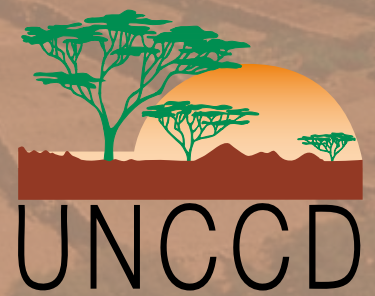




BENEFICIOS DE LA GESTIÓN SOSTENIBLE DE LA TIERRA

WOCAT
World Overview of Conservation Approaches and Technologies





Prólogo

En esta etapa de recesión económica -cuando la crisis alimentaria de 2007-2008 está latente pero es ya una "crisis olvidada" y cuando los gobiernos se esfuerzan por llevar a cabo políticas de rescate poniendo poca atención en el potencial de la tierra y el suelo- es de crucial importancia destacar las políticas de los "Beneficios de la Gestión Sostenible de la Tierra".

La desertificación, la degradación del suelo y la sequía afectan a más de 2.000 millones de personas. Y esta situación podría empeorar debido al uso insostenible del suelo y el agua en el actual escenario de cambio climático. La estrategia de los diez años de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra Desertificación (CNULD) señala la importancia de la ciencia, de los sistemas de intercambio de conocimiento y de la sensibilización ciudadana para apoyar a los encargados de formular políticas para revertir esta tendencia. Las prácticas de gestión sostenible, incluida la agricultura sostenible, aportan importantes beneficios locales, regionales y globales. Del mismo modo, éstos contribuyen positivamente a los servicios

fundamentales del ecosistema, como la regularización de los ciclos del agua, el secuestro de carbono y la ayuda a la preservación de la agrobiodiversidad.

El objetivo de este documento es el de destacar los beneficios locales, regionales y globales de la Gestión Sostenible de la Tierra (GST). Personalmente, espero convertirme en una herramienta útil para mejorar la calidad del conocimiento y el nivel de comprensión de los encargados de idear y formular políticas acerca de los beneficios de la GST en el ámbito de la política nacional.

Luc Gnacadja
Secretario Ejecutivo de la CNULD

Hechos mundiales

2.600 millones de personas dependen directamente de la agricultura
El 52% de la tierra destinada a la agricultura está moderada o severamente afectada por la degradación del suelo
Entre 4 y 6 millones de ha de suelo cultivado se pierde cada año debido a la degradación antropogénica del suelo
Las tierras de cultivo en los países en vías de desarrollo disminuyeron de 0,43 a 0,26 ha per capita durante el período comprendido entre los años 60 y los 90

Las tierras secas constituyen una especial preocupación

1.200 millones de personas viven en zonas donde el agua escasea
El 41% de la superficie de la Tierra que no es agua es tierra seca
2.600 millones de personas (el 44% de la población) están afectadas por la desertificación
El crecimiento de la población de las zonas secas fue del 18,5% en los años 90
El PIB en las áreas con tierras secas es un 50% menor que en el resto
La regeneración natural de la cobertura vegetal y de los suelos en las zonas áridas es entre cinco y diez veces más lento que en las áreas favorables, con lluvias mejores y más regulares

Los tipos de uso del suelo y sus desafíos

Los principales tipos de uso de las tierras agrícolas en las zonas secas son las tierras de cultivo, las tierras de regadío y los pastizales. Los distintos problemas de la degradación del suelo suceden dependiendo del tipo de uso que se le dé a éste.

Tierras de cultivo

Total de tierras de cultivo en la Tierra: 1.500 millones de ha.
Tierras de cultivo afectadas por la degradación del suelo: el 38%.
El 55% del valor bruto de alimento proviene de la agricultura de secano.
Las zonas de secano son explotadas principalmente por pequeños agricultores que se dedican al cultivo comercial y de autoconsumo.

Desafíos y aspectos mejorables

- La expansión de los campos de cultivo y la disminución de la cobertura vegetal natural
- La cantidad insuficiente de material orgánica y de nutrientes
- La quema de materia orgánica (residuos de cosechas e incendios de maleza)
- Erosión del suelo (viento y agua)

Tierras de regadío

Total de cultivos de regadío en el Planeta: 252 millones de ha
Porcentaje de regadío sobre el total de tierras de cultivo: 20%
Tierras de regadío afectadas por la salinización: 20%
Agua demandada para producción agrícola: para cereales, 1000-1500 l/kg; para carne: 15.000 l/kg

El regadío es el causante del agotamiento y la contaminación de las aguas de la superficie y subterráneas, lo que provoca conflictos. Las tierras de regadío están a menudo afectadas severamente por la salinización y el anegamiento. Las principales causas de salinización son el drenaje inadecuado y la excesiva aplicación del agua. Se estima que la salinización cuesta a los agricultores 11.000 millones de dólares estadounidenses por pérdidas de ingresos.

Desafíos y aspectos mejorables

- Sobreexplotación de los recursos acuíferos
- Uso ineficiente del agua
- Erosión del suelo y salinización

Pastizales

Superficie total de pastizales en el mundo: 3.400 millones de ha
Pastizales afectados por la degradación del suelo: 73%

La cantidad de cabezas de ganado ha aumentado dramáticamente en las tierras de pastizales en los últimos años. Los pastizales de las zonas áridas están compuestos por árboles, arbustos y sabanas de hierba, estepas en zonas templadas y pastos altos. Los pastores nómadas llevan a cabo un pastoreo extensivo en grandes áreas, mientras que los pequeños agricultores sedentarios hacen uso del pastoreo intensivo en áreas de superficie reducida.

Desafíos y aspectos mejorables

- Sobrepastoreo
- Insuficiente carbono orgánico en la tierra
- Degradación del suelo: erosión, compactación y encostramiento
- Pastoreo libre: sin clarificar, falta de derechos del uso de la tierra



Producción intensiva de cultivos de secano en laderas adecuadamente conservadas gracias a bandas de vegetación a nivel (Tanzania).



Cultivo intensivo basado en la irrigación de tierras secas en Cabo Verde.



Pastizales con niños vigilando un rebaño mixto en Kenia.

Servicios del ecosistema

El mantenimiento de las funciones y servicios del ecosistema es un prerrequisito para la GST. La GST supone un gran potencial para la preservación y el realce de los servicios del ecosistema en todos los métodos de uso de la tierra. La degradación del agua, del suelo y de la vegetación, así como las emisiones de gas –que contribuyen al cambio climático– pueden ser limitados por la GST, la cual conserva simultáneamente los recursos naturales y aumenta el rendimiento. Los servicios del ecosistema disponibles a través de la GST incluyen tres tipos distintos de servicios: los de abastecimiento, los de regulación y apoyo y los culturales y sociales.

SERVICIOS DE ABASTECIMIENTO

Beneficios para el aprovisionamiento de alimento, pasto, fibra vegetal, combustible y agua

Porcentaje de población mundial sin acceso asegurado al agua potable	19%
Porcentaje de población mundial sin suministro de energía asegurado	30%
Reducción de los rendimientos globales debido a la degradación del suelo y la escasez de agua	16%
Potencial aumento del rendimiento debido a las prácticas de la GST	30-170%
Potencial aumento del rendimiento por medio del secuestro de carbono	10-150%
El mejor potencial para el incremento del rendimiento en los sistemas de agricultura de baja producción es alrededor de:	1t/ha
Pérdida estimada de ingresos debido a la desertificación y la degradación (en mil millones de \$ de EEUU por año)	
- Áreas de secano	8.2
- Áreas de regadío	10.8
- Pastizales	23.3

La productividad a largo plazo se ve amenazada por el aumento de la degradación del suelo y la escasez de agua, la cual es suficientemente severa como para reducir el rendimiento a escala mundial. La sequía y otros fenómenos climatológicos extremos pueden conducir a pérdidas extremas de producción que afectan en primer lugar a los pequeños agricultores, cuyas vidas dependen en gran medida de la agricultura de subsistencia. La mayor parte de la agricultura en zonas áridas es llevada a cabo por pequeños agricultores, los cuales practican agricultura de subsistencia. La pobreza se extiende y el acceso al agua potable suele ser bastante difícil. Un ciclo optimizado del agua, del carbono y los nutrientes y de la biomasa son los prerrequisitos para alcanzar la productividad.

La GST ayuda a:

- El fortalecimiento de la seguridad alimentaria, en primer lugar para los pequeños agricultores.
- La provisión de energía local.
- La provisión de agua potable a escala local.

SERVICIOS DE REGULACIÓN Y APOYO

Suelo y cobertura vegetal – para el agua, el carbono y la biodiversidad

75,000 millones de toneladas de materia del suelo se pierden debido a la erosión del viento y del agua por todo el mundo cada año.	
Pérdida acumulativa de productividad debido a la degradación del suelo durante el periodo posterior a la II Guerra Mundial.	
- En las tierras de cultivo:	12.7%
- En los pastizales	3.8%
Porcentaje de sabana quemada en África cada año	30-50%
Proporción media anual de formación del suelo	1 t/ha
Estimaciones de la media anual de pérdida de suelo debido a la erosión del suelo en las tierras de cultivo de África, Sudamérica y Asia	30-40 t/ha
Estimación del agotamiento de nutrientes del suelo en zonas agrícolas del África subsahariana	22 kg N/ha 2.5 kg P/ha 15 kg K/ha

Desarrollo del suelo y ciclo de los nutrientes

El cada vez más intensivo uso del suelo para el cultivo y la producción de ganado, la expansión de los campos abiertos y la quema de rastrojos y de arbustos sabaneros se están traduciendo en significativas pérdidas de la cobertura vegetal. Los efectos se pueden detectar gracias al aumento de la escorrentía y de la erosión del suelo debido al viento y al agua, a la pérdida del carbono orgánico en el suelo, al encostramiento y la desecación del suelo y a la disminución de los niveles de aguas subterráneas y superficiales. Los nutrientes del suelo están excesivamente empobrecidos debido también al transporte del suelo y a la lixiviación.

La GST ayuda a:

- La mitigación de la degradación del suelo y la mejora de su desarrollo.
- Aumentar la humedad del suelo, lo que facilita el desarrollo y las funciones de suelo.
- Mejorar la producción primaria y el ciclo nutricional.
- Preservar la biodiversidad en cada finca por medio de la agroforestería, de los sistemas de intercalado y barbecho y de la preservación de las semillas adaptadas al entorno.

Captura de carbono del suelo

La expansión de las zonas cultivadas, el aumento de la profundidad de la labranza y la pérdida de la cobertura vegetal debido a la deforestación y al sobrepastoreo han hecho que se acelere la pérdida de la materia orgánica del suelo. Este proceso se ha acelerado más debido a la quema de maleza en las áreas extensivas. Como consecuencia de estas actividades, se liberan grandes cantidades de gases que contribuyen al cambio climático, como el CO₂ y el Metano. La restauración de los suelos y de los ecosistemas degradados y la adopción de las prácticas recomendadas de gestión de la tierra son opciones viables para reducir el CO₂ en la atmósfera. Las tierras degradadas contienen menos del 1% de carbono orgánico del suelo (COS); sin embargo, gestionando adecuadamente el suelo, la cantidad de COS puede aumentar entre un 2 y un 3%.

La GST ayuda a:

- La reconstrucción de las reservas de carbono en el suelo y la cobertura vegetal.
- La disminución del CO₂ en la atmósfera y la deceleración del calentamiento global.

Regulación del agua

La gestión inapropiada de la tierra puede afectar seriamente a la disponibilidad y al suministro del agua modificando el ciclo del agua en las zonas secas. La disminución de biomasa y de hojarasca en la superficie reduce drásticamente la infiltración de agua en el suelo, lo cual se traduce en una importante escorrentía. El suelo desnudo también incentiva la pérdida por evaporación en la capa superficial. El resultado es la pérdida de la humedad del suelo y la reducción de los niveles de recuperación de las aguas subterráneas.

La GST ayuda a:

- Preservar la humedad del suelo
- Incrementar la producción primaria
- La regulación del nivel de los ríos, los lagos y las aguas subterráneas.
- Regular los canales de agua desde las tierras altas a las bajas, reduciendo así las inundaciones y aumentando el caudal base.

Reservas de carbono (C) - En carbono orgánico del suelo (COS) - En las plantas - En la atmósfera	1550 Gt 540-610 Gt 760 Gt
Pérdidas acumulativas de C global a lo largo de la historia en ecosistemas trabajados	55-78 Gt
Reservas de COS a 1m de profundidad - Proporción media mundial - Proporción en climas áridos	50-150 t/ha 30 t/ha
Disminución de las reservas de COS después de la conversión de un sistema natural a uno modificado por la agricultura	- 60-75%
Secuestro de COS por medio de la mejora de la gestión del suelo - Tasa de crecimiento potencial anual En regiones secas y cálidas En regiones húmedas y frías - Potencial de compensación de las emisiones producidas por el combustible fósil por medio del secuestro de carbono.	50-150 kg C/ha 100-1000 kg C/ha 5-15%

Reservas de agua Las cuales son: - Aguas subterráneas - Ríos y lagos - Humedad del suelo Suministro total de agua potable útil (1%)	35,000,000 km ³ 28% 0,26% 0,05% 200,000 km ³
Tasa de recuperación global Agua que contiene el suelo Ríos y lagos Aguas subterráneas	2 semanas – 1 año 2 semanas – 10 años 2 semanas – 10,000 años
Tasa de agua almacenada en el suelo (humedad) utilizada para la agricultura	80%
Tasa de agua sustraída para la agricultura	70%
Pérdida de agua de lluvia debido a la escorrentía y la evaporación en las zonas secas	50-80%
La eficiencia del uso del agua se puede ver incrementada en un:	100%

SERVICIOS CULTURALES Y SOCIALES

Beneficios para la cultura y la sociedad

Los paisajes culturales encarnan valores tradicionales, conocimiento probado y experiencias ganadas durante siglos. Los paisajes culturales y naturales ofrecen una identidad cultural.

La GST ayuda a:

- Mantener vivos los paisajes culturales y naturales y proteger el patrimonio cultural.
- Valorar el conocimiento indígena y sus métodos de producción.
- Mejorar el ecoturismo

Hasta el momento, 55 entradas de la Lista del Patrimonio Mundial han sido consideradas como paisajes culturales.

De acuerdo con la UNESCO, los paisajes culturales representan "el trabajo combinado de la naturaleza y del hombre".

Muchos de los paisajes culturales y naturales de la Lista del Patrimonio Mundial de la UNESCO y de la Convención Ramsar están en zonas secas.

Las buenas prácticas de GST ayudan a mantener y mejorar los servicios del ecosistema. Las prácticas seleccionadas de la GST se tratan en las siguientes páginas, de acuerdo con los tres servicios del ecosistema presentados anteriormente. Estas prácticas fueron elegidas para ilustrar un servicio específico, pero todas ellas ofrecen del mismo modo otros servicios.

Beneficios para el aprovisionamiento de alimento, pasto, fibra vegetal, combustible y agua



Integración del cultivo y la cría de animales. Coexistencia de agricultores y pastores en Siria. Foto: Hanspeter Liniger



Regadío en pequeña escala en el Sahel: producción de alimento de calidad y reposición de agua subterránea. Foto: Ernst Gabathuler



En los pastizales se produce carne, leche y estiércol. Foto: Hanspeter Liniger

El **uso multifuncional de la tierra** hace posible la satisfacción de necesidades humanas como son el alimento, el agua y la energía. En contraste con el uso monofuncional de la tierra, que se centra en maximizar beneficios, la GST establece distintos objetivos al mismo tiempo gracias a este uso multifuncional. Esto crea **sinergias** que generan valores económicos y ecológicos adicionales.

La integración de la producción de cultivos y de ganado es el núcleo del uso multifuncional de la tierra. Esto hace posible la optimización de los nutrientes *in situ* así como de los ciclos de la biomasa. Las tierras de barbecho y los residuos de la cosecha pueden servir como pasto y el estiércol animal puede ser aprovechado como fertilizante de alta calidad.

Usos multifuncionales de la tierra en los diferentes sistemas de uso de ésta

Tierras de cultivo: La producción de alimentos y los cultivos comerciales son prioritarios. Por otro lado, los riesgos relacionados con el clima, las plagas y las fuerzas del mercado se ven reducidos por la diversificación de las culturas. La rotación de cultivos, los cultivos intercalados y la agroforestería son prácticas prometedoras. Parte de la necesidad de energía en la finca se cubre gracias a la agroforestería, con su combinación de cultivos anuales, y a los árboles y los arbustos asociados con éstos.

Tierras de regadío: Las zonas secas con gran capacidad para albergar tanto aguas subterráneas como de superficie se destinan al cultivo de frutas y verduras. Para reponer las reservas de agua subterránea, por ejemplo, se construyen estanques para recoger la escorrentía, a través de los cuales el agua se filtra en el suelo. Los arbustos y los árboles crecen entre los cultivos y protegen el suelo con la sombra que proyectan. Además, estos árboles y arbustos también producen combustible, forraje y biomasa, que puede ser utilizada para manufacturar fertilizantes orgánicos.

Pastizales: En las áreas de pastizales, lo prioritario es la ganadería. Esta práctica reduce riesgos. Del mismo modo, la rotación en las tierras de pastoreo asegura la preservación de la cobertura vegetal. Aquí, además, es primordial asegurarse de que la lluvia se filtra en la tierra y se almacena allí el máximo tiempo posible para recargar las aguas subterráneas en lugar de que éstas se pierdan en forma de escorrentía superficial. Además de la cría de ganado, los pastizales multifuncionales proporcionan madera para la construcción, leña, frutos silvestres y plantas medicinales, además de servir de alimento para las abejas.

Áreas cercadas. Argentina

En la provincia de Mendoza, en Argentina, el estiércol animal se acumula en áreas cercadas, donde los animales permanecen durante la noche por razones de seguridad. Este estiércol animal se recoge y se vende a los agricultores que producen cultivos comerciales en zonas de regadío. De este modo, los nutrientes y los fertilizantes se recolectan en tierras de pastoreo extensivo y se acumulan en tierras de cultivo intensivo. La alta producción de cultivo puede así sostenerse sin necesidad de recurrir a caros fertilizantes minerales. Sin embargo, se debe evitar el uso excesivo de las tierras de pastoreo.

Cisternas. Túnez

En el área de Medenine, en Túnez, las cisternas se usan como reservas para almacenar la lluvia y la escorrentía. Una cisterna es un hoyo excavado en el suelo y revestido con una capa de yeso para evitar la infiltración vertical y lateral. Cada unidad está compuesta por tres secciones: el impluvium, la cuenca de asentamiento de sedimentos y el depósito de almacenamientos. El impluvium es un área en pendiente delimitada por un canal de desagüe. Una pequeña hendidura frente a la entrada permite la sedimentación de las cargas de escorrentía, mejorando la calidad del agua almacenada y reduciendo el costo de mantenimiento. La escorrentía de agua es recogida y almacenada en cisternas subterráneas de distintos tamaños. Se estima que un tanque con capacidad de 35m³ puede satisfacer las necesidades anuales de agua de una familia y su ganado. El agua se usa para múltiples fines: para beber, para abastecer abrevaderos, para riego suplementario.

Sistema agroforestal de Grevillea. Kenia

En la cuenca de Kiawanja, en Kenia, el árbol *Grevillea robusta* forma parte del sistema agroforestal. Originariamente introducido desde India en el Este de África como un árbol de sombra para los países productores de té y café, el *Grevillea robusta* se usa a menudo en la agricultura en pequeña escala, en primer lugar en combinación con cultivos anuales (maíz y judías) y perennes (café). Además, se reproduce y asienta fácilmente y suele estar relativamente libre de plagas y enfermedades. Su competencia con el cultivo es mínima y las ramas crecen rápidamente tras su poda. El *Grevillea* es un árbol multiusos que reúne varias necesidades: ofrece leña y madera, sirve para establecer límites entre las tierras y desempeña funciones ornamentales. Además, sus hojas ofrecen forraje y pasto durante las épocas de graves sequías. Simultáneamente, este árbol puede controlar la salpicadura causada por la gota de lluvia, mejorar la materia orgánica, proveer *mulch* (cobertura de materia vegetal muerta) para mejorar la cobertura del suelo de los cultivos y ayudar al reciclaje de nutrientes gracias a la profundidad de sus raíces. El sistema agroforestal conlleva un aumento de la cantidad de madera y de la producción de forraje.



El cercado de ganado durante la noche permite acumular nutrientes, los cuales se venden como fertilizantes para el cultivo intensivo. Foto: Hanspeter Liniger



Agua almacenada en una cisterna. El agua se destina al uso doméstico y a la cría de ganado. Foto: Ouessar M. (Túnez).



El sistema agroforestal del Este y el Sur de África produce, en pequeñas parcelas de tierra, una multitud de productos: alimentos, fibra vegetal, forraje y combustible. Foto: Christoph Studer

Suelo y cobertura vegetal – para el agua, el carbono y la biodiversidad



Cubrir la superficie del suelo con *mulch* y otros materiales es crucial para reducir la pérdida del agua por la escorrentía y la evaporación en los trópicos semiáridos.



Riego de árboles durante la fase de establecimiento: el *mulch* protege el agua y la hace disponible para los árboles. Foto: CAMP



Los pastizales y la alta presión del ganado muestran la importancia de la existencia de árboles en la mejora de la producción de forraje.

Las zonas de tierras secas reaccionan de una manera particularmente sensible a la perturbación de los ciclos de agua y de biomasa. Los servicios de regulación y de apoyo están seriamente afectados por la gestión inapropiada del suelo y de la cobertura vegetal.

El ciclo de la biomasa: La materia orgánica del suelo tiene influencia en múltiples funciones y aspectos de éste, tales como su biodiversidad, su fertilidad, el almacenamiento de carbono, la regulación de los flujos de agua de la superficie y la mejora de la calidad de este agua. Con una buena cobertura del suelo, la producción de biomasa y de materiales orgánicos, además de la materia orgánica del suelo, puede verse aumentada. La capacidad de secuestro de carbono del suelo ha sido dañada por la expansión del cultivo, la intensificación de la agricultura, la sobreexplotación y la degradación de la cobertura vegetal y los incendios. El secuestro de carbono en el suelo puede hacer una significativa contribución a la reducción del CO₂ en la atmósfera.

El ciclo del agua: La reducción de la cobertura del suelo (plantas, hojarasca y *mulch*) y de la materia orgánica del suelo debe ser considerada como el punto de arranque de una espiral de degradación debido a una perturbación drástica del ciclo del agua. Como el suelo deja de estar protegido contra las lluvias inconstantes y a menudo intensas, el agua no se filtra en la tierra. Esto conlleva el aumento de la escorrentía y de las inundaciones así como la erosión durante los periodos húmedos. Del mismo modo, reduce las reservas de agua en el suelo y la recuperación de las provisiones de agua subterránea. Junto con la alta pérdida por evaporación de los suelos sin cubrir, las consecuencias durante las estaciones secas son las siguientes: menor cantidad de agua disponible para las plantas, menor capa freática y disminución del caudal de los ríos.

La GST para una mejor gestión de la cobertura del suelo es esencial para mejorar tanto la biomasa como los ciclos del agua, los cuales son clave para aumentar la fertilidad del suelo y la disponibilidad del agua.

Tierras de cultivo y áreas de regadío: La labranza profunda y el empobrecimiento de la cobertura vegetal reducen la materia orgánica del suelo a gran velocidad. El uso intensivo de fertilizantes minerales en lugar de utilizar fertilizantes orgánicos acelera el agotamiento de la materia orgánica del suelo y deteriora sus funciones reguladoras. Por otra parte, la tasa de evaporación aumenta, lo que hace que el ciclo del agua se deteriore. Las emisiones de Metano y Óxido de Nitrógeno (N₂O) de los arrozales son otra fuente de emisión de gases de efecto invernadero (GEI). Existe una gran variedad de prácticas de GST para mejorar la cobertura vegetal, tales como la agricultura de conservación, los sistemas agroforestales y los intercalados.

Pastizales: El aumento global de la población ganadera está incrementando la presión en las áreas de pastoreo bien desarrolladas. Las consecuencias son la disminución de la cobertura vegetal y la pérdida de valiosos tipos de forraje, lo que lleva a la reducción de la biodiversidad ya que sólo las especies poco atractivas para los animales sobreviven. La reducción de la cobertura también lleva a la aceleración de la descomposición de la materia orgánica del suelo y la expansión de las áreas áridas. El pastoreo reducido y controlado y la restauración de los suelos degradados gracias a la reforestación son prácticas de la GST que afectan de manera positiva al ciclo de la biomasa y el agua.

Siembra sin laboreo con tráfico controlado. Australia

La siembra de cereal sin laboreo a gran escala con pistas de rodaje permanentes se practica a lo largo de 1.900 ha de campo semiárido en Queensland (Australia). El principal objetivo técnico de esta medida es el de eliminar la compactación del suelo. Los tres principios de la agricultura de conservación –esto es, mínimo laboreo, rotación de cultivo y el cubrimiento del suelo- se aplican en la medida de lo posible. Pasados los primeros tres años, se observa que el suelo mejora, volviéndose menos compacto, friable y húmedo. Transcurridos cinco años, los rendimientos del sorgo aumentan de tres a siete toneladas por ha. Comparado con la aplicación convencional, el costo laboral es cuatro veces menor sin laboreo. El promedio de consumo de combustible es hasta ocho veces menor sin laboreo, lo cual también tiene un efecto significativo en los costos. Los ingresos de los agricultores aumentan significativamente debido a estas prácticas de GST.



El tráfico controlado, la perturbación mínima del suelo y la inclusión de algunos residuos de la cosecha son la clave para proteger la tierra y el agua en las áreas semiáridas, como éstas de Australia.

Surcos que mejoran la cosecha de agua. Siria

El valle del Khannasser, en el noroeste de Siria, corresponde a una zona de agricultura marginal, en la que se viene desarrollado el pastoreo intensivo o el cultivo de cebada. Tradicionalmente, los agricultores de Khannasser han preferido labrar la tierra con tractores para mantenerlos libre de maleza. Como la manera sistemática de labranza ha sido a favor de la pendiente, los surcos resultantes estimulan la escorrentía y la erosión. Sin embargo, cuando esto se combina con microcuencas en forma de V y/o de raspa de pez en torno a cada uno de los árboles, los surcos creados se pueden destinar a las cosechas de agua, mejorando así la producción. Esta técnica disminuye el uso de agua de riego durante los periodos secos, aumenta la humedad del suelo e incentiva el crecimiento de los olivos. Además, las microcuencas capturan las pequeñas partículas del suelo erosionado y los nutrientes.



La captación de aguas pluviales con laboreo a favor de la pendiente y con estructuras en V para la producción de oliva en la zona mediterránea: una posibilidad de cultivar árboles donde el agua es demasiado escasa. Foto: Francis Türkelboom.

Pastoreo rotativo. Tayikistán

Durante la era soviética, las altivas laderas de las montañas de la región de Faizabad fueron cultivadas de manera intensiva, lo que desencadenó en una severa degradación del suelo. El pastoreo rotativo es un tipo de uso sostenible de la tierra en estas zonas. Un agricultor de la zona cercana a las montañas Karsang y Tshinoro aplicó un sistema rotatorio de entre 10 y 14 días. La jornada de pastoreo se divide en dos: Cuatro horas por la mañana y un periodo posterior por la tarde. Por otro lado, el estiércol producido por el rebaño mejora la fertilidad del suelo, favorece el desarrollo de especies palatables y compensa los fertilizantes que se solían utilizar en la era Soviética. El sistema rotatorio también tiene la ventaja de que causa una menor cantidad de huellas por paso de ganado comparándolo con los pastizales comunitarios sobreutilizados. El precio de estos animales en el mercado es mayor que el de los demás rebaños.



El pastoreo rotativo en las montañas de Tayikistán. Foto: Christian Wirz.

Beneficios para la cultura y la sociedad



Un sitio cultural en la meseta 'Loess' Platau, en China, coexiste con la producción de cultivos en la meseta y la de frutales en las laderas. Foto: Hanspeter Liniger



Las culturas de regadío necesitan de una estrecha colaboración entre los productores. Éstas se han desarrollado notablemente alrededor de todo el mundo. Foto: Hanspeter Liniger



El pastoreo y el nomadismo cuentan con una gran tradición y unos valores únicos. Foto: CAMP

Los paisajes naturales y culturales intactos y los cultivos endémicos contribuyen significativamente a la formación de la identidad cultural. Éstos incorporan experiencias llevadas a cabo por distintas sociedades durante siglos y son una expresión de características y valores históricos y culturales. Es posible preservar los paisajes culturales y naturales en la medida en la que el tipo de cultivo asociado a ellos sea beneficioso para el usuario de la tierra; esto es, siempre que el rendimiento sea proporcional al esfuerzo requerido. Cuando no es el caso, el usuario de la tierra se decanta por alternativas más rentables que conllevan a menudo un aumento del riesgo medioambiental y una pérdida de valores culturales.

Los paisajes culturales y naturales a menudo son criaderos de biodiversidad: forman bancos de genes que preservan los cultivos endémicos.

Además de los usos agrícolas, los paisajes naturales y culturales tienen un gran valor como espacio de recreo para el ser humano. Muchos de los parajes declarados Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO están en zonas secas. El turismo y el ecoturismo que atraen estos paisajes ofrecen nuevas oportunidades económicas; es decir, ingresos que pueden ser invertidos en la preservación de los recursos naturales.

El aumento de los flujos migratorios, particularmente el de aquellos hombres que se ven forzados a emigrar de las zonas secas a aquellas áreas con mayores oportunidades económicas (grandes ciudades, países más ricos...) contribuye al declive de los paisajes culturales y estructuras sociales. Los paisajes con terrazas, por ejemplo, se están deteriorando porque no hay suficiente mano de obra disponible para mantenerlos.

Iniciativas políticas: Los gobiernos y las comunidades locales están introduciendo en sus agendas importantes asuntos relacionados con la GST. Consecuentemente, se están aprobando leyes, ordenanzas y reglas de gestión e introduciendo mecanismos de control y sanciones. Éstos incluyen la protección de los bosques, la regulación del pastoreo y del uso del agua, la gestión apropiada de la quema de matorrales y sabanas y el traslado de rebaños a través de zonas habitadas. En su conjunto, este tipo de medidas establece importantes condiciones para facilitar la GST que, si se plantea en cooperación con todos los actores involucrados, contribuye a la preservación y el fortalecimiento de los servicios del ecosistema.

Rehabilitación de terrazas. Perú

La aparición de los sistemas de terrazas en las laderas se remonta a los comienzos de la agricultura. Concretamente, el del valle de Colca, en Perú, data del año 600 a.C. Desde entonces, se han estado usando estas terrazas para el cultivo; sin embargo, debido a la falta de mantenimiento se han deteriorado y el conocimiento tradicional sobre cómo repararlas se ha perdido. La rehabilitación de las terrazas recrea su diseño estructural inicial y el riego complementario así como los sistemas de drenaje se han reconstruido simultáneamente. Una vez rehabilitadas, las terrazas conservan el agua y el suelo en las zonas con fuertes pendientes, creando un microclima favorable para el cultivo, disminuyendo la pérdida de calor durante la noche y mitigando la sequía por medio de la conservación de la humedad. La rehabilitación de las terrazas del valle de Colca fue el resultado de un proyecto concreto: el alto costo fue cubierto en su mayoría por los fondos de éste y el mantenimiento es responsabilidad de la comunidad local. El aumento del rendimiento así como la diversificación de los cultivos propician un aumento de los beneficios.



Rehabilitación de terrazas antiguas en Perú. Incluso tratándose de una inversión costosa, representa un componente de identidad cultural. Foto: DESCO

La conservación de la biodiversidad en los alrededores de una antigua iglesia-monasterio. Etiopía

En Etiopía, se conserva menos del 3% del bosque natural; y éste sigue disminuyendo a un ritmo anual del 7,5%. Pequeñas islas de bosques naturales sobrevivieron alrededor de las iglesias y monasterios, las cuales son proveedoras de una biodiversidad natural única. Sin embargo, debido a la presión del aumento de la población y del consecuente incremento de las necesidades de leña y madera, estas zonas están también amenazadas. El monasterio de Debre Libanos se encuentra a 104 km de Addis Ababa, en la zona norte de Shewa, en el Estado de Oromia. Su bosque es uno de los pocos que, estando situado en una montaña seca, ofrece un hábitat rico para pájaros y animales silvestres.



Los bosques de los alrededores del monasterio de Debre Libanos están bien protegidos, aunque las zonas colindantes se encuentran bajo una intensa presión. Foto: Frédéric Leviez

Pastoreo nómada. Mongolia

Los pastores nómadas representan aproximadamente un tercio de la población de Mongolia. El número de cabezas de ganado que necesita una familia de pastores para sobrevivir ha aumentado en los últimos años de 150 a 250 ovejas o cabras. La composición de los rebaños está paulatinamente inclinándose hacia la preponderancia de cabras (que producen lana de cachemira) en lugar de ovejas. Se necesitan más de cinco ha para que pascen una oveja o una cabra; por lo tanto, las áreas poco productivas deben ser utilizadas de manera extensiva. Los pastores distinguen entre pastos de primavera, de verano, de otoño y de invierno por lo que se mueven de un área a otra en función de la estación. Las zonas de pasto están a menudo separadas por más de 100 km entre una y otra. La movilidad, la flexibilidad y un extenso conocimiento de las condiciones locales (los recursos hídricos, la calidad del pasto, las condiciones climatológicas estacionales...) son prerequisites para que se dé una producción ganadera satisfactoria. Por otro lado, los caballos y los camellos juegan un importante papel en el ámbito del transporte. El pastoreo nómada ha contribuido al desarrollo de una cultura con características específicas (estructura social, viviendas, epopeyas, música, equitación...); sin embargo, la libertad de movimiento de la población nómada está cada día más limitada al cambio social.



Tradiciones de los pastores y los Khans de Mongolia. Foto: Hanspeter Liniger



El mapeo de la degradación y la conservación (prácticas de la GST) es la clave para planificar y tomar decisiones sobre dónde invertir en la lucha contra la desertificación. Foto: Hanspeter Liniger



Los efectos externos del uso insostenible del suelo: las tormentas de viento y de polvo, responsables de importantes daños. Foto: Gudrun Schwilch



Una intensa tormenta en un valle de sobrepastoreo de Asia central causó esta riada devastadora y un corrimiento de tierras que cubrió la carretera principal. Foto: Hanspeter Liniger



Un camión transporta heno de una zona rural de Mongolia a la capital: una oportunidad para generar ingresos pero con un potencial peligro de sobreexplotación de las áreas rurales. Foto: Hanspeter Liniger

Mapeo de las prácticas de GST

A pesar de los esfuerzos hechos en los últimos años para documentar satisfactoriamente las prácticas relacionadas con la GST, el alcance y la cobertura de éstos son prácticamente desconocidos. Se deben identificar tanto las zonas degradadas como las prácticas de GST exitosas y evaluar posteriormente el impacto en los servicios del ecosistema. Por lo tanto, el mapeo de la degradación y de la conservación ofrece una información vital para la toma de decisiones, para saber dónde invertir y para discernir qué tipo de GST tiene las mejores posibilidades de expansión.

Interacciones in-situ – ex-situ

La desertificación y la GST no sólo tienen impactos locales sino también regionales e incluso globales. Las tormentas de polvo, originadas por la degradación del suelo, no sólo amenazan a la población cercana y a sus ganados sino también a aquéllas que habitan a cientos de miles de kilómetros. Del mismo modo, las inundaciones que se dan en las tierras bajas pueden verse agravadas o incluso causadas por el uso inapropiado de las tierras más altas. En las zonas áridas, el transporte de las partículas del suelo causa un importante daño económico y ecológico y deteriora la salud de millones de personas. No se ha tenido lo suficientemente en cuenta la adecuada evaluación de las interacciones internas y externas del uso de la tierra, que puede desembocar bien en daños, bien en beneficios, en un ámbito tanto global como regional.

Interacciones entre las tierras altas y las bajas

La mayoría de la población de las zonas áridas es muy dependiente de los servicios que ofrece el ecosistema de tierras altas. Las montañas y las tierras altas ofrecen agua a las tierras bajas de los alrededores. Un tercio de la población mundial de las tierras bajas sobrevive gracias al agua que fluye desde las zonas altas. De este modo, los habitantes de las zonas bajas dependen de los habitantes de las zonas altas y montañosas que utilicen los recursos del agua de manera sostenible y preserven los servicios del ecosistema. Los habitantes de las zonas altas proveen o deniegan servicios a las zonas bajas. Por esta razón, la gestión del suelo no es un tema exclusivamente local.

Manejo de cuencas y planificación de la GST

La GST está a menudo más allá de los medios, la responsabilidad y el poder de decisión de los usuarios individuales de la tierra. Una planificación adecuada incluye tanto los elementos de la participación de actores locales como la planificación regional que considera interacciones internas y externas. Esto se aplica particularmente en el manejo de cuencas que puedan involucrar a comunidades distantes entre sí y afectar a su propio plan local del uso de la tierra. Mecanismos reguladores son a menudo necesarios para proteger y recompensar a los usuarios de las tierras afectadas.

La interacción rural y los vínculos entre ámbitos rurales y urbanos

Más del 30% de la población en las zonas áridas vive en centros urbanos; y esta cifra sigue aumentando. Grandes cantidades de bienes fluyen de las zonas rurales a los mercados urbanos incluyendo alimentos, materia prima y combustible. En el proceso, se transporta una enorme cantidad de nutrientes, agua y carbono, los cuales son consecuentemente expulsados de sus ciclos vitales. Por lo tanto, es necesario hacer un gran esfuerzo para contrarrestar los efectos negativos en la fertilidad y productividad del suelo.

Una presa para la acumulación de tierra, Provincia de Shaanxi, China

Esta presa se ha construido en el valle de una cuenca hidrográfica para retardar la escorrentía e incrementar la sedimentación. Esto resulta de la acumulación de suelo fértil y de buena calidad que paulatinamente llena el área de la presa. De este modo, esta tierra se destina a la agricultura intensiva mientras se construye una nueva presa en las proximidades para almacenar agua y sedimentos. El costo de construcción es muy alto, por lo que resulta imprescindible que los gobiernos y las organizaciones locales inviertan en ello. En este caso, los trabajadores de las tierras son los que asumen el costo laboral, sin recompensación, durante la fase de construcción. El resto de costos, los de mantenimiento, son mucho más bajos.



Una presa en la meseta de Loess, en China, almacena los sedimentos hasta que se llena. Esta provisión se utilizará más tarde para el cultivo. Foto: Hanspeter Liniger

Control de cárcavas y protección de cuencas, Bolivia

En el distrito de Cochabamba, la degradación de esta cuenca conduce a la pérdida de tierras de cultivo así como a importantes daños para la ciudad de Cochabamba, debido al desbordamiento de ríos. El tratamiento integrado de cárcavas consiste en el desarrollo de una serie de prácticas muy simples, incluyendo diques de piedra y de madera, zanjas de drenaje y reforestación de las laderas (biotrampas). A través de la reforestación, la mejora de la cobertura vegetal estabiliza el suelo. Además, las medidas aplicadas ayudan a que se produzca una descarga segura de la escorrentía desde las zonas circundantes hasta el valle a través de los barrancos principales. El costo de construcción y mantenimiento (bastante alto) fue asumido por un proyecto de seis años de duración.



Sistemas de control de cárcavas en una cuenca en Bolivia mediante el uso de diversas técnicas de GST. Foto: George Heim.

Álamos para biodrenaje, Kirguistán

El proyecto consistió en la plantación de álamos en una llanura degradada en Kirguistán para hacer frente así al ascenso del nivel freático y la salinización de la tierra en las zonas de regadío. Los álamos –árboles conocidos por ser altamente tolerantes a la extracción de agua y la salinidad- facilitan el biodrenaje. Las raíces absorben inmediatamente los excedentes de agua y el denso follaje de los álamos transpira estos excedentes fácilmente. Gracias a la plantación, el nivel de humedad de las capas de aire más bajas aumenta, lo que hace que se reduzcan los efectos del aire cálido y seco. Esto provoca un microclima favorable para el cultivo y que, de manera simultánea, se alcance el objetivo final de la plantación: obtener madera y leña barata. Si bien el ratio costo/beneficio de esta medida es negativo a corto plazo, se convierte en positivo a largo plazo, lo que resulta en un importante aumento del ingreso de la finca.



Los álamos actúan como un mecanismo natural de drenaje en zonas inundadas con problemas de salinidad. Foto: Hanspeter Liniger

Área cercada para su rehabilitación, Etiopía

El 30% de la tierra de la cuenca del río Bilate está degradada, lo cual se traduce en pobres rendimientos del cultivo y baja producción ganadera. Ante esta situación, se delimitó el área de tierra degradada para su rehabilitación y se impulsó la regeneración natural de la cobertura vegetal por medio de estructuras de captación de agua y de la plantación de arbustos y árboles del tipo fijadora de nitrógeno (multiuso) y de distintos tipos de especies herbáceas locales. El área que se cierra es demarcada y protegida por medio de cercos. La rehabilitación suele conllevar entre siete y diez años. Pasado un año, las especies herbáceas se pueden segar y utilizar para el ganado, lo cual produce un ligero beneficio. La participación activa de los agricultores es muy importante para una aplicación fructífera del método ya que los derechos del uso de la tierra suelen ser traducidos en el acceso abierto a ésta más que en el uso individualizados de la misma.



Áreas cercadas, con medidas adicionales de conservación. Una práctica utilizada en Etiopía para favorecer la rehabilitación y la regeneración de la vegetación, mejorando la productividad de la tierra tras varios años de descanso. Foto: Daniel Danano.

El camino a seguir

La perturbación de los ciclos naturales (del agua, de la biomasa y de los nutrientes) degrada los servicios del ecosistema de manera evidente. Estos trastornos son los responsables de la reducción de la materia orgánica y de los niveles de carbono almacenado en el suelo, de la pérdida de fertilidad del suelo, de la reducción de la producción de biomasa así como de la disminución de los niveles de agua superficial y subterránea. A medio o largo plazo estos efectos se traducen en una notable disminución de la producción agrícola así como en una degradación global del medioambiente (cambio climático, pérdida de hábitats...).

Las prácticas de la agricultura sostenible tienen el potencial suficiente como para invertir esta tendencia y pueden ayudar a mejorar los medios de subsistencia de la población local, reducir el hambre y restaurar los ecosistemas naturales. Las prácticas de GST pueden contribuir significativamente a la mitigación y la adaptación al cambio climático.

Recomendaciones en materia de política y de toma de decisiones

Iniciativas políticas

La inversión en GST y en zonas rurales supone una preocupación local, un interés nacional y una obligación global. Consecuentemente, las principales prioridades deben ser: 1) el aumento de ingresos, la mejora de la seguridad alimentaria y la reducción de la pobreza en el plano local; 2) aliviar el hambre y la malnutrición, reducir la pobreza, proteger el clima, salvaguardar los recursos naturales y los servicios del ecosistema y preservar la herencia cultural en el ámbito nacional y global.

Rentabilidad: La agricultura sostenible debe ser estimulada a través de una mejora de la producción y una reducción de costos. Los beneficios de la producción representan el principal interés de los usuarios de la tierra y tienen consecuencias directas en los medios de subsistencia en la agricultura de subsistencia a pequeña escala.

Minifundios: La explotación de una gran parte de la tierra cultivable -particularmente en áreas con una ecología frágil- está en manos de pequeños agricultores, quienes desempeñan importantes servicios ambientales en el proceso. Sin embargo, por razones económicas y también debido a la falta de conocimiento, el uso de los recursos disponibles se caracteriza en muchas ocasiones por el uso de tecnologías y métodos inapropiados. Resulta imperante, por lo tanto, que estos pequeños propietarios reciban un apoyo mucho más efectivo.

Crear un entorno favorable: Para que el suelo se gestione de manera sostenible y los resultados sean satisfactorios es necesario que se dé un entorno propicio. Las medidas indirectas como la creación de las infraestructuras apropiadas, el acceso a créditos e insumos, la oferta de precios favorables para los productos agrícolas así como ciertos modelos legislativos contribuyen indirectamente al uso sostenible de los recursos naturales. Asegurar los derechos del uso de la tierra es un importante componente que afecta a su conservación: las políticas que mejoran los derechos de los usuarios individuales de la tierra representan un prerrequisito para que se dé una buena GST.

Recompensación para servicios del ecosistema: Los agricultores son un factor clave en el mantenimiento de los ecosistemas terrestres mundiales. Las áreas rurales no sólo necesitan sino que merecen una compensación por los servicios medioambientales que proveen por parte de las regiones más ricas. Esto se podría traducir por ejemplo en: 1) un nuevo sistema según el cual se compense a los usuarios de las tierras altas en cuencas hidrográficas; 2) un mecanismo global para financiar el secuestro de carbono en el suelo o la preservación *in situ* de la biodiversidad agrícola.

Incentivar el conocimiento y la formación

Gestión del conocimiento: Se necesita una inversión en la documentación y valoración de la GST así como en la evaluación de su impacto en los servicios del ecosistema. Todo aquel conocimiento disperso de la GST debe ser identificado, documentado y evaluado a través de un proceso de revisión interactivo y exhaustivo que involucre los esfuerzos conjuntos de los usuarios de la tierra, los especialistas en tecnología aplicada al suelo y los investigadores. Además, resulta imprescindible que se comparta el conocimiento documentado sobre las prácticas de GST entre los usuarios de las tierras y los encargados de formular políticas, etc. para que exista así un conjunto de opciones para la toma de decisiones a todos los niveles.

Investigación: Existe una gran cantidad de prácticas de GST documentadas. Su aplicación práctica y los efectos que éstas producen se han confirmado en muchos casos a escala local. Sin embargo, existe una enorme necesidad de clarificar sus impactos en los distintos contextos así como de adaptarlos y optimizarlos bajo distintas condiciones. Así, es necesario desarrollar nuevas tecnologías adicionales. Un tema de obligado estudio es el rol que juega el suelo en el proceso de cambio climático, entre otras cuestiones.

Concientización y desarrollo de capacidades: Muchos usuarios de recursos, agentes de servicios de formación y extensión agrícola, investigadores y políticos carecen de la información suficiente acerca de las causas, del contexto y de los impactos del uso inapropiado de los recursos. Resulta imperante que se focalicen todos los esfuerzos en incentivar la información y la formación si se quiere que las prácticas de GST supongan un avance importante.

Servicios de extensión y asesoría: Los temas relacionados únicamente con el aumento a corto plazo de la productividad y el rendimiento vienen siendo una frecuente prioridad para la extensión de los servicios. Por otro lado, la asesoría en relación con el uso sostenible de los recursos y con la preservación y el fortalecimiento de los servicios del ecosistema está descuidada. En el futuro, los servicios de formación y extensión agrícola deben difundir más información acerca de las prácticas de GST.

Participation & Planificación

La participación y la implicación de la comunidad: Las prácticas de GST pueden ser más eficientes si todos los actores involucrados (agricultores, agentes de servicios de formación y asesoría agraria, investigadores y encargados de tomar decisiones) participan en los procesos de toma de decisiones (selección, desarrollo, adaptación, planificación y aplicación). La aplicación fructífera de la GST participa siempre de una intensa cooperación entre los miembros de una misma comunidad. La información, la formación y el intercambio de experiencias son piezas claves en cada uno de estos pasos.

Planificación para la gestión sostenible de la tierra: La gestión del suelo no es un tema exclusivamente local. A menudo va más allá de los recursos y de la responsabilidad de los usuarios de la tierra. Los impactos que se dan fuera del propio emplazamiento debido a la gestión inapropiada de la tierra pueden ser graves y deben ser considerados en la planificación y la toma de decisiones a escala local. Resulta importante que se le preste suficiente atención a la planificación regional que abarque grandes áreas (por ejemplo, toda una cuenca), teniendo en cuenta las interacciones que se puedan dar tanto *in-situ* como *ex-situ*.

El mapeo de la degradación y de la conservación es esencial para conocer la extensión y la efectividad de los logros que apoyan la GST. Se trata también de un prerrequisito para que se dé un plan de inversión para la GST apropiado.

Uso multifuncional: El uso multifuncional ayuda considerablemente a reducir el riesgo que supone la desertificación, a promover sinergias que produzcan intercambios económicos y valores ecológicos o sociales y a preservar y reforzar importantes servicios de los ecosistemas.

La GST nos concierne a todos y es mucho más rentable de lo que somos conscientes.

REFERENCIAS

Uso del suelo y servicios del ecosistema

MA (Millennium Ecosystem Assessment). 2005. Ecosystem services and Human Well-Being, Desertification Synthesis, 2005. World Resources Institute, Washington, DC.

Población

Eswaran et al. 2001. Global Desertification Tension Zones. In: Stott et al, (eds). Sustaining the Global Farm.

Alimentación y producción de leña

Nobel et al. 2006. Intensifying Agricultural Sustainability: An Analysis of Impacts and Drivers in the Development of 'Bright Spots'. Colombo, Sri Lanka: Comprehensive Assessment Research Report 13.

Degradación del suelo

Wood, S., K. Sebastian and S. Scherr. 2000. PAGE - Pilot Analysis of Global Agroecosystems. Washington, D.C.: World Resources Institute and International Food Policy Research Institute.

Dregne, H. and M. Kassas. 1991. A New Assessment of the World Status of Desertification. In: Desertification Control Bulletin, 20, 6-18. See also: Dregne, H.E. and N-T. Chou. 1992. Global desertification dimensions and costs.

Pimentel et al. 1995. Environmental and Economic Costs of Soil Erosion and Conservation Benefits. Science, New Series, Vol. 267, No. 5201.

Oldeman, L. R. 1998. Soil degradation: A threat to food security? Report 98/01. Wageningen, The Netherlands: International Soil Reference and Information Centre.

World Resources Institute (WRI). 2000. World Resources 2000-2001: People and Ecosystems: The Fraying Web of Life.

UNEP. 1997. World Atlas of Desertification. Second Edition. Data from GLASOD (Global Assessment of Soil Degradation) by ISRIC, UNEP, FAO (1990).

Stoorvogel et al. 1993. Calculating soil nutrient balances in Africa at different scales. In: Nutrient Cycling in Agroecosystems. Vol. 35, No. 3 / October 1993.

Secuestro de carbono

Lal, R. et al. 2004. Soil Carbon Sequestration Impacts on Global Climate Change and Food Security. Science, Vol. 304, No. 1623.

Agua

WDR [World Development Report]. 2008. Agriculture for development. Washington, D.C. The International Bank for Reconstruction and Development, The World Bank.

Pretty et al. 2006. Resource-conserving Agriculture Increases Yields in Developing Countries. Environmental Science & Technology, Vol. 40, No. 4.

IWMI. 2007. Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture Expert knowledge CDE / WOCAT.

Servicios culturales

UNESCO World Heritage. 2009. <http://whc.unesco.org/>; accessed March 2009.

Darwin Initiative for the Survival of Species. 2009. Final report.

Tecnología y enfoques

WOCAT. 2007. Where the land is greener: case studies and analysis of soil and water conservation initiatives worldwide. Editors: Hanspeter Liniger and William Critchley. Copublished by CTA, FAO and UNEP.

WOCAT. 2009. Database on SLM technologies and SLM approaches.

Publicación: WOCAT (World Overview of Conservation Approaches and Technologies)

CDE (Centre for Development and Environment), University of Berne

Fotos: Hanspeter Liniger (unless acknowledged differently)

Autores: Ernst Gabathuler, Hanspeter Liniger, Christine Hauert, Markus Giger

Editores: Ted Wachs, Marlène Thibault

Maquetación: Simone Kummer

Impresión: Druckerei Varicolor AG, Bern

Financiado por: Swiss Agency for Development and Cooperation


Copyright: CDE, 2009

www.unccd.int
www.wocat.org
www.fao.org
www.isric.org
www.cde.unibe.ch



WOCAT
World Overview of Conservation Approaches and Technologies



 Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Agency for Development
and Cooperation SDC

 **centre for
development and
environment**

