



联合国
粮食及
农业组织

Food and Agriculture
Organization of the
United Nations

Organisation des Nations
Unies pour l'alimentation
et l'agriculture

Продовольственная и
сельскохозяйственная организация
Объединенных Наций

Organización de las
Naciones Unidas para la
Alimentación y la Agricultura

منظمة
الأغذية والزراعة
للأمم المتحدة

COMISIÓN EUROPEA DE AGRICULTURA

39.^a REUNIÓN

Budapest (Hungría), 22 y 23 de septiembre de 2015

Tema 4 del programa

Lucha contra la degradación de la tierra en pro de la seguridad alimentaria y la provisión de servicios ecosistémicos relacionados con el suelo en Europa y Asia central: el Año Internacional de los Suelos (2015)

Resumen

- La degradación del suelo y la tierra supone un desafío fundamental en muchas partes del mundo, como en Europa y Asia central, donde se están desarrollando diversos procesos de degradación. Sin embargo, las repercusiones de la degradación del suelo no son uniformes en toda la región.
- En Europa occidental, los procesos de degradación del suelo tienen importantes repercusiones pero la mayoría de las amenazas para la salud del suelo se han abordado adecuadamente en decenios anteriores mediante la ejecución de medidas de respuesta eficaces (por ejemplo, una legislación estricta) y actividades conjuntas llevadas a cabo por los gobiernos, la Unión Europea y otras partes interesadas.
- En Europa central y oriental (por ejemplo, en Belarús, Moldova y Ucrania), la Federación de Rusia y Turquía, el principal impulsor de la degradación del suelo es la transición económica. Los suelos están sometidos a presiones debido a la rápida intensificación de la agricultura, que conlleva la sobreexplotación de los suelos más fértiles y el abandono de las tierras menos productivas. La erosión del suelo, la pérdida de materia orgánica y la contaminación del suelo constituyen las principales amenazas, que deben abordarse de manera más eficaz.
- En Asia central y el Cáucaso, los principales factores para la degradación del suelo son el crecimiento de la población y el cambio climático. La subregión se enfrenta a graves problemas relacionados con la necesidad de fomentar la producción agrícola, tanto para consumo interno como para exportación, en suelos cada vez más degradados, con recursos hídricos cada vez más limitados y en condiciones climáticas cambiantes. Ejerce una mayor presión sobre los suelos la gestión insostenible de la tierra y los recursos hídricos, agravada

Es posible acceder a este documento utilizando el código de respuesta rápida impreso en esta página. Esta es una iniciativa de la FAO para minimizar su impacto ambiental y promover comunicaciones más verdes.

Pueden consultarse más documentos en el sitio www.fao.org.



mo297

por el aumento de los riesgos de desastres naturales como la sequía. La salinización de los suelos y su erosión debida al agua y el viento son las principales amenazas en esta subregión y requieren inversiones y apoyo técnico específicos para la mejora de las prácticas de ordenación integrada de los recursos naturales a través de actividades conjuntas realizadas por los gobiernos nacionales y las organizaciones internacionales.

- La Alianza mundial sobre los suelos (AMS) está brindando apoyo al proceso orientado a la promoción de la adopción amplia de prácticas de gestión sostenible de suelos mediante una plataforma para la colaboración entre Europa y la subregión de Asia central y el Cáucaso. En el marco de la AMS, la Alianza subregional eurasiática sobre los suelos ha elaborado un Plan de ejecución cuyo objetivo es promocionar una gestión sostenible de los suelos en Eurasia, en especial en Asia central y el Cáucaso, a fin de aumentar la superficie de tierras/suelos gestionada de manera sostenible en el sector agrícola y forestal, de conformidad con el indicador 15.3 propuesto de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) para después de 2015. El Plan de ejecución contribuirá a fomentar la capacidad de los Estados Miembros de adquirir conocimientos en materia de gestión sostenible de suelos a fin de mejorar e incorporar las prácticas de gestión sostenible de suelos en toda la subregión.
- En 2015, el año proclamado por las Naciones Unidas como Año Internacional de los Suelos, la FAO invita a seguir trabajando por detener y revertir las tendencias actuales de la degradación del suelo en los ámbitos regional, nacional y local y por abordar los desafíos interrelacionados de la desertificación, la degradación de la tierra y la sequía en línea con la Estrategia decenal de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CLD) para 2008-2018 a fin de lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible.

Orientación que se solicita

- En su 39.ª reunión, la Comisión Europea de Agricultura (CEA) tal vez desee recomendar a la FAO que refuerce el proceso regional y su apoyo a los Estados Miembros en la lucha contra la degradación de la tierra y el fomento de la gestión sostenible de los suelos en pro de la seguridad alimentaria y la mejora de la resiliencia al cambio climático.
- Tal vez también desee formular recomendaciones para que los Estados Miembros adopten el Plan de ejecución eslabonado quinquenal de la Alianza eurasiática sobre los suelos y aumenten los recursos para la aplicación de las medidas correspondientes en los planos local, nacional y regional.

I. Introducción

1. La degradación de la tierra representa una amenaza cada vez mayor para la seguridad alimentaria y los servicios ecosistémicos en Europa y Asia central. Impulsada por factores biofísicos y socioeconómicos y agravada por los efectos del cambio climático, supone uno de los mayores problemas a los que se enfrentan todos los países de la región. Se debe realizar un gran esfuerzo por mantener la capacidad de la tierra de modo que pueda suministrar bienes y servicios ecosistémicos (por ejemplo, biomasa, salud del suelo, recursos hídricos y biodiversidad) y garantizar sus funciones a sus beneficiarios (Robinson *et al.*, 2013).

2. Se están desarrollando procesos de degradación de la tierra en gran parte de Europa y Asia central. Sin embargo, las tierras áridas son frágiles y particularmente susceptibles a la degradación de la tierra y las repercusiones de esta degradación se sufren sobre todo en las zonas con una incidencia elevada de la pobreza. Durante los últimos 30 años, debido a sus condiciones geográficas y climáticas, agravadas por los efectos del cambio climático y las presiones antropogénicas, los países de Asia

central se han visto gravemente afectados por la desertificación, la degradación de la tierra y la sequía¹ y ha aumentado la preocupación sobre las importantes repercusiones económicas y sociales en la agricultura y los sectores conexos. Se ha informado de que el rendimiento agrícola ha disminuido entre un 20 % y un 30 % en toda la subregión desde la disolución de la Unión Soviética en 1991, lo que provoca pérdidas anuales de producción agrícola. Se ha calculado que solamente las pérdidas producidas por la salinización ascienden a al menos 2 000 millones de USD anuales (alrededor del 5 % del producto interno bruto de la región) (CACILM, 2006).

3. Las causas de la degradación de la tierra son múltiples, complejas y varían según los países. La degradación de la tierra puede estar causada por procesos naturales, si bien las actividades humanas contribuyen en gran medida a la aceleración de estos procesos de degradación debido a la explotación y el deterioro de la base de recursos naturales, es decir, el suelo, la vegetación y los recursos hídricos.

4. Los suelos, que son fundamentales para lograr la seguridad alimentaria y mejorar la resiliencia al cambio climático, están sometidos a una presión cada vez mayor. En el siglo XXI, el empeoramiento de la salud del suelo resulta ser una limitación muy importante para el crecimiento en muchas regiones del mundo, con inclusión de Europa y Asia central. No se ha prestado atención a los suelos a pesar de la intensificación de la presión a la que se enfrentan, por lo que es necesario trabajar conjuntamente por restaurar la productividad del suelo, mantener la capacidad de los sistemas de producción agrícola y garantizar la prestación de servicios ecosistémicos.

5. Con objeto de abordar los desafíos relacionados con el suelo, en el marco de la Alianza mundial sobre los suelos (AMS) se lanzaron en 2013 la Alianza europea sobre los suelos² y la Alianza subregional eurasiática sobre los suelos³ con la finalidad de mejorar la gobernanza regional de los limitados recursos de suelos y promover la gestión sostenible de los suelos. En 2015, el año proclamado por las Naciones Unidas como Año Internacional de los Suelos, la FAO invita a seguir trabajando por detener y revertir las tendencias actuales de la degradación del suelo en los ámbitos regional, nacional y local y por abordar los desafíos interrelacionados de la desertificación, la degradación de la tierra y la sequía en línea con la Estrategia decenal de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CLD) para 2008-2018.

II. Estado de la degradación del suelo en Europa y Asia central

6. Del análisis de los datos existentes sobre la degradación del suelo se desprende que el alcance y la intensidad de los procesos negativos son altos en la región (Nachtergaele *et al.*, 2011). Los suelos sufren sobreexplotación, degradación y pérdidas irreversibles. Además, un estado relativamente bueno de los suelos es el resultado de, bien una densidad baja de la población y una perturbación insignificante del suelo en algunas partes de la región, o bien el efecto compensatorio de las prácticas avanzadas de gestión sostenible de suelos que se llevan a cabo en otras zonas.

¹ Tema 6 del programa, “Hacia una gestión de la sequía basada en los riesgos en Europa y Asia central” (ECA 38/14/4, Bucarest, abril de 2014).

² La Alianza europea sobre los suelos se estableció en Berlín el 31 de octubre de 2013. La Secretaría tiene su sede en Ispra (Italia), en el Centro Común de Investigación de la Comisión Europea.
<http://www.fao.org/globalsoilpartnership/las-alianzas-regionales/europe/es/>.

³ La Alianza eurasiática sobre los suelos se estableció en Moscú del 18 al 20 de noviembre de 2013. La Secretaría tiene su sede en Moscú (Federación de Rusia), en el Centro Euroasiático para la Seguridad Alimentaria:

<http://www.fao.org/globalsoilpartnership/las-alianzas-regionales/europe/es/> y <http://ecfs.msu.ru/ru/epp/epp.php>.

7. Europa y Asia central se caracterizan por suelos y procesos de degradación diversos. **Europa occidental**⁴ se caracteriza por un buen cuidado del suelo, si bien este se presta en distinto grado a lo largo de la subregión, y la estrategia se ha orientado a controlar que la agricultura intensiva se desarrolle de un modo y en una extensión razonables. **Europa oriental**⁵, **la Federación de Rusia y Turquía** se caracterizan por una intensificación rápida de la agricultura, que conlleva la sobreexplotación de los suelos más fértiles y el abandono de las tierras menos productivas. Por último, en **Asia central y el Cáucaso**⁶, el alcance y la gravedad de la degradación del suelo son los más elevados debido a las condiciones naturales, agravadas por las repercusiones del cambio climático y las presiones antropogénicas; además, las inversiones siguen siendo demasiado limitadas para detener y revertir las tendencias negativas de la degradación del suelo.

8. En **Europa occidental**, las principales presiones que se deben mencionar son **la expansión urbana, el uso abusivo de los terrenos agrícolas, el desarrollo industrial y el aumento del tráfico**. El desarrollo urbano representa una gran amenaza para los suelos, que tiene como consecuencia la pérdida de suelo productivo debida a la ocupación de tierras y la obturación del suelo. Aproximadamente el 75 % de la población europea vive en zonas urbanas y se prevé que este porcentaje ascienda al 80 % para 2020 (Gardi *et al.*, 2012). Se calculó que las repercusiones de esta ocupación de tierras en las capacidades de producción del sector agrícola para el período de 1990-2006 en 19 de los 21 Estados equivaldrían a una pérdida de más de seis millones de toneladas de trigo (Gardi *et al.*, 2012).

9. Actualmente en Europa occidental **la presión de las actividades agrícolas en los suelos** es principalmente consecuencia de **la labranza intensiva, el uso de maquinaria agrícola pesada, y el uso abusivo de fertilizantes de nitrógeno (N) y fósforo (P), cuyo resultado es la erosión del suelo, la pérdida de materia orgánica del suelo, la compactación y la contaminación del agua**. La labranza provoca la erosión del suelo por el agua y el viento y estimula la pulverización y aeración del suelo que conduce a la oxidación de su materia orgánica. De acuerdo con un informe reciente (Jones *et al.*, 2011), se calcula que en la década de 1990 la erosión hídrica afectó a 105 millones de hectáreas (el 16 % de la superficie total de Europa occidental) y la erosión eólica a 42 millones de hectáreas (el 6,4 %). Aproximadamente el 45 % de los suelos de Europa occidental tiene un contenido de materia orgánica en el suelo bajo o muy bajo (0-2 % de carbono orgánico). Existen varios factores responsables de la disminución generalizada de la materia orgánica del suelo: la transformación de la vegetación natural en tierra arable; la labranza y el labrado profundo de los suelos arables; el drenaje de suelos húmidos; el uso de fertilizantes; la rotación de cultivos con una reducción del porcentaje de gramíneas; la erosión del suelo, y los incendios incontrolados (Kibblewhite *et al.*, 2005). La materia orgánica del suelo también influye en la resiliencia al cambio climático. Se calcula que los suelos de los Estados miembros de la UE-27 almacenan entre 73 000 millones y 79 000 millones de toneladas de carbono, lo que equivale a casi 50 veces el total de emisiones anuales de gases de efecto invernadero de estos Estados. La producción agrícola intensiva y continua puede provocar una disminución de la materia orgánica del suelo. En 2009, la tierra de cultivo europea emitió un promedio de 0,45 toneladas de CO² por hectárea (AEMA, 2011). Alrededor del 50 % de la reserva orgánica del suelo en la UE-27 se encuentra en las turberas y los suelos forestales de Finlandia, el Reino Unido y Suecia (Schils *et al.*, 2008). Si bien no se cuenta con un inventario exhaustivo armonizado de las reservas de turbas, en el informe CLIMSOIL se calcula que más del 20 % (65 000 km²) de todas las turberas se han drenado para fines agrícolas, el 28 % (casi 90 000 km²) para el sector forestal y el 0,7 % (2 273 km²) para la extracción de turba.

⁴ Europa occidental comprende los 28 Estados miembros de la Unión Europea (UE) y los países situados en el mismo marco geográfico (Estados no miembros de la Unión Europea como Noruega, Serbia, Suiza, etc.).

⁵ Europa oriental incluye Belarús, Moldova y Ucrania.

⁶ Asia central incluye Kazajistán, Kirguistán, Tayikistán, Turkmenistán y Uzbekistán y el Cáucaso engloba Armenia, Azerbaiyán y Georgia.

10. La compactación puede estar ocasionada por el uso de maquinaria pesada en la agricultura. Esta reduce la capacidad del suelo de almacenar y conducir el agua, hace que el suelo sea menos permeable para las raíces de las plantas y aumenta el riesgo de que se produzcan pérdidas de suelo como consecuencia de la erosión hídrica. Más del 30 % del subsuelo europeo tiene una vulnerabilidad alta o muy alta a la compactación (Jones *et al.*, 2011). Se sabe que la compactación del suelo reduce su productividad y aumenta el costo de la labranza.

11. El uso abusivo de fertilizantes provoca una acumulación excesiva de nitrógeno y fósforo en los suelos (Grizzetti *et al.*, 2007) y la lixiviación de nitratos a los suministros hídricos. En situaciones extremas, los excedentes de nitrógeno en el suelo pueden llegar a los 300 kg N ha⁻¹ (AEMA, 2010). Las estimaciones muestran que el 15 % de las tierras de la UE-27 registra excedentes superiores a los 40 kg N ha⁻¹. Sin embargo, los Estados de la Unión Europea cuentan con medidas legislativas estrictas para el control de la contaminación del agua debida a la lixiviación de fertilizantes a fin de evitar repercusiones negativas en la salud humana.

12. La presión que ejerce el desarrollo industrial y el aumento del tráfico, además de la ocupación de tierras para la expansión urbana y la infraestructura, provoca la contaminación y la acidificación de suelos. La contaminación local de los suelos de Europa se asocia a actividades industriales, la eliminación inadecuada de residuos, la industria extractiva, actividades militares o accidentes. El número de lugares en que se han llevado a cabo actividades potencialmente contaminantes se sitúa actualmente en 3 millones y se prevé que la tendencia sea aumentar si no se examina la legislación (Jones *et al.*, 2011; AEMA, 2014). La contaminación difusa de los suelos a través de la deposición de metales pesados procedentes de emisiones industriales también plantea una amenaza específica a los suelos en Europa que abarca zonas muy amplias.

13. Si bien existen muchas amenazas a los suelos en Europa occidental, la mayoría de ellas se han abordado adecuadamente en decenios anteriores mediante la aplicación de medidas de respuesta eficaces. La tendencia del control de la erosión del suelo es positiva gracias a que la promoción de la gestión sostenible de los suelos está dando sus frutos (Jones *et al.*, 2011). Existen algunos indicios de los avances realizados en la recuperación de los lugares contaminados, si bien se progresa lentamente. En los últimos años, se ha trabajado en aproximadamente 17 000 lugares contaminados y muchas plantas industriales han modificado sus procesos de producción con miras a generar menos residuos. Además, la mayoría de los países cuenta actualmente con legislación para el control de los desechos industriales y la prevención de accidentes. La situación de la acidificación del suelo también parece mejorar gracias a la legislación eficaz (AEMA, 2010a).

14. **En Europa oriental, la Federación de Rusia y Turquía**, el principal impulsor de la degradación del suelo es la **transición económica**. Los suelos están sometidos a presiones debido a **la rápida intensificación de la agricultura**, que conlleva **la sobreexplotación de los suelos más fértiles** y **el abandono de las tierras menos productivas**. **La contaminación ambiental**, con los productos procedentes de la industria, la minería y la extracción de petróleo, también ejerce una gran presión.

15. La intensificación de la producción agrícola y la sobreexplotación de los suelos tienen como consecuencia el aumento de los niveles de erosión del suelo, la pérdida de materia orgánica y la compactación. En la Federación de Rusia el 26 % de la superficie destinada a la agricultura (51 millones de hectáreas) se ve afectada por la erosión hídrica de grado medio y alto (Ministerio de Recursos Naturales, 2006). En Ucrania alrededor de un tercio de los terrenos agrícolas (14,4 millones de hectáreas) sufre erosión hídrica y eólica. En Moldova la erosión hídrica afecta a un tercio de la superficie de tierra arable (840 000 hectáreas) (Leah, 2012). En Belarús aproximadamente el 10 % del territorio del país se ve afectado por la erosión hídrica (467 000 hectáreas) y la erosión eólica (89 000 hectáreas). En Turquía influye en el 79 % de la superficie total del país la erosión (61,3 millones de hectáreas) relacionada con el hecho de que el 80 % de los suelos se encuentran en pendientes con una inclinación superior a 15° y la erosión eólica se produce en unas 500 000 hectáreas (Senor y Bayramin, 2013). Observaciones a largo plazo indicaron que la erosión del suelo redujo en promedio el rendimiento de los cultivos de leguminosas en un 15 %, el de trigo en un 32 %, el de

patata (papas) en un 45 % y el de gramíneas en un 25 % (Comité Estatal de la Federación de Rusia sobre Recursos de Tierras y Ordenación del Territorio, 1999).

16. En la Federación de Rusia más de 56 millones de hectáreas de suelos destinados a la agricultura se caracterizan por la pérdida de materia orgánica (Shoba *et al.*, 2010). En Ucrania la cifra es de 18,4 millones de hectáreas (Laktionova *et al.*, 2010) y en Moldova de más de 1 millón de hectáreas (Leah, 2012). Se ha informado de que alrededor del 70 % de los suelos agrícolas de Turquía tiene niveles de carbono orgánico inferiores a los de los suelos naturales (Senol y Bayramin, 2013). La degradación de los suelos orgánicos es especialmente acusada en Belarús, donde unas 190 000 hectáreas de suelos humíferos están muy degradados.

17. El área de suelos contaminados por sales en la Federación de Rusia es de 54 millones de hectáreas o el 3,3 % de la superficie total del país y en Ucrania de unos 4 millones de hectáreas o el 6,6 % del territorio nacional (Novikova, 2009). La distribución de las tierras arables afectadas por sales en Turquía es la siguiente: 60 % ligeramente salina, 19,6 % salina, 0,4 % alcalina y 8 % salino-alcalina respectivamente (Senol y Bayramin, 2013). La mayoría de estos suelos tienen un nivel de salinidad por naturaleza elevado, aunque alrededor del 30 % se debe a prácticas de riego inadecuadas⁷.

18. Una respuesta habitual a la degradación de la tierra (incluida la salinización del suelo) en algunas regiones de la Federación de Rusia y de Ucrania es abandonar las tierras estériles y trasladarse a los suelos más productivos. A través de esta medida se mantiene la producción del cultivo comercial a la vez que se hace posible el restablecimiento de los recursos naturales y las funciones ecosistémicas. Sin embargo, el abandono de la tierra tiene repercusiones sociales en las zonas rurales, por lo que los gobiernos deben considerar la aplicación de sistemas de subsistencia alternativos cuando sea posible.

19. Si bien la producción industrial del territorio postsoviético experimentó una fuerte disminución debido a su baja competitividad, algunas industrias contaminantes como la metalurgia y la encargada de la producción de equipos pesados y fertilizantes sobrevivieron e incluso crecieron. La industria extractiva y la extracción de petróleo también afectan a amplias zonas, en especial en la Federación de Rusia. En todos los países se han brindado respuestas a la amenaza de la contaminación del suelo a través de la mejora de la legislación, que obliga a las empresas responsables de la contaminación a encargarse de una costosa recuperación de suelos.

20. La situación de los recursos de suelos en **Asia central y el Cáucaso** es la peor debido a las condiciones biofísicas de la región, como la topografía montañosa y el clima árido. Los principales factores de la degradación del suelo son **el crecimiento de la población y el cambio climático** (aridización). En los últimos 50 años se ha triplicado la población de cinco países de Asia central: actualmente se calcula que asciende a 66,4 millones y se considera que alrededor del 60 % de la población depende de la agricultura como medio de subsistencia (FAO, 2013a). La región de Asia central se enfrenta a graves problemas relacionados con la necesidad de fomentar la producción agrícola, tanto para uso interno como para exportación, en suelos cada vez más degradados y con recursos hídricos cada vez más limitados (Kienzler *et al.*, 2012). Además, las previsiones relativas al cambio climático en la región indican una mayor aridización que aumentaría sin duda el riesgo de sequía y tendría repercusiones en los medios de vida rurales (FAO, 2009, 2013a, 2013b). Una catástrofe que padece la subregión de Asia central es la sequedad del mar de Aral, que afecta al clima regional, contribuye a que el viento transporte la sal a lo largo de la región y provoca la emigración humana de las zonas que antiguamente se encontraban a orillas del lago, lo que aumenta la presión en otras partes de Asia central.

21. La degradación del suelo puede atribuirse en gran medida a la explotación y el deterioro de los recursos naturales como consecuencia de las actividades humanas, y se ve agravada por el aumento de la frecuencia y gravedad de los desastres relacionados con el clima (por ejemplo, las sequías, las inundaciones y los corrimientos de tierras). Los suelos de la región están sometidos a presiones debido principalmente a **la gestión insostenible de la tierra y los recursos hídricos**, en particular a través del riego ineficaz y las prácticas agrícolas insostenibles (por ejemplo, el monocultivo de algodón, el

⁷ http://www.fao.org/NR/WATER/AQUASTAT/countries_regions/TUR/indexesp.stm.

uso inadecuado de fertilizantes, el cuidado insuficiente del suelo, el sobrepastoreo de los pastizales, etc.), que provocan **la erosión del suelo, la pérdida de materia orgánica, el agotamiento de nutrientes y la salinización secundaria.**

22. La gestión insostenible de los suelos en Asia central y el Cáucaso está estrechamente relacionada con la escasa inversión realizada en prevención de la degradación del suelo y recuperación de la tierra degradada como consecuencia de un modelo de tenencia de la tierra de pequeños agricultores, una mala coordinación intersectorial, una capacidad limitada de las instituciones nacionales para la planificación y mejora de tecnologías agrícolas sostenibles y una integración insuficiente de la resiliencia en las políticas y la toma de decisiones. Las administraciones regionales tienen poca experiencia en el diseño y la ejecución de iniciativas de uso de la tierra inteligentes en función del clima y una experiencia incluso menor en relación con la adopción de mecanismos para la mejora del acceso de las mujeres a los conocimientos, recursos y servicios orientados al fomento de la salud del suelo, a pesar de la feminización de la agricultura en las zonas rurales derivada de la emigración de los hombres.

23. Hasta cierto punto la erosión es un proceso natural de las zonas montañosas de la subregión; sin embargo, su ritmo, alcance y gravedad están aumentando debido a una gestión de suelos deficiente. Los suelos erosionados del Cáucaso abarcan entre el 35 % y el 43 % del total de terrenos agrícolas. En Asia central, el área total afectada por la erosión hídrica supera los 30 millones de hectáreas y la ocasionada por la erosión eólica unos 67 millones de hectáreas; en Uzbekistán hasta el 80 % de los terrenos agrícolas está afectado por la erosión por efecto del agua, y en Tayikistán entre el 60 % y el 97 % según diferentes fuentes (CACILM, 2006).

24. El cultivo de tierras vírgenes en Kazajistán ha provocado la pérdida de aproximadamente 570 millones de toneladas de carbono de los suelos, una parte importante de los cuales ha sido transportada por la erosión eólica. Existen muchas posibilidades de almacenar el carbono a través de la conversión a una agricultura de conservación, la eliminación del barbecho de verano y el cultivo de forraje o abono verde, y las tasas pueden llegar a situarse entre 100 y 200 kg ha⁻¹ año⁻¹ en los suelos de textura gruesa de regiones semiáridas y entre 150 y 300 kg ha⁻¹ año⁻¹ en los suelos de textura fina de las regiones subhúmedas. El potencial de retención del carbono del suelo en Asia central es de 10 a 22 teragramos (Tg) de carbono (C) al año (16±8 Tg C año⁻¹) durante 50 años, lo que representa el 20 % de las emisiones de CO₂ emanadas de la quema de combustibles fósiles (Lal, 2004).

25. Los suelos salinos y sódicos se han extendido en la subregión de Asia central y el Cáucaso, en particular en Asia central, donde entre el 40 % y el 80 % de las tierras de regadío están contaminadas por sales, anegadas o ambas cosas (FAO, 2015b) tal como se muestra en la Figura 1. La superficie de suelos salinos de Kazajistán (incluidos solonetz, suelos alcalinos y conjuntos de otro tipo de suelos) es de 111,55 millones de hectáreas, o el 41 % del territorio nacional (Borovskii, 1982). Sin embargo, la mayor parte de esta zona tiene salinidad natural debido a la presencia de sedimentos marinos. La superficie de suelos afectados por sales en Uzbekistán es de 20,8 millones de hectáreas, o el 46,5 % del territorio del país (Kuziev y Sektimenko, 2009). La capa freática es inferior a 2 metros en aproximadamente un tercio de las tierras de riego de Uzbekistán y el 51 % de las tierras de riego se ve afectado por la salinidad excesiva del suelo (FAO, 2013a). Los suelos afectados por sales también están distribuidos ampliamente en Turkmenistán y abarcan 14,1 millones de hectáreas o el 28,7 % de la superficie total del país (Pankova, 1992); este tipo de suelo se concentra en la parte occidental, cerca del mar Caspio. Hasta el 68 % de la superficie total de suelos irrigados en Turkmenistán está afectado por una salinidad excesiva (FAO, 2013a). Se calcula que la superficie de suelos contaminados por sales en Azerbaiyán es de 510 000 hectáreas o el 5,9 % del territorio (Ismiylov, 2013). Alrededor del 45 % de suelos irrigados de Azerbaiyán son salinos (Aquatat, 2012).

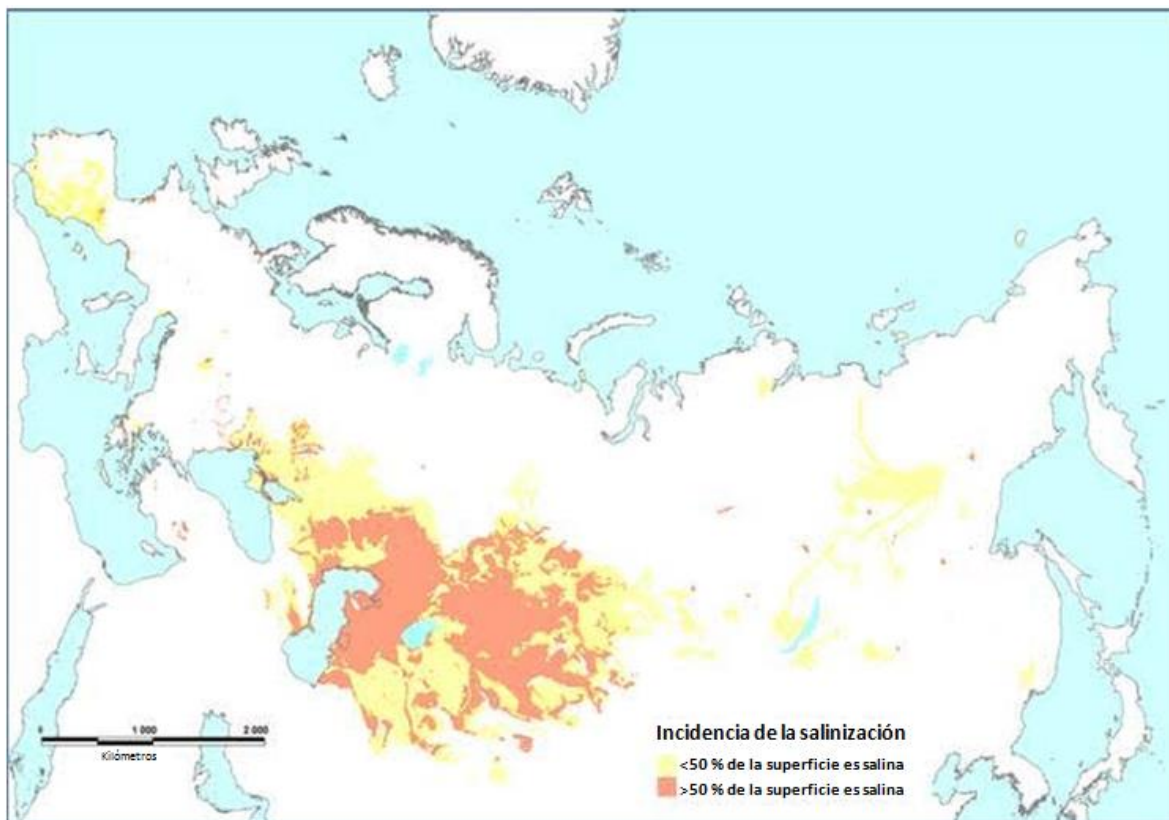


Figura 1. Distribución de los suelos afectados por sales en Europa y Asia central (FAO, 2015b)

26. Los usuarios de las tierras, las autoridades locales y los gobiernos han respondido con un conjunto completo de medidas normativas, jurídicas, institucionales, económicas y técnicas. En el contexto de la CLD, se elaboró durante el período 2006-2010 un programa de acción subregional para la lucha contra la desertificación (SRAP/CD, 2003) y se puso en marcha un programa decenal para varios países titulado “Iniciativa de los países de Asia central sobre la ordenación de la tierra” (CACILM1). Reconociendo la importancia y pertinencia de este programa para la lucha contra la degradación de la tierra, los Gobiernos de los países de Asia central y de Turquía acordaron comprometerse a brindar apoyo en la siguiente fase prestando especial atención a la gestión de la salinidad y la preparación frente a la sequía y teniendo en cuenta sus enormes repercusiones ambientales, sociales y económicas. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos de los gobiernos nacionales y los donantes internacionales, la movilización de recursos financieros para la mejora de la gestión sostenible de los suelos sigue siendo una prioridad. Las prácticas más adecuadas —como el cultivo con una labranza mínima o sin labranza, la estabilización de las arenas movedizas, la diversificación de cultivos, el ahorro del agua, la mejora de los pastizales, etc.—, demostradas a escala local en explotaciones piloto o experimentales, deben difundirse y adoptarse más ampliamente con miras a reducir la tasa de degradación de suelos en la subregión.

III. Hacia una gestión sostenible de los suelos en Europa y Asia central

A. El papel de la FAO

27. En virtud del Marco estratégico revisado para 2010-19, la FAO está reforzando su papel al contribuir a “aumentar y mejorar el suministro de bienes y servicios procedentes de la agricultura, la actividad forestal y la pesca de una manera sostenible” (Objetivo estratégico 2) con miras a ayudar a que las personas más vulnerables del mundo puedan alcanzar la seguridad alimentaria y nutricional;

para ello, aplica un enfoque programático e interdisciplinario. Como se establece en el Marco estratégico, la Organización está incrementando el apoyo que presta a sus Estados Miembros con el objetivo de mejorar la gobernanza de los limitados recursos de suelos y promover una gestión sostenible de los suelos en los planos local, nacional, regional y mundial en función de las necesidades y prioridades específicas de los países.

28. En este contexto, la FAO puso en marcha la Alianza mundial sobre los suelos (AMS) en 2012 prosiguiendo en su empeño constante de promover la causa de los suelos e impulsar la adopción de medidas en todo el mundo. La Alianza está brindando apoyo al proceso de fomento de una adopción amplia de prácticas de gestión sostenible de suelos abordando cinco pilares para los que la Asamblea Plenaria de la AMS ha elaborado y aprobado planes de acción. En el marco de esta importante iniciativa mundial, se pusieron en marcha la Alianza europea sobre los suelos y la Alianza subregional eurasiática sobre los suelos en 2013, que debían desempeñar una función fundamental en el avance hacia la adopción de medidas concretas a través del “Plan de ejecución regional” (sírvase consultar el Recuadro 2) y para cuya ejecución se están movilizando recursos extrapresupuestarios (por ejemplo, la contribución de la Federación de Rusia).

Recuadro 2. Plan de ejecución de la Alianza eurasiática sobre los suelos

El Plan de ejecución de la Alianza eurasiática sobre los suelos fue aprobado en la reunión plenaria de los centros coordinadores de la AMS celebrada en Izmir (Turquía) del 16 al 18 de junio de 2015.

Se ha destacado de manera unánime que el objetivo del Plan de ejecución es **promocionar una gestión sostenible de los suelos en Eurasia**, en especial en Asia central y el Cáucaso, **a fin de aumentar la superficie de tierra gestionada de manera sostenible en el sector agrícola y forestal**, de conformidad con el indicador 15.3 propuesto de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) para después de 2015.

El Plan de ejecución contribuirá a mejorar la capacidad de los Estados Miembros de adquirir conocimientos en materia de gestión sostenible de suelos en pro de la mejora e incorporación de las prácticas de gestión sostenible de suelos.

Se pondrá en marcha el Plan a través de las medidas siguientes:

- El aumento de la sensibilización de los encargados de adoptar políticas, los directores y el público general sobre la importancia de los recursos de suelos y su utilización sostenible para el desarrollo sostenible.
- El fortalecimiento de las capacidades de las instituciones nacionales para la prestación de servicios de asesoramiento sobre gestión sostenible de la tierra y protección/restablecimiento de los recursos naturales.
- La mejora de los conocimientos y las aptitudes de un amplio grupo de partes interesadas a todos los niveles a través de la capacitación y la educación (de la escuela secundaria al perfeccionamiento profesional continuo).
- La promoción de la investigación edafológica focalizada, orientada sobre todo al control de la salinidad y la erosión del suelo, y la creación de una plataforma regional sobre **agricultura inteligente**.
- La elaboración de un sistema de información sobre suelos (Omuto *et al.*, 2013) y una base de datos armonizada de mejores prácticas en materia de gestión sostenible de los suelos.
- La armonización de los enfoques de los análisis, la clasificación y la gestión de datos sobre suelos.

29. En 2015, el año proclamado por las Naciones Unidas como Año Internacional de los Suelos, la FAO invita a seguir trabajando por detener y revertir las tendencias actuales de la degradación del suelo en los ámbitos mundial, regional, nacional y local y por abordar los desafíos interrelacionados de la desertificación, la degradación de la tierra y la sequía en línea con la Estrategia decenal de la CLD (2008-2018) de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en el marco del proceso para después de 2015

con la siguiente meta propuesta: “Aumentar en un 30 % el área de tierras de cultivos y bosques bajo gestión sostenible para el año 2030”.

30. En Europa y Asia central, la FAO seguirá respondiendo a las solicitudes de los gobiernos de ayudar a luchar contra la degradación de la tierra y continuará contribuyendo a la adaptación al cambio climático y la mitigación de sus efectos, en estrecha consulta con las partes interesadas y las organizaciones asociadas, como instituciones financieras internacionales, centros del Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional, organismos de las Naciones Unidas, la UE y organizaciones interestatales. En el marco de la sexta reposición de recursos del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM), la Organización brinda actualmente apoyo a los Gobiernos de los países de Asia central y de Turquía para la mejora de la ordenación integrada de los recursos naturales en paisajes de producción agrícola, prestando especial atención al control de la salinidad y a la preparación frente a la sequía (CACILM-2).

31. La FAO y otros asociados internacionales han estado fomentando un marco mundial para la evaluación de la degradación de la tierra y la gestión sostenible de la tierra a diferentes escalas que pueda servir como referencia y ayude a los países a adoptar decisiones fundamentadas al orientar las inversiones y planificar las intervenciones en pro de un desarrollo agrícola eficiente, equitativo y sostenible (FAO, 2013b). Aunque supone una tarea a largo plazo el hecho de elaborar una base sólida sobre la situación y las tendencias, así como de entender las causas, presiones y repercusiones de la degradación de la tierra y la eficacia de las medidas de respuesta, debemos seguir avanzando en esta dirección como paso importante hacia los ODS para después de 2015. Gracias a estas evaluaciones en los países y a los datos procedentes de las investigaciones nacionales estamos empezando a obtener algunas respuestas sobre el estado y las tendencias de la degradación de la tierra: **dónde** se produce la degradación de la tierra, **qué repercusiones** tiene en la población, **cómo** se puede mejorar la situación y cuáles son **los costos de adoptar medidas o no hacerlo** para el gobierno y los usuarios de las tierras. Sin embargo, la escasez de conocimientos basados en hechos comprobados sobre los costos y beneficios de las tecnologías innovadoras no solo en el ámbito de las explotaciones agrícolas sino entre territorios y sistemas de producción hace que sea difícil convencer a los responsables de formular políticas sobre la importancia de diseñar instrumentos normativos eficientes y de invertir en la prevención de la degradación del suelo y la recuperación de los suelos degradados.

32. La región de Europa y Asia central es única en términos de diversidad de condiciones biofísicas y contextos socioculturales, así como de contrastes en desarrollo económico. Esta diversidad plantea un desafío para la región, ya que resulta muy complicado proponer una sola estrategia para luchar contra la degradación del suelo en todo el territorio. En cambio, deben aplicarse diversas estrategias flexibles para hacer frente al empeoramiento de la salud del suelo en diferentes partes de la región y para compartir las experiencias a fin de adaptar las medidas eficaces a otros contextos. El impulso actual que ya ha adquirido la región para el fomento de la gestión sostenible de los suelos a través de la Alianza europea sobre los suelos y la Alianza eurasiática sobre los suelos brinda una oportunidad única para el intercambio de experiencias y conocimientos sobre la ordenación de los recursos de suelos, el establecimiento de vínculos con otros sectores con miras a la mejora de la coordinación intersectorial, y el fomento de la acción conjunta por parte de todos los gobiernos, el sector privado, los centros académicos y de investigación y las organizaciones de la sociedad civil.

B. Recomendaciones dirigidas a los gobiernos

33. La CEA, en su 39.^a reunión, tal vez desee recomendar que los países:

- se comprometan a aumentar la superficie de tierras/suelos gestionada de manera sostenible en el sector agrícola y forestal, de conformidad con el indicador 15.3 propuesto de los ODS para después de 2015, mediante la movilización de apoyo normativo, institucional, técnico y financiero adecuados para tal fin, así como de coaliciones con asociados internacionales y regionales en el desarrollo;

- adopten el Plan de ejecución eslabonado quinquenal de la Alianza eurasiática sobre los suelos como medio para la promoción de una asimilación amplia de la gestión sostenible de los suelos y la recuperación de los suelos degradados en Eurasia y brinden apoyo al establecimiento de una Comisión Eurasiática sobre los Suelos con arreglo a la Constitución de la FAO;
- compartan los datos históricos y los más recientes sobre el estado y las tendencias de los suelos (tanto los aspectos negativos como los positivos) a fin de consolidar las políticas, las estrategias de intervención y las inversiones en la región;
- faciliten un proceso de planificación e inversión participativo entre múltiples sectores y partes interesadas en todos los niveles encaminado a la lucha contra la degradación del suelo y la mejora de la resiliencia al cambio climático;
- refuercen la colaboración entre diversos países (como la cooperación Sur-Sur) de la región con miras a fomentar la capacidad de los países de Asia central y el Cáucaso de mejorar y adoptar prácticas en materia de gestión sostenible de los suelos, como por ejemplo la elaboración de un sistema de información sobre suelos y una base de datos armonizada de mejores prácticas para su uso por parte de la región.

C. Recomendaciones dirigidas a la FAO

34. La CEA, en su 39.ª reunión, tal vez desee formular recomendaciones para que la FAO y otras organizaciones:

- respalden los programas de desarrollo de la capacidad nacionales y multinacionales para la mejora de las políticas, las prácticas y los incentivos a fin de aplicar una gestión coordinada e integrada del suelo, el agua, los bosques y los recursos biológicos, en particular en Asia central y el Cáucaso, como medio para mantener y mejorar tanto la productividad de los terrenos de producción agrícola como los beneficios sociales y ambientales conexos;
- presten apoyo a las instituciones o plataformas de asociación nacionales y subregionales para prevenir la degradación del suelo y recuperar los suelos degradados, centrando la atención especialmente en Asia central, en consonancia con los recursos ya disponibles y los recursos extrapresupuestarios que puedan ponerse a disposición;
- fomenten y respalden la colaboración y el intercambio de experiencias y conocimientos entre diversos países, en particular sobre mejores prácticas en la gestión sostenible de la tierra en contextos específicos y para mejorar los conocimientos basados en hechos comprobados sobre los costos de la degradación de la tierra y los valores o las repercusiones (tanto directos como indirectos) de la prevención o mitigación de la salinización del suelo, la pérdida de materia orgánica del suelo y su erosión;
- brinden apoyo a la cooperación regional a través de la Alianza regional europea sobre los suelos y la Alianza subregional eurasiática sobre los suelos fomentando, supervisando y revisando el estado y desarrollo de estas asociaciones, proporcionando asesoramiento y prestando apoyo técnico por conducto de la Secretaría de la AMS;
- ayuden a los gobiernos a evaluar el potencial de los suelos para la seguridad alimentaria y la mejora de la resiliencia al cambio climático, con inclusión de mecanismos para la adopción amplia de prácticas agrícolas inteligentes en función del clima y sistemas de producción integrados que hagan un uso más eficiente de los recursos y mejoren la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.

Referencias

- Borovskii, V. M. (1982). Formation of saline soils and haologeochemical regions of Kazakhstan. Nauka publ., Alma-Ata. 256 págs. (en ruso)
- Iniciativa de los países de Asia central sobre la ordenación de la tierra (CACILM) (2006). CACILM Multicountry Partnership Framework Project Document. Banco Asiático de Desarrollo. 70 págs.
- Comisión Europea (CE) (2002). Directiva del Consejo 91/676/CEE relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados en la agricultura. Resumen del año 2000. Comisión Europea, Bruselas.
- Agencia Europea del Medio Ambiente (AEMA) (2010). The European Environment State and Outlook 2010: Freshwater Quality. Agencia Europea del Medio Ambiente, Copenhague.
- Agencia Europea del Medio Ambiente (AEMA) (2010b). The European environment — state and outlook 2010: air pollution. Agencia Europea del Medio Ambiente, Copenhague.
- Agencia Europea del Medio Ambiente (AEMA) (2011). EEA Annual Report 2010 and Environmental Statement 2011. Agencia Europea del Medio Ambiente, Copenhague.
- Agencia Europea del Medio Ambiente (AEMA) (2014). Progress in Management of Contaminated Sites, 2014. Agencia Europea del Medio Ambiente, Copenhague.
- Agencia Europea del Medio Ambiente (AEMA) (2009). Degree of soil sealing 100 m — EEA Fast Track Service Precursor on Land Monitoring. ETC/LUSI. Agencia Europea del Medio Ambiente.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2005). Sub-Regional Central Asia Workshop on National-Level Criteria and Indicators for Sustainable Forest Management. Bishkek (Kirguistán), 24-27 de agosto de 2004 / FAO, Roma (Italia). Departamento Forestal, 66 págs.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2009). Regional Workshop on the 1995 FAO Code of Conduct for Responsible Fisheries in the Central Asian Region, Taskent (Uzbekistán), 8-10 de abril de 2008, FAO, Informe de Pesca y Acuicultura n.º 866. FAO, Roma. 82 págs.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2013a). Irrigation in Central Asia in figures (AQUASTAT Survey – 2012), ed. K. Frenken. FAO, Roma.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2013b). Land degradation assessment in drylands. Methodology and results. FAO, Roma. 56 págs.
- Food and Agricultural Organization (FAO) (2015a). Carta Mundial de los Suelos. FAO, Roma.
- Food and Agricultural Organization (FAO) (2015b). Informe sobre el estado de los recursos de suelos en el mundo. FAO, Roma.
- Gardi, C., Panagos, P., Van Liedekerke, M., Bosco, C., De Brogniez, D. (2015). Land take and food security: assessment of land take on the agricultural production in Europe. *Journal of Environmental Planning and Management* 58: 898-912.
- Grizzetti B., Bouraoui F., Aloe A. (2007). Spatialised European Nutrient Balance. Instituto de Medio Ambiente y Sostenibilidad. EUR 22692 EN.
- Ismayilov A. (2013). Soil Resources of Azerbaijan. Págs.16-36. En: “Soil Resources of Mediterranean and Caucasus Countries”, Y. Yigini, P. Panagos, y L. Montanarella, (eds.). Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas, Luxemburgo.
- Jones A., Panagos P., Barcelo S., Bouraoui F., Bosco C., Dewitte O., Gardi C., Erhard M., Hervás J., Hiederer R., Jeffery S., Lükewille A., Marmo L., Montanarella L., Olazábal C., Petersen J.-E., Penizek V., Strassburger T., Tóth G., Van Den Eeckhaut M., Van Liedekerke M., Verheijen F., Viestova E.,

- Yigini Y. (2011). The state of soil in Europe. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones de la Unión Europea. 71 págs.
- Kibblewhite, M., Jones, R. J. A., Baritz, R., Huber, S., Arrouays, D., Michéli, E., Dufour, M. J. D. (2005). ENVASSO. Environmental assessment of soil for monitoring. En: EC desertification meeting.
- Kienzler, K. M., J. P. A. Lamers, A. McDonald, A. Mirzabaev, N. Ibragimov, O. Egamberdiev, E. Ruzibaev, A. Akramkhanov (2012). Conservation agriculture in Central Asia—What do we know and where do we go from here? *Field Crops Research*, 132: 95-105.
- Laktionova T. M., Medvedev V. V., Savchenko K. V., Bihun O.M., Shejko S. M., Nakisko S. G. (2010). Structure and the order of data base using «Soils Properties of Ukraine». (Instruction) Járkov. “Apostrophe”. 96 págs. (en ucraniano)
- Kuziev R. K. y V. E. Sektimenko (2009). The Soils of Uzbekistan. Extremum Press, Taskent. 351 págs. (en ruso)
- Lal, R. (2004). Carbon sequestration in soils of central Asia. *Land Degradation & Development*, 15: 563-572.
- Leah, T. (2012). Land resources management and soil degradation factors in the Republic of Moldova, The 3rd International Symposium “Agrarian Economy and Rural Development - realities and perspectives for Romania”, Bucarest (Rumania), 11-13 de octubre de 2012. Págs. 194-200.
- Ministerio de Recursos Naturales de la Federación de Rusia (2006). State Report On the State and Protection of Environment in Russian Federation in 2005. Land Resources of Russian Federation for the 1st of January 2006. Moscú, 45 págs. (en ruso)
- Nachtergaele, F. O., Petri, M., Biancalani, R., van Lynden, G., van Velthuisen, H., Bloise, M. (2011). Global Land Degradation Information System (GLADIS), An Information database for Land Degradation Assessment at Global Level. Versión 1.0. Informe técnico sobre la LADA n.º 17. FAO, Roma.
- Novikova A. V. (2009). The study of saline and solonetz soils: their genesis, melioration, and ecology. Dkukarnya, Járkov. 720 págs. (en ruso)
- Omuto, C., Nachtergaele, F., Vargas-Rojas, R., (2013). State of the art report on global and regional soil information: Where are we? Where to go? FAO, Roma.
- Pankova E. I. (1992). Genesis of salinization in the soils of deserts. Dokuchaev Soil Science Institute Publ., Moscú. 136 págs. (en ruso)
- Robinson, D. A., N. Hockley, D. M. Cooper, B. A. Emmett, A. M. Keith, I. Lebron, B. Reynolds, E. Tipping, A. M. Tye, C. W. Watts, W. R. Whalley, H. I. J. Black, G. P. Warren and J. S. Robinson (2013). Natural capital and ecosystem services, developing an appropriate soils framework as a basis for valuation. *Soil Biology and Biochemistry* 57: 1023-1033.
- Schils, R., Kuikman, P., Liski, J., Van Oijen, M., Smith, P., Webb, J, Hiederer, R. (2008). Review of existing information on the interrelations between soil and climate change (ClimSoil). Final report.
- Senol S. & I. Bayramin (2013). Soil Resources of Turkey. Págs. 225-237. En: “Soil Resources of Mediterranean and Caucasus Countries”, Y. Yigini, P. Panagos y L. Montanarella, (eds). Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas, Luxemburgo.
- Shoba S. A., Alyabina I. O., Kolesnikova V. M., Molchanov E. N., Rojkov V. A., Stolbovoi V. S., Urusevskaya I. S., Sheremet B. V., Konyushkov D. E. (2010). Soil Resources of Russia. Soil-Geographic Database. GEOS, Moscú. (en ruso)
- State Committee of Russian Federation on Land Resources and Land Planning (2000). Report 1999. Pskov. 68 págs. (en ruso)

Anexo 1

Definición de degradación del suelo

En la Carta Mundial de los Suelos se define la *degradación del suelo* como la pérdida nociva de las funciones del suelo, ya sea de manera parcial o total, como consecuencia de las modificaciones en las propiedades del suelo provocadas por el ser humano (FAO, 2015a). Se trata de un cambio en el estado de salud del suelo que tiene como consecuencia la reducción de la capacidad del ecosistema de proporcionar bienes y servicios a sus beneficiarios.

La degradación puede tener diferentes causas: el truncamiento del suelo debido a la erosión por efecto del viento, el agua o el cultivo; los cambios en el entorno químico y biológico del suelo como consecuencia de la acidificación, la salinización o la contaminación; la pérdida acelerada (debido a la erosión, la descomposición, la lixiviación o la exportación en los cultivos) de nutrientes procedentes de materiales minerales y orgánicos del suelo y de la propia materia orgánica; la eliminación de la biota edáfica a causa de medidas deliberadas o indiscriminadas; las reducciones del espacio poroso del suelo debido a las modificaciones estructurales del suelo causadas por la compactación u otras presiones a las que están sometidos los suelos; y la obturación y el encostramiento del suelo producidos por la infraestructura y la urbanización. La degradación de la tierra tiene un alcance mayor que la erosión y degradación del suelo en cuanto a que abarca todos los cambios que afectan negativamente a la capacidad del ecosistema de proporcionar bienes y servicios (incluidos los bienes y servicios biológicos e hídricos).