



CIENCIAS EXPERIMENTALES COMUNIDAD DE MADRID

Tema 5 El suelo como recurso natural. Causas de degradación del suelo. Medidas de control.

**Temarios
oposiciones**

TFNO 621 088 797

EL SUELO COMO RECURSO NATURAL. CAUSAS DE DEGRADACIÓN DEL SUELO. MEDIDAS DE CONTROL.

EL SUELO COMO RECURSO NATURAL FUNDAMENTAL

EL SUELO Y SU CARÁCTER NO RENOVABLE

El valor irremplazable del suelo como recurso natural

El suelo es uno de los componentes más fundamentales del entorno terrestre, pero paradójicamente también uno de los más frágiles. Aunque a simple vista puede parecer una capa estática y abundante, en realidad es el resultado de un complejo y prolongado proceso de transformación natural que convierte la roca madre en un medio fértil capaz de sostener la vida vegetal. Esta transformación, conocida como *pedogénesis*, es un fenómeno extraordinariamente lento. Se estima que para formar apenas un centímetro de suelo fértil pueden transcurrir entre 100 y 1.000 años, dependiendo de las condiciones climáticas, geológicas y biológicas. Esta lentitud contrasta dramáticamente con la rapidez con la que las actividades humanas pueden deteriorarlo o eliminarlo.

La formación del suelo: un proceso geológico y biológico lento

La pedogénesis se inicia con la *meteorización* de la roca madre, un proceso físico y químico que descompone las rocas en partículas más pequeñas bajo la acción del viento, el agua, los cambios de temperatura y la presencia de ácidos orgánicos generados por organismos. Este primer paso da origen al componente mineral del suelo. Paralelamente, las raíces de las plantas, bacterias, hongos, lombrices y otros organismos del subsuelo contribuyen a la fragmentación de los materiales minerales y a la incorporación de materia orgánica a través de la descomposición de restos vegetales y animales.

Con el tiempo, esta interacción entre factores abióticos (roca, clima, relieve) y bióticos (organismos vivos) produce la formación de horizontes edáficos, es decir, capas con características químicas, físicas y biológicas distintas, que conforman el perfil del suelo. La materia orgánica, al mezclarse con minerales, da lugar al humus, una sustancia rica en nutrientes que confiere al suelo su fertilidad. Sin embargo, alcanzar este estado maduro de suelo fértil requiere siglos

de evolución natural, lo que lo convierte en un recurso prácticamente no renovable a escala humana.

Causas de la degradación acelerada del suelo

A pesar de su lento origen, el suelo puede degradarse en un período relativamente corto si no se maneja de forma sostenible. Entre las causas principales de esta degradación se encuentran las prácticas agrícolas intensivas, que agotan los nutrientes del suelo sin permitir su regeneración natural, además del uso excesivo de agroquímicos que alteran su biota y estructura. La *deforestación*, al eliminar la cubierta vegetal protectora, expone el suelo a la erosión hídrica y eólica. El *sobrepastoreo* por parte del ganado compacta el suelo, reduce su capacidad de infiltración y elimina la vegetación nativa. Por su parte, la *urbanización* sella grandes extensiones de suelo bajo asfalto y cemento, eliminando su función ecológica y su capacidad de regeneración.

Estos procesos de degradación no solo destruyen la capacidad del suelo para producir alimentos, sino que también reducen su función como reservorio de biodiversidad, su papel en el ciclo del agua, su capacidad de filtrar contaminantes y su función como sumidero de carbono. En muchos casos, esta pérdida de funcionalidad es irreversible en escalas temporales humanas.

El suelo como recurso limitado y estratégico

Dado que la tierra cultivable representa solo el 11% de la superficie terrestre del planeta, y que gran parte de ella ya muestra signos de degradación, la necesidad de conservar el suelo cobra una importancia crítica. La desertificación, la erosión masiva, la salinización de zonas irrigadas, la contaminación con metales pesados y la pérdida de materia orgánica están avanzando a ritmos alarmantes en muchas regiones del mundo, especialmente en zonas áridas y semiáridas.

Por ello, hoy más que nunca, es imprescindible reconocer el suelo no como un mero soporte físico o un recurso inagotable, sino como un componente vital del ecosistema global, limitado, insustituible y frágil. Su uso racional y su conservación deben estar en el centro de las políticas ambientales, agrícolas y de ordenación del territorio.

La necesidad de una gestión sostenible del suelo

La lucha contra la degradación del suelo requiere estrategias integradas y multidisciplinarias. Es fundamental implementar

prácticas como la agricultura de conservación, la rotación de cultivos, el uso de abonos naturales, la reforestación, el control del pastoreo y la restauración de suelos degradados. Estas medidas no solo ayudan a mantener la fertilidad del suelo, sino que también favorecen la resiliencia de los ecosistemas frente al cambio climático.

Además, es esencial promover la educación ambiental sobre el valor del suelo, tanto en comunidades rurales como urbanas, e incluir su protección en los marcos legales y de planificación. Solo a través de una gestión consciente y sostenible se puede evitar que este recurso vital continúe siendo explotado hasta el punto de su desaparición funcional.

El suelo, por tanto, no es solo un recurso natural más, sino un pilar silencioso pero indispensable de la vida en la Tierra. Su carácter no renovable nos impone una responsabilidad colectiva ineludible: protegerlo, restaurarlo y valorarlo como garantía de futuro para las generaciones venideras.

FUNCIONES VITALES DEL SUELO EN LOS ECOSISTEMAS

Soporte esencial para la vida vegetal y base de la cadena trófica

El suelo cumple una de las funciones más fundamentales en los ecosistemas: sustentar la vida vegetal. Las plantas, desde las gramíneas hasta los grandes árboles, dependen del suelo para anclarse físicamente y para acceder al agua y a los nutrientes esenciales para su crecimiento. Estos nutrientes –como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio– están disponibles gracias a la descomposición de la materia orgánica y a las reacciones químicas y biológicas que ocurren en el perfil del suelo. Sin este medio edáfico, la vegetación terrestre no podría desarrollarse, lo que afectaría directamente a toda la cadena alimentaria que de ella depende.

En este contexto, el suelo no solo es un soporte físico, sino un medio biogeoquímico en el que se desarrollan procesos vitales. La vegetación no solo provee alimento para los animales herbívoros y, en última instancia, para los humanos, sino que también regula el microclima, protege contra la erosión y contribuye a la estabilidad ecológica. Así, el suelo es la base invisible pero esencial sobre la que se construye la seguridad alimentaria y la estabilidad de los ecosistemas terrestres.

Pilar de actividades humanas esenciales: agricultura, ganadería y silvicultura

La fertilidad del suelo es la piedra angular de las actividades productivas del ser humano. En la agricultura, los suelos saludables garantizan rendimientos estables y sostenibles, mientras que en la ganadería permiten el crecimiento de pastos y forrajes necesarios para la alimentación del ganado. En el ámbito de la silvicultura, el suelo sustenta la regeneración natural y el crecimiento de especies forestales que proporcionan madera, leña y otros productos no madereros.

Estos sectores, que representan una gran parte del sustento económico y nutricional global, dependen críticamente de la calidad del suelo. La pérdida de nutrientes, la compactación del terreno, la salinización o la pérdida de estructura edáfica son fenómenos que reducen drásticamente la productividad y ponen en riesgo la autosuficiencia alimentaria, especialmente en regiones vulnerables.

Regulación del ciclo del carbono: el suelo como sumidero natural

Una función menos visible pero no menos importante del suelo es su capacidad para almacenar carbono. Esta propiedad convierte al suelo en un *sumidero de carbono* fundamental para la mitigación del cambio climático. Gran parte del carbono que las plantas capturan de la atmósfera durante la fotosíntesis se transfiere al suelo en forma de residuos vegetales y exudados radiculares. Estos materiales, al descomponerse y transformarse en materia orgánica estable, se almacenan durante décadas o siglos en los horizontes edáficos.

Este almacenamiento ayuda a reducir la concentración de dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera, uno de los principales gases responsables del efecto invernadero. Se estima que los suelos del mundo contienen más carbono que la atmósfera y la vegetación combinadas. Por lo tanto, su degradación no solo libera este carbono almacenado, agravando el calentamiento global, sino que también reduce su capacidad futura de secuestro de carbono.

Instrumento estratégico frente al cambio climático

La gestión adecuada del suelo es, por tanto, una herramienta poderosa para combatir el cambio climático. Prácticas como el uso de abonos orgánicos, el no laboreo, la cobertura vegetal permanente y la reforestación ayudan a aumentar el contenido de materia orgánica del suelo, reforzando su capacidad de capturar y retener carbono.

Iniciativas internacionales como la “4 por 1000” promueven precisamente este enfoque, destacando el papel de los suelos agrícolas en la lucha contra la emergencia climática global.

El suelo, a través de sus funciones ecológicas, productivas y climáticas, se revela como un componente esencial del equilibrio planetario. Su conservación, por tanto, no es solo una necesidad ecológica, sino una prioridad estratégica para garantizar la vida y la sostenibilidad en la Tierra.

REGULACIÓN DEL CICLO HIDROLÓGICO Y FILTRACIÓN DEL AGUA

El papel del suelo en la dinámica del agua terrestre

El suelo desempeña una función crucial dentro del ciclo hidrológico, actuando como intermediario entre la atmósfera, la vegetación y las masas de agua superficiales y subterráneas. Cuando llueve, el suelo actúa como una esponja que intercepta y retiene una parte del agua, permitiendo su *infiltración* gradual hacia capas más profundas. Este proceso es fundamental para la recarga de los acuíferos subterráneos, que constituyen fuentes primordiales de agua dulce para el consumo humano, la agricultura y la industria.

La capacidad del suelo para absorber agua depende de su estructura, textura, contenido de materia orgánica y cobertura vegetal. Suelos bien estructurados con una alta porosidad permiten una infiltración eficiente, lo que reduce el escurrimiento superficial y, en consecuencia, el riesgo de inundaciones y erosión. En cambio, suelos compactados o degradados pierden esta capacidad, favoreciendo la escorrentía, el transporte de sedimentos y la pérdida de agua útil para los ecosistemas.

Almacenamiento de agua: una reserva vital para la vida

Una vez infiltrada, parte del agua queda almacenada temporalmente en los poros del suelo, donde puede ser absorbida por las raíces de las plantas. Este *almacenamiento edáfico* permite mantener la humedad del suelo durante períodos secos, sosteniendo la actividad biológica y vegetal, y contribuyendo a la resiliencia de los ecosistemas frente a eventos climáticos extremos como sequías.

El agua retenida en el suelo también actúa como regulador térmico, amortiguando las fluctuaciones de temperatura en la zona radicular y favoreciendo la estabilidad de los hábitats subterráneos. Además, este

sistema de retención y liberación gradual del agua hacia los acuíferos y cursos superficiales garantiza un *flujo base* constante en ríos y arroyos, incluso durante las estaciones secas.

Filtración natural: el suelo como barrera contra la contaminación

Uno de los servicios ecosistémicos más relevantes del suelo es su capacidad para actuar como un *filtro natural*. A medida que el agua se infiltra, atraviesa las distintas capas del perfil edáfico, donde interactúa con minerales, compuestos orgánicos y microorganismos. Durante este trayecto, muchos contaminantes presentes en el agua superficial –como metales pesados, pesticidas, bacterias y nutrientes en exceso– son adsorbidos, descompuestos o inmovilizados por los componentes del suelo.

Esta función de depuración es vital para proteger la calidad del agua subterránea, especialmente en zonas agrícolas o urbanizadas, donde el riesgo de contaminación es elevado. Los suelos ricos en materia orgánica y actividad microbiana son particularmente eficaces en este proceso, ya que promueven la degradación biológica de compuestos tóxicos y el reciclaje de nutrientes.

El suelo como aliado en la gestión sostenible del agua

En un contexto de creciente escasez hídrica y eventos climáticos extremos, el manejo sostenible del suelo se convierte en una herramienta indispensable para la gestión integrada del agua. La implementación de técnicas como la agricultura de conservación, la reforestación de cuencas, el uso de coberturas vegetales y la reducción de la compactación del suelo contribuyen significativamente a mejorar su capacidad de infiltración, almacenamiento y filtración.

Además, la conservación del suelo ayuda a mantener el equilibrio hídrico en el paisaje, minimizando tanto la pérdida de agua por escorrentía como los riesgos asociados a la degradación de ecosistemas acuáticos. La planificación territorial que respete las funciones hidrológicas del suelo es, por tanto, esencial para garantizar el acceso equitativo y sostenible al recurso hídrico, hoy más amenazado que nunca por el cambio climático y la presión antrópica.

El suelo, en su silenciosa pero constante interacción con el agua, se erige como un regulador indispensable del ciclo hidrológico y un protector natural de las reservas de agua dulce del planeta. Preservar su integridad es clave para asegurar la disponibilidad y calidad del agua en el futuro.

BIODIVERSIDAD DEL SUELO: UN ECOSISTEMA BAJO NUESTROS PIES

La vida invisible que sustenta la fertilidad del planeta

El suelo no es un medio inerte, sino un complejo y dinámico ecosistema que alberga una de las formas más ricas y diversas de vida en la Tierra. Se estima que cerca del 25% de todas las especies del planeta viven total o parcialmente en el suelo, lo que convierte a este entorno subterráneo en uno de los reservorios de biodiversidad más importantes del mundo. Esta riqueza biológica no es solo una curiosidad ecológica: representa la base de numerosos procesos esenciales para la vida, el equilibrio ambiental y la producción de alimentos.

La variedad de organismos que habitan el suelo

En el suelo se encuentran microorganismos como bacterias, arqueas, hongos, actinomicetos, algas microscópicas y protozoos, así como macroorganismos como nematodos, colémbolos, ácaros, lombrices de tierra, larvas de insectos, escarabajos y miriápodos. Cada uno de estos grupos tiene un papel específico dentro del ecosistema edáfico. Las bacterias y hongos descomponen la materia orgánica compleja en formas más simples, liberando nutrientes que las plantas pueden absorber. Las lombrices y otros macrofauna mezclan y airean el suelo, mejoran su estructura y facilitan la circulación del agua y el aire.

Esta comunidad edáfica se organiza en complejas cadenas tróficas subterráneas, donde los nutrientes circulan, los residuos se transforman y la materia orgánica se estabiliza. A través de esta actividad, se mantiene la salud del suelo y se crea un entorno fértil y equilibrado, capaz de sostener cultivos y ecosistemas naturales.

Funciones ecológicas de la biodiversidad del suelo

La biodiversidad del suelo tiene múltiples funciones ecológicas vitales. Entre ellas destaca la *formación del humus*, una sustancia orgánica estable que mejora la capacidad del suelo para retener agua y nutrientes. Asimismo, estos organismos desempeñan un papel clave en el *reciclaje de nutrientes*, al liberar compuestos esenciales como el nitrógeno, fósforo y potasio a partir de restos vegetales y animales. Esta mineralización es indispensable para el crecimiento vegetal y, por ende, para la productividad agrícola.

Además, los microorganismos del suelo contribuyen a la *resistencia biológica* frente a patógenos, al competir con ellos o producir compuestos antimicrobianos que limitan su proliferación. Esta función natural de protección reduce la dependencia de pesticidas y productos químicos, fomentando una agricultura más saludable y sostenible.

Indicador de la salud del suelo y del ecosistema en general

La biodiversidad del suelo es también un *indicador clave de la calidad del ecosistema edáfico*. Un suelo rico en vida suele ser estructuralmente más estable, más fértil y más resiliente frente a fenómenos como la erosión, la compactación o la sequía. Por el contrario, la disminución de la diversidad biológica suele acompañar procesos de degradación como la salinización, la contaminación y el uso intensivo de productos químicos.

Proteger esta biodiversidad implica conservar los hábitats subterráneos y adoptar prácticas de manejo sostenible del suelo. Entre ellas se incluyen la rotación de cultivos, el uso de compost y materia orgánica, la limitación del laboreo profundo, la reducción de fertilizantes sintéticos y la restauración de zonas degradadas.

El suelo como refugio de vida desconocida y fuente de innovación

Más allá de su importancia ecológica y agrícola, la biodiversidad del suelo representa un inmenso potencial para la investigación científica y el desarrollo de nuevas tecnologías. Muchos de los antibióticos actuales, por ejemplo, fueron descubiertos en bacterias del suelo. También se están explorando sus aplicaciones en la biorremediación de suelos contaminados, en la mejora genética de cultivos y en el desarrollo de biofertilizantes.

Sin embargo, buena parte de esta vida subterránea aún es desconocida: se calcula que solo se ha identificado una pequeña fracción de los microorganismos del suelo, lo que sugiere que su estudio podría deparar hallazgos clave para la salud humana, la seguridad alimentaria y la sostenibilidad ambiental.

El suelo es mucho más que tierra: es un universo viviente que sustenta la vida desde abajo. Conservar su biodiversidad es asegurar la estabilidad de los ecosistemas y la salud del planeta en su conjunto.

CAUSAS DE DEGRADACIÓN DEL SUELO

CONCEPTO GENERAL DE DEGRADACIÓN DEL SUELO

Un proceso complejo que afecta la funcionalidad del suelo

La degradación del suelo es un fenómeno ambiental de gran relevancia que se define como la pérdida parcial o total de la capacidad de un suelo para desempeñar sus funciones ecológicas, productivas y de soporte de vida. Estas funciones comprenden, entre otras, la producción de alimentos, la regulación del ciclo del agua, el mantenimiento de la biodiversidad, el secuestro de carbono y la provisión de hábitats para organismos vivos. Cuando un suelo se degrada, disminuye su potencial para satisfacer las necesidades humanas presentes y futuras, y se convierte en un factor de vulnerabilidad para los ecosistemas y las sociedades.

Factores naturales que pueden iniciar o acelerar el proceso

En términos naturales, el suelo puede ser degradado por eventos climáticos extremos como lluvias torrenciales, sequías prolongadas, deslizamientos o inundaciones, que alteran su estructura, erosionan su superficie o modifican su composición química. En regiones áridas y semiáridas, por ejemplo, la escasez de agua limita el desarrollo de la vegetación protectora, haciendo al suelo más susceptible a la erosión eólica. Asimismo, los incendios forestales naturales pueden dejar al suelo expuesto y vulnerable a la pérdida de nutrientes y materia orgánica. No obstante, estos procesos suelen ocurrir en ciclos temporales que permiten al ecosistema recuperarse si no existen presiones adicionales.

Actividades humanas como causa principal de la degradación

A pesar de la influencia de factores naturales, la principal causa de la degradación del suelo es la acción humana desmedida e irresponsable. La agricultura intensiva sin técnicas de conservación del suelo, el uso excesivo de fertilizantes y plaguicidas químicos, la deforestación, el sobrepastoreo y la expansión urbana descontrolada son prácticas que modifican drásticamente el equilibrio natural del suelo. Estas actividades deterioran su estructura física, reducen la materia orgánica, alteran el pH, introducen contaminantes y afectan la diversidad biológica subterránea. El resultado es un suelo menos fértil, con menor capacidad para retener agua y nutrientes, y más vulnerable a procesos de erosión y desertificación.

Dimensiones de la degradación: física, química y biológica

La degradación del suelo puede clasificarse según el tipo de alteración que afecta sus propiedades fundamentales. En el plano físico, se manifiesta como compactación, pérdida de estructura y sellado superficial, lo cual limita la infiltración de agua y el desarrollo radicular. En el ámbito químico, se traduce en salinización, acidificación, pérdida de nutrientes esenciales y acumulación de elementos tóxicos. Finalmente, la degradación biológica implica la reducción de la actividad microbiana y de la fauna del suelo, lo que disminuye su capacidad para regenerarse y mantener procesos vitales como la descomposición de la materia orgánica y el reciclaje de nutrientes.

Consecuencias ecológicas, sociales y económicas

El deterioro de los suelos no solo tiene consecuencias ambientales, sino también sociales y económicas. La pérdida de fertilidad conlleva una menor producción agrícola, lo que afecta la seguridad alimentaria y los medios de vida de las comunidades rurales. Además, los suelos degradados pierden su capacidad para actuar como filtros naturales, aumentando el riesgo de contaminación de aguas subterráneas y superficiales. A nivel global, la degradación del suelo contribuye al cambio climático al liberar carbono almacenado y reducir la capacidad de los suelos para capturarlo. Asimismo, la desertificación, como forma extrema de degradación, puede provocar desplazamientos humanos masivos y conflictos por el acceso a recursos naturales.

Un problema que exige soluciones integradas y sostenibles

Frente a este desafío, es fundamental adoptar enfoques de gestión sostenible del suelo, que incluyan prácticas agrícolas conservacionistas, reforestación, rotación de cultivos, uso racional de insumos químicos, restauración de suelos degradados y educación ambiental. Asimismo, es indispensable el apoyo de políticas públicas, marcos legales efectivos y la participación activa de las comunidades locales. La protección del suelo no solo es un imperativo ecológico, sino también una condición indispensable para el bienestar humano y la sostenibilidad del planeta a largo plazo.

EROSIÓN DEL SUELO: PÉRDIDA DE LA CAPA FÉRTIL

Un fenómeno clave en la degradación de la tierra cultivable

La erosión del suelo representa una de las formas más extendidas y severas de degradación, al implicar la pérdida de la capa superficial del suelo, aquella que contiene la mayor concentración de materia orgánica, nutrientes esenciales y actividad biológica. Esta capa fértil, generalmente de apenas unos pocos centímetros de espesor, es indispensable para la producción de cultivos, ya que sustenta el crecimiento vegetal y garantiza el reciclaje natural de nutrientes. Cuando esta capa se pierde, el suelo pierde su productividad, disminuye su capacidad de retención de agua y se vuelve cada vez más difícil de recuperar, lo que compromete a largo plazo la sostenibilidad de los sistemas agroalimentarios.

Tipos principales de erosión: hídrica y eólica

La erosión puede manifestarse principalmente en dos formas: hídrica y eólica. La erosión hídrica ocurre cuando el agua de lluvia, especialmente en episodios intensos o en zonas con pendientes, arrastra las partículas del suelo y las transporta hacia cursos de agua o zonas más bajas del relieve. Este proceso puede presentarse en distintas modalidades, como salpicadura (impacto de gotas de lluvia), en lámina (corriente superficial uniforme) o en surcos y cárcavas (canales formados por la escorrentía concentrada). Por su parte, la erosión eólica tiene lugar en áreas secas, donde el viento levanta y transporta partículas finas del suelo, principalmente cuando este está desnudo de vegetación, fenómeno muy común en tierras áridas, desérticas o mal manejadas.

Causas antropogénicas que agravan el proceso

La intervención humana desempeña un papel determinante en la aceleración de la erosión. La deforestación masiva elimina la cubierta vegetal protectora que evita el impacto directo de las lluvias y retiene el suelo con sus raíces. El sobrepastoreo, cuando el ganado consume en exceso la vegetación sin permitir su regeneración, deja el suelo expuesto y compacto. Las prácticas agrícolas inadecuadas, como el monocultivo persistente, la labranza intensiva y la falta de rotación de cultivos, degradan la estructura del suelo y reducen su cohesión. El arado en dirección de la pendiente, sin el uso de terrazas o barreras vegetales, favorece el escurrimiento superficial y facilita el arrastre de partículas. Incluso las prácticas modernas mecanizadas, si no se

acompañan de medidas de conservación, pueden intensificar significativamente el problema.

Consecuencias de la erosión para los ecosistemas y las comunidades

La erosión tiene efectos devastadores tanto para los ecosistemas naturales como para las poblaciones humanas. En términos ecológicos, reduce la biodiversidad edáfica, altera los ciclos hidrológicos, empobrece los suelos y puede provocar la sedimentación de ríos, lagos y embalses, afectando la calidad del agua y el hábitat acuático. A nivel social y económico, disminuye la productividad agrícola, incrementa los costos de producción y amenaza la seguridad alimentaria, especialmente en regiones rurales dependientes de la agricultura. A largo plazo, puede contribuir al desplazamiento de comunidades y al abandono de tierras cultivables, transformando regiones fértiles en paisajes áridos o desérticos.

Medidas de prevención y control de la erosión

La lucha contra la erosión del suelo exige una estrategia integral que combine técnicas tradicionales y enfoques modernos de manejo sostenible. Entre las principales medidas se encuentran la reforestación y mantenimiento de la cobertura vegetal, la siembra en curvas de nivel, el uso de terrazas en laderas, la rotación de cultivos, el empleo de cultivos de cobertura, la labranza mínima o labranza cero, y la creación de barreras vivas o muertas contra el agua y el viento. La educación ambiental, la formación de agricultores y ganaderos, y el respaldo institucional mediante políticas de conservación son también factores clave para mitigar este fenómeno y restaurar los suelos ya afectados.

DEGRADACIÓN FÍSICA: COMPACTACIÓN Y SELLADO DEL SUELO

Alteraciones estructurales que comprometen la salud del suelo

La degradación física del suelo se refiere a las modificaciones desfavorables en su estructura y propiedades físicas, que afectan directamente su capacidad para sostener la vida vegetal y desempeñar funciones ecológicas clave. Este tipo de degradación se manifiesta en forma de compactación, pérdida de agregados, disminución de la porosidad y sellado superficial. Estos procesos reducen la capacidad del suelo para retener agua y aire, dificultan la penetración de las raíces, alteran el movimiento de organismos

subterráneos y aceleran otros procesos de degradación como la erosión.

La compactación: un problema silencioso pero persistente

La compactación del suelo es uno de los fenómenos más comunes dentro de la degradación física y se produce cuando las partículas del suelo se presionan unas contra otras, eliminando el espacio poroso que normalmente retiene aire y agua. Este fenómeno ocurre frecuentemente por el uso de maquinaria agrícola pesada, especialmente en suelos húmedos donde la resistencia mecánica del suelo es menor. También es común en áreas de sobrepastoreo, donde el tránsito repetido de animales compacta progresivamente la superficie. La compactación puede ocurrir tanto en la capa superficial como en las capas subsuperficiales, formando una “capa dura” (o “hardpan”) que impide el desarrollo radicular, la filtración del agua y la aireación adecuada.

El sellado del suelo: pérdida de funcionalidad por urbanización

Otra forma crítica de degradación física es el sellado del suelo, una consecuencia directa de la expansión urbana e industrial. Este fenómeno ocurre cuando grandes extensiones de suelo se cubren con materiales impermeables como asfalto, concreto o adoquines, impidiendo completamente el intercambio de agua, gases y nutrientes con el entorno. El sellado del suelo elimina su capacidad para cumplir funciones esenciales como la filtración de agua, la regulación térmica, el almacenamiento de carbono o el sustento de biodiversidad. Además, agrava los efectos de las lluvias intensas, al aumentar la escorrentía superficial, lo que incrementa el riesgo de inundaciones y la contaminación de aguas por arrastre de contaminantes.

Consecuencias ecológicas y agrícolas de la degradación física

Los efectos negativos de la degradación física se sienten tanto a nivel ambiental como en la productividad agrícola. En el ámbito agrícola, los suelos compactados o sellados limitan severamente el rendimiento de los cultivos al reducir la disponibilidad de agua y oxígeno para las raíces. Esto obliga al uso intensivo de fertilizantes y sistemas de riego, lo cual puede desencadenar una espiral de degradación química adicional. Desde el punto de vista ecológico, la compactación y el sellado interrumpen el ciclo natural del carbono y del agua,

contribuyen al calentamiento local por pérdida de la transpiración vegetal y reducen la biodiversidad del ecosistema edáfico.

Estrategias de mitigación y restauración

Para combatir la compactación del suelo, se recomienda implementar técnicas como la labranza reducida o controlada, el uso de maquinaria agrícola con neumáticos de baja presión, la rotación de cultivos con especies de raíces profundas, y el descanso periódico del terreno mediante barbechos o cultivos de cobertura. En cuanto al sellado del suelo, es fundamental planificar adecuadamente el desarrollo urbano, promoviendo el uso de superficies permeables, techos verdes y sistemas de drenaje sostenibles. La restauración de suelos sellados es compleja y requiere intervenciones técnicas específicas, como la remoción de pavimentos y la rehabilitación biológica del sustrato. A largo plazo, la sostenibilidad del uso del suelo debe ser una prioridad transversal en las políticas de ordenamiento territorial y planificación agrícola.

DEGRADACIÓN QUÍMICA: ALTERACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DEL SUELO

Una amenaza silenciosa que compromete la fertilidad y sostenibilidad del suelo

La degradación química del suelo representa un deterioro profundo y en muchos casos irreversible de la calidad edáfica, al alterar de manera significativa su composición química natural. Esta alteración afecta la disponibilidad de nutrientes esenciales para las plantas, modifica el pH, introduce sustancias tóxicas y reduce la capacidad del suelo para sostener cultivos y otros organismos vivos. A diferencia de otros tipos de degradación, los efectos de la degradación química no siempre son visibles a corto plazo, pero sus consecuencias se acumulan con el tiempo, generando una pérdida progresiva de la funcionalidad del suelo.

Acidificación del suelo: un desequilibrio inducido por prácticas agrícolas

La acidificación del suelo ocurre cuando el pH del mismo desciende de forma sostenida, volviéndose más ácido. Este fenómeno se debe en gran medida al uso intensivo de fertilizantes nitrogenados (como el nitrato de amonio y la urea), que liberan iones hidrógeno durante su

descomposición. También puede ser provocado por la deposición de compuestos ácidos provenientes de la contaminación atmosférica (como el dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno), los cuales se precipitan a través de la lluvia ácida. Los suelos ácidos dificultan la absorción de nutrientes como calcio, magnesio y fósforo, mientras aumentan la solubilidad de elementos tóxicos como el aluminio, afectando el crecimiento vegetal y la vida microbiana del suelo.

Salinización: acumulación de sales solubles en zonas agrícolas irrigadas

La salinización es otro proceso relevante de degradación química y afecta especialmente a regiones con climas áridos y semiáridos donde el riego artificial es una práctica común. Cuando el agua de riego contiene sales disueltas (como cloruros, sulfatos y bicarbonatos) y la evaporación supera a la infiltración, estas sales se acumulan en la superficie del suelo. Esto se ve agravado por un drenaje ineficiente, el uso excesivo de agua y la falta de sistemas de manejo adecuado. Los suelos salinos dificultan la absorción de agua por las raíces, lo que impide la germinación y desarrollo de las plantas, genera toxicidad iónica y reduce la productividad de los cultivos de forma drástica.

Contaminación por sustancias tóxicas: metales pesados, pesticidas y residuos

La contaminación del suelo por productos químicos peligrosos es una de las formas más graves de degradación química. Esto incluye la presencia de metales pesados como plomo, cadmio, mercurio y arsénico, que pueden proceder de actividades industriales, minería, tráfico vehicular o residuos mal gestionados. Estos elementos no se degradan y tienden a bioacumularse, afectando tanto a los organismos del suelo como a la cadena alimentaria. Asimismo, el uso excesivo e inadecuado de pesticidas y herbicidas puede alterar la microflora del suelo, reducir su biodiversidad y dejar residuos tóxicos persistentes. Los lixiviados de vertederos, aguas residuales sin tratar y productos químicos industriales también contribuyen significativamente a esta forma de degradación.

Impactos ecológicos y productivos de la degradación química

Las consecuencias de la degradación química se manifiestan en múltiples niveles. En el plano agrícola, los suelos pierden fertilidad, reducen su capacidad para sostener cultivos y requieren mayores insumos externos para mantener la producción, lo que eleva los costos

y la dependencia tecnológica. En el plano ecológico, la alteración de la química del suelo interfiere con los ciclos naturales de nutrientes, reduce la biodiversidad edáfica y afecta los procesos de descomposición y reciclaje. Además, los contaminantes pueden ser transportados por el agua a otros ecosistemas, afectando cuerpos hídricos y cadenas tróficas, y representando riesgos para la salud humana.

Prevención, monitoreo y restauración del suelo contaminado

La prevención de la degradación química requiere una gestión responsable de los insumos agrícolas, mediante prácticas como el manejo integrado de nutrientes, la agricultura ecológica, el uso racional de fertilizantes y fitosanitarios, y la implementación de análisis periódicos del suelo para ajustar las dosis aplicadas. Para combatir la salinización, se deben aplicar sistemas de riego por goteo, drenajes eficientes y cultivos tolerantes a la salinidad. La remediación de suelos contaminados por metales pesados o compuestos tóxicos es costosa y técnicamente compleja, e incluye métodos como la fitoextracción, el lavado del suelo o el encapsulamiento de contaminantes. En todos los casos, es crucial contar con políticas públicas efectivas, sistemas de monitoreo ambiental y la participación activa de los actores agrícolas e industriales para garantizar la conservación de este recurso vital.

DEGRADACIÓN BIOLÓGICA: PÉRDIDA DE VIDA EN EL SUELO

Un proceso silencioso que compromete la salud integral del suelo

La degradación biológica del suelo consiste en la pérdida o alteración de los organismos vivos que habitan en el ecosistema edáfico, incluyendo bacterias, hongos, protozoos, nematodos, lombrices y otros micro y mesoorganismos. Estos seres vivos desempeñan funciones esenciales para el equilibrio del suelo, como la descomposición de materia orgánica, el reciclaje de nutrientes, la formación de agregados, la aireación, la protección contra patógenos y la simbiosis con raíces vegetales. Su disminución representa una amenaza crítica para la fertilidad y resiliencia del suelo, dificultando su capacidad de autorregeneración y afectando la productividad de los ecosistemas naturales y agrícolas.

El papel central de la biodiversidad edáfica en la funcionalidad del suelo

La vida del suelo es uno de los pilares fundamentales de su funcionamiento. La diversidad biológica subterránea permite mantener procesos ecológicos complejos y altamente interconectados. Por ejemplo, los microorganismos del suelo descomponen residuos orgánicos y transforman compuestos complejos en nutrientes asimilables por las plantas, mientras que las lombrices contribuyen a la estructura del suelo al formar galerías que mejoran la porosidad y el drenaje. Asimismo, muchos microorganismos establecen relaciones simbióticas con las raíces (como las micorrizas y rizobacterias), facilitando la absorción de fósforo, nitrógeno y otros elementos esenciales. Esta red biológica también actúa como barrera natural frente a organismos patógenos, regulando poblaciones y aumentando la resistencia del sistema ante plagas y enfermedades.

Factores que inducen la degradación biológica del suelo

Varios factores antropogénicos han acelerado la degradación biológica del suelo. El uso prolongado e intensivo de agroquímicos, como pesticidas, herbicidas y fertilizantes sintéticos, puede eliminar especies sensibles, alterar el equilibrio microbiano y reducir la biodiversidad funcional. La eliminación de la materia orgánica, ya sea por cosechas sin reposición de residuos, quema de rastrojos o abandono de prácticas de abonado orgánico, priva a los organismos del suelo de su fuente de alimento principal. La labranza intensiva y la compactación también afectan negativamente al hábitat subterráneo, reduciendo los espacios porosos y perturbando la estructura que sustenta la vida del suelo. Además, la contaminación química o el ingreso de metales pesados alteran la actividad enzimática microbiana y pueden tener efectos letales sobre muchos organismos edáficos.

Efectos ecológicos y agronómicos de la pérdida de actividad biológica

Cuando un suelo pierde su vida biológica, se convierte en un sistema inerte y dependiente de insumos externos para mantener su productividad. La ausencia de microorganismos y fauna edáfica disminuye la eficiencia del reciclaje de nutrientes, ralentiza la descomposición de residuos y provoca una mayor susceptibilidad a enfermedades de las plantas. Esto se traduce en cultivos menos vigorosos, suelos menos estables estructuralmente y mayores

requerimientos de fertilizantes químicos. Ecológicamente, la pérdida de biodiversidad edáfica reduce la capacidad del suelo para actuar como sumidero de carbono, altera los ciclos biogeoquímicos y debilita la resiliencia general del ecosistema frente a perturbaciones climáticas o antropogénicas.

Estrategias de recuperación y conservación de la biología del suelo

La restauración de la vida del suelo requiere una estrategia integral orientada a reestablecer las condiciones necesarias para el desarrollo de organismos beneficiosos. Entre las principales prácticas destacan la incorporación regular de materia orgánica (estiércol, compost, abonos verdes), el uso de cultivos de cobertura, la reducción del laboreo, la rotación de cultivos y la eliminación o sustitución progresiva de productos químicos agresivos por alternativas biológicas. También es fundamental reintroducir organismos beneficiosos mediante inoculantes microbianos (micorrizas, rizobacterias), promover el manejo ecológico de plagas y fomentar sistemas agrícolas más diversificados y agroecológicos. En conjunto, estas medidas permiten recuperar la funcionalidad del suelo, aumentar su fertilidad a largo plazo y fortalecer su papel como soporte de vida y motor de sostenibilidad agrícola.

FACTORES ANTRÓPICOS PRINCIPALES EN LA DEGRADACIÓN DEL SUELO

Intervención humana: principal motor del deterioro edáfico

La degradación del suelo, aunque puede tener causas naturales, es mayoritariamente producto de la actividad humana. Las transformaciones impuestas por modelos de desarrollo intensivos y mal planificados alteran el equilibrio ecológico del suelo y disminuyen drásticamente su capacidad de regeneración. Estas acciones se manifiestan en múltiples formas y afectan directa o indirectamente a las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. La falta de enfoques sostenibles en el uso de la tierra, así como la presión demográfica y económica sobre los recursos naturales, han convertido al suelo en un recurso cada vez más vulnerable.

Malas prácticas agrícolas: agotamiento de la fertilidad y pérdida de estructura

Una de las causas más generalizadas de degradación del suelo es la adopción de prácticas agrícolas inadecuadas. El monocultivo prolongado, al cultivar repetidamente la misma especie vegetal en un terreno sin rotación, agota los nutrientes específicos que esa planta extrae y rompe los ciclos naturales de regeneración. La labranza intensiva, utilizada para preparar la tierra, provoca la ruptura de los agregados del suelo, expone la materia orgánica a la oxidación, y acelera los procesos de erosión. El uso indiscriminado de agroquímicos —fertilizantes, herbicidas y pesticidas— altera la química del suelo, contamina el entorno y reduce la biodiversidad microbiana necesaria para mantener la fertilidad edáfica a largo plazo.

Deforestación: pérdida de cobertura protectora y aumento de la erosión

La tala masiva de bosques y matorrales tiene un efecto devastador sobre el suelo. Al eliminar la vegetación que protege la superficie terrestre, el suelo queda expuesto directamente a los agentes erosivos como el viento y la lluvia. La pérdida de raíces también disminuye la cohesión del suelo, lo que lo hace más susceptible a deslizamientos y lavado. La deforestación, además de favorecer la erosión hídrica y eólica, interrumpe el reciclaje natural de nutrientes y reduce la capacidad del suelo para retener agua, afectando tanto a ecosistemas naturales como a sistemas agrícolas.

Sobrepastoreo: compactación y pérdida de capacidad regenerativa

El pastoreo intensivo en áreas sin períodos de descanso provoca compactación del suelo, especialmente en la capa superficial. El peso y el tránsito constante del ganado reducen la porosidad, impiden la infiltración del agua y dificultan la aireación de las raíces. Además, el consumo excesivo de vegetación impide su regeneración natural, lo que reduce la cobertura vegetal y deja el suelo vulnerable a la erosión. En muchos casos, el sobrepastoreo puede conducir a procesos de desertificación, especialmente en climas áridos o semiáridos.

Urbanización e infraestructuras: sellado y artificialización del suelo

La expansión de áreas urbanas e infraestructuras (carreteras, edificios, polígonos industriales) implica la cobertura del suelo con materiales

impermeables como el cemento y el asfalto. Este fenómeno, conocido como sellado del suelo, interrumpe todos los procesos naturales que el suelo realiza, como la infiltración de agua, el intercambio de gases, el reciclaje de nutrientes y la actividad biológica. El suelo sellado pierde su capacidad de soporte ecológico y se convierte en un espacio completamente artificial, muchas veces imposible de recuperar sin intervención técnica compleja.

Industria, minería y residuos: contaminación de amplio espectro

Las actividades industriales y mineras son responsables de la emisión de contaminantes que se acumulan en los suelos cercanos a zonas de explotación o procesamiento. Metales pesados, hidrocarburos, compuestos orgánicos persistentes y otros residuos tóxicos alteran la composición química del suelo y afectan su estructura y vida biológica. Además, la disposición inadecuada de residuos sólidos urbanos e industriales, así como los vertidos ilegales o no tratados, incrementan la carga contaminante del suelo, afectando tanto su uso agrícola como su rol ambiental.

Urgencia de una gestión sostenible del uso del suelo

La solución a la degradación del suelo requiere una transformación integral en la forma en que se gestionan los recursos naturales. Es necesario fomentar prácticas agrícolas sostenibles, promover la reforestación, establecer sistemas de pastoreo controlado, y adoptar planes de ordenamiento territorial que limiten la urbanización descontrolada. A su vez, se deben establecer regulaciones estrictas sobre vertidos, minería y uso de agroquímicos, así como sistemas de monitoreo y remediación. Invertir en la protección del suelo es invertir en la seguridad alimentaria, la resiliencia ecológica y el desarrollo sostenible de las generaciones presentes y futuras.

MEDIDAS DE CONTROL Y CONSERVACIÓN DEL SUELO

El papel fundamental del suelo en los ecosistemas y la producción

El suelo es un recurso natural no renovable a escala humana, que desempeña un papel central en la sustentabilidad de los ecosistemas y la producción agrícola. Es el soporte de la vida terrestre, ya que regula el ciclo del agua, interviene en el ciclo de los nutrientes, filtra contaminantes, sustenta la biodiversidad subterránea, y es base para la producción de alimentos, fibras y biomasa. No obstante, el suelo está

expuesto a múltiples amenazas, como la erosión, la compactación, la salinización, la pérdida de materia orgánica, la desertificación y la contaminación. Estas formas de degradación, muchas veces inducidas por prácticas agrícolas inadecuadas o el uso intensivo del territorio, reducen drásticamente su productividad y capacidad de resiliencia. De allí la necesidad urgente de aplicar medidas eficaces de control y conservación, especialmente en el contexto del cambio climático y el crecimiento de la población mundial.

Conservación de la cobertura vegetal como escudo protector

Una de las estrategias más básicas y eficaces es evitar que el suelo quede desnudo, ya que la cobertura vegetal —natural o cultivada— actúa como barrera física contra la erosión hídrica y eólica. La ausencia de cobertura acelera la pérdida de la capa superficial fértil, favorece la escorrentía del agua y reduce la infiltración. Técnicas como los cultivos de cobertura (por ejemplo, leguminosas que se siembran entre campañas para fijar nitrógeno y mantener la estructura del suelo), la reforestación de áreas degradadas y la práctica del “mulching” (colocación de residuos vegetales sobre el terreno) contribuyen a conservar la humedad del suelo, reducir las temperaturas extremas y favorecer la biodiversidad edáfica.

Labranza de conservación y siembra directa para preservar la estructura del suelo

La labranza intensiva rompe los agregados del suelo, disminuye su porosidad y acelera la pérdida de carbono orgánico. Frente a esto, las prácticas de labranza mínima o labranza de conservación (no remover o perturbar el suelo innecesariamente) y la siembra directa (introducción de semillas sin labranza previa) representan un avance hacia una agricultura más sostenible. Estas técnicas permiten que los residuos de cultivos anteriores permanezcan sobre la superficie, protegiendo el suelo contra el impacto de las gotas de lluvia, reduciendo la evaporación y favoreciendo la actividad biológica. Además, se ha demostrado que estas prácticas aumentan la eficiencia del uso del agua y mejoran la retención de nutrientes.

Diversificación y rotación de cultivos como estrategias para la salud edáfica

La repetición de un mismo cultivo en una parcela —monocultivo— conduce al agotamiento de ciertos nutrientes y al aumento de plagas y enfermedades específicas. Por el contrario, la rotación de cultivos

consiste en alternar especies vegetales con diferentes demandas nutricionales, ciclos biológicos y tipos de raíces, lo que mejora la estructura del suelo y reduce la presión biótica. Incorporar cultivos leguminosos en la rotación, por ejemplo, permite fijar nitrógeno atmosférico en el suelo, enriqueciendo su fertilidad. Asimismo, la diversificación productiva con sistemas agroforestales o policultivos mejora la estabilidad ecológica, reduce el riesgo económico y mitiga el impacto de eventos climáticos extremos.

Agricultura en curvas de nivel y terrazas para zonas de pendiente

En terrenos inclinados, el escurrimiento superficial es más rápido y erosivo. Para contrarrestarlo, se utilizan técnicas como la agricultura de contorno (cultivar siguiendo las curvas de nivel del terreno), que disminuye la velocidad del agua y favorece su infiltración. Cuando las pendientes son mayores, se recurre a la construcción de terrazas, plataformas horizontales sostenidas por muros o taludes, que permiten retener el suelo y el agua. Estas infraestructuras tradicionales han demostrado ser eficaces durante siglos en regiones montañosas, y actualmente están siendo revalorizadas por su potencial de adaptación al cambio climático.

Barreras vegetales y cortavientos como defensa contra la erosión eólica

En áreas abiertas o semiáridas, el viento puede levantar y transportar partículas del suelo, fenómeno conocido como erosión eólica. Para prevenirlo, se instalan cortavientos —filas de árboles o arbustos— en los márgenes de los campos. Estas barreras reducen la velocidad del viento, capturan partículas en suspensión y crean microclimas favorables para los cultivos. Además de proteger el suelo, los cortavientos pueden ofrecer beneficios adicionales: producción de madera, frutos, sombra para el ganado y hábitats para fauna benéfica.

Uso racional del agua: clave para prevenir salinización y compactación

La gestión ineficiente del riego puede generar graves problemas de salinización (acumulación de sales en la superficie) o encharcamiento, afectando la salud del suelo y las raíces de las plantas. Para evitarlo, se promueve el uso de tecnologías de riego de alta eficiencia, como el riego por goteo o microaspersión, que aplican el agua directamente en la zona radicular, minimizando pérdidas por evaporación o percolación. También es fundamental realizar un manejo adecuado

del drenaje, la nivelación del terreno y la selección de especies tolerantes a condiciones marginales.

Manejo agroecológico de plagas para conservar la biodiversidad edáfica

El uso intensivo de agroquímicos altera profundamente la microbiología del suelo y puede contaminar las aguas subterráneas. En respuesta, el manejo integrado de plagas propone una estrategia basada en el monitoreo constante, el uso de controles biológicos (depredadores naturales), trampas, barreras físicas, rotación de cultivos y productos orgánicos, reservando los pesticidas sintéticos solo para casos necesarios y con criterios de mínima afectación. Esto no solo conserva la calidad del suelo, sino que también promueve una agricultura más saludable y resiliente.

Regulación del pastoreo como herramienta de protección del suelo

La ganadería mal manejada, especialmente en zonas áridas, puede ocasionar compactación del suelo, pérdida de vegetación y desertificación. Por ello, se recomienda la implementación de sistemas de pastoreo rotacional, que permiten que las áreas pastoreadas descansen y se regeneren. Además, debe controlarse la carga animal según la capacidad de soporte del terreno, y fomentar la siembra de pastos adaptados y resistentes.

Incorporación de materia orgánica mediante abonos naturales

La adición de compost, estiércol, residuos vegetales y otros abonos orgánicos contribuye significativamente a la mejora de la fertilidad del suelo. Estos insumos enriquecen la materia orgánica, incrementan la capacidad de retención de agua y nutrientes, y estimulan la vida microbiana del suelo. La materia orgánica también actúa como aglutinante, mejorando la estabilidad de los agregados del suelo y, por tanto, su resistencia a la erosión.

Educación ambiental, monitoreo participativo y políticas de conservación

Finalmente, ninguna medida será sostenible si no se cuenta con la participación activa de las comunidades rurales y los productores. La educación ambiental es esencial para fomentar una conciencia conservacionista y el compromiso con buenas prácticas. Asimismo, el monitoreo del estado del suelo mediante indicadores físicos (compactación, erosión), químicos (pH, nutrientes) y biológicos

(actividad microbiana) permite ajustar las estrategias de manejo. Es igualmente crucial que las políticas públicas promuevan incentivos económicos, marcos normativos y programas de restauración de suelos, garantizando una gestión integral del territorio.

La conservación del suelo no es una práctica aislada, sino un componente estratégico dentro de un modelo de desarrollo rural sostenible. Su implementación requiere de un enfoque multisectorial, con participación científica, técnica, comunitaria e institucional, que permita enfrentar los retos actuales y asegurar la salud del suelo para las generaciones futuras.

TABLA RESUMEN

TEMA	CONTENIDOS CLAVE
1. Valor del suelo como recurso natural	• Recurso fundamental pero frágil. • No renovable a escala humana. • Formación lenta (100-1000 años por cm). • Resultado de procesos físicos, químicos y biológicos (pedogénesis).
2. Funciones ecológicas del suelo	• Sustento de vida vegetal. • Base de la cadena trófica. • Regulador del microclima. • Filtro de contaminantes. • Sumidero de carbono. • Fuente de biodiversidad subterránea.
3. Causas de la degradación del suelo	• Agricultura intensiva sin sostenibilidad. • Uso excesivo de agroquímicos. • Deforestación. • Sobrepastoreo. • Urbanización y sellado del suelo.
4. Tipos de degradación	• Física: compactación. sellado. pérdida de porosidad. • Química: acidificación. salinización. contaminación por metales pesados. • Biológica: pérdida de biodiversidad. reducción de microorganismos. disminución de reciclaje de nutrientes.

TEMA	CONTENIDOS CLAVE
5. Consecuencias de la degradación	• Disminución de fertilidad. • Reducción de producción agrícola. • Contaminación del agua. • Aumento de erosión y desertificación. • Contribución al cambio climático.
6. Erosión del suelo	• Pérdida de capa fértil. • Tipos: hídrica y eólica. • Causas: deforestación. agricultura inadecuada. sobrepastoreo. • Consecuencias: pérdida de productividad. sedimentación. desplazamientos humanos.
7. Degradación física	• Compactación: por maquinaria pesada y ganado. • Sellado: por urbanización. • Consecuencias: pérdida de funciones ecológicas. menor productividad agrícola.
8. Degradación química	• Acidificación por fertilizantes nitrogenados. • Salinización por riego inadecuado. • Contaminación por metales pesados y pesticidas. • Consecuencias: pérdida de fertilidad. afectación de salud humana y ecosistemas.
9. Degradación biológica	• Disminución de organismos del suelo. • Causas: agroquímicos. labranza intensiva. contaminación. • Consecuencias: suelos inertes. mayor dependencia de fertilizantes. menor resiliencia.
10. Factores humanos clave en la degradación	• Monocultivo prolongado. • Labranza intensiva. • Urbanización. • Minería e industria. • Gestión inadecuada de residuos.
11. Medidas de control y conservación	• Cobertura vegetal permanente. • Labranza de conservación. • Rotación y diversificación de cultivos. • Agricultura en curvas de nivel y terrazas. • Barreras vegetales. • Riego eficiente.

TEMA

CONTENIDOS CLAVE

- Abonos orgánicos.
- Educación ambiental.
- Políticas públicas e incentivos.