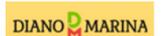


La Gestión del Suelo y los Servicios Ecosistémicos: Guía de gestión para Perú



Índice

| | |
|--|---|
| ¿Qué es el suelo y cómo aporta a la sociedad, la economía y la naturaleza? | 1 |
| Adopción de un enfoque basado en el paisaje para mitigar las presiones que afectan a los servicios ecosistémicos del suelo | 3 |
| Uso de la modelización de los servicios ecosistémicos para informar la gestión del suelo | 4 |
| El uso de los mapas de servicios ecosistémicos para informar las decisiones de gestión | 4 |
| Conocimientos necesarios para informar la gestión del suelo | 8 |
| Presiones que afectan a los servicios ecosistémicos del suelo | 9 |

Anexo A

| | |
|---|----|
| Suelos en Perú y en la región de La Libertad | 13 |
| Iniciativas históricas y existentes de gestión del suelo en Perú y en La Libertad | 13 |

Referencias 15

Mención

Bell, G., Smith, M.A.E., Hawker, J. and Parker, J.A., 2020. La Gestión del Suelo y los Servicios Ecosistémicos: Guía de gestión para Perú. Proyecto EO4cultivar. UK Space Agency International Partnership Programme.

Agradecimientos

El equipo del proyecto EO4cultivar desea agradecer a los socios peruanos por su aportación y entusiasmo para facilitar el acercamiento de las organizaciones locales al proyecto. Nuestro agradecimiento va dirigido a Dr. Alfonso Orellana García, Jesús Ormeño y a Marvin Torres de la Universidad de Ica y de la Universidad de San Marcos por su ayuda con el trabajo de campo en las zonas de estudio y a las organizaciones que contribuyeron al taller de los grupos de interés.

EO4cultivar está cofinanciado por el International Partnership Programme (IPP) de UKSA y por socios del proyecto. IPP usa el conocimiento en soluciones, aplicaciones y capacidad basadas en el espacio para proporcionar un beneficio económico o social sostenible a las naciones emergentes y a las economías en desarrollo. IPP es financiado por el Fondo Global Challenges Research (GCRF, por sus siglas en inglés), un fondo de £1.5 mil millones anunciado por el Gobierno Británico, que apoya la investigación e innovación de vanguardia sobre los problemas mundiales que afectan a los países en desarrollo. El GCRF forma parte del compromiso de Ayuda Oficial al Desarrollo (AOD) del Reino Unido.

Esta guía brinda información en contexto sobre la función en la que el suelo brinda beneficios de la naturaleza para los humanos, también conocidos como 'servicios ecosistémicos'. Este documento, desarrollado por Environment Systems y JNCC, demuestra cómo los mapas de servicios ecosistémicos, producidos por Environment Systems para el proyecto EO4cultivar, pueden usarse para ayudar a informar la toma de decisiones a través de la implementación de la gestión basada en ecosistemas¹.

¿Qué es el suelo y cómo aporta a la sociedad, la economía y la naturaleza?

El suelo se compone de materia orgánica, minerales, gases, líquidos y organismos que operan juntos como un ecosistema que sostiene la vida. El cuerpo de suelo de la Tierra, llamado pedosfera, tiene cuatro funciones clave:

- Un medio para el crecimiento de las plantas
- Un medio para el almacenamiento, suministro y purificación del agua
- Mantiene la atmósfera de la Tierra mediante la captura de carbono
- Proporciona hábitat para organismos
- Los suelos proveen múltiples servicios ecosistémicos que sustentan la existencia humana. La manera en que estas funciones del suelo operan se resumen en la Figura 1.

En el anexo A se ofrece una descripción más detallada de los suelos en Perú.

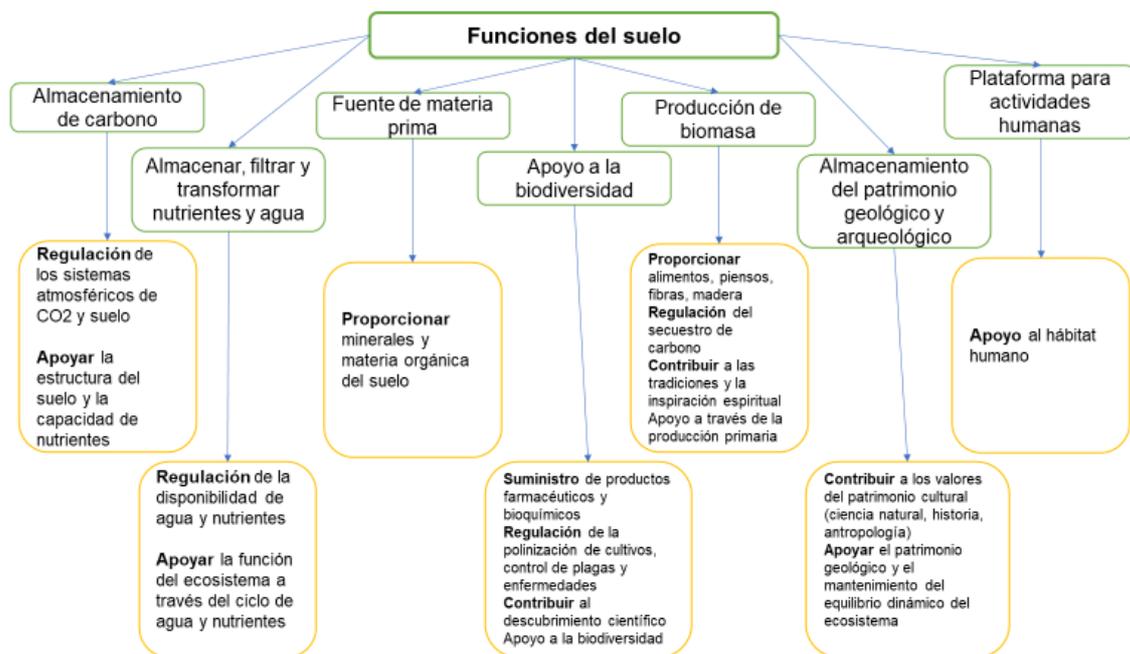


Figura 1: Demostración de cómo las funciones del suelo (cuadros verdes) sustentan los servicios ecosistémicos (cuadros amarillos) que proporcionan bienes y beneficios a la sociedad. Adaptado de *Linking Soils to Ecosystem Services — A Global Review*².

Las funciones específicas del suelo que son esenciales para la producción de cultivos agrícolas incluyen:

- Un entorno para la germinación de las semillas, el crecimiento de las raíces y su funcionamiento para proporcionar anclaje y absorber agua y nutrientes.

- Suministro de reservas de nutrientes dentro de la materia orgánica y los componentes minerales, que están disponibles para las plantas a través de las raíces³.
- Transformación de los nutrientes mediante procesos biológicos, químicos y físicos a fin de que estén disponibles para su absorción por las plantas.
- Un entorno para microorganismos y fauna, que pueden ser beneficiosos, perjudiciales o neutros para las plantas de cultivo. Muchos organismos son clave para la transformación de materia orgánica, nutrientes y contaminantes con importantes implicaciones para la producción agrícola y los procesos de los ecosistemas³.

Las funciones del suelo de mayor importancia para la sociedad o el ecosistema incluyen:

- Absorción de agua y retención de esta para su uso por parte de la vegetación y su transferencia a los ríos y arroyos. Lo contrario es la escorrentía superficial, en la que el agua se desplaza rápidamente a los ríos y, finalmente, a los océanos, proporcionando menos oportunidades para reponer las reservas de suelo y agua subterránea, aumentar el riesgo de erosión del suelo y la transferencia de sedimentos a las aguas superficiales.
- Influir en la calidad del agua, positiva o negativamente, regulando las transformaciones y el movimiento de nutrientes, contaminantes y sedimentos en las aguas superficiales y subterráneas.
- Influencia en la composición de la atmósfera al actuar como fuente y sumidero de varios gases de efecto invernadero (entre ellos el dióxido de carbono y el metano).
- Ofrece un hábitat para la biota del suelo, el cual representa una gran fuente de biodiversidad y es esencial para el ciclo de los nutrientes.
- Proporcionar una base para la vegetación natural y seminatural que sustenta la existencia de multitud de especies, incluida la humana.

El suministro de agua potable y agua para uso en los procesos agrícolas es vital para La Libertad, así como el manejo del exceso de agua durante eventos de fuertes precipitaciones que podría conllevar a eventos de inundación. La relación entre las funciones del ecosistema de suelo y la provisión de servicios ecosistémicos relacionados al agua se describen en la Tabla 1.

Si los suelos se degradan (e.g. por erosión o compactación), tendrán menos capacidad para prestar estos importantes servicios de los ecosistemas, lo cual resulta en un mayor riesgo en la calidad del agua, la pérdida de biodiversidad, la producción agrícola y áreas con susceptibilidad a las inundaciones. Las áreas con suelo degradado muestran una producción significativamente menor; las plantas pueden sufrir una profundidad de enraizamiento restringida, y una menor disponibilidad de agua o nutrientes.

Los efectos de la pérdida del suelo agrícola a un nivel nacional pueden ser considerables. Los costos anuales por degradación de tierras debido al uso de la tierra y al cambio de cobertura de tierras se han estimado en US\$231 mil millones al año, que equivale al 0.41% del PIB mundial de US\$56.49 trillones en 2007⁴. Debido a estas razones, la gestión eficaz del suelo, adaptada a la escala local y regional, es una parte importante de la gestión sostenible.

Tabla 1: Las funciones del suelo relacionadas al ciclo del agua y a los servicios ecosistémicos⁵.

| Función del suelo | Mecanismo | Consecuencia | Servicio ecosistémico |
|--|---|--|---|
| Almacena agua (Almacenamiento) | El agua retenida en los poros del suelo favorece a las comunidades botánicas y microbianas. | Producción de biomasa. Protección de la superficie. | Alimento. Control de la erosión. Mantenimiento de nutrientes. |
| Absorbe agua (Sorptividad) | El agua se infiltra en el suelo y el exceso se expulsa como escorrentía. | Reducción de la escorrentía de aguas superficiales. | Control de la erosión. Protección contra inundaciones. Regulación de la calidad del agua. |
| Transmite el agua (Conductividad hidráulica) | El agua que entra en el suelo se redistribuye y el exceso se transmite a la profundidad del suelo a través de la percolación. | Percolación a las aguas subterráneas. | Recarga de acuífero. Mantenimiento del caudal del río. Regulación de la calidad del agua. |
| Limpia el agua (Filtración) | El agua que atraviesa la matriz del suelo interactúa con las partículas del suelo y la biota. | Contaminantes eliminados por degradación biológica y retención en el sitio de sorción. | Regulación de la calidad del agua. |

Adopción de un enfoque basado en el paisaje para mitigar las presiones que afectan a los servicios ecosistémicos del suelo

La fertilidad del suelo se refiere a la capacidad del suelo para para apoyar y sostener el crecimiento de las plantas haciendo que los nutrientes estén disponibles para la absorción de las plantas. Este proceso es facilitado por:

- Almacenamiento de nutrientes en la materia orgánica.
- Ciclos de nutrientes en formas disponibles para las plantas.
- Mediación de la disponibilidad de nutrientes para las plantas.
- Regulación de las pérdidas a la atmósfera o al agua mediante procesos químicos y físicos⁶

Para mantener la fertilidad de los suelos, es necesario gestionar eficazmente estos factores en los sistemas de producción. Las prácticas agrícolas sostenibles dependen en gran medida de la promoción de la fertilidad y la productividad de los suelos a largo plazo en niveles económicamente viables a través de:

- Adecuar el suministro disponible de nutrientes del suelo a las demandas de nutrientes del cultivo.
- Mantener niveles aceptables de tolerancia a las plagas sin recurrir a los pesticidas.
- Preservar las propiedades del suelo que favorecen el crecimiento de las plantas y la función del ecosistema, reduciendo factores perjudiciales como la pérdida de materia orgánica y la lixiviación de nutrientes⁷

Uso de la modelización de los servicios ecosistémicos para informar la gestión del suelo

El proyecto EO4cultivar ha modelado la provisión de servicios ecosistémicos y ha elaborado mapas de servicios ecosistémicos que pueden ayudar a informar sobre intervenciones de gestión basadas en los ecosistemas que apoyan la gestión sostenible del suelo. Dos mapas de servicios ecosistémicos ayudan a los gestores de tierras a identificar los mejores lugares para mejorar la gestión del suelo, tanto a escala de paisaje como de campo individual.

- Evaluación del riesgo de erosión del suelo por lluvias: Este mapa identifica las zonas susceptibles de ser erosionadas por las precipitaciones. Se puede utilizar para localizar áreas en las que se centre el manejo que pueda ayudar a reducir la carga de sedimentos en los ríos mediante la mitigación de índices de erosión impulsados por las lluvias. Las actividades de manejo incluyen: restauración de hábitat original, conservación de hábitat, la instalación de franjas de protección dentro de los campos de cultivo y a lo largo de los cursos de agua, la gestión de la baja labranza y la orientación de los regímenes de plantación de cultivos.
- Evaluar las oportunidades de mejorar la regulación de las aguas superficiales: Este mapa identifica las zonas agrícolas y de matorral en las que se podría mejorar la cubierta vegetal para frenar el flujo de escorrentía hacia los cursos de agua, que también reduce la erosión del suelo y puede mejorar el contenido de materia orgánica y la capacidad de retención de agua de los suelos. Las actividades de gestión pueden incluir: restauración de hábitats originales y plantación de árboles, instalación de franjas de protección dentro de los campos de cultivo y junto a los cursos de agua, y modificación de las rotaciones de los cultivos y de los regímenes de plantación.

Otros resultados del proyecto que se han cartografiado son la regulación de las aguas superficiales, la conectividad de los hábitats y las oportunidades para mejorar la obtención de múltiples beneficios de los ecosistemas. Estos productos también pueden utilizarse para abordar la gestión regional del suelo, apoyando los servicios ecosistémicos.

- Lugares con hábitat de importancia clave para la biodiversidad: Este mapa distingue lugares que contienen hábitats de importancia clave para la biodiversidad, incluyendo los humedales, bosques y pastizales. Los vínculos intrínsecos entre la biodiversidad del suelo y los nutrientes y la biodiversidad de la superficie sugieren que estos lugares son clave para mantener la salud de los ecosistemas del suelo.
- Oportunidades para fortalecer las redes ecológicas: Estos mapas identifican las áreas que presentan oportunidades de alto, medio y bajo esfuerzo para fortalecer las redes ecológicas en el terreno. También pueden considerarse oportunidades para reducir la erosión del suelo y aumentar la biodiversidad subterránea. Por ejemplo, un hábitat arbolado conectado también aumentará la cantidad de materia orgánica y carbono presente en los suelos, lo que puede mejorar la diversidad de los

organismos del suelo y aumentar la capacidad de almacenamiento de agua de los suelos.

- Oportunidades para prestar múltiples servicios ecosistémicos (Mapa de conectividad ecológica y regulación de las aguas superficiales): Muestra las zonas que prestan múltiples servicios ecosistémicos. Este mapa puede utilizarse para identificar las zonas en las que las intervenciones pueden aportar múltiples beneficios, como la conservación y la mejora del estado del suelo.

Los resultados cartográficos de los modelos de servicios ecosistémicos identifican una serie de áreas adecuadas para la mejora de los ecosistemas, identificando los lugares más eficaces para intervenciones específicas. Los mapas también pueden orientar la acción cooperativa entre los gestores del territorio, o incluso entre diferentes industrias, con el fin de preservar el entorno natural en beneficio de múltiples beneficiarios.

Cualquier opción de gestión debe tener en cuenta los planes y la legislación medioambiental existentes, especialmente los relativos a las zonas protegidas a nivel nacional e internacional u otras obligaciones legales.

El uso de los mapas de servicios ecosistémicos para informar las decisiones de gestión

La Tabla 2 nos da ejemplos de cómo pueden utilizarse los resultados de los mapas para informar sobre las medidas de gestión basadas en los ecosistemas para ayudar a conservar los suelos y mantener un rendimiento agrícola sostenible.

Tabla 2: Posibles medidas de gestión para mejorar la prestación de servicios ecosistémicos del suelo.

| Tipo de medida | Cómo usar los resultados mapeados para informar la gestión del suelo | Opción de gestión afiliada |
|-------------------------------|---|---|
| Plantar franjas de contención | <p>Usar los mapas de conectividad ecológica para identificar áreas de bosque, pastizales o humedales los cuales estarían mejor conectados a través del establecimiento de franjas de contención. Comparar tales áreas con los mapas de riesgo de erosión del suelo y las áreas de alto flujo para identificar áreas con riesgo de erosión y considerar plantar franjas de contención en las áreas de superposición.</p> <p>Las franjas de contención también actúan como corredores para la vida silvestre. Los gestores pueden consultar el mapa que muestre los hábitats de gran importancia para la biodiversidad y así mejorar el potencial para la oferta de beneficios múltiples.</p> | <p>Mantenimiento de la biodiversidad en la superficie y en el subsuelo para mejorar la integridad y la fertilidad del suelo.</p> <p>Las franjas de contención actúan como cortavientos, reducen la erosión del suelo superior por la abrasión del viento, protege las corrientes de agua de la sedimentación mientras que también crea corredores para la vida silvestre y así aumentar la conectividad y mejorar la biodiversidad.</p> |

| Tipo de medida | Cómo usar los resultados mapeados para informar la gestión del suelo | Opción de gestión afiliada |
|--|---|--|
| Evaluaciones de la calidad del suelo | <p>Existen varios posibles usos de los mapas para orientar las evaluaciones de la calidad del suelo. El monitoreo de la calidad del suelo en áreas con alta biodiversidad puede mejorar la comprensión de las comunidades biológicas que mantienen suelos saludables en las áreas de producción.</p> <p>Las evaluaciones de las propiedades de suelo están dirigidas a áreas identificadas como vulnerables a la erosión del suelo por las precipitaciones. Al comprender la composición (e.g. proporciones de arena, limo, arcilla y materia orgánica), y la densidad de masa en las zonas propensas a la erosión pueden proporcionar una mejor evaluación del potencial de erosión.</p> <p>Los mapas pueden servir de guía para monitorear los suelos a fin de evaluar si las medidas de mitigación están teniendo el efecto deseado.</p> | <p>Las evaluaciones de la calidad del suelo realizadas ya sea antes de la plantación o la transformación de la tierra puede señalar los cambios en el estado del suelo que podrían afectar al rendimiento. Esto puede actuar como un sistema de alerta temprana que permita una gestión adecuada para mitigar los impactos antes de que los suelos se degraden gravemente.</p> <p>La evaluación de la calidad del suelo antes de la plantación puede mostrar dónde los suelos son inadecuados para determinadas actividades y reducir el riesgo de invertir en el establecimiento de cultivos no rentables.</p> |
| Agricultura de la conservación del suelo | <p>Identifica las áreas que contribuyen en gran medida a regular la escorrentía de agua y donde existe el riesgo de erosión por precipitación. Conservar o restaurar las áreas que evitan la escorrentía y considerar el uso de técnicas agrícolas de conservación del suelo en zonas propensas a la erosión puede ayudar a aumentar la infiltración de agua y disminuir el riesgo de inundación y sedimentación de cursos de agua.</p> | <p>La agricultura de conservación implica el empleo de técnicas que minimizan la alteración del suelo (e.g. la labranza) y proporcionan una cobertura permanente del suelo (e.g. recubrimiento con materia orgánica). Esto, combinado con la rotación de cultivos, puede ayudar a mejorar los suelos. Vale tomar en cuenta que la rotación de cultivos es menos factible para ciertos cultivos.</p> <p>La gestión basada en los ecosistemas puede ayudar a mejorar la infiltración de agua, reducir la erosión y aumentar la materia orgánica y el contenido de carbono de los suelos. Esto puede ayudar a reducir los costos de producción al disminuir las necesidades de fertilizantes inorgánicos⁸.</p> |

| Tipo de medida | Cómo usar los resultados mapeados para informar la gestión del suelo | Opción de gestión afiliada |
|--|---|---|
| Control de la salinización del suelo | Identificar las zonas que contribuyen poco a la regulación de la escorrentía en las zonas agrícolas cercanas a la costa, y destinar estas zonas a la agricultura de conservación del suelo para reducir la demanda de los recursos hídricos subterráneos ⁹ ; mejorar la eficiencia del riego. | Cultivar cosechas con menor demanda de agua; aplicar un acolchado orgánico para conservar el agua; plantar especies autóctonas de raíces profundas para restaurar el estado del suelo y ayudar a reponer los recursos de agua subterránea. |
| Eco-restauración en suelos con bajo contenido de material orgánico y de carbono. | <p>Utilizar mapas que identifiquen oportunidades para fortalecer las redes ecológicas en combinación con el mapa de beneficios múltiples que identifica zonas para mejorar la conectividad y la regulación de las aguas superficiales, para identificar posibles oportunidades de creación de hábitats en zonas muy conectadas con el hábitat existente y que prestan múltiples servicios ecosistémico.</p> <p>Esto aumenta la probabilidad de que la restauración sea exitosa y resiliente, lo que con el tiempo fomenta niveles más altos de biodiversidad en la superficie que llevan a mejorar la biodiversidad bajo la superficie. Es probable que el resultado aumente el contenido de carbono del suelo.</p> | <p>Contribuye a aumentar la fertilidad del suelo y la retención del agua, lo cual afecta positivamente el rendimiento de las plantas.</p> <p>El aumento de la biodiversidad bajo la superficie puede aumentar la resiliencia a tensiones como los brotes de plagas.</p> <p>El aumento de la cantidad de materia orgánica almacenada en el suelo aumenta su capacidad de retención de agua y reduce el riesgo de que se produzcan condiciones de sequía.</p> |
| Reducir la contaminación del agua con lixiviados químicos de los suelos. | <p>Utilizar la conectividad de la red de humedales en combinación con mapas que identifiquen los sitios que contribuyen a la regulación del agua y al riesgo de erosión para identificar las zonas de alta escorrentía superficial y que muestren las mayores posibilidades de contribuir a la lixiviación química en los humedales y cursos de agua.</p> <p>El uso de este tipo de enfoque de múltiples capas identifica las áreas donde la inversión en la minimización de la erosión del suelo puede tener el mayor impacto en la mejora de la calidad del agua.</p> | <p>Reducción de la contaminación química de los cursos de agua circundantes debido a la lixiviación de los suelos a través de la escorrentía o de las partículas arrastradas por el viento. Mantiene la calidad del agua usada en la agricultura al limitar la contaminación.</p> <p>Disminuye los impactos ambientales del agua que se descarga en los humedales, estuarios y océanos circundantes.</p> |

Conocimientos necesarios para informar la gestión del suelo

Además de los productos de observación terrestre, se requieren conocimientos sobre los tipos de suelo, el estado de su calidad (por ejemplo; si es fértil o degradado) y el contexto ambiental en el que funcionan los suelos para fundamentar una gestión eficaz del suelo basada en los ecosistemas.

La información que puede resultar útil para informar la gestión del suelo podría incluir:

- Investigación a nivel local para contextualizar y fundamentar el contenido de los mapas.
- Evaluaciones locales del suelo para determinar el tipo de suelo, el estado de la calidad del suelo y cómo podría mejorarse, y asimismo establecer datos de línea base sobre la calidad del suelo antes de orientar una respuesta.
- Mediciones del uso de la tierra y del índice de la sedimentación para identificar los puntos críticos de erosión.
- El uso histórico de la tierra debe tenerse en cuenta para comprender las tendencias a largo plazo de la fertilidad y el estado del suelo.
- Comprender los flujos y las dependencias entre las zonas agrícolas y el hábitat circundante, en particular en las zonas situadas aguas arriba.
- La gestión de las zonas agrícolas debe integrarse con la gestión de las zonas protegidas cercanas y de los hábitats de la cuenca superior, para maximizar los beneficios de la inversión en la gestión sostenible y la prestación de servicios ecosistémicos críticos para los negocios.

Aunque los productos derivados de los datos de observación terrestre pueden constituir un punto de partida útil para evaluar las posibles medidas de intervención, es importante tener en cuenta esta información junto con los datos de campo, los objetivos más amplios de gestión de la tierra y los objetivos de sostenibilidad corporativa de las empresas agrícolas.

La adopción de un enfoque ecosistémico ayuda a identificar las vías a través de las cuales las diferentes presiones antropogénicas actúan sobre el medio ambiente, y ayuda a identificar a quienes pueden verse afectados. El uso de los conceptos de servicios ecosistémicos permite a los agentes considerar cómo satisfacer las necesidades de múltiples beneficiarios mediante inversiones estratégicas en prácticas de conservación del suelo. Esto beneficia tanto a las empresas como a los que también dependen del ecosistema del suelo en general, fuera del lugar de producción.

Presiones que afectan a los servicios ecosistémicos del suelo

El estado del suelo puede degradarse debido a ciertas prácticas que alteran la estructura del suelo (por ejemplo; la compactación), la biodiversidad del suelo (por ejemplo; la aplicación de productos químicos) o la composición química del medio físico y acuoso (por ejemplo; la fertilidad, la salinización). La exposición a la erosión eólica e hídrica, la pérdida de carbono del suelo, la aplicación de fertilizantes y pesticidas y la extracción excesiva de aguas subterráneas reducen la prestación de servicios ecosistémicos basados en el suelo, de los que dependen la viabilidad agrícola y el estado del hábitat a largo plazo. El mantenimiento de estos procesos es un factor importante a tener en cuenta en el manejo

Salinización

Los suelos y el agua dentro de ellos contienen sales naturales, pero cuando la concentración de sal aumenta demasiado se vuelve tóxica para las plantas; este es un riesgo importante en los suelos áridos y costeros. La Plataforma Intergubernamental Científico-normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas (IPBES, por sus siglas en inglés) enumeró la salinización como uno de los principales factores que reducen el crecimiento de las plantas y la productividad a nivel mundial, afectando a unos 60 millones de hectáreas de tierras agrícolas de regadío. Se calcula que en Sudamérica hay unos 70 millones de hectáreas de suelos salinos (incluyendo zonas de regadío y no regadío)¹⁰.

La salinización en los sistemas agrícolas está causada por prácticas de riego ineficientes, ya sea por exceso o por falta de riego. El exceso de riego provoca el anegamiento, que arrastra las sales del sistema de aguas subterráneas a la zona de las raíces de las plantas; esto es un problema particular en los sistemas costeros donde el agua subterránea es penetrada por el agua del mar. Las plantas absorben el agua, pero la mayor parte de las sales permanecen en el suelo y su concentración aumenta con el tiempo. Por otro lado, la falta de riego también provoca una acumulación de sales en la zona de las raíces debido a la evaporación. La acumulación de sales se agrava si el agua de riego contiene sales⁹.

A veces, aunque no siempre, es posible revertir la salinización del suelo con el paso del tiempo, pero se trata de un proceso muy costoso que puede implicar la captación y el tratamiento del agua salina, pero que también debe incluir el aumento de la eficiencia del riego y la reducción de la demanda de agua de los cultivos (por ejemplo; mediante el acolchado, el aumento del contenido de materia orgánica del suelo, la plantación de cultivos o variedades más tolerantes a la sequía)¹¹ y el fomento de la recarga de las aguas subterráneas mediante un enfoque basado en la captación.

Pérdida de la materia orgánica

La materia orgánica es una fuente clave de nutrientes; los niveles más altos de materia orgánica se encuentran bajo la cubierta forestal tropical seca. La tala de bosques para la agricultura proporciona inicialmente a los cultivos un medio rico en nutrientes, pero el cultivo no puede reponer el contenido de materia orgánica del suelo en la misma medida. Al mismo tiempo, los suelos bajo el dosel de cultivo más abierto, y bajo prácticas de labranza más intensivas, están sujetos a mayores tasas de mineralización, por lo que el contenido de materia orgánica del suelo disminuye con el tiempo¹². Esto tiene implicaciones para la nutrición de los cultivos, aumenta el riesgo de erosión y disminuye la capacidad de retención de agua de los suelos. Como tal, la pérdida de materia orgánica en la zona de captación superior puede tener impactos significativos tanto a nivel local como aguas abajo. Se ha estimado que La Libertad ha sufrido una pérdida de 265 hectáreas de bosque denso por año, entre 2011 y 2018, lo que representa una pérdida del 1% de su cobertura forestal en un período de 10 años¹³.

Uso de agroquímicos

La expansión e intensificación de la agricultura ha dado lugar a un aumento del uso de fertilizantes y otros productos agroquímicos que se introducen en el ecosistema para aumentar el crecimiento de los cultivos, y para introducirlos en los suelos de las zonas áridas. Los aportes químicos excesivos disminuyen la calidad del aire, el suelo y el agua, lo que en última instancia conduce a la degradación de los ecosistemas terrestres, de agua dulce y marinos.

La disminución de la calidad del suelo es un reto global. En las últimas dos décadas el carbono orgánico del suelo, un indicador de la salud del suelo, ha disminuido debido a los cultivos continuos y a las prácticas insostenibles de gestión de la tierra, lo que ha provocado una disminución de la fertilidad del suelo; una tendencia que también se observa en toda América Latina¹⁴.

Minería

La Libertad es un importante centro de extracción de minerales en Perú, especialmente de oro. Lagunas Norte, una de las mayores minas de oro del mundo, se encuentra en esta región. En La Libertad también se extrae plata, plomo, cobre, zinc y otros metales, y en el Alto Chicama se ha practicado históricamente la minería del carbón. Mientras que las actividades mineras modernas a gran escala están reguladas y cuentan con procedimientos para tratar los contaminantes del suelo, como el arsénico y el mercurio, las pequeñas minas no reguladas presentan un mayor riesgo de que los contaminantes entren en el suelo y en los cursos de agua. Las prácticas mineras (Figura 2) aumentan el riesgo de erosión del suelo.



Figura 2: Las prácticas mineras aumentan el riesgo de erosión en la cuenca de Virú, La Libertad. Foto por N. Parker.

Suelos y el cambio climático

En Perú, el ciclo de El Niño-Oscilación del Sur (ENSO), por el que fluctúa la temperatura de la superficie del sur del Océano Pacífico, tiene un impacto resultante en los patrones climáticos; particularmente en las precipitaciones. Esto repercute en el caudal de los ríos, la estabilidad de las laderas y la humedad del suelo. El Niño se asocia a un aumento de las precipitaciones, las inundaciones y los deslizamientos de tierra, sobre todo en el norte de Perú. Durante el fenómeno de El Niño de 1997/98 se produjeron destructivas inundaciones repentinas que transformaron el desierto costero de Sechura en un lago. Una destrucción similar se produjo durante El Niño de 2017.

Los patrones opuestos se observan durante la fase de enfriamiento del océano (La Niña), que provoca temperaturas del aire más frías, menos evaporación y menos precipitaciones. Los eventos suaves de La Niña pueden ser beneficiosos para los productores de frutas y verduras, pero los eventos extremos, que provocan sequías, perjudican la producción.

El ciclo de ENSO está impulsado por los cambios en la temperatura de la superficie del océano; por lo tanto, el cambio climático tiene el potencial de cambiar la frecuencia e intensidad de estos eventos. Sin embargo, la complejidad del fenómeno ENSO hace que no esté claro si el cambio climático servirá para potenciarlo o debilitarlo, o si aumentará o disminuirá la frecuencia de los fenómenos de El Niño y La Niña¹⁵.

El cambio climático supone una amenaza para la calidad del suelo y un mayor riesgo de desertificación. Se prevé que los índices de degradación del suelo aumenten con el cambio climático, que está impulsando el deshielo, el aumento de las precipitaciones extremas y de la sequía, y la subida del nivel del mar. Las precipitaciones más intensas suponen un mayor riesgo de erosión del suelo debido a la abrasión del agua, especialmente en las pendientes pronunciadas o en los suelos con poca vegetación. Además, el derretimiento de los glaciares provoca un aumento de los caudales de los ríos durante la temporada de lluvias, lo que también incrementa el riesgo de erosión. Se prevé que el nivel del mar suba 50 cm de aquí a 2100, lo que supone un mayor riesgo de salinización en las zonas costeras¹⁶.

Erosión del suelo y sedimentación

La erosión del suelo es el desplazamiento de este. Un proceso impulsado por agentes erosivos que incluyen vegetales, animales y actividades humanas, pero especialmente por la deforestación y la agricultura intensiva. Cuando se alteran las densas copas de los árboles y los sistemas radiculares, las partículas del suelo se vuelven vulnerables a la erosión por las precipitaciones, los vientos, la formación de hielo, la nieve o el pisoteo de los animales. Si bien las actividades agrícolas erosivas, como el labrado y el pastoreo excesivo, son factores clave, la minería y la construcción de carreteras e infraestructuras son otras causas, así como el deterioro de elementos históricos del paisaje, como las terrazas en las laderas¹⁷.

La erosión afecta negativamente a la productividad de los cultivos al reducir la disponibilidad de agua, nutrientes y materia orgánica, así como la profundidad de las raíces. Tanto la erosión hídrica como la eólica eliminan la materia orgánica y las partículas más finas del suelo, reduciendo su capacidad de retención de agua. Los suelos degradados por la erosión pueden experimentar una reducción de la infiltración del agua de hasta un 93%¹⁸, lo que puede contribuir a las inundaciones repentinas en las zonas de aguas abajo. La erosión del suelo también puede aumentar el riesgo de desprendimiento de tierras¹⁹.

Cuando la tierra erosionada es arrastrada a los cursos de agua, la carga de sedimentos aumenta y disminuye la calidad del agua. La sedimentación afecta negativamente a los hábitats y a la vida silvestre aguas abajo debido a las cargas de nutrientes y productos

químicos que contienen las partículas del suelo. La sedimentación también puede reducir la cantidad de agua disponible para la extracción, alterar los procesos hidrológicos críticos para la recarga de los acuíferos, así como provocar daños en los equipos de riego. Los suelos con poca vegetación en pendientes pronunciadas son especialmente vulnerables a la erosión (Figura 3).



Figura 3: Barrancos erosionados en pendientes pronunciadas en la cuenca del río Virú, La Libertad. Foto por N. Parker.

Anexo A

Suelos en Perú y en la región de La Libertad

Hay ocho grandes tipos de suelo en Perú, según los mapas del Ministerio de Agricultura de EE.UU., tres de los cuales se encuentran en el área de interés de EO4cultivar (cuenca del río Virú, La Libertad); Figura 4. La variedad de suelos presentes en el país refleja la variación de las condiciones climáticas, topográficas y geológicas.

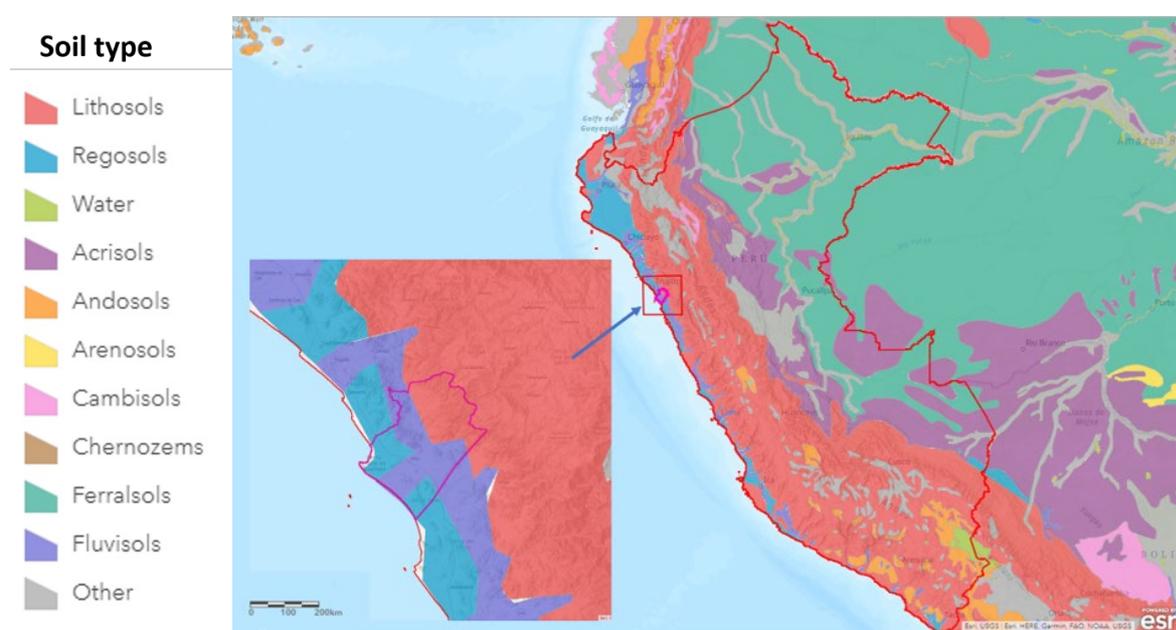


Figure 4: Mapa de suelos de Perú en el que se destacan los tipos de suelo dentro del área de interés de EO4cultivar (cuenca del río Virú, La Libertad), basado en la clasificación de suelos del Ministerio de Agricultura de los Estados Unidos.

Iniciativas históricas y existentes de gestión del suelo en Perú y en La Libertad

En reconocimiento de los vínculos entre el estado del suelo y la gestión del agua, el Plan Nacional de Recursos Hídricos (PNRH 2015-35) pide que se aumente la superficie de cultivo bajo riego mecanizado del 2% actual al 24% para el año 2035, para mantener la humedad del suelo en niveles óptimos para el crecimiento de los cultivos sin desperdiciar agua, lo que también podría frenar el grado de salinización de los suelos afectados. El PNRH también prevé la reforestación de las zonas altas de las cuencas hidrográficas para reducir la erosión del suelo y la sedimentación de los embalses.

En 2016 el Gobierno nacional convirtió en ley la Estrategia Nacional de Lucha contra la Desertificación y la Sequía 2016-2030 (ENLCDS). La estrategia tiene como objetivo aumentar la comprensión de las líneas de base de la calidad del suelo existentes, y las causas y consecuencias de la desertificación, la degradación de la tierra y la sequía. También pretende reforzar los marcos normativos, sensibilizar sobre los problemas de degradación del suelo, desarrollar planes y programas regionales multisectoriales de lucha contra la desertificación y promover la gestión sostenible de la tierra²⁰.

La Iniciativa 20x20 es una iniciativa liderada por los países de Latinoamérica para restaurar 20 millones de hectáreas de tierras degradadas y deforestadas en toda Sudamérica, para el año 2020. Perú se unió a la Iniciativa en 2014 con el compromiso de restaurar 3,2 millones de hectáreas de tierras degradadas; 2 millones de hectáreas a través de la forestación comercial sostenible, y 1,2 millones de hectáreas a través de la rehabilitación de tierras degradadas, divididas de la siguiente manera²¹:

- 390,000 ha – erosión hídrica
- 300,000 ha – salinización
- 200,000 ha – sobrepastoreo
- 155,000 ha – compactación del suelo
- 155,000 ha – contaminación por agroquímicos
-

Las actividades de rehabilitación y de gestión del suelo pueden facilitarse actualmente mediante AGRO RURAL, una Unidad Ejecutora adscrita al Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. AGRO RURAL se creó en 2008, y su creación absorbió el precedente Programa Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos (PRONAMACHCS), que se había establecido en 1981 para enfrentar los problemas de deforestación y de erosión del suelo²².

PRONAMACHCS identificó la falta de conocimientos como el principal obstáculo para que los agricultores gestionen la tierra de forma sostenible y el Programa hizo gran hincapié en la transferencia de tecnología. Los proyectos de conservación del suelo se dirigieron a 38,920 hectáreas de tierra; la mayoría de estas áreas consistían en terrazas. En La Libertad, las obras de conservación del suelo cerca de las localidades de Huamachuco y Otuzco se centraron en la restauración de terrazas y muros de contención, el control de barrancos, las zanjas de infiltración transversales, la estabilización de pendientes y la agrosilvicultura²³.

Entre el año 2013 y el año 2017, A Rocha Perú y la Universidad de Trujillo emprendieron un proyecto de restauración del bosque seco en la provincia de Ascope, La Libertad en la que trabajaron en colaboración con comunidades locales para restaurar árboles de 'Algarrobo' (*Prosopis pallida*) y también plántulas de otras especies autóctonas como 'Zapote', 'Tara' y algodón nativo, como una forma de diversificar los ingresos de las comunidades locales. Los algarrobos, en particular, son beneficiosos para la recuperación del suelo debido a su profunda red de raíces, a su capacidad para fijar el nitrógeno y a su capacidad para aumentar las reservas de carbono del suelo tras la descomposición de la hojarasca²⁴.

Referencias

- ¹ Proyecto EO4cultivar. Disponible en: <https://jncc.gov.uk/eo4cultivar>
- ² Adhikari, K. and Hartemink, A.E. (2016) Linking soils to ecosystem services—A global review. *Geoderma*, 262, pp.101-111. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016706115300380> [Accedido el 14 de febrero de 2020].
- ³ Powlson, D.S., et al. (2011) Soil management in relation to sustainable agriculture and ecosystem services. *Food policy*, 36, pp.S72-S87. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0306919210001399> [Accedido el 6 de febrero de 2020].
- ⁴ Nkonya E., et al. (2016) Global Cost of Land Degradation. In: Nkonya E., Mirzabaev A., von Braun J. (eds) *Economics of Land Degradation and Improvement – A Global Assessment for Sustainable Development*. Springer. Disponible en: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-19168-3_6 [Accedido el 6 de febrero de 2020].
- ⁵ UN FAO (2015). Status of the World's Soil Resources. Disponible en: <http://www.fao.org/documents/card/en/c/c6814873-efc3-41db-b7d3-2081a10ede50/> [Accedido el 6 de febrero de 2020].
- ⁶ S Wagg, C., et al. (2014) Soil biodiversity and soil community composition determine ecosystem multifunctionality. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(14), pp.5266-5270. Disponible en: <https://www.pnas.org/content/111/14/5266> [Accedido el 14 de febrero de 2020].
- ⁷ UN FAO. Agriculture and Soil Biodiversity. Disponible en: <http://www.fao.org/agriculture/crops/thematicsitemap/theme/spi/soil-biodiversity/agriculture-and-soil-biodiversity/en/> [Accedido el 14 de febrero de 2020].
- ⁸ UN FAO, Conservation Agriculture. <http://www.fao.org/conservation-agriculture/en/> [Accedido el 14 de diciembre de 2020].
- ⁹ Natural Resource Advisory Services (2009) Irrigation salinity – causes and impacts. Disponible en: https://www.dpi.nsw.gov.au/_data/assets/pdf_file/0018/310365/Irrigation-salinity-causes-and-impacts.pdf [Accessed 14 December 2020].¹⁰ IPBES (2018) The assessment report on land degradation and restoration. Primefact 937. Disponible en: <https://ipbes.net/policy-support/assessments/assessment-report-land-degradation-restoration> [Accedido el 14 de diciembre de 2020].
- ¹¹ Ensia (2019) Irrigation, drought, sea level risk and more are causing salt to build up in soils around the world. What can we do? Disponible en: <https://ensia.com/features/salinization-salt-threatens-soil-crops-ecosystems/> [Accedido el 14 de diciembre de 2020].
- ¹² UN FAO (2005) The importance of soil organic matter Key to drought-resistant soil and sustained food production. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-a0100e.pdf> [Accedido el 14 de diciembre de 2020].
- ¹³ Mongabay (2020) Deforestation statistics for Peru: Tree cover data for subnational administrative areas in Peru. Disponible en: <https://rainforests.mongabay.com/deforestation/archive/Peru.htm> [Accedido el 14 de diciembre de 2020].

- ¹⁴ FAO and ITPS (2015) Status of the World's Soil Resources (SWSR) – Main Report. Food and Agriculture Organization of the United Nations and Intergovernmental Technical Panel on Soils, Rome, Italy. Disponible en: <http://www.fao.org/3/i5199e/i5199e.pdf> [Accedido el 14 de diciembre de 2020].
- ¹⁵ Collins M, Soon-Il A, Wenju C; Ganachaud A, Guilyardi E, Jin F, Jochum M, Lengaigne, M, Power S, Timmermann A, Vecchi G, Wittenberg A, (2010) The impact of global warming on the tropical Pacific Ocean and El Niño. *Nature Geoscience* 3(6): 391–397
- ¹⁶ USAID (2017) Climate Change Impact Assessment: Peru. Disponible en: https://www.climatelinks.org/sites/default/files/asset/document/2017_Climate%20Change%20Risk%20Profile_Peru.pdf [Accedido el 15 de diciembre de 2020].
- ¹⁷ Jaramillo F, Baccard M, Narinesingh P, Gaskin S, Cooper V (2015) Assessing the role of a limestone quarry as sediment source in a developing tropical catchment. *Land Degrad Dev* 27(4):1064–1074. doi:10.1002/ldr.2347
- ¹⁸ Pimentel D, Allen J, Beers A, Guinand L, Linder R, McLaughlin P, Meer B, Musonda D, Perdue D, Poisson S, Siebert S, Stoner K, Salazar R, Hawkins A. (1987) World Agriculture and Soil Erosion. *BioScience* 37:277–283.
- ¹⁹ Pimentel, D. and Burgess, M. (2013) Soil Erosion Threatens Food Production. *Agriculture* 2013, 3, 443-463; doi:10.3390/agriculture3030443
- ²⁰ National Strategy to Combat Desertification and Drought 2016-2030, Executive Decree No. 008-2016-MINAM. Disponible en: <https://climate-laws.org/geographies/peru/policies/national-strategy-to-combat-desertification-and-drought-2016-2030-executive-decree-no-008-2016-minam> [Accedido el 15 de diciembre de 2020]
- ²¹ Initiative 20x20. Disponible en: <https://initiative20x20.org/regions-countries/peru#:~:text=Peru%20joined%20Initiative%2020x20%20in,million%20hectares%20of%20degraded%20land.> [Accedido el 15 de diciembre de 2020].
- ²² AGRORURAL. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. Disponible en: <https://www.agrorural.gob.pe/la-institucion/antecedentes/> [Accedido el 15 de diciembre de 2020].
- ²³ Ministerio de Agricultura. Dirección General de Aguas y Suelos (1992) Proyecto Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos (PRONAMACHCS): Informe final, proyectos de conservación de aguas y suelos. Disponible en: <http://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/4055> [Accedido el 15 de diciembre de 2020].
- ²⁴ A Rocha Peru. Reforesting the Threatened Dry Forest Ecosystem in La Libertad, Peru (2013 – 2016) Disponible en: <https://www.arocha.pe/en/past-projects/la-libertad-project/> [Accedido el 15 de diciembre de 2020].