El conocimiento tradicional o local-comunitario del funcionamiento de los ecosistemas y de las particularidades del paisaje puede ser un activo significativo. Es necesario mejorar la integración de estos conocimientos en las evaluaciones y la toma de decisiones. Una fuente importante de conocimientos e información es el WOCAT, que ha sido aprobado por la CNULD como la principal base de datos recomendada para la presentación de informes sobre las mejores prácticas de GST.

Buena gobernanza de las tierras y el agua

Para mitigar la sequía, la buena gobernanza rural es tan importante como el empleo de las mejores tecnologías. La voluntad política y unas instituciones fuertes pueden crear el entorno que permita

16 El proyecto EvIDENz está financiado por el Ministerio Federal de Economía y Energía (BMWi). El objetivo general del proyecto EvIDENz es desarrollar y demostrar métodos y productos de evaluación del riesgo de sequía que responden a las necesidades nacionales, por ejemplo de Sudáfrica y Ucrania, y definir indicadores del Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres (MSRRD). <<https://www.zfl.uni-bonn.de/research/projects/evidenz>>



una amplia adopción de la GIT-S. Un factor de éxito importante para que los enfoques de paisaje funcionen es la descentralización funcional. La descentralización, junto con las políticas basadas en el lugar y la seguridad jurídica (tenencia de tierras, derechos sobre el agua) son esenciales para garantizar el diseño, la aplicación, el seguimiento y la evaluación pertinentes e inclusivos de las intervenciones basadas en la tierra para mitigar los efectos de la sequía. Para facilitar la eficacia y la eficiencia de los enfoques basados en el paisaje y permitir la coordinación y la planificación estratégica, es preciso fortalecer los órganos locales y nacionales, tanto en términos de recursos humanos como financieros. La buena gobernanza también es la base de la NDT. Los principios importantes en este contexto y adaptados de Orr et al. (2017) son:

1. Eliminar y revertir los factores que impulsan las políticas que conducen a una mala gestión de la tierra
2. Aplicar los principios y normas de las Directrices voluntarias sobre la gobernanza responsable de la tenencia de la tierra, la pesca y los bosques en el contexto de la seguridad alimentaria nacional para garantizar los derechos de tenencia y la seguridad (FAO, 2012)
3. Tener en cuenta la disponibilidad de recursos (humanos y económicos) para la aplicación de la GIT-S;
4. Prever la supervisión y la presentación de informes sobre la aplicación;
5. Desarrollar un mecanismo para la coordinación de la planificación integrada del uso y la gestión de las tierras a través de escalas y sectores para asegurar la contribución de las partes interesadas a la toma de decisiones y la presentación de informes a nivel nacional e internacional;

CUADRO 3

Observación de la Tierra para la supervisión de las tierras y la sequía

La cartografía de las diferentes clases de cubierta terrestre, así como de la sequía, se lleva a cabo de forma generalizada a escala mundial y nacional, con conjuntos de datos gratuitos disponibles, y se ve facilitada además por un gran número de herramientas abiertas dentro de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) (Giri, 2012). Las distinciones entre tierras de cultivo, bosques y pastizales pueden hacerse basándose en la firma espectral dentro de un píxel de una imagen de satélite (Jong, Meer y Clevers, 2004). Los resultados pueden diferir según el producto de los datos y el enfoque de clasificación utilizado (Foody, 2002). Sin embargo, la detección de clases más amplias de cobertura de tierras como tierras de cultivo y bosques, pero también de áreas urbanas, puede realizarse fácilmente con métodos de clasificación simples hoy en día (Giri, 2012).

Las tierras de cultivo pueden clasificarse y supervisarse dependiendo de su fenología. La integración de datos de series temporales, por ejemplo de vegetación, permite detectar el inicio, el pico y el final de la temporada de crecimiento (Muro et al., 2018; Yan et al., 2017). El uso de datos hiperespectrales, es decir, información satelital derivada de un sensor que recibe información con un alto nivel de detalle dentro del espectro electromagnético, permite además distinguir los tipos de cultivos (Foerster, Kaden, Foerster e Itzerott, 2012; Inglada et al., 2015).

**CUADRO 3 (con'd)**

Los pastizales son muy dinámicos y, con respecto a los datos de OE, a menudo son difíciles de supervisar, ya que reaccionan rápidamente a las precipitaciones. En varias regiones se ha supervisado la presión sobre los pastizales debido a, por ejemplo, el ganado mediante detección a distancia (Estel et al., 2018; Kawamura et al., 2005). En grandes áreas de África Oriental y Meridional, la detección y la supervisión de la invasión de arbustos representa un desafío continuo (Graw, Oldenburg, Dubovyk y Piroška, 2017; Skowno et al., 2017).

La supervisión de los **bosques** se lleva a cabo en gran medida con información satelital. Varios estudios se han centrado en este tema en varios países de la Amazonía (Tucker y Townshend, 2000), como en Ecuador (Viña, Echavarria, y Rundquist, 2004) o en Brasil (Stone, Brown, y Woodwell, 1991). La cobertura de las nubes es el principal obstáculo a la hora de realizar análisis o tendencias en tiempo casi real. Por lo tanto, se desarrollan métodos que ayudan a tratar las carencias de datos y las imágenes no utilizables para detectar la deforestación y la forestación (DeVries et al., 2015; Rufin, Müller, Pflugmacher, y Hostert, 2015).

El uso mixto de la tierra es a menudo difícil de determinar con la detección a distancia, ya que la unidad de análisis se refiere a un solo píxel que contiene una sola clasificación. Cuanto mayor sea la resolución espacial y espectral, más detalladas serán las clases de cobertura y uso de las tierras. Sin embargo, añadir información sobre el terreno, por ejemplo, mediante encuestas de hogares o información GPS recopilada durante las actividades de investigación de campo, permite relacionar los cambios y el desarrollo en un píxel con la actividad de uso de las tierras en este caso. Los estudios que vinculan la información de la detección a distancia con las observaciones in situ muestran que la validación con información basada en tierras sigue siendo de alta relevancia para evitar la mala interpretación de las tendencias mostradas en el desarrollo de las tierras derivadas de la detección a distancia (Fox, 2003; Graw, Smale y Menz, 2016; Mertens, Sunderlin, Ndoye y Lambin, 2000).

La sequía y el estrés de las tierras pueden supervisarse usando EO, por ejemplo, relacionando el estado real de las tierras con sus condiciones previas para detectar cambios y especialmente la pérdida o ganancia de productividad a lo largo del tiempo (Graw et al., 2017). Comparado con la supervisión del estado de la vegetación, solo con observar las precipitaciones no se detectan suficientemente las áreas afectadas e impactadas por una sequía meteorológica, únicamente se puede hacer referencia a un peligro potencial. Los enfoques de modelado para obtener información más precisa sobre la dinámica general de la sequía con respecto a las variables climáticas y ambientales incluyen la integración de la cobertura nubosa y el análisis de temperatura (Estel et al., 2018; Urban et al., 2018), la información sobre la humedad del suelo (SM) utilizando datos de microondas disponibles de forma gratuita (Bolten, Crow, Zhan, Jackson y Reynolds, 2010), pero también el análisis de la evapotranspiración (ETP) integrando la información sobre la temperatura de la superficie de las tierras (Karnieli et al., 2013; Wang, Rich y Price, 2003). Otra variable utilizada para la supervisión de la sequía, que se conoció especialmente a través de las condiciones de sequía de Ciudad del Cabo en 2017/2018, es la supervisión de los niveles de las presas de agua o de las superficies de los lagos (Stevens y Voiland, 2018). Los niveles de las presas de agua o áreas de agua se pueden observar con la detección de cambios teniendo en cuenta las diferentes imágenes a lo largo del tiempo.



Los planes de pago por servicios ambientales ofrecen incentivos monetarios y no monetarios a las comunidades, los agricultores y los propietarios privados de las tierras para proteger, restaurar y conservar los ecosistemas naturales y adoptar prácticas agrícolas sostenibles y otras prácticas de uso de las tierras.

6. Desarrollar un mecanismo para la revisión oportuna de los resultados de la implementación y recomendaciones de mejora; y
7. Garantizar la rendición de cuentas y la transparencia hacia arriba y hacia abajo.

Finanzas

El fomento de la GIT-S está vinculado a una financiación suficiente. El éxito en la ejecución de las iniciativas depende de la movilización efectiva de recursos de todas las fuentes, incluidos los presupuestos nacionales, los donantes externos y las fuentes innovadoras de financiación, idealmente en paralelo con la programación local y nacional. La GIT-S no requiere necesariamente recursos financieros adicionales, pero por lo general supone reorientar y hacer un uso más eficaz de la financiación existente.

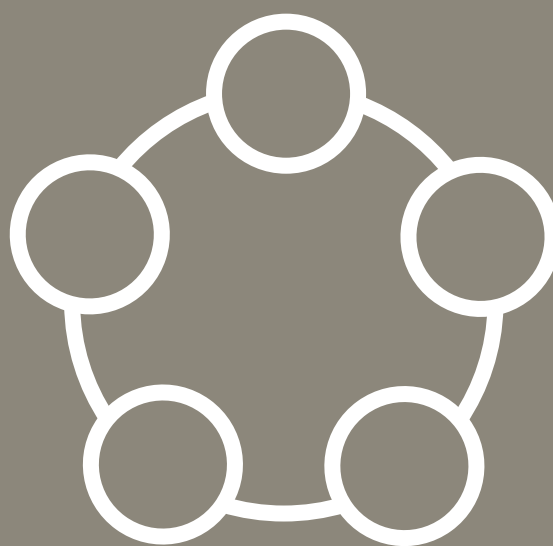
El uso eficaz de los recursos financieros y humanos puede mejorarse mediante la búsqueda de sinergias entre las políticas, los compromisos y las inversiones tanto a nivel mundial como nacional (Orr et al. 2017). Fomentar la coherencia de las políticas y la integración de los compromisos (por ejemplo, aprovechar la financiación para la lucha contra el cambio climático) supondría poner de relieve los vínculos entre, por ejemplo, la adaptación al cambio climático y la GIT-S, teniendo en cuenta que las iniciativas de adaptación en muchos casos

se basan en las tierras, y que las intervenciones de GIT-S proporcionan beneficios en materia de adaptación a la sequía.

La evaluación de GIT-S incluida en este informe apunta a un rendimiento de las inversiones que incluye externalidades ambientales y sociales positivas. Los planes de pago por servicios ambientales ofrecen incentivos monetarios y no monetarios a las comunidades, los agricultores y los propietarios privados de las tierras para proteger, restaurar y conservar los ecosistemas naturales y adoptar prácticas agrícolas sostenibles y otras prácticas de uso de las tierras. Estas acciones generan beneficios para los usuarios de agua corriente abajo en forma de regulación del agua, control de inundaciones y control de erosión y sedimentos, entre otros, asegurando así un suministro de agua constante y de alta calidad, y ayudando a reducir los costes de tratamiento de agua y mantenimiento de equipos (ONU-Agua 2018).

La transformación de la política agrícola representa una vía importante para financiar la adopción de la GIT-S. La gran mayoría de los subsidios agrícolas, y probablemente la mayor parte de la financiación pública y casi toda la inversión del sector privado en investigación y desarrollo agrícola, apoyan la intensificación de la agricultura convencional, lo que aumenta la inseguridad hídrica (ONU-Agua 2018). La incorporación del concepto de gestión sostenible de las tierras en la agricultura también sería un avance importante en la financiación de la GIT-S.

La GIT-S no requiere necesariamente recursos financieros adicionales, pero por lo general supone reorientar y hacer un uso más eficaz de la financiación existente.



Integrar la gestión de las tierras en la mitigación de la sequía y la gestión del riesgo exige políticas que alienten e incentiven la cooperación intersectorial e interadministrativa, así como la participación de los usuarios de las tierras en el marco del enfoque integrado del paisaje en el contexto de la neutralidad de la degradación de las tierras.







Conclusiones y
propuestas
orientadas a la
creación de políticas



Propuestas de políticas para acciones inmediatas con el fin de integrar prácticas de GIT-S en la mitigación de la sequía.

En los capítulos anteriores se esbozaron las razones por las que la gestión de las tierras y la sequía deben estar más estrechamente vinculadas. De igual forma se revela los fuertes vínculos entre el uso de las tierras y la sequía y como la gestión tanto de las tierras como de la sequía está fundamentalmente relacionada con el uso del agua y la capacidad significativa de las decisiones humanas en la gestión de las tierras y el agua para alterar, positiva o negativamente, la resiliencia de las comunidades y los ecosistemas. También se documenta los mecanismos y procesos biofísicos que, cuando se gestionan adecuadamente, ofrecen oportunidades para adaptarse a la sequía mediante la mejora de la capacidad de los suelos para aceptar, retener, liberar y transmitir agua, y aumentar la eficiencia en el uso del agua por parte de las plantas.

Se describió el nexo tierra-sequía y se llegó a la conclusión de que las políticas deben garantizar que el factor «humano» incorporado en las decisiones sobre el uso de las tierras y el agua se integre plenamente en las políticas de gestión del riesgo de sequía.

Se describió el nexo tierra-sequía y se llegó a la conclusión de que las políticas deben garantizar que el factor «humano» incorporado en las decisiones sobre el uso de las tierras y el agua se integre plenamente en las políticas de gestión del riesgo de sequía.

Se señala que la falta de datos sobre los efectos de la aplicación de las prácticas de GIT-S en la mitigación de la sequía y los posibles beneficios económicos que pueden derivarse de la adopción de la GIT-S es un obstáculo para la integración de las prácticas de gestión del riesgo de sequía en las prácticas y políticas de uso de las tierras y gestión de las tierras.

Dentro del grupo de intervenciones basadas en la GST, en este informe se introdujo el nuevo concepto de Gestión inteligente de las tierras en caso de sequía (GIT-S). La GIT-S mejora la resiliencia a la sequía para los usuarios de la tierra y la sociedad en general, así como la capacidad de los suelos para aceptar, retener, liberar y transmitir agua, y aumentar la eficiencia en el uso del agua de las plantas. Pueden hacerlo en términos generales aumentando el suministro de agua allí donde la necesitan los organismos vivos (por ejemplo, los sistemas de raíces de los cultivos) o reduciendo la demanda de agua (por ejemplo, las variedades de cultivos resistentes a la sequía).

Los resultados obtenidos de la síntesis y la evaluación muestran la evidencia científica hasta la fecha sobre el potencial de 14 grupos de medidas



GIT-S en cuatro tipos de uso de las tierras para influir positivamente simultáneamente en la mitigación del riesgo de sequía, la prevención de la degradación de las tierras, la recuperación/rehabilitación, la conservación de la biodiversidad, el secuestro de carbono en el suelo (pruebas sólidas, alto grado de acuerdo), y permitir una mejor resiliencia a la sequía sin reducir las oportunidades de los agricultores de maximizar sus beneficios durante los años normales o húmedos (pruebas sólidas, grado medio de acuerdo). Los resultados también muestran el potencial de estas prácticas de GIT-S para mejorar la productividad, lo que conduce a un mayor rendimiento socioeconómico que las prácticas convencionales en condiciones de sequía, incluso en suelos marginales, mejorando así todas las dimensiones de la seguridad alimentaria (pruebas medias, alto grado de acuerdo).

El informe enfatiza cómo, en comparación con las intervenciones ex-post, se puede lograr una mayor eficiencia de los costes y beneficios ecológicos y económicos mediante intervenciones proactivas de GIT-S creando resiliencia e desincentivando la continuación de actividades económicas que tengan en cuenta las sequías y disminuyendo los gastos de actividades para el alivio de las sequías en el futuro.

En el informe se propone ofrecer orientación mediante la mejora de cinco instrumentos para apoyar la adopción, la aplicación y la ampliación de la GIT-S. Pone de relieve la necesidad de realizar evaluaciones de la vulnerabilidad y el riesgo en diferentes contextos que abarquen tanto los aspectos naturales (clima, suelo y agua) como los socioeconómicos. Ambos aspectos son necesarios para una implementación más efectiva desde el punto de vista ecológico de las prácticas de GIT-S, a fin de lograr con mayor eficacia la mitigación integrada y en colaboración del riesgo de sequía a través de los ecosistemas, las fronteras administrativas y los paisajes rurales y urbanos.

Revela que las actividades de GIT-S bien optimizadas, locales y basadas en el contexto, definidas como de alcance biológico o geográfico, a través de

la implementación de la planificación integrada del uso de las tierras y la gestión integrada del paisaje en el contexto de la NDT, pueden mejorar la resiliencia y reducir la vulnerabilidad de los ecosistemas, de los usuarios de las tierras y de la sociedad en general a la sequía, ofrecer oportunidades para mitigar el riesgo de sequía y, de manera más general, contribuir a una «gestión proactiva del riesgo de sequía».

Se puso de manifiesto la eficacia de las pruebas científicas y los efectos sinérgicos de la GIT-S. Para concluir este informe, este capítulo final ofrece algunas recomendaciones a los responsables de la formulación de políticas, a los profesionales y a las comunidades científicas para que tomen medidas.

En el informe se propone ofrecer orientación mediante la mejora de cinco instrumentos para apoyar la adopción, la aplicación y la ampliación de la GIT-S. Pone de relieve la necesidad de realizar evaluaciones de la vulnerabilidad y el riesgo en diferentes contextos que abarquen tanto los aspectos naturales (clima, suelo y agua) como los socioeconómicos.

- Propuesta 1:** Fortalecer los vínculos entre las políticas nacionales sobre las tierras y las políticas nacionales sobre la sequía, considerar la posibilidad de cambiar las políticas para que reflejen plenamente la influencia del uso y la gestión de las tierras y la degradación de las tierras en la disponibilidad y escasez de agua, y considerar el papel positivo que las prácticas de gestión sostenible de las tierras y la tierra podrían tener en el fomento de la resiliencia de las comunidades y los ecosistemas a la sequía, cuando se apliquen en el contexto de la gestión sostenible de las tierras y la sequía;



2. Propuesta 2: Tomar medidas para asegurar que los departamentos gubernamentales dedicados a la gestión de la sequía integren el uso de las tierras, el cambio de uso de las tierras y la degradación de las tierras como factores en las prácticas y políticas de gestión de los riesgos de sequía y sequía, asegurando al mismo tiempo que sus departamentos de uso de las tierras y el agua integren las prácticas de gestión sostenible de las tierras y el agua en sus políticas e iniciativas pertinentes;

3. Propuesta 3: Mejorar la colaboración y coordinación intersectorial en las políticas y programas nacionales, regionales e internacionales para promover las intervenciones necesarias para optimizar la adopción, aplicación y ampliación de la GIT-S a nivel de paisaje, centrándose en un conjunto de cinco elementos habilitadores, entre ellos:

- a). Implementar la planificación integrada del uso de las tierras y la gestión del paisaje;
- b). Fortalecer la capacidad nacional y local sobre los numerosos beneficios de la GIT-S en todos los sectores, comunidades de práctica y disciplinas, teniendo en cuenta la integración de las cuestiones de género;
- c). Garantizar la eficacia de las instituciones locales en combinación con políticas basadas en el lugar y la seguridad jurídica sobre la tenencia de tierras y los derechos sobre el agua para garantizar el diseño, la aplicación, el seguimiento y la evaluación pertinentes e inclusivos de las intervenciones basadas en las tierras para mitigar los efectos de la sequía;
- d). Elaborar instrumentos sencillos que faciliten el acceso de los responsables de formular políticas, los planificadores y los profesionales a todos los niveles a un análisis

geoespacial que integre las observaciones de la Tierra, incluidos los datos satelitales e in situ de las tierras, el agua y la meteorología, mediante el uso de sistemas de información geográfica, lo que permitiría la vigilancia y la cartografía integradas de la cubierta terrestre, incluidos los medios acuáticos, la degradación de las tierras y el riesgo de sequía; y

- e). Movilizar financiación convencional e innovadora, incluso de inversores públicos y privados, en forma de pagos por servicios de los ecosistemas, compensación de emisiones de carbono, cobertura de seguros e inversiones en cadenas de valor sostenibles basadas en las tierras, para apoyar y promover la gestión sostenible de las tierras subdesarrolladas, idealmente en forma simultánea con la programación local y nacional; y riesgo de sequía; y

4. Propuesta 4: Fortalecer la colaboración entre los tratados internacionales y las organizaciones multilaterales pertinentes dirigidas por la secretaría de la CNULD y la ICP, con la Organización Meteorológica Mundial, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y otras organizaciones meteorológicas pertinentes, en el contexto del Programa de Gestión Integrada de la Sequía, a fin de facilitar la coordinación y la interacción entre las comunidades que se ocupan de gestionar la NDT y los riesgos de sequía, en particular elaborando una interpretación común de las definiciones y de los aspectos multisectoriales de la gestión del riesgo de sequía y la gestión de las tierras.



Aprovechar la eficacia de las pruebas científicas y los efectos sinérgicos de la gestión sostenible de las tierras para contribuir a la adopción de medidas de «gestión proactiva del riesgo de sequía».



Referencias

- Abdulai, A.,** & Huffman, W. (2014). The Adoption and Impact of Soil and Water Conservation Technology: An Endogenous Switching Regression Application. *Land Economics*, 90(1), 26–43. <https://doi.org/10.3368/le.90.1.26>
- Abdullaev, I.,** U1 Hassan, M., & Jumaboev, K. 2007. Watersaving and economic impacts of land leveling: the case study of cotton production in Tajikistan. *Irrigation and Drainage Systems*, 21(3–4), 251–263. <https://doi.org/10.1007/s10795-007-9034-2>
- Acharya, C.,** Kapur, O., & Dixit, S. 1998. Moisture conservation for rainfed wheat production with alternative mulches and conservation tillage in the hills of north-west India. *Soil and Tillage Research*, 46 (3–4), 153–163. [https://doi.org/10.1016/S0167-1987\(98\)00030-0](https://doi.org/10.1016/S0167-1987(98)00030-0)
- Adgo, E.,** Teshome, A., & Mati, B. 2013. Impacts of long-term soil and water conservation on agricultural productivity: The case of Anjenie watershed, Ethiopia. *Agricultural Water Management*, 117, 55–61. <https://doi.org/10.1016/J.AGWAT.2012.10.026>
- Affholder, F.,** Jourdain, D., Quang, D. D., Tuong, T. P., Morize, M., & Ricome, A. 2010. Constraints to farmers' adoption of direct-seeding mulch-based cropping systems: A farm scale modeling approach applied to the mountainous slopes of Vietnam. *Agricultural Systems*, 103(1), 51–62. <https://doi.org/10.1016/J.AGSY.2009.09.001>
- Ahmed, R.,** Mohammad, Alam, S., Farid, Ahmed, U., & Hossain, M. K. 2018. Assaying the allelopathic effects of *Eucalyptus camaldulensis* in a nursery bed incorporated with leaf litter. *Journal of Forestry Research*, 29. <https://doi.org/10.1007/s11676-017-0450-3>
- Akhtar, M.,** Hassan, F., Ahmed, M., Hayat, R., & Stöckle, C. O. 2016. Is Rainwater Harvesting an Option for Designing Sustainable Cropping Patterns for Rainfed Agriculture? *Land Degradation & Development*, 27(3), 630–640. <https://doi.org/10.1002/ldr.2464>
- Albuquerque, J.,** A., Salazar, P., Barrón, V., Torrent, J., del Campillo, M. del C., Gallardo, A., & Villar, R. 2013. Enhanced wheat yield by biochar addition under different mineral fertilization levels. *Agronomy for Sustainable Development*, 33(3), 475–484. <https://doi.org/10.1007/s13593-012-0128-3>
- Ali, S.,** Rizwan, M., Qayyum, M. F., Ok, Y. S., Ibrahim, M., Riaz, M., Shahzad, A. N. 2017. Biochar soil amendment on alleviation of drought and salt stress in plants: a critical review. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(14), 12700–12712. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-8904-x>
- Almagro, M.,** de Vente, J., Boix-Fayos, C., García-Franco, N., Melgares de Aguilar, J., González, D., ... Martínez-Mena, M. 2013. Sustainable land management practices

- as providers of several ecosystem services under rainfed Mediterranean agroecosystems. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 21(7), 1029–1043. <https://doi.org/10.1007/s11027-013-9535-2>
- Altieri, M. A.** 1999. Applying Agroecology to Enhance the Productivity of Peasant Farming Systems in Latin America. *Environment, Development and Sustainability*, 1(3/4), 197–217. <https://doi.org/10.1023/A:1010078923050>
- Amole, T. A., & Ayantunde, A. A.** 2016. Climate-smart livestock interventions in West Africa: A review. CCAFS Working Paper no. 178. CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS). Copenhagen, Denmark. Available online at: www.ccafs.cgiar.org.
- Antle, J. M., Stoorvogel, J. J., & Valdivia, R. O.** 2007. Assessing the economic impacts of agricultural carbon sequestration: Terraces and agroforestry in the Peruvian Andes. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 122(4), 435–445. <https://doi.org/10.1016/J.AGEE.2007.02.003>
- Aqeel-ur-Rehman, Abbasi, A. Z., Islam, N., & Shaikh, Z. A.** 2014. A review of wireless sensors and networks' applications in agriculture. *Computer Standards & Interfaces*, 36(2), 263–270. <https://doi.org/10.1016/J.CSI.2011.03.004>
- Aryal, J. P., Mehrotra, M. B., Jat, M. L., & Sidhu, H. S.** 2015. Impacts of laser land leveling in rice–wheat systems of the north–western indo-gangetic plains of India. *Food Security*, 7(3), 725–738. <https://doi.org/10.1007/s12571-015-0460-y>
- Asquith, N. M., & Vargas, M. T.** 2008. Selling two environmental services: In-kind payments for bird habitat and watershed protection in Los Negros, Bolivia. *Ecological Economics*, 65(4), 675–684. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLECON.2007.12.014>
- Bailey, D. W., & Brown, J. R.** 2011. Rotational Grazing Systems and Livestock Grazing Behavior in Shrub-Dominated Semi-Arid and Arid Rangelands. *Rangeland Ecology & Management*, 64(1), 1–9. <https://doi.org/10.2111/REM-D-09-00184.1>
- Basche, A.** 2017. Turning Soils into Sponges How Farmers Can Fight Floods and Droughts. Retrieved from <https://www.ucsusa.org/sites/default/files/attach/2017/08/turning-soils-into-sponges-full-report-august-2017.pdf>
- Bastiaanssen, W. G., Molden, D. J., & Makin, I. W.** 2000. Remote sensing for irrigated agriculture: examples from research and possible applications. *Agricultural Water Management*, 46(2), 137–155. [https://doi.org/10.1016/S0378-3774\(00\)00080-9](https://doi.org/10.1016/S0378-3774(00)00080-9)
- Baumol, W., Blinder, A.** 2011. *Economics: Principles and Policy*, p. 409
- Bayala, J., Sileshi, G. W., Coe, R., Kalinganire, A., Tchoundjeu, Z., Sinclair, F., & Garrity, D.** 2012. Cereal yield response to conservation agriculture practices in drylands of West Africa: A quantitative synthesis. *Journal of Arid Environments*, 78, 13–25. <https://doi.org/10.1016/J.JARIDENV.2011.10.011>

- Behnke, R. H. J.** 2008. The Drivers of Fragmentation in Arid and Semi-Arid Landscapes. In *Fragmentation in Semi-Arid and Arid Landscapes*, (pp. 305–340). Dordrecht: Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-4906-4_13
- Bekchanov, M., & Mirzabaev, A.** 2018. Circular economy of composting in Sri Lanka: Opportunities and challenges for reducing waste related pollution and improving soil health. *Journal of Cleaner Production*, 202, 1107–1119. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2018.08.186>
- Bekturova, G., & Romanova, S.** 2007. *Traditional Land Management Knowledge in Central Asia*. Almaty, Kazakhstan: S-Print.
- Ben Salem, H., & Smith, T.** 2008. Feeding strategies to increase small ruminant production in dry environments. *Small Ruminant Research*, 77(2–3), 174–194. <https://doi.org/10.1016/J.SMALLRUMRES.2008.03.008>
- Bennison, J. J., Barton, D. & Jaitner, J.** 1997. The production objectives and feeding strategies of ruminant livestock owners in the Gambia: Implications for policy makers. *Agricultural Systems*, 55(3), 425–444. [https://doi.org/10.1016/S0308-521X\(97\)00002-4](https://doi.org/10.1016/S0308-521X(97)00002-4)
- Berthrong, S. T., Jobbágy, E. G., & Jackson, R. B.** 2009. A global meta-analysis of soil exchangeable cations, pH, carbon, and nitrogen with afforestation. *Ecological Applications*, 19(8), 2228–2241. <https://doi.org/10.1890/08-1730.1>
- Biederbeck, V. O., Zentner, R. P., & Campbell, C. A.** 2005. Soil microbial populations and activities as influenced by legume green fallow in a semiarid climate. *Soil Biology and Biochemistry*, 37(10), 1775–1784. <https://doi.org/10.1016/J.SOILBIO.2005.02.011>
- Birthal, P. S., Negi, D. S., Khan, M. T. & Agarwal, S.** 2015. Is Indian agriculture becoming resilient to droughts? Evidence from rice production systems. *Food Policy*, 56, 1–12. <https://doi.org/10.1016/J.FOODPOL.2015.07.005>
- Biswas, S., Vacik, H., Swanson, M. E., & Haque, S. M. S.** 2012. Evaluating Integrated Watershed Management using multiple criteria analysis – a case study at Chittagong Hill Tracts in Bangladesh. *Environmental Monitoring and Assessment*, 184(5), 2741–2761. <https://doi.org/10.1007/s10661-011-2148-x>
- Blombäck, K., Eckersten, H., Lewan, E. & Aronson, H.** 2003. Simulations of soil carbon and nitrogen dynamics during seven years in a catch crop experiment. *Agricultural Systems*, 76(1), 95–114. [https://doi.org/10.1016/S0308-521X\(02\)00030-6](https://doi.org/10.1016/S0308-521X(02)00030-6)
- Bolten J.D, Crow W.T., Zhan X, Jackson T.J., and Reynolds C.A.** 2010. “Evaluating the Utility of Remotely Sensed Soil Moisture Retrievals for Operational Agricultural Drought Monitoring.” *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing* 3 (1): 57–66. <http://ieeexplore.ieee.org/document/5353747/> (December 13, 2018).

- Borin, M.,** Passoni, M., Thiene, M., & Tempesta, T. 2010. Multiple functions of buffer strips in farming areas. *European Journal of Agronomy*, 32(1), 103–111. <https://doi.org/10.1016/J.EJA.2009.05.003>
- Bossio, D.,** Geheb, K., & Critchley, W. 2010. Managing water by managing land: Addressing land degradation to improve water productivity and rural livelihoods. *Agricultural Water Management*, 97(4), 536–542. <https://doi.org/10.1016/J.AGWAT.2008.12.001>
- Bouzou Moussa, I.,** & Dan Lamso, N. 2004. Le « Tassa » : une technique de conservation des eaux et des sols bien adaptée aux conditions physiques et socio-économiques des glacis des régions semiarides (Niger). *Revue de Géographie Alpine*, 92(1), 61–70. <https://doi.org/10.3406/rga.2004.2278>
- Branca, G.,** McCarthy, N., Lipper, L., & Jolejole, M. 2011. *Climate Smart Agriculture: A Synthesis of Empirical Evidence of Food Security and Mitigation Benefits from Improved Cropland Management*. Rome, Italy.
- Brando, P. M.,** Balch, J. K., Nepstad, D. C., Morton, D. C., Putz, F. E., Coe, M. T., Soares-Filho, B. S. 2014. Abrupt increases in Amazonian tree mortality due to drought-fire interactions. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111(17), 6347–6352. <https://doi.org/10.1073/pnas.1305499111>
- Bremer, L. L.,** & Farley, K. A. 2010. Does plantation forestry restore biodiversity or create green deserts? A synthesis of the effects of land-use transitions on plant species richness. *Biodiversity and Conservation*, 19(14), 3893–3915. <https://doi.org/10.1007/s10531-010-9936-4>
- Briske, D.D.,** Derner, J. D., Brown, J. R., Fuhlen-dorf, S. D., Teague, W. R., Havstad, K. M., Willms, W. D. 2008. Rotational Grazing on Rangelands: Reconciliation of Perception and Experimental Evidence. *Rangeland Ecology & Management*, 61(1), 3–17. <https://doi.org/10.2111/06-159R.1>
- Briske, David D.,** Illius, A. W., & Ander-ies, J. M. 2017. *Nonequilibrium Ecology and Resilience Theory* (pp. 197–227). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-46709-2_6
- Brockerhoff, E. G.,** Jactel, H., Parrotta, J. A., Quine, C. P., & Sayer, J. 2008. Plantation forests and biodiversity: oxymoron or opportunity? *Biodiversity and Conservation*, 17(5), 925–951. <https://doi.org/10.1007/s10531-008-9380-x>
- Burke, M.,** & Lobell, D. B. 2017. Satellite-based assessment of yield variation and its determinants in smallholder African systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 114(9), 2189–2194. <https://doi.org/10.1073/pnas.1616919114>
- Buscardo, E.,** Smith, G. F., Kelly, D. L., Freitas, H., Iremonger, S., Mitchell, F. J. G., McKee, A.-M. 2008. The early effects of afforestation on biodiversity of grasslands in Ireland (pp. 133–148). Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-90-481-2807-5_7

- Buytaert, W.,** Iñiguez, V., & Bièvre, B. De. 2007. The effects of afforestation and cultivation on water yield in the Andean páramo. *Forest Ecology and Management*, 251(1–2), 22–30. <https://doi.org/10.1016/J.FORECO.2007.06.035>
- Campiglia, E.,** Mancinelli, R., Radicetti, E., & Caporali, F. 2010. Effect of cover crops and mulches on weed control and nitrogen fertilization in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Crop Protection*, 29(4), 354–363. <https://doi.org/10.1016/J.CROPRO.2009.12.001>
- Celano, G.,** Palese, A. M., Ciucci, A., Martorella, E., Vignozzi, N., & Xiloyannis, C. 2011. Evaluation of soil water content in tilled and cover-cropped olive orchards by the geoelectrical technique. *Geoderma*, 163(3–4), 163–170. <https://doi.org/10.1016/J.GEODERMA.2011.03.012>
- Centrone, F.,** Mosso, A., Busato, P., Calvo, A., Centrone, F. A., Mosso, A., Calvo, A. 2017. Water Gender Indicators in Agriculture: A Study of Horticultural Farmer Organizations in Senegal. *Water*, 9(12), 972. <https://doi.org/10.3390/w9120972>
- Chabi-Olaye, A.,** Nolte, C., Schulthess, F., & Borgemeister, C. 2007. Short-term effects of cover crops on stem borers and maize yield in the humid forest of southern Cameroon. In *Advances in Integrated Soil Fertility Management in sub-Saharan Africa: Challenges and Opportunities* (pp. 195–199). Dordrecht: Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5760-1_17
- Chai, Q.,** Gan, Y., Zhao, C., Xu, H.-L., Waskom, R. M., Niu, Y., & Siddique, K. H. M. 2016. Regulated deficit irrigation for crop production under drought stress. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 36(1), 3. <https://doi.org/10.1007/s13593-015-0338-6>
- Chaturvedi, O. P.,** Kaushal, R., Tomar, J. M. S., Prandiyal, A. K., & Panwar, P. 2014. *Agroforestry for Wasteland Rehabilitation: Mined, Ravine, and Degraded Watershed Areas* (pp. 233–271). Springer, New Delhi. https://doi.org/10.1007/978-81-322-1662-9_8
- Chazdon, R. L.,** Broadbent, E. N., Rozendaal, D. M. A., Bongers, F., Zambrano, A. M. A., Aide, T. M., Poorter, L. 2016. Carbon sequestration potential of second-growth forest regeneration in the Latin American tropics. *Science Advances*, 2(5), e1501639. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1501639>
- Cherlet, M.,** Hutchinson, C., Reynolds, J., Hill, J., Sommer, S., & von Maltitz, G. (Eds.). 2018. *World Atlas of Desertification*. Luxembourg: Publication Office of the European Union.
- Cherr, C. M.,** Scholberg, J. M. S., & McSorley, R. 2006. Green Manure Approaches to Crop Production. *Agronomy Journal*, 98(2), 302. <https://doi.org/10.2134/agronj2005.0035>
- Clare, A.,** Barnes, A., McDonagh, J., & Shackley, S. 2014. From rhetoric to reality: farmer perspectives on the economic potential of biochar in China. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 12(4), 440–458. <https://doi.org/10.1080/14735903.2014.927711>

- Collantes, V.,** Kloos, K., Henry, P., Mboya, A., Mor, T. and Metternicht, G. 2018. Moving towards a twin-agenda: gender equality and land degradation neutrality. *Environmental Science and Policy*, vol 89, pp: 247–253. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.08.006>
- Convention on Biological Diversity (CBD) Technical Series 41.** 2009. Connecting Biodiversity and Climate Change Mitigation and Adaptation: Report of the Second Ad Hoc Technical Expert Group on Biodiversity and Climate Change.
- Cook, B. I.,** Miller, R. L., & Seager, R. 2009. Amplification of the North American “Dust Bowl” drought through human-induced land degradation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106(13), 4997–5001. <https://doi.org/10.1073/pnas.0810200106>
- Cooper, P. J. M.,** Dimes, J., Rao, K. P. C., Shapiro, B., Shiferaw, B., & Twomlow, S. 2008. Coping better with current climatic variability in the rain-fed farming systems of sub-Saharan Africa: An essential first step in adapting to future climate change? *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 126(1–2), 24–35. <https://doi.org/10.1016/J.AGEE.2008.01.007>
- Cornelissen, G.,** Martinsen, V., Shitumbanuma, V., Alling, V., Breedveld, G., Rutherford, D., Mulder, J. 2013. Biochar Effect on Maize Yield and Soil Characteristics in Five Conservation Farming Sites in Zambia. *Agronomy*, 3(2), 256–274. <https://doi.org/10.3390/agronomy3020256>
- Cowie, A. L.,** Orr, B. J., Castillo Sanchez, V. M., Chasek, P., Crossman, N. D., Erlewein, A., Welton, S. 2018. Land in balance: The scientific conceptual framework for Land Degradation Neutrality. *Environmental Science & Policy*, 79, 25–35. <https://doi.org/10.1016/J.ENVSCI.2017.10.011>
- Crane-Droesch, A.,** Abiven, S., Jeffery, S., & Torn, M. S. 2013. Heterogeneous global crop yield response to biochar: a meta-regression analysis. *Environmental Research Letters*, 8(4), 044049. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/8/4/044049>
- D’Hose, T.,** Cougnon, M., De Vlieghe, A., Van Bockstaele, E., & Reheul, D. 2012. Influence of farm compost on soil quality and crop yields. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 58(sup1), S71–S75. <https://doi.org/10.1080/03650340.2012.692876>
- Dağdelen, N.,** Başal, H., Yılmaz, E., Gürbüz, T., & Akçay, S. 2009. Different drip irrigation regimes affect cotton yield, water use efficiency and fiber quality in western Turkey. *Agricultural Water Management*, 96(1), 111–120. <https://doi.org/10.1016/J.AGWAT.2008.07.003>
- Damania, R.,** Desbureaux, S., Hyland, M., Islam, A., Moore, S., Rodella, A. S., Russ, J. & Zaveri, E. 2017. Uncharted waters: The new economics of water scarcity and variability. The World Bank.
- Danne, A.,** Thomson, L. J., Sharley, D. J., Penfold, C. M., & Hoffmann, A. A. 2010. Effects of Native Grass Cover Crops on Beneficial and Pest Invertebrates in Australian Vineyards. *Environmental Entomology*, 39(3), 970–978. <https://doi.org/10.1603/EN09144>

- de Graaf, I.,** Van Beek, R., Gleeson, T. P., Sutandjaja, E., Wada, Y., & Bierkens, M. F. 2017. How Sustainable is Groundwater Abstraction? A Global Assessment. American Geophysical Union, Fall Meeting 2017, Abstract #H12D-01. Retrieved from <http://adsabs.harvard.edu/abs/2017AGUFM.H12D..01D>
- Delang, C. O.,** & Yuan, Z. 2015. China's grain for green program: a review of the largest ecological restoration and rural development program in the world. Springer.
- Delgado, J. A.,** Nearing, M. A., & Rice, C. W. 2013. Conservation Practices for Climate Change Adaptation. *Advances in Agronomy*, 121, 47–115. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-407685-3.00002-5>
- Demuzere, M.,** Orru, K., Heidrich, O., Olazabal, E., Geneletti, D., Orru, H., ... Faehnle, M. 2014. Mitigating and adapting to climate change: Multi-functional and multi-scale assessment of green urban infrastructure. *Journal of Environmental Management*, 146, 107–115. <https://doi.org/10.1016/J.JENVMAN.2014.07.025>
- Derpsch, R.** 2005. The extent of conservation agriculture adoption worldwide: implications and impact. In *Proc. Third World Cong. on Conservation Agriculture: linking production, livelihoods and conservation*. Nairobi, Kenya.
- Dessy, S.,** Marchetta, F., Pongou, R., & Tiberti, L. 2019. Fertility After the Drought: Theory and Evidence from Madagascar. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3345620>
- De Vries, B.,** Decuyper, M., Verbesselt, J., Zeileis, A., Herold, M., & Joseph, S. 2015. Tracking disturbance-regrowth dynamics in tropical forests using structural change detection and Landsat time series. *Remote Sensing of Environment*, 169, 320–334. <https://doi.org/10.1016/J.RSE.2015.08.020>
- Dickinson, D.,** Balduccio, L., Buysse, J., Ronsse, F., van Huylenbroeck, G., & Prins, W. 2015. Cost-benefit analysis of using biochar to improve cereals agriculture. *GCB Bioenergy*, 7(4), 850–864. <https://doi.org/10.1111/gcbb.12180>
- Djanibekov, U.,** & Khamzina, A. 2016. Stochastic Economic Assessment of Afforestation on Marginal Land in Irrigated Farming System. *Environmental and Resource Economics*, 63(1), 95–117. <https://doi.org/10.1007/s10640-014-9843-3>
- Doan, T. T.,** Henry-des-Tureaux, T., Rumpel, C., Janeau, J.-L., & Jouquet, P. 2015. Impact of compost, vermicompost and biochar on soil fertility, maize yield and soil erosion in Northern Vietnam: A three year mesocosm experiment. *Science of The Total Environment*, 514, 147–154. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2015.02.005>
- Dong, S.** 2016. Overview: Pastoralism in the World. In B. R. Dong S., Kassam KA., Tourrand J. (Ed.), *Building Resilience of Human-Natural Systems of Pastoralism in the Developing World* (pp. 1–37). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-30732-9_1

- Dorioz, J. M.,** Wang, D., Poulenard, J., & Trévisan, D. 2006. The effect of grass buffer strips on phosphorus dynamics—A critical review and synthesis as a basis for application in agricultural landscapes in France. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 117(1), 4–21. <https://doi.org/10.1016/J.AGEE.2006.03.029>
- Drunasky, N.,** & Struve, D. K. 2005. *Quercus macrocarpa* and *Q. Prinus* physiological and morphological responses to drought stress and their potential for urban forestry. *Urban Forestry & Urban Greening*, 4(1), 13–22. <https://doi.org/10.1016/J.UFUG.2005.07.001>
- du Toit, J. C.,** van den Berg, L., & O'Connor, T. G. 2015. Fire effects on vegetation in a grassy dwarf shrubland at a site in the eastern Karoo, South Africa. *African Journal of Range & Forage Science*, 32(1), 13–20. <https://doi.org/10.2989/10220119.2014.913077>
- Dutilly-Diane, C.,** Sadoulet, E., & de Janvry, A. 2003. Household Behaviour under Market Failures: How Natural Resource Management in Agriculture Promotes Livestock Production in the Sahel. *Journal of African Economics*, 12(3), 343–370. <https://doi.org/10.1093/jae/12.3.343>
- Eekhout, J.,** & de Vente, J. 2019). Assessing the effectiveness of Sustainable Land Management for large-scale climate change adaptation. *Science of The Total Environment*, 654, 85–93. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2018.10.350>
- Enfors, E. I.,** & Gordon, L. J. 2008. Dealing with drought: The challenge of using water system technologies to break dryland poverty traps. *Global Environmental Change*, 18(4), 607–616. <https://doi.org/10.1016/J.GLOENVCHA.2008.07.006>
- Erenstein, O.,** & Laxmi, V. 2008. Zero tillage impacts in India's rice–wheat systems: A review. *Soil and Tillage Research*, 100(1–2), 1–14. <https://doi.org/10.1016/J.STILL.2008.05.001>
- Ernst, G.,** & Emmerling, C. 2009. Impact of five different tillage systems on soil organic carbon content and the density, biomass, and community composition of earthworms after a ten year period. *European Journal of Soil Biology*, 45(3), 247–251. <https://doi.org/10.1016/J.EJSOBI.2009.02.002>
- Estel, S.,** Mader, S., Levers, C., Verburg, P. H., Baumann, M., & Kuemmerle, T. 2018. Combining satellite data and agricultural statistics to map grassland management intensity in Europe. *Environmental Research Letters*, 13(7), 074020. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aacc7a>
- Evanylo, G.,** Sherony, C., Spargo, J., Starner, D., Brosius, M., & Haering, K. 2008. Soil and water environmental effects of fertilizer-, manure-, and compost-based fertility practices in an organic vegetable cropping system. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 127(1–2), 50–58. <https://doi.org/10.1016/J.AGEE.2008.02.014>
- Fageria, N. K.** 2007. Green Manuring in Crop Production. *Journal of Plant Nutrition*, 30(5), 691–719. <https://doi.org/10.1080/01904160701289529>

- Farina, R., Seddaiu, G., Orsini, R., Steglich, E., Roggero, P. P., & Francaviglia, R.** 2011. Soil carbon dynamics and crop productivity as influenced by climate change in a rainfed cereal system under contrasting tillage using EPIC. *Soil and Tillage Research*, 112(1), 36–46. <https://doi.org/10.1016/J.STILL.2010.11.002>
- Farnworth, C. R., Baudron, F., Andersson, J. A., Misiko, M., Badstue, L., & Stirling, C. M.** 2016. Gender and conservation agriculture in East and Southern Africa: towards a research agenda. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 14(2), 142–165. <https://doi.org/10.1080/14735903.2015.1065602>
- Fasinmirin, J. T., & Reichert, J. M.** 2011. Conservation tillage for cassava (*Manihot esculenta* crantz) production in the tropics. *Soil and Tillage Research*, 113(1), 1–10. <https://doi.org/10.1016/J.STILL.2011.01.008>
- Fisher, M. J., Rao, I. M., Ayarza, M. A., Lascano, C. E., Sanz, J. I., Thomas, R. J., & Vera, R. R.** 1994. Carbon storage by introduced deep-rooted grasses in the South American savannas. *Nature*, 371(6494), 236–238. <https://doi.org/10.1038/371236a0>
- Foerster, S., Kaden, K., Foerster, M., & Itzerott, S.** 2012. Crop type mapping using spectral-temporal profiles and phenological information. *Computers and Electronics in Agriculture*, 89, 30–40. <https://doi.org/10.1016/J.COMPAG.2012.07.015>
- Food and Agriculture Organization (FAO),** 2012: Coping with water scarcity: An action framework for agriculture and food security. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Foody, G. M.** 2002. Status of land cover classification accuracy assessment. *Remote Sensing of Environment*, 80(1), 185–201. [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(01\)00295-4](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(01)00295-4)
- Fox, J.** 2003. People and the environment: approaches for linking household and community surveys to remote sensing and GIS. Kluwer Academic Publishers.
- Fox, P., & Rockström, J.** 2003. Supplemental irrigation for dry-spell mitigation of rainfed agriculture in the Sahel. *Agricultural Water Management*, 61(1), 29–50. [https://doi.org/10.1016/S0378-3774\(03\)00008-8](https://doi.org/10.1016/S0378-3774(03)00008-8)
- Galinato, S. P., Yoder, J. K., & Granatstein, D.** 2011. The economic value of biochar in crop production and carbon sequestration. *Energy Policy*, 39(10), 6344–6350. <https://doi.org/10.1016/J.ENPOL.2011.07.035>
- Garcia-Franco, N., Albaladejo, J., Almagro, M., & Martínez-Mena, M.** 2015. Beneficial effects of reduced tillage and green manure on soil aggregation and stabilization of organic carbon in a Mediterranean agroecosystem. *Soil and Tillage Research*, 153, 66–75. <https://doi.org/10.1016/J.STILL.2015.05.010>
- Gebremedhin, B., & Swinton, S. M.** 2003. Investment in soil conservation in northern Ethiopia: the role of land tenure security and public programs. *Agricultural Economics*, 29(1), 69–84. <https://doi.org/10.1111/j.1574-0862.2003.tb00148.x>
- Geerts, S., & Raes, D.** 2009. Deficit irrigation as an on-farm strategy to maximize

crop water productivity in dry areas. *Agricultural Water Management*, 96(9), 1275–1284. <https://doi.org/10.1016/J.AGWAT.2009.04.009>

Gerber, N., & Mirzabaev, A. 2017. Benefits of action and costs of inaction: Drought mitigation and preparedness – a literature review (No. 1). WMO, Geneva, Switzerland and GWP, Stockholm, Sweden.

Ghahari, G., Hashemi, H., & Berndtsson, R. 2014. SPATE IRRIGATION OF BARLEY THROUGH FLOODWATER HARVESTING IN THE GAREH-BYGONE PLAIN, IRAN. *Irrigation and Drainage*, 63(5), 599–611. <https://doi.org/10.1002/ird.1855>

Ghazaryan, G., Dubovyk, O., Kussul, N., Menz, G., Ghazaryan, G., Dubovyk, O., ... Menz, G. 2016. Towards an Improved Environmental Understanding of Land Surface Dynamics in Ukraine Based on Multi-Source Remote Sensing Time-Series Datasets from 1982 to 2013. *Remote Sensing*, 8(8), 617. <https://doi.org/10.3390/rs8080617>

Gibbons, S. M., Lekberg, Y., Mummey, D. L., Sangwan, N., Ramsey, P. W., & Gilbert, J. A. 2017. Invasive Plants Rapidly Reshape Soil Properties in a Grassland Ecosystem. *MSystems*, 2(2). <https://doi.org/10.1128/mSystems.00178-16>

Giger, M., Liniger, H., Sauter, C., & Schwilch, G. 2018. Economic Benefits and Costs of Sustainable Land Management Technologies: An Analysis of WOCAT's Global Data. *Land Degradation & Development*, 29(4), 962–974. <https://doi.org/10.1002/ldr.2429>

Gill, S., Handley, J., Ennos, A., & Pauleit, S. 2007. Adapting Cities for Climate Change: The Role of the Green Infrastructure. *Built Environment*, 33(1), 115–133. <https://doi.org/10.2148/benv.33.1.115>

Gillner, S., Vogt, J., Tharang, A., Dettmann, S., & Roloff, A. 2015. Role of street trees in mitigating effects of heat and drought at highly sealed urban sites. *Landscape and Urban Planning*, 143, 33–42. <https://doi.org/10.1016/J.LANDURBPLAN.2015.06.005>

Giri, C. P. 2012. Remote sensing of land use and land cover: principles and applications. CRC Press.

Global Mechanism. 2016. Achieving Land Degradation Neutrality at the country level Building blocks for LDN target setting. Bonn, Germany.

Global Mechanism. 2017. Land Degradation Neutrality TRANSFORMATIVE ACTION, tapping opportunities. Bonn, Germany. Retrieved from https://www.unccd.int/sites/default/files/documents/2017-10/171006_LDN_TP_web.pdf

Goldman, M. J., & Riosmena, F. 2013. Adaptive capacity in Tanzanian Maasailand: Changing strategies to cope with drought in fragmented landscapes. *Global Environmental Change*, 23(3), 588–597. <https://doi.org/10.1016/J.GLOENVCHA.2013.02.010>

Gorji, T., Sertel, E., & Tanik, A. 2017. Monitoring soil salinity via remote sensing technology under data scarce conditions: A case study from Turkey. *Ecological Indicators*, 74, 384–391. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLIND.2016.11.043>

- Gorji, T., Tanik, A., & Sertel, E.** 2015. Soil Salinity Prediction, Monitoring and Mapping Using Modern Technologies. *Procedia Earth and Planetary Science*, 15, 507–512. <https://doi.org/10.1016/J.PROEPS.2015.08.062>
- Govaerts, B., Fuentes, M., Mezzalama, M., Nicol, J. M., Deckers, J., Etchevers, J. D., ... Sayre, K. D.** 2007. Infiltration, soil moisture, root rot and nematode populations after 12 years of different tillage, residue and crop rotation managements. *Soil and Tillage Research*, 94(1), 209–219. <https://doi.org/10.1016/J.STILL.2006.07.013>
- Graw, V., Oldenburg, C., Dubovyk, O., & Piroška, R.** 2017. Bush encroachment detection in Africa - A multi-scale approach. In *International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS) (Vol. 2017-July)*. <https://doi.org/10.1109/IGARSS.2017.8127945>
- Graw, V., Smale, M., & Menz, G.** 2016. Land Degradation, Tenure and Poverty: A Geospatial Analysis of socio-ecological Systems in Western Kenya. (Tegemeo Working Paper Series.). Nairobi, Kenya.
- Graw, Valerie, Ghazaryan, G., Dall, K., Gómez, A. D., Abdel-Hamid, A., Jordaan, A., Dubovyk, O.** 2017. Drought dynamics and vegetation productivity in different land management systems of Eastern Cape, South Africa-A remote sensing perspective. *Sustainability (Switzerland)*, 9(10). <https://doi.org/10.3390/su9101728>
- Güneralp, B., Güneralp, İ., & Liu, Y.** 2015. Changing global patterns of urban exposure to flood and drought hazards. *Global Environmental Change*, 31, 217–225. <https://doi.org/10.1016/J.GLOENVCHA.2015.01.002>
- Guto, S. N., Pypers, P., Vanlauwe, B., de Ridder, N., & Giller*, K. E.** 2012. Socio-Ecological Niches for Minimum Tillage and Crop-Residue Retention in Continuous Maize Cropping Systems in Smallholder Farms of Central Kenya. *Agronomy Journal*, 104(1), 188. <https://doi.org/10.2134/agronj2010.0359>
- Haley, M. B., & Dukes, M. D.** 2012. Validation of Landscape Irrigation Reduction with Soil Moisture Sensor Irrigation Controllers. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 138(2), 135–144. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)IR.1943-4774.0000391](https://doi.org/10.1061/(ASCE)IR.1943-4774.0000391)
- Han, M., Zhang, H., DeJonge, K. C., Comas, L. H., & Gleason, S.** 2018. Comparison of three crop water stress index models with sap flow measurements in maize. *Agricultural Water Management*, 203, 366–375. <https://doi.org/10.1016/J.AGWAT.2018.02.030>
- Harari, N., Gavilano, A., & Liniger, H.** 2017. Where people and their land are safer: A Compendium of Good Practices in Disaster Risk Reduction. Bern and Lucerne, Switzerland: Centre for Development and Environment (CDE), University of Bern, and Swiss NGO Disaster Risk Reduction (DRR) Platform, with Bern Open Publishing.
- Haregeweyn, N., Berhe, A., Tsunekawa, A., Tsubo, M., & Meshesha, D. T.** 2012. Integrated Watershed Management as an Effective Approach to Curb Land Degradation: A Case Study of the Enabered Watershed in Northern Ethiopia. *Environmental Management*, 50(6), 1219–1233. <https://doi.org/10.1007/s00267-012-9952-0>

- Harman Parks, M.**, Christie, M. E., & Bagares, I. 2015. Gender and conservation agriculture: constraints and opportunities in the Philippines. *GeoJournal*, 80(1), 61–77. <https://doi.org/10.1007/s10708-014-9523-4>
- Hawkins, H.-J.**, Short, A., & Kirkman, K. P. 2017. Does Holistic Planned Grazing™ work on native rangelands? *African Journal of Range & Forage Science*, 34(2), 59–63. <https://doi.org/10.2989/10220119.2017.1367328>
- Hbirkou, C.**, Martius, C., Khamzina, A., Lamers, J. P. A., Welp, G., & Amelung, W. 2011. Reducing topsoil salinity and raising carbon stocks through afforestation in Khorezm, Uzbekistan. *Journal of Arid Environments*, 75(2), 146–155. <https://doi.org/10.1016/J.JARIDENV.2010.09.018>
- Henderson, B. B.**, Gerber, P. J., Hilinski, T. E., Falcucci, A., Ojima, D. S., Salvatore, M., & Conant, R. T. 2015. Greenhouse gas mitigation potential of the world's grazing lands: Modeling soil carbon and nitrogen fluxes of mitigation practices. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 207, 91–100. <https://doi.org/10.1016/J.AGEE.2015.03.029>
- Henkin, Z.**, & Seligman, N. G. 2011. The role of management on the rate of secondary succession in Mediterranean shrubland after fire. *Plant Biosystems - An International Journal Dealing with All Aspects of Plant Biology*, 145(3), 708–714. <https://doi.org/10.1080/11263504.2011.601334>
- Hine, R.**, & Pretty, J. 2008. Organic agriculture and food security in Africa. Geneva, Switzerland.
- Hiron, M.**, Berg, Å., Eggers, S., Josefsson, J., & Pärt, T. 2013. Bird diversity relates to agri-environment schemes at local and landscape level in intensive farmland. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 176, 9–16. <https://doi.org/10.1016/J.AGEE.2013.05.013>
- Hirschi, M.**, Mueller, B., Dorigo, W., & Seneviratne, S. I. 2014. Using remotely sensed soil moisture for land-atmosphere coupling diagnostics: The role of surface vs. root-zone soil moisture variability. *Remote Sensing of Environment*, 154, 246–252. <https://doi.org/10.1016/J.RSE.2014.08.030>
- Hobbs, N. T.**, Galvin, K. A., Stokes, C. J., Lackett, J. M., Ash, A. J., Boone, R. B., Thornton, P. K. 2008. Fragmentation of rangelands: Implications for humans, animals, and landscapes. *Global Environmental Change*, 18(4), 776–785. <https://doi.org/10.1016/J.GLOENVCHA.2008.07.011>
- Hobbs, P. R.**, Sayre, K., & Gupta, R. 2008. The role of conservation agriculture in sustainable agriculture. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 363(1491), 543–555. <https://doi.org/10.1098/rstb.2007.2169>
- Hoehn, P.**, Tschardtke, T., Tylianakis, J. M., & Steffan-Dewenter, I. 2008. Functional group diversity of bee pollinators increases crop yield. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 275(1648), 2283–2291. <https://doi.org/10.1098/rspb.2008.0405>

- Hoshi, M.,** Dhyani, K., Sahni, S., & Singh, C. 2016. Comparative allelopathic effects of mango, litchi, sal forest leaf litter on the germination and seedling growth of rice (*Oryza sativa*). *Annals of Plant Sciences*, 5(08), 1392. <https://doi.org/10.21746/aps.2016.08.001>
- Inglada, J.,** Arias, M., Tardy, B., Hagolle, O., Valero, S., Morin, D., Koetz, B. 2015. Assessment of an Operational System for Crop Type Map Production Using High Temporal and Spatial Resolution Satellite Optical Imagery. *Remote Sensing*, 7(9), 12356–12379. <https://doi.org/10.3390/rs70912356>
- Jat, R. K.,** Sapkota, T. B., Singh, R. G., Jat, M. L., Kumar, M., & Gupta, R. K. 2014. Seven years of conservation agriculture in a rice–wheat rotation of Eastern Gangetic Plains of South Asia: Yield trends and economic profitability. *Field Crops Research*, 164, 199–210. <https://doi.org/10.1016/J.FCR.2014.04.015>
- Jindal, R.,** Swallow, B., & Kerr, J. 2008. Forestry-based carbon sequestration projects in Africa: Potential benefits and challenges. *Natural Resources Forum*, 32(2), 116–130. <https://doi.org/10.1111/j.1477-8947.2008.00176.x>
- Jong, S. M. de,** Meer, F. D. van der, & Clevers, J. G. P. 2004. Basics of Remote Sensing (pp. 1–15). https://doi.org/10.1007/978-1-4020-2560-0_1
- Jordaan, A. J.,** Sakulski, D. M., Mashimbye, C., & Mayumbe, F. 2018. Measuring Drought Resilience Through Community Capitals. *Resilience*, 105–115. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811891-7.00008-6>
- K. Joshi, P.,** Jha, A., Wani, S., Joshi, L., & L. Shiyani, R. 2005. Meta-Analysis to Assess Impact of Watershed Program and People's Participation (Comprehensive Assessment Research Report No. 8). Sri Lanka.
- Karnieli A.,** Bayarjargal Y., M. Bayasgalan , B. Mandakh , Ch. Dugarjav , J. Burgheimer , S. Khudulmur , S. N. Bazha and Gunin P. D. 2013. "Do Vegetation Indices Provide a Reliable Indication of Vegetation Degradation? A Case Study in the Mongolian Pastures." *International Journal of Remote Sensing* 34(17): 6243–62. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/01431161.2013.793865> (December 13, 2018).
- Kassie, M.,** Köhlin, G., Bluffstone, R., & Holden, S. 2011. Are soil conservation technologies "win-win?" A case study of Anjeni in the north-western Ethiopian highlands. *Natural Resources Forum*, 35, 89–99. <https://doi.org/10.1111/j.1477-8947.2011.01379.x>
- Kassie, M.,** Pender, J., Yesuf, M., Kohlin, G., Bluffstone, R., & Mulugeta, E. 2008. Estimating returns to soil conservation adoption in the northern Ethiopian highlands. *Agricultural Economics*, 38(2), 213–232. <https://doi.org/10.1111/j.1574-0862.2008.00295.x>
- Kato, E.,** Ringler, C., Yesuf, M., & Bryan, E. 2011. Soil and water conservation technologies: a buffer against production risk in the face of climate change? Insights from the Nile basin in Ethiopia. *Agricultural Economics*, 42(5), 593–604. <https://doi.org/10.1111/j.1574-0862.2011.00539.x>

- Kaur, B.,** Singh, S., Garg, B. R., Singh, J. M., & Singh, J. 2012. Enhancing Water Productivity through On-farm Resource Conservation Technology in Punjab Agriculture. *Agricultural Economics Research Review* (Vol. 25). Retrieved from <https://ageconsearch.umn.edu/bitstream/126045/2/8-B-Kaur.pdf>
- Kawamura, K.,** Akiyama, T., Yokota, H., Tsutsumi, M., Yasuda, T., Watanabe, O., & Wang, S. 2005. Quantifying grazing intensities using geographic information systems and satellite remote sensing in the Xilingol steppe region, Inner Mongolia, China. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 107(1), 83–93. <https://doi.org/10.1016/J.AGEE.2004.09.008>
- Kaye, J. P.,** & Quemada, M. 2017. Using cover crops to mitigate and adapt to climate change. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 37(1), 4. <https://doi.org/10.1007/s13593-016-0410-x>
- Kerven, C.,** Shanbaev, K., Alimaev, I., Smailov, A., & Smailov, K. 2008. Livestock Mobility and Degradation in Kazakhstan's Semi-Arid Rangelands. In *The Socio-Economic Causes and Consequences of Desertification in Central Asia* (pp. 113–140). Dordrecht: Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8544-4_6
- Khanal, S.,** Fulton, J., & Shearer, S. 2017. An overview of current and potential applications of thermal remote sensing in precision agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*, 139, 22–32. <https://doi.org/10.1016/J.COMPAG.2017.05.001>
- Kienzler, K. M.,** Lamers, J. P. A., McDonald, A., Mirzabaev, A., Ibragimov, N., Egamberdiev, O., Akramkhanov, A. 2012. Conservation agriculture in Central Asia—What do we know and where do we go from here? *Field Crops Research*, 132, 95–105. <https://doi.org/10.1016/J.FCR.2011.12.008>
- Kirui, O. K.** 2016. Economics of Land Degradation, Sustainable Land Management and Poverty in Eastern Africa - The Extent, Drivers, Costs and Impacts. University of Bonn. Retrieved from <http://hss.ulb.uni-bonn.de/2016/4355/4355.pdf>
- Klik, A.,** & Eitzinger, J. 2010. Impact of climate change on soil erosion and the efficiency of soil conservation practices in Austria. *The Journal of Agricultural Science*, 148(05), 529–541. <https://doi.org/10.1017/S0021859610000158>
- Kurade, N. P.,** Sajjanar, B., Nirmale, A. V., Pawar, S. S., & Sampath, K. T. 2017. Nutritional Management: Key to Sustain Livestock in Drought-Prone Areas. In *Abiotic Stress Management for Resilient Agriculture* (pp. 431–441). Singapore: Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-10-5744-1_20
- Laganiere, J.,** ANGERS, D. A., PARÃ, D. 2010. Carbon accumulation in agricultural soils after afforestation: a meta-analysis. *Global Change Biology*, 16(1), 439–453. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2009.01930.x>
- Lal, R.** 2004. Soil carbon sequestration to mitigate climate change. *Geoderma*, 123(1–2), 1–22. <https://doi.org/10.1016/J.GEODERMA.2004.01.032>

- Lal, R.** 2015. Sequestering carbon and increasing productivity by conservation agriculture. *Journal of Soil and Water Conservation*, 70(3), 55A-62A. <https://doi.org/10.2489/jswc.70.3.55A>
- Lanckriet, S., Araya, T., Cornelis, W., Verfaillie, E., Poesen, J., Govaerts, B., Nyssen, J.** 2012. Impact of conservation agriculture on catchment runoff and soil loss under changing climate conditions in May Zegzeg (Ethiopia). *Journal of Hydrology*, 475, 336–349. <https://doi.org/10.1016/J.JHYDROL.2012.10.011>
- Lawley, V., Lewis, M., Clarke, K., & Ostendorf, B.** 2016. Site-based and remote sensing methods for monitoring indicators of vegetation condition: An Australian review. *Ecological Indicators*, 60, 1273–1283. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLIND.2015.03.021>
- Lehmann, J., Gaunt, J., & Rondon, M.** 2006. Biochar Sequestration in Terrestrial Ecosystems – A Review. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 11(2), 403–427. <https://doi.org/10.1007/s11027-005-9006-5>
- Lenssen, A. W., Waddell, J. T., Johnson, G. D., & Carlson, G. R.** 2007. Diversified cropping systems in semiarid Montana: Nitrogen use during drought. *Soil and Tillage Research*, 94(2), 362–375. <https://doi.org/10.1016/J.STILL.2006.08.012>
- Limb, R. F., Fuhlendorf, S. D., Engle, D. M., & Miller, R. F.** 2016. Synthesis Paper: Assessment of Research on Rangeland Fire as a Management Practice. *Rangeland Ecology & Management*, 69(6), 415–422. <https://doi.org/10.1016/J.RAMA.2016.07.013>
- Liniger, H., & Critchley, W.** 2007. Case studies and analysis of soil and water conservation initiatives worldwide. University of Minnesota.
- Lu, D., Li, G., Valladares, G. S., & Batistella, M.** 2004. Mapping soil erosion risk in Rondônia, Brazilian Amazonia: using RUSLE, remote sensing and GIS. *Land Degradation & Development*, 15(5), 499–512. <https://doi.org/10.1002/ldr.634>
- Luo, Z., Wang, E., & Sun, O. J.** 2010. Can no-tillage stimulate carbon sequestration in agricultural soils? A meta-analysis of paired experiments. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 139(1–2), 224–231. <https://doi.org/10.1016/J.AGEE.2010.08.006>
- Mac Donald, A. M., Bonsor, H. C., Ahmed, K. M., Burgess, W. G., Basharat, M., Calow, R. C., Yadav, S. K.** 2016. Groundwater quality and depletion in the Indo-Gangetic Basin mapped from in situ observations. *Nature Geoscience*, 9(10), 762–766. <https://doi.org/10.1038/ngeo2791>
- Maetens, W., Poesen, J., & Vanmaercke, M.** 2012. How effective are soil conservation techniques in reducing plot runoff and soil loss in Europe and the Mediterranean? *Earth-Science Reviews*, 115(1–2), 21–36. <https://doi.org/10.1016/J.EARSCIREV.2012.08.003>
- Makurira, H., Savenije, H. H. G., Uhlenbrook, S., Rockström, J., & Senzanje, A.** 2007. Towards a better understanding of water partitioning processes for improved smallholder rainfed agricultural systems: A case study of Makanya catchment, Tanzania. *Physics and Chemistry*

of the Earth, Parts A/B/C, 32(15–18), 1082–1089. <https://doi.org/10.1016/J.PCE.2007.07.017>

Opinion in Environmental Sustainability, 6, 8–14. <https://doi.org/10.1016/J.COSUST.2013.09.002>

Mapedza, E., Giriraj, A., Matheswaran, K., and Nhamo, L. forthcoming 2019. Drought and the Gendered Livelihoods implications for smallholder farmers in the Southern Africa Development Community region. In E. Mapedza, D. Tsegai, M. Brüntrup, R. McLeman DROUGHT CHALLENGES: LIVELIHOOD IMPLICATIONS IN DEVELOPING COUNTRIES (edited volume), Elsevier Publications (In Press)

Mbow, C., Van Noordwijk, M., & Minang, P. A. 2014. Agroforestry solutions to address food security and climate change challenges in Africa. Current Opinion in Environmental Sustainability, 6, 61–67. <https://doi.org/10.1016/J.COSUST.2013.10.014>

Marques, M., Schwilch, G., Lauterburg, N., Crittenden, S., Tesfai, M., Stolte, J., Doko, A. 2016. Multifaceted Impacts of Sustainable Land Management in Drylands: A Review. Sustainability, 8(2), 177. <https://doi.org/10.3390/su8020177>

McVicar, T. R., Li, L., Van Niel, T. G., Zhang, L., Li, R., Yang, Q., ... Gao, P. 2007. Developing a decision support tool for China's re-vegetation program: Simulating regional impacts of afforestation on average annual streamflow in the Loess Plateau. Forest Ecology and Management, 251(1–2), 65–81. <https://doi.org/10.1016/J.FORECO.2007.06.025>

Marshall, E. J., & Moonen, A. 2002. Field margins in northern Europe: their functions and interactions with agriculture. Agriculture, Ecosystems & Environment, 89(1–2), 5–21. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(01\)00315-2](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(01)00315-2)

Mertens, B., Sunderlin, W. D., Ndoye, O., & Lambin, E. F. 2000. Impact of Macroeconomic Change on Deforestation in South Cameroon: Integration of Household Survey and Remotely-Sensed Data. World Development, 28(6), 983–999. [https://doi.org/10.1016/S0305-750X\(00\)00007-3](https://doi.org/10.1016/S0305-750X(00)00007-3)

Maul, J. E., Buyer, J. S., Lehman, R. M., Culman, S., Blackwood, C. B., Roberts, D. P., ... Teasdale, J. R. 2014. Microbial community structure and abundance in the rhizosphere and bulk soil of a tomato cropping system that includes cover crops. Applied Soil Ecology, 77, 42–50. <https://doi.org/10.1016/J.APSSOIL.2014.01.002>

Metternicht, G., & Zinck, J. 2003. Remote sensing of soil salinity: potentials and constraints. Remote Sensing of Environment, 85(1), 1–20. [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(02\)00188-8](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(02)00188-8)

Mbow, C., Smith, P., Skole, D., Duguma, L., & Bustamante, M. 2014. Achieving mitigation and adaptation to climate change through sustainable agroforestry practices in Africa. Current

Miralles, D. G., Teuling, A. J., van Heerwaarden, C. C., & Vilà-Guerau de Arellano, J. 2014. Mega-heatwave temperatures due to combined soil desiccation and atmospheric heat accumulation. Nature Geoscience, 7(5), 345–349. <https://doi.org/10.1038/ngeo2141>

- Mirzabaev, A.,** Ahmed, M., Werner, J., Pender, J., & Louhaichi, M. 2016. Rangelands of Central Asia: challenges and opportunities. *Journal of Arid Land*, 8(1), 93–108. <https://doi.org/10.1007/s40333-015-0057-5>
- Mirzabaev, A.,** Goedecke, J., Dubovyk, O., Djanibekov, U., Le, Q. B., & Aw-Hassan, A. 2016. Economics of Land Degradation in Central Asia. In *Economics of Land Degradation and Improvement – A Global Assessment for Sustainable Development* (pp. 261–290). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-19168-3_10
- Moran, M. S.,** Inoue, Y., & Barnes, E. M. 1997. Opportunities and limitations for image-based remote sensing in precision crop management. *Remote Sensing of Environment*, 61(3), 319–346. [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(97\)00045-X](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(97)00045-X)
- Mulinge, W.,** Gicheru, P., Murithi, F., Maingi, P., Kihui, E., Kirui, O. K., & Mirzabaev, A. 2016. Economics of Land Degradation and Improvement in Kenya. In *Economics of Land Degradation and Improvement – A Global Assessment for Sustainable Development* (pp. 471–498). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-19168-3_16
- Muro, J.,** Strauch, A., Heinemann, S., Steinbach, S., Thonfeld, F., Waske, B., & Dieckrüger, B. 2018. Land surface temperature trends as indicator of land use changes in wetlands. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 70, 62–71. <https://doi.org/10.1016/J.JAG.2018.02.002>
- Nair, P.** 1993. *An introduction to agroforestry*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, p. 489. Retrieved from https://books.google.de/books?hl=en&lr=&id=CkVSeRpmlx8C&oi=fnd&pg=PR11&dq=nair+An+introduction+to+agroforestry.&ots=YYJ0yijFxo&sig=ibCQmoZDbf5_M6axiljnRe7m5pA
- Nair, P. K. R.,** Nair, V. D., Kumar, B. M., & Haile, S. G. 2009. Soil carbon sequestration in tropical agroforestry systems: a feasibility appraisal. *Environmental Science & Policy*, 12(8), 1099–1111. <https://doi.org/10.1016/J.ENVSCI.2009.01.010>
- Najjar, D.,** Baruah, B., & El Garhi, A. 2019. Women, irrigation and social norms in Egypt: ‘The more things change, the more they stay the same?’ *Water Policy*, 21(2), 291–309. <https://doi.org/10.2166/wp.2019.154>
- Neigh, C. S. R.,** Carroll, M. L., Wooten, M. R., McCarty, J. L., Powell, B. F., Husak, G. J., Hain, C. R. 2018. Smallholder crop area mapped with wall-to-wall WorldView sub-meter panchromatic image texture: A test case for Tigray, Ethiopia. *Remote Sensing of Environment*, 212, 8–20. <https://doi.org/10.1016/J.RSE.2018.04.025>
- Nelson, A.,** & Chomitz, K. M. 2011. Effectiveness of Strict vs. Multiple Use Protected Areas in Reducing Tropical Forest Fires: A Global Analysis Using Matching Methods. *PLoS ONE*, 6(8), e22722. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0022722>
- Nepstad, D.,** Lefebvre, P., Lopes da Silva, U., Tomasella, J., Schlesinger, P., Solorzano, L., Guerreira Benito, J. 2004. Amazon drought and its implications for forest

- flammability and tree growth: a basin-wide analysis. *Global Change Biology*, 10(5), 704–717. <https://doi.org/10.1111/j.1529-8817.2003.00772.x>
- Ngigi, S. N.** 2003. What is the limit of up-scaling rainwater harvesting in a river basin? *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 28(20–27), 943–956. <https://doi.org/10.1016/J.PCE.2003.08.015>
- Ngwira, A. R.,** Thierfelder, C., & Lambert, D. M. 2013. Conservation agriculture systems for Malawian smallholder farmers: long-term effects on crop productivity, profitability and soil quality. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 28(04), 350–363. <https://doi.org/10.1017/S1742170512000257>
- Niu, X.,** & Duiker, S. W. 2006. Carbon sequestration potential by afforestation of marginal agricultural land in the Mid-western U.S. *Forest Ecology and Management*, 223(1–3), 415–427. <https://doi.org/10.1016/J.FORECO.2005.12.044>
- Nkonya, E.,** Anderson, W., Kato, E., Koo, J., Mirzabaev, A., von Braun, J., & Meyer, S. 2016. Global Cost of Land Degradation. In *Economics of Land Degradation and Improvement – A Global Assessment for Sustainable Development* (pp. 117–165). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-19168-3_6
- Norton, B. A.,** Coutts, A. M., Livesley, S. J., Harris, R. J., Hunter, A. M., & Williams, N. S. G. 2015. Planning for cooler cities: A framework to prioritise green infrastructure to mitigate high temperatures in urban landscapes. *Landscape and Urban Planning*, 134, 127–138. <https://doi.org/10.1016/J.LANDURBPLAN.2014.10.018>
- Nyakudya, I. W.,** Stroosnijder, L., & Nyagumbo, I. 2014. Infiltration and planting pits for improved water management and maize yield in semi-arid Zimbabwe. *Agricultural Water Management*, 141, 30–46. <https://doi.org/10.1016/J.AGWAT.2014.04.010>
- Nyamekye, C.,** Thiel, M., Schönbrodt-Stitt, S., Zoungrana, B., Amekudzi, L., Nyamekye, C., Amekudzi, L. K. 2018. Soil and Water Conservation in Burkina Faso, West Africa. *Sustainability*, 10(9), 3182. <https://doi.org/10.3390/su10093182>
- Oates, L. G.,** Undersander, D. J., Gratton, C., Bell, M. M., & Jackson, R. D. 2011. Management-Intensive Rotational Grazing Enhances Forage Production and Quality of Subhumid Cool-Season Pastures. *Crop Science*, 51(2), 892. <https://doi.org/10.2135/cropsci2010.04.0216>
- Obia, A.,** Mulder, J., Martinsen, V., Cornelissen, G., & Børresen, T. 2016. In situ effects of biochar on aggregation, water retention and porosity in light-textured tropical soils. *Soil and Tillage Research*, 155, 35–44. <https://doi.org/10.1016/J.STILL.2015.08.002>
- Orr, B. J.,** Cowie, A. L., Castillo, V. M., Chasek, P., Crossman, N. D., Erlewein, A., Welton, S. 2017. Scientific Conceptual Framework for Land Degradation Neutrality. A Report of the Science-Policy Interface. Bonn, Germany. Retrieved from https://www.unccd.int/sites/default/files/documents/2017-08/LDN_CF_report_web-english.pdf

- Oweis, T. Y., Prinz, D., & Hachum, A. Y.** 2012. Water harvesting for agriculture in the dry areas. CRC Press/Balkema.
- Ozturk, I., Erturk, A., Ekdal, A., Gurel, M., Cokgor, E., Insel, G., ... Tanik, A.** 2013. Integrated watershed management efforts: case study from Melen Watershed experiencing interbasin water transfer. *Water Science and Technology: Water Supply*, 13(5), 1272–1280. <https://doi.org/10.2166/ws.2013.139>
- Palm, C., Blanco-Canqui, H., DeClerck, F., Gatere, L., & Grace, P.** 2014. Conservation agriculture and ecosystem services: An overview. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 187, 87–105. <https://doi.org/10.1016/J.AGEE.2013.10.010>
- Panagos, P., Karydas, C. G., Gitas, I. Z., & Montanarella, L.** 2012. Monthly soil erosion monitoring based on remotely sensed biophysical parameters: a case study in Strymonas river basin towards a functional pan-European service. *International Journal of Digital Earth*, 5(6), 461–487. <https://doi.org/10.1080/17538947.2011.587897>
- Pandey, A., Chowdary, V. M., & Mal, B. C.** 2007. Identification of critical erosion prone areas in the small agricultural watershed using USLE, GIS and remote sensing. *Water Resources Management*, 21(4), 729–746. <https://doi.org/10.1007/s11269-006-9061-z>
- Pannell, D. J., Llewellyn, R. S., & Corbeels, M.** 2014. The farm-level economics of conservation agriculture for resource-poor farmers. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 187, 52–64. <https://doi.org/10.1016/J.AGEE.2013.10.014>
- Parisi, A., Monno, V., & Fidelibus, M. D.** 2018. Cascading vulnerability scenarios in the management of groundwater depletion and salinization in semi-arid areas. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 30, 292–305. <https://doi.org/10.1016/J.IJDRR.2018.03.004>
- Parrott, N., & Marsden, T.** 2002. *The real Green Revolution: Organic and agroecological farming in the South*. London, UK: Greenpeace Environment Trust.
- Pathak, P., Chourasia, A. K., Wani, S. P., & Sudi, R.** 2013. Multiple Impact of Integrated Watershed Management in Low Rainfall Semi-Arid Region: A Case Study from Eastern Rajasthan, India. *Journal of Water Resource and Protection*, 05(01), 27–36. <https://doi.org/10.4236/jwarp.2013.51004>
- Peigné, J., Cannavaciolo, M., Gautronneau, Y., Aveline, A., Giteau, J. L., & Cluzeau, D.** 2009. Earthworm populations under different tillage systems in organic farming. *Soil and Tillage Research*, 104(2), 207–214. <https://doi.org/10.1016/J.STILL.2009.02.011>
- Pender, J., & Gebremedhin, B.** 2007. Determinants of Agricultural and Land Management Practices and Impacts on Crop Production and Household Income in the Highlands of Tigray, Ethiopia. *Journal of African Economies*, 17(3), 395–450. <https://doi.org/10.1093/jae/ejm028>
- Pender, J., Mirzabaev, A., & Kato, E.** 2009. *Economic Analysis of Sustainable Land Management Options in central Asia*. Final Report. Retrieved from <https://www.adb.org/sites/default/files/project>

-document/63927/38464-01-reg-tacr-03.pdf

Percival, G. C., Keary, I. P., & AL-Habsi, S. 2006. An assessment of the drought tolerance of *Fraxinus* genotypes for urban landscape plantings. *Urban Forestry & Urban Greening*, 5(1), 17–27. <https://doi.org/10.1016/J.UFUG.2006.03.002>

Perlut, N. G., & Strong, A. M. 2011. Grassland birds and rotational-grazing in the north-east: Breeding ecology, survival and management opportunities. *The Journal of Wildlife Management*, 75(3), 715–720. <https://doi.org/10.1002/jwmg.81>

Pittelkow, C. M., Liang, X., Linquist, B. A., van Groenigen, K. J., Lee, J., Lundy, M. E., van Kessel, C. 2015. Productivity limits and potentials of the principles of conservation agriculture. *Nature*, 517(7534), 365–368. <https://doi.org/10.1038/nature13809>

Poeplau, C., & Don, A. 2015. Carbon sequestration in agricultural soils via cultivation of cover crops – A meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 200, 33–41. <https://doi.org/10.1016/J.AGEE.2014.10.024>

Pretty, J. 1999. Can Sustainable Agriculture Feed Africa? New Evidence on Progress, Processes and Impacts. *Environment, Development and Sustainability*, 1(3/4), 253–274. <https://doi.org/10.1023/A:1010039224868>

Qadir, M., & Oster, J. 2004. Crop and irrigation management strategies for saline-sodic soils and waters aimed at environmentally sustainable agriculture.

Science of The Total Environment, 323(1–3), 1–19. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2003.10.012>

Qadir, M., Wichelns, D., Raschid-Sally, L., McCornick, P. G., Drechsel, P., Bahri, A., & Minhas, P. S. 2010. The challenges of wastewater irrigation in developing countries. *Agricultural Water Management*, 97(4), 561–568. <https://doi.org/10.1016/J.AGWAT.2008.11.004>

Reynolds, J. F., Smith, D. M. S., Lambin, E. F., Turner, B. L., Mortimore, M., Batterbury, S. P. J., Walker, B. 2007. Global Desertification: Building a Science for Dryland Development. *Science*, 316(5826), 847–851. <https://doi.org/10.1126/science.1131634>

Rockström, J., Kaumbutho, P., Mwalley, J., Nza-bi, A. W., Temesgen, M., Mawenya, L., Damgaard-Larsen, S. 2009. Conservation farming strategies in East and Southern Africa: Yields and rain water productivity from on-farm action research. *Soil and Tillage Research*, 103(1), 23–32. <https://doi.org/10.1016/J.STILL.2008.09.013>

Rockström, Johan, & Barron, J. 2007. Water productivity in rainfed systems: overview of challenges and analysis of opportunities in water scarcity prone savannahs. *Irrigation Science*, 25(3), 299–311. <https://doi.org/10.1007/s00271-007-0062-3>

Rockström, Johan, Barron, J., & Fox, P. 2002. Rainwater management for increased productivity among small-holder farmers in drought prone environments. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 27(11–22), 949–959. [https://doi.org/10.1016/S1474-7065\(02\)00098-0](https://doi.org/10.1016/S1474-7065(02)00098-0)

- Rufin, P.,** Müller, H., Pflugmacher, D., & Hostert, P. 2015. Land use intensity trajectories on Amazonian pastures derived from Landsat time series. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 41, 1–10. <https://doi.org/10.1016/J.JAG.2015.04.010>
- Russo, T. A.,** & Lall, U. 2017. Depletion and response of deep groundwater to climate-induced pumping variability. *Nature Geoscience*, 10(2), 105–108. <https://doi.org/10.1038/ngeo2883>
- Saavedra, T. M.,** Figueroa, G. A., Cauhi, J. G. D., Saavedra, T. M., Figueroa, G. A., & Cauhi, J. G. D. 2017. Origin and evolution of tomato production *Lycopersicon esculentum* in México. *Ciencia Rural*, 47(3). <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20160526>
- Sanz, M. J.,** Vente, J. de, Chotte, J.-L., Bernoux, M., Kust, G., Ruiz, I., ... Akhtar-Schuster, M. 2017. Sustainable Land Management contribution to successful land-based climate change adaptation and mitigation. A Report of the Science-Policy Interface. Bonn, Germany.
- Sawadogo, H.** 2011. Using soil and water conservation techniques to rehabilitate degraded lands in northwestern Burkina Faso. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 9(1), 120–128. <https://doi.org/10.3763/ijas.2010.0552>
- Schipanski, M. E.,** Barbercheck, M., Douglas, M. R., Finney, D. M., Haider, K., Kaye, J. P., White, C. 2014. A framework for evaluating ecosystem services provided by cover crops in agroecosystems. *Agricultural Systems*, 125, 12–22. <https://doi.org/10.1016/J.AGSY.2013.11.004>
- Schneider, M.,** ANDRES, C., TRUJILLO, G., ALCON, F., AMURRIO, P., PEREZ, E., ... MILZ, J. 2017. Cocoa and Total System Yields Of Organic and Conventional Agroforestry vs. Monoculture Systems In A Long-Term Field Trial In Bolivia. *Experimental Agriculture*, 53(03), 351–374. <https://doi.org/10.1017/S0014479716000417>
- Scholes, R.,** & Merwe, M. Van der. 1996. Sequestration of carbon in savannas and woodlands. *The Environmental Professional*.
- Schulze, J.,** Frank, K., & Müller, B. 2016. Governmental response to climate risk: Model-based assessment of livestock supplementation in drylands. *Land Use Policy*, 54, 47–57. <https://doi.org/10.1016/J.LANDUSEPOL.2016.01.007>
- Scialabba, N.,** & Hattam, C. 2002. Organic Agriculture, Environment and Food Security.
- Scopel, E.,** Triomphe, B., Affholder, F., Da Silva, F. A. M., Corbeels, M., Xavier, J. H. V., ... De Tourdonnet, S. 2013. Conservation agriculture cropping systems in temperate and tropical conditions, performances and impacts. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 33(1), 113–130. <https://doi.org/10.1007/s13593-012-0106-9>
- Seelan, S. K.,** Laguet, S., Casady, G. M., & Seielstad, G. A. 2003. Remote sensing applications for precision agriculture: A learning community approach. *Remote Sensing of Environment*, 88(1–2), 157–169. <https://doi.org/10.1016/J.RSE.2003.04.007>
- Sepuru, T. K.,** & Dube, T. 2018. An appraisal on the progress of remote sensing applications

in soil erosion mapping and monitoring. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 9, 1–9. <https://doi.org/10.1016/J.RSASE.2017.10.005>

Shiferaw, B., Tesfaye, K., Kassie, M., Abate, T., Prasanna, B. M., & Menkir, A. 2014. Managing vulnerability to drought and enhancing livelihood resilience in sub-Saharan Africa: Technological, institutional and policy options. *Weather and Climate Extremes*, 3, 67–79. <https://doi.org/10.1016/J.WACE.2014.04.004>

Shively, G. E. 1999. Risks and returns from soil conservation: evidence from low-income farms in the Philippines. *Agricultural Economics*, 21(1), 53–67. [https://doi.org/10.1016/S0169-5150\(99\)00013-4](https://doi.org/10.1016/S0169-5150(99)00013-4)

Singh, B. P., & Cowie, A. L. 2015. Long-term influence of biochar on native organic carbon mineralisation in a low-carbon clayey soil. *Scientific Reports*, 4(1), 3687. <https://doi.org/10.1038/srep03687>

Singh, G., & Panda, R. K. 2017. Grid-cell based assessment of soil erosion potential for identification of critical erosion prone areas using USLE, GIS and remote sensing: A case study in the Kapgari watershed, India. *International Soil and Water Conservation Research*, 5(3), 202–211. <https://doi.org/10.1016/J.ISWCR.2017.05.006>

Singh, S., Ladha, J. K., Gupta, R. K., Bhushan, L., & Rao, A. N. 2008. Weed management in aerobic rice systems under varying establishment methods. *Crop Protection*, 27(3–5), 660–671. <https://doi.org/10.1016/J.CROPRO.2007.09.012>

Sjöman, H., Hirons, A. D., & Bassuk, N. L. 2015. Urban forest resilience through tree selection—Variation in drought tolerance in *Acer*. *Urban Forestry & Urban Greening*, 14(4), 858–865. <https://doi.org/10.1016/J.UFUG.2015.08.004>

Skowno, A. L., Thompson, M. W., Hiestermann, J., Ripley, B., West, A. G., & Bond, W. J. 2017. Woodland expansion in South African grassy biomes based on satellite observations (1990–2013): general patterns and potential drivers. *Global Change Biology*, 23(6), 2358–2369. <https://doi.org/10.1111/gcb.13529>

Sleugh, B., Moore, K. J., George, J. R., & Brummer, E. C. 2000. Binary Legume–Grass Mixtures Improve Forage Yield, Quality, and Seasonal Distribution. *Agronomy Journal*, 92(1), 24. <https://doi.org/10.2134/agronj2000.92124x>

Smith, P. 2014. Do grasslands act as a perpetual sink for carbon? *Global Change Biology*, 20(9), 2708–2711. <https://doi.org/10.1111/gcb.12561>

Smith, P. 2016. Soil carbon sequestration and biochar as negative emission technologies. *Global Change Biology*, 22(3), 1315–1324. <https://doi.org/10.1111/gcb.13178>

Soler, C. M. T., BADO, V. B., TRAORE, K., BOSTICK, W. M., JONES, J. W., & HOOGENBOOM, G. 2011. Soil organic carbon dynamics and crop yield for different crop rotations in a degraded ferruginous tropical soil in a semi-arid region: a simulation approach. *The Journal of Agricultural Science*, 149(05), 579–593. <https://doi.org/10.1017/S0021859611000050>

- Soussana, J. F., Tallec, T., & Blanford, V.** 2010. Mitigating the greenhouse gas balance of ruminant production systems through carbon sequestration in grasslands. *Animal*, 4(03), 334–350. <https://doi.org/10.1017/S1751731109990784>
- Spokas, K. A., Cantrell, K. B., Novak, J. M., Archer, D. W., Ippolito, J. A., Collins, H. P., ... Nichols, K. A.** 2012. Biochar: A Synthesis of Its Agronomic Impact beyond Carbon Sequestration. *Journal of Environment Quality*, 41(4), 973. <https://doi.org/10.2134/jeq2011.0069>
- Staal, A., Tuinenburg, O. A., Bosmans, J. H. C., Holmgren, M., van Nes, E. H., Scheffer, M., ... Dekker, S. C.** 2018. Forest-rainfall cascades buffer against drought across the Amazon. *Nature Climate Change*, 8(6), 539–543. <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0177-y>
- Stavi, I.** 2013. Biochar use in forestry and tree-based agro-ecosystems for increasing climate change mitigation and adaptation. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 20(2), 166–181. <https://doi.org/10.1080/13504509.2013.773466>
- Stehlik, D., Lawrence, G., & Gray, I.** 2000. Gender and Drought: Experiences of Australian Women in the Drought of the 1990s. *Disasters*, 24(1), 38–53. <https://doi.org/10.1111/1467-7717.00130>
- Stephens, S. L., & Ruth, L. W.** 2005. FEDERAL FOREST-FIRE POLICY IN THE UNITED STATES. *Ecological Applications*, 15(2), 532–542. <https://doi.org/10.1890/04-0545>
- Stevens, Joshua, and Adam Voiland.** 2018. "Cape Town's Reservoirs Rebound." NASA Earth Observatory. <https://earthobservatory.nasa.gov/images/92428/cape-towns-reservoirs-rebound> (December 14, 2018).
- Stokes, C. J., McAllister, R. R. J., & Ash, A. J.** 2006. Fragmentation of Australian rangelands: processes, benefits and risks of changing patterns of land use. *The Rangeland Journal*, 28(2), 83. <https://doi.org/10.1071/RJ05026>
- Stone, T. A., Brown, I. F., & Woodwell, G. M.** 1991. Estimation, by remote sensing, of deforestation in central Rondônia, Brazil. *Forest Ecology and Management*, 38(3–4), 291–304. [https://doi.org/10.1016/0378-1127\(91\)90150-T](https://doi.org/10.1016/0378-1127(91)90150-T)
- Su, Y., Bisht, S., Wilkes, A., Pradhan, N. S., Zou, Y., Liu, S., & Hyde, K.** 2017. Gendered Responses to Drought in Yunnan Province, China. *Mountain Research and Development*, 37(1), 24–34. <https://doi.org/10.1659/MRD-JOURNAL-D-15-00041.1>
- Teague, W. R., Dowhower, S. L., Baker, S. A., Ansley, R. J., Kreuter, U. P., Conover, D. M., & Waggoner, J. A.** 2010. Soil and herbaceous plant responses to summer patch burns under continuous and rotational grazing. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 137(1–2), 113–123. <https://doi.org/10.1016/J.AGEE.2010.01.010>
- Thierfelder, C., Cheesman, S., & Rusinamhodzi, L.** 2013. Benefits and challenges of crop rotations in maize-based conservation agriculture (CA) cropping systems of

- southern Africa. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 11(2), 108–124. <https://doi.org/10.1080/14735903.2012.703894>
- Tichagwa, W.** 1994. The effects of drought on the condition of women. *Gender & Development*, 2(1), 20–25. <https://doi.org/10.1080/09682869308519993>
- Tucker, C. J., & Townshend, J. R. G.** 2000. Strategies for monitoring tropical deforestation using satellite data. *International Journal of Remote Sensing*, 21(6–7), 1461–1471. <https://doi.org/10.1080/014311600210263>
- UNEP, WMO, UNCCD** 2016. Global Assessment of Sand and Dust Storms. United Nations Environment Programme, Nairobi. Editor: Gemma Shepherd, UNEP, Published by the United Nations Environment Programme (UNEP) September 2016
- UNCCD** 2017. Gender Action Plan. Retrieve from <https://www.unccd.int/publications/gender-action-plan>
- Urban M., Berger C., Mudau T.E., Heckel K., Truckenbrodt J., Odipo V., Smit I. P.J., and Schmullius C.** 2018. "Surface Moisture and Vegetation Cover Analysis for Drought Monitoring in the Southern Kruger National Park Using Sentinel-1, Sentinel-2, and Landsat-8." *Remote Sensing* 10(9): 1482. <http://www.mdpi.com/2072-4292/10/9/1482> (December 12, 2018).
- van Capelle, C., Schrader, S., & Brunotte, J.** 2012. Tillage-induced changes in the functional diversity of soil biota – A review with a focus on German data. *European Journal of Soil Biology*, 50, 165–181. <https://doi.org/10.1016/J.EJSOBI.2012.02.005>
- Van Zwieten, L., Kimber, S., Morris, S., Chan, K. Y., Downie, A., Rust, J., ... Cowie, A.** 2010. Effects of biochar from slow pyrolysis of papermill waste on agronomic performance and soil fertility. *Plant and Soil*, 327(1–2), 235–246. <https://doi.org/10.1007/s11104-009-0050-x>
- Veldman, J. W., Overbeck, G. E., Negreiros, D., Mahy, G., Le Stradic, S., Fernandes, G. W., Bond, W. J.** 2015. Where Tree Planting and Forest Expansion are Bad for Biodiversity and Ecosystem Services. *BioScience*, 65(10), 1011–1018. <https://doi.org/10.1093/biosci/biv118>
- Vellidis, G., Tucker, M., Perry, C., Kvien, C., & Bednarz, C.** 2008. A real-time wireless smart sensor array for scheduling irrigation. *Computers and Electronics in Agriculture*, 61(1), 44–50. <https://doi.org/10.1016/J.COMPAG.2007.05.009>
- Verch, G., Kächele, H., Hörtl, K., Richter, C., & Fuchs, C.** 2009. Comparing the profitability of tillage methods in Northeast Germany—A field trial from 2002 to 2005. *Soil and Tillage Research*, 104(1), 16–21. <https://doi.org/10.1016/J.STILL.2008.12.012>
- Verhulst, N., Nelissen, V., Jespers, N., Haven, H., Sayre, K. D., Raes, D., ... Govaerts, B.** 2011. Soil water content, maize yield and its stability as affected by tillage and crop residue management in rainfed semi-arid highlands. *Plant and Soil*, 344(1–2), 73–85. <https://doi.org/10.1007/s11104-011-0728-8>

- Vickers, A.** 2018. Drought Mitigation: Water Conservation Tools for Short-Term and Permanent Water Savings. In Donald Wilhite & Roger S. Pulwarty (Eds.), *Drought and Water Crises Integrating Science, Management, and Policy* (2nd ed., pp. 307–325). Boca Raton: CRC Press. Retrieved from <https://www.taylorfrancis.com/books/9781315265551/chapters/10.1201/b22009-16>
- Vickery, J. A., Feber, R. E., & Fuller, R. J.** 2009. Arable field margins managed for biodiversity conservation: A review of food resource provision for farmland birds. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 133(1–2), 1–13. <https://doi.org/10.1016/J.AGEE.2009.05.012>
- Viña, A., Echavarria, F. R., & Rundquist, D. C.** 2004. Satellite Change Detection Analysis of Deforestation Rates and Patterns along the Colombia: Ecuador Border. *Ambio*. SpringerRoyal Swedish Academy of Sciences. <https://doi.org/10.2307/4315466>
- Vohland, K., & Barry, B.** 2009. A review of in situ rainwater harvesting (RWH) practices modifying landscape functions in African drylands. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 131(3–4), 119–127. <https://doi.org/10.1016/J.AGEE.2009.01.010>
- Voskamp, I. M., & Van de Ven, F. H. M.** 2015. Planning support system for climate adaptation: Composing effective sets of blue-green measures to reduce urban vulnerability to extreme weather events. *Building and Environment*, 83, 159–167. <https://doi.org/10.1016/J.BUILDENV.2014.07.018>
- Walz, Y., Dall, K., Graw, V., Villagran de Leon, J. C., Kussul, N., & Jordaan, A.** 2018. Understanding agricultural drought risk: examples from South Africa and Ukraine, Policy Report No. 3. Bonn, Germany.
- Wang, G., Mang, S., Cai, H., Liu, S., Zhang, Z., Wang, L., & Innes, J. L.** 2016. Integrated watershed management: evolution, development and emerging trends. *Journal of Forestry Research*, 27(5), 967–994. <https://doi.org/10.1007/s11676-016-0293-3>
- Wang, J., P. M. Rich, and K. P. Price.** 2003. "Temporal Responses of NDVI to Precipitation and Temperature in the Central Great Plains, USA." *International Journal of Remote Sensing* 24(11): 2345–64. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/01431160210154812> (December 12, 2018).
- Wani, S. P., Dixin, Y., Li, Z., Dar, W. D., & Chander, G.** 2012. Enhancing agricultural productivity and rural incomes through sustainable use of natural resources in the Semi Arid Tropics. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92(5), 1054–1063. <https://doi.org/10.1002/jsfa.4721>
- Wani, S., Pathak, P., & Sreedevi, T.** 2003. Efficient management of rainwater for increased crop productivity and groundwater recharge in Asia. In J.W. Kijne, R. Barker, & D. Molden (Eds.), *Water Productivity in Agriculture: Limits and Opportunities for Improvement* (pp. 199–2015). CAB International. Retrieved from <https://books.google.de/books?hl=en&lr=&id=qKe3MmJjbAEC&oi=fnd&pg=PA199&dq=%22integrated+watershed+management%22,+crop+yields,+profitability&ots=TH>

3UUUVV1J6&sig=anb_V0u2G_JUhc0cxC99sGYSSAs

Wei, W., Chen, D., Wang, L., Daryanto, S., Chen, L., Yu, Y., ... Feng, T. 2016. Global synthesis of the classifications, distributions, benefits and issues of terracing. *Earth-Science Reviews*, 159, 388–403. <https://doi.org/10.1016/J.EARSCIREV.2016.06.010>

Wilhite, D. A., & Pulwarty, R. S. (Eds.). 2017. Drought and water crises: integrating science, management, and policy. CRC Press.

Wilhite, D. A. and Glantz, M. H., 1985. Understanding the drought phenomenon: the role of definitions. *Water International*, 10 (3), 111–120.

Wolski, P. 2018. How severe is Cape Town's "Day Zero" drought? *Significance*, 15(2), 24–27. <https://doi.org/10.1111/j.1740-9713.2018.01127.x>

Woolf, D., Amonette, J. E., Street-Perrott, F. A., Lehmann, J., & Joseph, S. 2010. Sustainable biochar to mitigate global climate change. *Nature Communications*, 1(5), 1–9. <https://doi.org/10.1038/ncomms1053>

World Bank. 2006. Sustainable Land Management: Challenges, Opportunities, and Trade-offs. World Bank. Retrieved from <http://documents.worldbank.org/curated/en/973741468135939915/Sustainable-land-management-challenges-opportunities-and-trade-offs>

Wratten, S. D., Gillespie, M., Decourtye, A., Mader, E., & Desneux, N. 2012. Pollinator

habitat enhancement: Benefits to other ecosystem services. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 159, 112–122. <https://doi.org/10.1016/J.AGEE.2012.06.020>

Wretenberg, J., Pärt, T., & Berg, Å. 2010. Changes in local species richness of farmland birds in relation to land-use changes and landscape structure. *Biological Conservation*, 143(2), 375–381. <https://doi.org/10.1016/J.BIOCON.2009.11.001>

Wu, W., & Ma, B. 2015. Integrated nutrient management (INM) for sustaining crop productivity and reducing environmental impact: A review. *Science of The Total Environment*, 512–513, 415–427. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2014.12.101>

Yan, D., Zhang, X., Yu, Y., Guo, W., Yan, D., Zhang, X., Guo, W. 2017. Characterizing Land Cover Impacts on the Responses of Land Surface Phenology to the Rainy Season in the Congo Basin. *Remote Sensing*, 9(5), 461. <https://doi.org/10.3390/rs9050461>

Yengwe, J., Amalia, O., Lungu, O. I., & De Neve, S. 2018. Quantifying nutrient deposition and yield levels of maize (*Zea mays*) under *Faidherbia albida* agroforestry system in Zambia. *European Journal of Agronomy*, 99, 148–155. <https://doi.org/10.1016/J.EJA.2018.07.004>

Young, R., Zanders, J., Lieberknecht, K., & Fassman-Beck, E. 2014. A comprehensive typology for mainstreaming urban green infrastructure. *Journal of Hydrology*, 519, 2571–2583. <https://doi.org/10.1016/J.JHYDROL.2014.05.048>

- Zhang, A.**, Cui, L., Pan, G., Li, L., Hussain, Q., Zhang, X., Crowley, D. 2010. Effect of biochar amendment on yield and methane and nitrous oxide emissions from a rice paddy from Tai Lake plain, China. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 139(4), 469–475. <https://doi.org/10.1016/J.AGEE.2010.09.003>
- Zhang, Xiaoxia**, Zhang, R., Gao, J., Wang, X., Fan, F., Ma, X., Deng, Y. 2017. Thirty-one years of rice-rice-green manure rotations shape the rhizosphere microbial community and enrich beneficial bacteria. *Soil Biology and Biochemistry*, 104, 208–217. <https://doi.org/10.1016/J.SOILBIO.2016.10.023>
- Zhang, Xirui**, Li, H., He, J., Wang, Q., & Golabi, M. H. 2009. Influence of conservation tillage practices on soil properties and crop yields for maize and wheat cultivation in Beijing, China. *Soil Research*, 47(4), 362. <https://doi.org/10.1071/SR08110>
- Zheng, Y.**, Zhao, Y., Liu, W., Liu, S., & Yao, R. 2018. An Intelligent Wireless System for Field Ecology Monitoring and Forest Fire Warning. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 18(12). <https://doi.org/10.3390/s18124457>
- Zimmerman, F. J.**, & Carter, M. R. 2003. Asset smoothing, consumption smoothing and the reproduction of inequality under risk and subsistence constraints. *Journal of Development Economics*, 71(2), 233–260. [https://doi.org/10.1016/S0304-3878\(03\)00028-2](https://doi.org/10.1016/S0304-3878(03)00028-2)
- Zomer, R. J.**, Trabucco, A., & Bossio, D. A. 2008. Climate change mitigation: A spatial analysis of global land suitability for clean development mechanism afforestation and reforestation. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 126(1–2), 67–80. <https://doi.org/10.1016/J.AGEE.2008.01.014>

Anexo: Descripción de las prácticas de Gestión inteligente de las tierras en caso de sequía

Nombre	Impacto en el agua
1 Lomo: «Una medida estructural con un terraplén de tierra o piedras, construido a lo largo del contorno y estabilizado con medidas vegetativas (pastos y árboles forrajeros)» (Sanz et al., 2017).	Aumenta la retención de agua y la infiltración
2 Terraza: «Una medida estructural construida mediante la eliminación cuidadosa de una capa superficial de tierra de una parte del campo, concentrándola en el extremo inferior de ese campo para reducir la pendiente y la longitud del mismo. Otra terraza se crea directamente hacia abajo para formar una cascada de terrazas» (Harari et al., 2017). A diferencia de los lomos, las terrazas son medidas a largo plazo que requieren mayores inversiones (Gebremedhin y Swinton, 2003).	Mejora la capacidad de retención de la humedad del suelo y la infiltración de agua y reduce la escorrentía
3 Acolchado: «Cubrir el suelo con una capa de materiales vegetales» (Bayala et al., 2012)	Mejora la retención y transmisión de agua del suelo, reduce el estrés de la sequía
4 Cultivos de cobertura: «Cultivos que sustituyen al barbecho desnudo durante el período invernal y que se entierran como estiércol verde antes de la siembra del siguiente cultivo principal» (Poeplau y Don, 2015).	Mejora la retención y transmisión de agua del suelo, reduce el estrés de la sequía para los cultivos subsiguientes
5 Franjas vegetativas: «Cualquier área vegetada retirada del régimen de cultivo principal dentro o alrededor de un campo» (Marshall y Moonen, 2002).	Reduce la erosión del suelo y mejora la retención de agua en el suelo, mejora la calidad del agua, a menudo también sirve como biodrenaje.

Otros impactos biofísicos	Impactos socioeconómicos	Referencias
Reduce la erosión del suelo, previene la pérdida de fertilidad del suelo, facilita la acumulación de biomasa y la mejora de los nutrientes, mejora el rendimiento.	Aumenta los ingresos agrícolas a través de la mejora de los rendimientos, pero conlleva altos gastos iniciales y reduce el riesgo de producción en un clima variable.	(Dutilly-Diane et al., 2003; Kato et al., 2011; Sanz et al., 2017; Wei et al., 2016)
Controla la erosión, acumula biomasa, recarga el agua del suelo, mejora los nutrientes y, por lo general, aumenta el rendimiento de los cultivos.	Mejora los ingresos y aumenta la producción de alimentos, lo que contribuye a la seguridad alimentaria y a la reducción de la pobreza.	(Adgo et al., 2013; Harari et al., 2017; Liniger y Critchley, 2007; Pender y Gebremedhin, 2007; Sanz et al., 2017)
Protege el suelo contra la erosión eólica e hídrica, proporciona nutrientes que tienen un efecto positivo en los rendimientos.	Aumenta los ingresos agrícolas, las compensaciones como fuente de forraje y las necesidades de mano de obra para el esparcimiento de mantillo.	(Affholder et al., 2010; Bayala et al., 2012; Harari et al., 2017; Sanz et al., 2017)
Secuestra el carbono, reduce la erosión y compactación del suelo y la lixiviación del nitrógeno, aumenta la biodiversidad y el control de las malas hierbas, mejora el rendimiento.	Aumenta la renta agrícola	(Altieri, 1999; Blombäck et al., 2003; Campiglia et al., 2010; Chabi-Olaye et al., 2007; Kaye y Quemada, 2017; Lal, 2004; Poeplau y Don, 2015)
Beneficia la biodiversidad y la calidad del aire, secuestra carbono, reduce el transporte de contaminantes y sedimentos suspendidos por el flujo de agua.	Por lo general, tiene efectos positivos en los rendimientos, lo que conduce a un aumento de los ingresos agrícolas	(Borin et al., 2010; Dorioz et al., 2006; Harari et al., 2017; Liniger y Critchley, 2007; Marshall y Moonen, 2002; Sanz et al., 2017)

Nombre	Impacto en el agua
6 Sin labranza, labranza reducida: «Cultivos (o pastos) sin sin perturbación o con una mínima perturbación del suelo a través de la labranza» (Sanz et al., 2017).	Uso eficiente del agua del suelo: aumenta la infiltración, reduce la pérdida de agua, aumenta la disponibilidad de agua para las plantas.
7 Nivelación láser del terreno: Uso de equipos láser de alta precisión para la nivelación de campos	Reduce la escorrentía del agua, mejora la eficiencia en el uso del agua
8 Corrección del suelo con biochar: «El biochar es un material carbonoso obtenido de la descomposición térmica de la biomasa residual a una temperatura relativamente baja y en condiciones limitadas de oxígeno (pirólisis)» (Alburquerque et al., 2013).	Mejora la transmisión del agua del suelo
9 Corrección del suelo con compostaje: «Empleo de materia orgánica de malezas y biorresiduos descompuestos por microorganismos» (Sanz et al., 2017)	Mejora la capacidad de retención de agua del suelo
10 Tecnologías de captación de agua: «Son una serie de tecnologías para recoger y almacenar agua para usos productivos» (Nyakudya et al., 2014), como los pozos Zai (Burkina Faso), Tassa (Níger), las medias lunas, Ndiva (Tanzania), la captación de agua subterránea, los sistemas de kyariz (Turkmenistán), la cuenca hidrográfica de rocas, el filtro de arena de estanques (PSF) (consulte la sección 2.1).	Mejora la disponibilidad y retención de agua en el suelo, aumenta la recarga de aguas freáticas

Otros impactos biofísicos	Impactos socioeconómicos	Referencias
Aumenta la producción de cultivos y la estabilidad del rendimiento, tiene un impacto heterogéneo en la biota del suelo	Reduce los costes de energía, a veces aumenta los insumos de mano de obra, aumenta las aplicaciones de herbicidas.	(Erenstein y Laxmi, 2008; Ernst y Emmerling, 2009; Guto et al., 2012; Pittelkow et al., 2015; Sanz et al., 2017)
Genera un mayor rendimiento que con la nivelación convencional, mejora la capacidad de tráfico en el campo	Aumenta la rentabilidad agrícola	(Abdullaev et al., 2007; Aryal et al., 2015; Kaur et al., 2012)
Secuestro de carbono, gestión de contaminantes, aumento de la fertilidad del suelo.	La viabilidad económica de la aplicación del biochar puede ser baja	(Alburquerque et al., 2013; Clare et al., 2014; Cornelissen et al., 2013; Lehmann et al., 2006; Smith, 2016)
Mejora la inclinación del suelo. Su descomposición libera lentamente los nutrientes disponibles para la absorción de las plantas. El compostaje podría ayudar a reducir la degradación ambiental causada por el vertido abierto de residuos orgánicos.	Aumenta el rendimiento, especialmente con un empleo a largo plazo	(Bekchanov y Mirzabaev, 2018; Doan et al., 2015; Evanylo et al., 2008; Sanz et al., 2017)
Reduce la erosión del suelo, aumenta la producción de biomasa, mejora el ciclo de nutrientes del suelo	Aumenta los ingresos y la seguridad alimentaria	(Akhtar et al., 2016; Fox y Rockström, 2003; Oweis et al., 2012; Vohland y Barry, 2009)

Nombre	Impacto en el agua
11 Tecnologías de riego mejoradas: Tecnologías de riego como el riego por goteo, riego por aspersión, riego por goteo del subsuelo, riego nocturno, etc. que reducen la aplicación de agua en la producción de cultivos.	Aumenta la eficiencia en el uso del agua en la producción de cultivos
12 Gestión integrada de parteaguas: Un enfoque que combina la gestión de las tierras, el agua y la vegetación a nivel de parteaguas para limitar el impacto de la sequía.	Conserva el agua, mejora los niveles de agua freática
13 Pastoreo rotativo: Consiste en el uso secuencial de varios pastos para optimizar el crecimiento de las plantas de pasto.	Ayuda a hacer frente a la variabilidad de las precipitaciones, mejora las tasas de infiltración y escorrentía en los pastizales.
14 Forestación: La plantación de árboles en una zona en la que antes no había árboles	Mejora la conservación y regulación del agua, disminuye la disponibilidad de agua para otros tipos de vegetación en algunas zonas áridas.
15 Reforestación: Replantación de árboles en una zona previamente deforestada	Mejora la conservación y regulación del agua, disminuye la disponibilidad de agua para otros tipos de vegetación en algunas zonas áridas.
16 Agroforestería: Agricultura que incorpora el cultivo de árboles	Mejora la disponibilidad de agua y la regulación del agua
17 Agropastoralismo: Integración de las actividades de producción agrícola y ganadera	Mejora la resiliencia contra la variabilidad de las precipitaciones y las sequías

Otros impactos biofísicos	Impactos socioeconómicos	Referencias
Reduce la salinización secundaria y el anegamiento, las enfermedades fúngicas debidas a la humedad excesiva de la zona radicular y las pérdidas de nutrientes por lixiviación.	Aumenta la rentabilidad de la producción agrícola, especialmente durante los períodos de sequía y en entornos con precios del agua. En zonas sin escasez de agua, los rendimientos pueden ser inferiores a los de las tecnologías de riego tradicionales (por ejemplo, el riego por surcos e inundaciones).	(Dağdelen et al., 2009; Geerts y Raes, 2009; Harari et al., 2017; Sanz et al., 2017; Vickers, 2018)
Reduce la erosión del suelo	Aumenta el rendimiento y la intensidad de los cultivos, mejora la seguridad alimentaria	(Joshi et al., 2005; Wang et al., 2016; Wani et al., 2012; Wani et al., 2003)
Limita la degradación de los pastizales y la compactación del suelo por el pisoteo del ganado, aumenta las proporciones de C y C a N del suelo.	Ayuda a mantener los rebaños de ganado durante los años de sequía y bajo una alta variabilidad de las precipitaciones.	(Bailey y Brown, 2011; Briske et al., 2008; Teague et al., 2010)
Reduce la erosión del suelo, secuestra carbono, mejora la biodiversidad	Aumenta los ingresos de las zonas marginales	(Djanibekov y Khamzina, 2016; Harari et al., 2017; Niu y Duiker, 2006; Sanz et al., 2017)
Reduce la erosión del suelo, secuestra carbono, mejora la biodiversidad	Aumenta los ingresos de las zonas marginales	(Chazdon et al., 2016; Harari et al., 2017; Sanz et al., 2017)
Secuestra el carbono, reduce la erosión del suelo, aumenta la fertilidad del suelo y el biodrenaje.	Mejora los ingresos y la seguridad alimentaria	(Nair, 1993; Nair et al., 2009)
Reduce la degradación del suelo en los pastizales	Mejora los ingresos y la seguridad alimentaria	(Harari et al., 2017; Liniger y Critchley, 2007; Sanz et al., 2017)

La sequía y las tierras están
profundamente vinculadas,
pero no necesariamente en
cuanto a políticas y prácticas.

La sequía y las tierras están profundamente vinculadas, pero no necesariamente en cuanto a políticas y prácticas.

Si bien comúnmente se entiende que las decisiones de gestión y uso de las tierras pueden agravar el impacto potencial de la sequía, el impacto positivo que pueden tener a largo plazo las intervenciones bien diseñadas basadas en las tierras sigue en gran medida fuera de las políticas y prácticas que se emplean para mitigar la sequía. Este reporte brinda la oportunidad de crear un puente entre las tierras y la sequía sobre la base de la evaluación, la síntesis y la sinopsis del conocimiento científico que vincula estos dos dominios.

Este reporte técnico de la ICP de la CNUCLD proporciona pruebas científicas bien establecidas para comprender los fuertes vínculos entre el uso de las tierras y la sequía, y cómo la gestión de ambas está conectada a través del uso del agua. Presenta un nuevo concepto de gestión inteligente de las tierras en caso de sequía (GIT-S) y organiza enfoques y prácticas relevantes en catorce grupos en cuatro clases principales de uso de las tierras. El objetivo es orientar a los órganos decisorios y administradores de tierras que trabajan en la «gestión proactiva del riesgo de sequía» para lograr intervenciones diseñadas para mejorar la resiliencia de la comunidad y los ecosistemas a la sequía, consiguiendo, idealmente, mayores rendimientos socioeconómicos que las prácticas convencionales en condiciones de sequía. También ofrece orientación para mejorar los cinco principales instrumentos para permitir la adopción, la aplicación y la ampliación de la GIT-S. Y pone de relieve la necesidad de realizar evaluaciones de la vulnerabilidad y el riesgo en diferentes contextos que abarquen tanto los aspectos naturales (clima, suelo y agua) como los aspectos socioeconómicos de la gestión de la tierra y la sequía.

ISBN 978-92-95117-23-5 (copia impresa)

ISBN 978-92-95117-29-7 (copia electrónica)

Descargue el Informe Político-Científico correspondiente aquí:



www.unccd.int/spi2019-brief3

CONVENCION DE LAS NACIONES UNIDAS DE LUCHA CONTRA LA DESERTIFICACION

Platz der Vereinten Nationen 1, 53113 Bonn, Alemania
Dirección postal: PO Box 260129, 53153 Bonn, Alemania
Tel. +49 (0) 228 815 2800
Fax: +49 (0) 228 815 2898/99
E-mail: secretariat@unccd.int
Sitio web: www.unccd.int



United Nations
Convention to Combat
Desertification

La misión de la Interfaz Ciencia-Política (ICP) de la CLD es facilitar un diálogo bidireccional entre científicos y actores políticos que garantice la entrega de información, con base científica, políticamente relevante, el conocimiento y asesoramiento.

UNCCD SPI Science - Policy
Interface