

EL SUELO



- *¿Qué es?*
- *¿Cómo se forma?*
- *¿Cuáles son sus características?*
- *La fertilidad*
- *La erosión y la contaminación*
- *¿Qué debemos hacer para conservarlo?*

EL SUELO

¿Qué es?

El suelo está compuesto por minerales, materia orgánica, diminutos organismos vegetales y animales, aire y agua. Es una capa delgada que se ha formado muy lentamente, a través de los siglos, con la desintegración de las rocas superficiales por la acción del agua, los cambios de temperatura y el viento. Los plantas y animales que crecen y mueren dentro y sobre el suelo son descompuestos por los microorganismos, transformados en materia orgánica y mezclados con el suelo.

- Los *minerales* provienen de la roca madre, que se deshace lentamente. También pueden ser aportados por el viento y el agua, que los arrastran desde otras zonas erosionadas.
- La *materia orgánica* es el producto de la descomposición de vegetales y animales muertos. Puede almacenar gran cantidad de agua y es rica en minerales.
- Los *microorganismos* o pequeños organismos son de dos tipos: los que despedazan la materia orgánica (insectos y lombrices) y los que la descomponen liberando los nutrientes (hongos, bacterias). Viven dentro del suelo y, además de intervenir para que la materia orgánica sea nuevamente utilizada por las plantas, ayudan a pulverizar las rocas. Lombrices e insectos forman poros que permiten la aireación, el almacenaje del agua y el crecimiento de las raíces.
- *Agua y aire* ocupan los poros, espacios entre las partículas de suelo que se producen por las irregularidades de su forma y tamaño. La distribución y tamaño de los poros es importante. Una excesiva cantidad de poros pequeños origina suelos compactos, pesados, húmedos y un pobre crecimiento de las raíces. Demasiados poros grandes forman suelos sueltos que se secan rápidamente. Cuando más pequeño es el poro, más difícil es para la planta absorber agua de él. Los organismos del suelo y las plantas necesitan agua para vivir. Las plantas la utilizan para mantener sus tejidos, transportar nutrientes y realizar la respiración y nutrición. El agua del suelo es absorbida por las raíces y utilizada en el proceso de fotosíntesis. La disolución de minerales y materia orgánica en el agua facilita que sean captados por las plantas. Cuando el agua del suelo escasea, se detiene el crecimiento de las plantas, que llegan a marchitarse y morir. Un exceso de agua desplaza el aire del suelo. Este es importante porque aporta oxígeno para la respiración de las raíces. Además es la fuente del nitrógeno que transforman las bacterias, haciéndolo aprovechable por las plantas.

En el suelo se multiplican miles de formas de vida, la mayoría invisibles para nuestros ojos. Una hectárea de tierra fértil puede contener más de 300 millones de pequeños invertebrados: insectos, arañas, lombrices y otros animales diminutos. La tierra que cabe en una cuchara puede encerrar un millón de bacterias, además de cientos de miles de células de levaduras y pequeños hongos.

Todas las sustancias que forman el suelo son importantes por sí mismas, pero lo fundamental es el equilibrio adecuado entre los diferentes constituyentes.

La materia orgánica y los microorganismos aportan y liberan los nutrientes y unen las partículas minerales entre sí. De esta manera, crean las condiciones para que las plantas respiren, absorban agua y nutrientes y desarrollen sus raíces. Lombrices, bacterias y hongos también producen *humus*, que es una forma estable de materia orgánica. El humus retiene agua y nutrientes y ayuda a prevenir la erosión. En resumen, el manejo sostenible del suelo debe estimular la actividad de los microorganismos, manteniendo o aportando una cantidad adecuada de materia orgánica.

¿Cómo se forma?

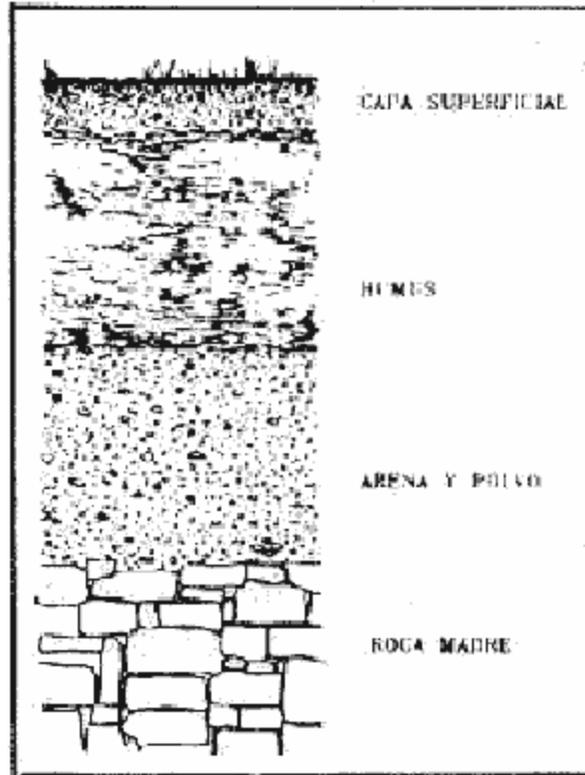
La formación del suelo es un proceso muy lento: se precisan cientos de años para que el suelo alcance el espesor mínimo necesario para la mayoría de los cultivos.

- Al principio, los cambios de temperatura y el agua comienzan a romper las rocas: el calor del sol las agrieta, el agua se filtra entre las grietas y con el frío de la noche se congela. Sabemos que el hielo ocupa más lugar que el agua, y esto hace que las rocas reciban más presión y se quiebren. Poco a poco se pulverizan y son arrastradas por las lluvias y el viento. Cuando la superficie es en pendiente, este sedimento se deposita en las zonas bajas.
- Luego aparecen las pequeñas plantas y musgos que crecen metiendo sus raíces entre las grietas. Cuando mueren y se pudren incorporan al suelo materia orgánica que es algo ácida y ayuda a corroer las piedras.
- Se multiplican los pequeños organismos (lombrices, insectos, hongos, bacterias) que despedazan y transforman la vegetación y los animales que mueren, recuperando minerales que enriquecen el suelo. Este suelo, así enriquecido, tiene mejor estructura y mayor porosidad. Permite que crezcan plantas más grandes, que producen sombra y dan protección y alimento a una variedad mayor aún de plantas y animales.

¿Cuáles son sus características?

Las características de cada suelo dependen de varios factores. Los más importantes son el tipo de roca que los originó, su antigüedad, el relieve, el clima, la vegetación y los animales que viven en él, además de las modificaciones causadas por la actividad humana.

- El tamaño de las partículas minerales que forman el suelo determina sus **propiedades físicas**: textura, estructura, capacidad de drenaje del agua, aireación. Los gránulos son más grandes en los *suelos arenosos*. Estos son sueltos y se trabajan con facilidad, pero los surcos se desmoronan y el agua se infiltra rápidamente. Tienen pocas reservas de nutrientes aprovechables por las plantas. Los *suelos limosos* tienen gránulos de tamaño intermedio, son pesados y con pocos nutrientes. Los *suelos arcillosos* están formados por partículas muy pequeñas. Son pesados, no drenan ni se desecan fácilmente y contienen buenas reservas de nutrientes. Al secarse se endurecen y forman terrones. Son fértiles, pero difíciles de trabajar cuando están muy secos.



Los *suelos francos* son mezclas de arena, limo y arcilla. Son fértiles y al secarse forman pequeños terrones que se deshacen. Un suelo con una composición equilibrada de cada mineral es un suelo agrícola fácil de trabajar y con buenas reservas de nutrientes. Mantiene la humedad a pesar de drenar libremente.

Cuando los poros entre las partículas de suelo son muy pequeños, se favorece la retención de agua y el encharcamiento. La presencia de materia orgánica permite que el agua se impregne e infiltre lentamente, logrando así que las raíces la aprovechen mejor. A su vez, la presencia de materia orgánica permite limitar la pérdida de nutrientes y facilita que sean captados por las plantas.

Los suelos no tienen una estructura uniforme: están constituidos por capas que se diferencian por el tamaño y composición de las partículas. La capa superficial es más compacta, se seca con rapidez y está poblada por pocos organismos, especialmente lombrices. Por debajo de ella, está el humus, donde se acumulan microorganismos y nutrientes.

- Las **propiedades químicas** del suelo dependen de la proporción de los distintos minerales y sustancias orgánicas que lo componen. El contenido de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio debe ser abundante y equilibrado. La materia orgánica siempre contiene carbono, oxígeno e hidrógeno, además de otros elementos. Al despedazar y descomponer las plantas y animales muertos, los microorganismos liberan los nutrientes permitiendo que puedan ser utilizados nuevamente.

Las propiedades físicas y químicas del suelo, unidas a los factores climáticos, determinan los vegetales y animales que pueden desarrollarse y la forma en que se debe cultivar la tierra.

La fertilidad

Sabemos que para crecer las plantas precisan agua y determinados minerales. Los absorben del suelo por medio de sus raíces. Un suelo es fértil cuando tiene los *nutrientes* necesarios, es decir, las sustancias indispensables para que las plantas se desarrollen bien.

Las plantas consiguen del aire y del agua algunos elementos que necesitan, como el carbono, el hidrógeno y el oxígeno. Otros nutrientes esenciales están en el suelo: aquellos que los vegetales requieren en grandes cantidades se llaman nutrientes principales. Son el nitrógeno, el fósforo, el potasio, el calcio y el magnesio. Proceden de las rocas que dieron origen al suelo y de la materia orgánica descompuesta por los microorganismos. Los nutrientes deben estar siempre presentes en las cantidades y proporciones adecuadas.

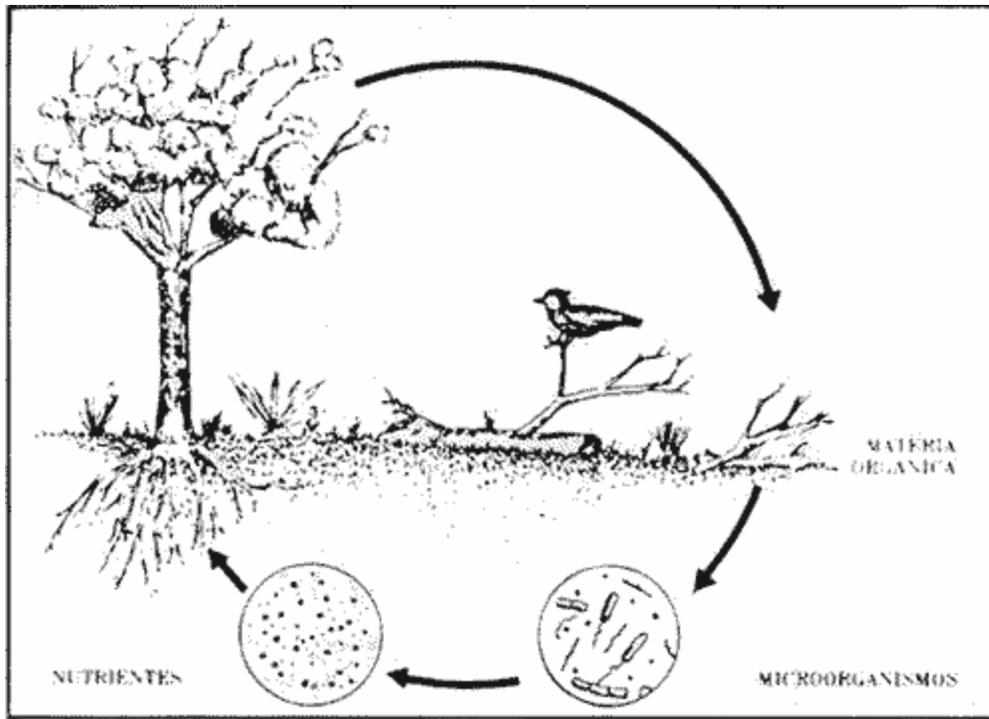
Un suelo es fértil cuando:

- su consistencia y profundidad permiten un buen desarrollo y fijación de las raíces.
- contiene los nutrientes que la vegetación necesita.
- es capaz de absorber y retener el agua, conservándola disponible para que las plantas la utilicen.
- está suficientemente aireado.
- no contiene sustancias tóxicas.

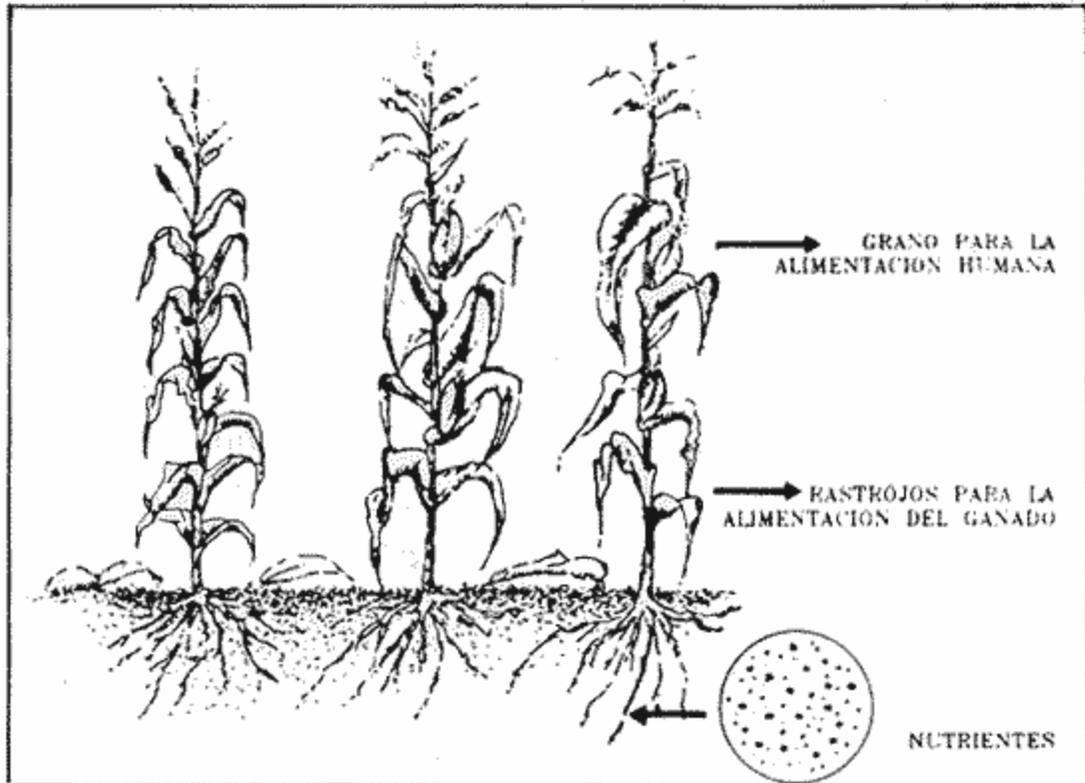
Los suelos naturalmente cubiertos de vegetación conservan su fertilidad. Un ejemplo es el bosque: las raíces de los árboles sujetan la tierra, el follaje de las copas suaviza el impacto de la lluvia y la fuerza del viento. Las hojas secas que caen (hojarasca), junto con los animales muertos y sus excrementos, se pudren y son descompuestas por los microorganismos, formando *humus*. El humus es un abono orgánico que enriquece el suelo, aumenta la porosidad superficial, absorbe el agua lentamente y la retiene. Así, el suelo permanece húmedo por más tiempo, el agua no se escurre por su superficie y no se produce arrastre de tierra.

La sombra de los árboles permite el desarrollo de otras especies vegetales que no pueden crecer a pleno sol, como los helechos, orquídeas, musgos y líquenes. Diversos insectos y pájaros se alimentan de sus frutos y ayudan a la multiplicación de las plantas colaborando en la polinización de las flores y en la diseminación de las semillas.

También protegen el suelo las praderas de pastos bajos y tupidos: las gotas de lluvia y los vientos llegan al suelo a través de las hojas que atenúan su impacto y la tierra se mantiene entre sus raíces entrelazadas. El suelo es rico en humus debido al constante aporte de materia orgánica.



Los terrenos cultivados gastan lentamente sus nutrientes y están más expuestos a la pérdida de suelo. El suelo arado opone menos resistencia a ser arrastrado por el agua y el viento. La erosión se intensifica en terrenos en pendiente y no protegidos por cortinas rompevientos y setos vivos, formados por árboles y arbustos. Además, el producto de la cosecha se usa como alimento o como materia prima para algunas industrias y no regresa al suelo para enriquecerlo. Si no actuamos para reponer la fertilidad perdida, después de varios años de cultivo continuo la tierra se agota. Por eso debemos cuidar el suelo que cultivamos, incorporando abono y materia orgánica.



Si queremos sostener nuestra productividad, base de nuestro desarrollo, debemos proteger el suelo. Su degradación tiene numerosas causas, pero las que agotan rápidamente la tierra son la erosión, la contaminación, la sobreexplotación de los pastos y la destrucción de los bosques.

La erosión

El suelo que utilizamos para la agricultura es una capa delgada que descansa sobre una base de rocas. Esta capa necesitó muchos siglos para formarse, pero puede ser destruida en pocos años si no se la usa con cuidado. Los suelos que se originan a partir de la roca madre crecen un centímetro en un período que puede durar varios cientos de años. Sin embargo, los terrenos pueden degradarse con rapidez, volviéndose estériles.

Además, sólo el 12% de la superficie de la tierra es fácilmente cultivable. Son más abundantes las zonas difíciles de trabajar. Los obstáculos posibles son varios: sequía por falta de lluvia, temperaturas muy bajas, suelos no fértiles por carencia de nutrientes minerales o por contener exceso de sal, terrenos siempre cubiertos de nieve o hielo o con pendiente muy acentuada. Varios peligros amenazan el suelo: la pérdida de fertilidad, la contaminación y la desaparición del suelo mismo debido a la erosión. Muchas veces la pérdida de fertilidad o la contaminación acaban con la vegetación y el suelo desprotegido se erosiona rápidamente. Así, estos efectos se producen en la misma zona, uno después de otro.

La *pérdida de fertilidad* y la *contaminación* se deben a cambios en la composición del suelo. Sabemos que para crecer la vegetación necesita nutrientes de los que se alimenta. Y que existen sustancias que son tóxicas para las plantas, que actúan como verdaderos venenos.

- Las plantas absorben por las raíces determinados elementos, imprescindibles para su desarrollo, especialmente nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y calcio. Estos minerales

se reducen con los cultivos. Si no son reemplazados con el agregado de abono y materia orgánica, la fertilidad del suelo disminuye hasta agotarse.

- La contaminación es otra forma de deterioro del suelo debida a sustancias químicas dañinas para la vegetación, los animales o para la salud humana. Puede estar causada por el agua de riego contaminada por letrinas y pozos negros o por desechos mineros o industriales. También contaminan ciertos insecticidas y herbicidas, que destruyen especies no nocivas e incluso perjudican la salud de las personas.

Se llama *erosión* al desgaste, arrastre y pérdida de partículas de suelo. Se produce por acción del agua y del viento sobre zonas no protegidas:

- Las gotas de lluvia caen con fuerza sobre el suelo deshaciendo progresivamente su estructura. El agua, al escurrirse, quita partículas y nutrientes al suelo y los transporta a las zonas bajas. Los arroyos y ríos arrancan la tierra de las riberas. El material arrastrado se sedimenta y rellena cauces y embalses, aumentando la probabilidad de inundaciones.
- El viento también arrastra partículas de tierra fértil, especialmente cuando está recién removida o en los períodos de sequía, produciendo en algunos lugares verdaderas tormentas de polvo.

El suelo se mantiene debido a la capa de vegetación que lo cubre. Las hojas atenúan el impacto de la lluvia, del calor del sol y de los vientos fuertes sobre el suelo y las raíces ayudan a sostenerlo. El follaje que cae forma una capa de protección, y contribuye a la formación del humus.

Al disminuir la vegetación, disminuye el aporte de materia orgánica y la densidad de las raíces que ayudan a sujetar el suelo. Desciende la actividad de los microorganismos y el suelo pierde fertilidad. Asimismo, pierde porosidad y estructura, haciéndose más erosionable.

En resumen, cuando el suelo se empobrece y se reduce la vegetación que crece en él y ayuda a fijarlo, aumenta la erosión causada por la lluvia y el viento.

Otras causas que aceleran la erosión son la destrucción de los bosques, la labranza inapropiada y el pisoteo excesivo del ganado sobre un suelo limitado (sobrepastoreo).

El arrastre de la capa fértil es mayor con las lluvias intensas y en las laderas no protegidas. El agua no alcanza a infiltrarse y fluye por la superficie cargada de partículas de tierra. Luego se concentra en chorros que cavan surcos de pocos centímetros de profundidad, en los que el líquido corre a mayor velocidad. En esta etapa la erosión ya causa graves daños, pero puede ser detenida con barreras de piedras, cultivando en andenes perpendiculares a la pendiente, sembrando pastos que cubran el suelo y construyendo zanjas de escurrimiento.

Si no se toman medidas adecuadas, los regueros se unen, aumenta su caudal y cavan barrancos que se desmoronan. La tierra es arrastrada y se forman socavones o cárcavas. La situación es muy grave y no sólo hay que detener el agua en la parte superior, sino que es necesario proteger el suelo que todavía queda en los bordes del barranco, sembrando hierbas, arbustos y árboles para que sujeten el terreno con sus raíces.

Cuando la erosión avanza, el terreno queda surcado por cárcavas y desaparece la capa fértil. En las zonas bajas aumentan las inundaciones. La tierra transportada es lavada de sus nutrientes y mezclada con pequeñas piedras. Este sedimento recubre con una capa estéril las tierras de los valles, perjudicando los cultivos.

¿Qué debemos hacer para conservar el suelo y mantener su fertilidad?

La cantidad de tierra que disponemos para cultivar es escasa y debe ser usada cuidadosamente y aplicando medidas de conservación apropiadas.

Un adecuado manejo del suelo ayuda a mantenerlo, restaurarlo y a mejorar su calidad. Para asegurarnos buenas cosechas durante muchos años, es importante que sepamos qué es y cómo

se produce la erosión. Además, debemos conocer y utilizar técnicas de cultivo que eviten la pérdida de suelo y conserven su fertilidad.

Los métodos usados para prevenir la erosión ayudan a sujetar el suelo, reduciendo el impacto del agua y del viento para evitar que lo arrastre. La pérdida de la fertilidad se combate reponiendo en el suelo los nutrientes y la materia orgánica que los cultivos y la misma erosión se llevan.

La pérdida de suelo es más intensa en zonas en pendiente porque en ellas el agua corre con más fuerza.

Para *impedir que el agua y el viento se lleven partículas de tierra*, podemos usar algunas técnicas que son muy eficaces a pesar de su sencillez. Se trata de prácticas para conservar el suelo y el agua.

- Cuando cultivamos suelos de laderas, hay que realizar las operaciones de cultivo en sentido perpendicular a la pendiente o en *curvas de nivel*. De esta manera, cada surco actúa como una barrera que frena el movimiento del agua. Al disminuir la escorrentía superficial, la capa fértil no es arrastrada. Además, lograremos un mayor aprovechamiento del agua que aumenta su penetración al correr más lentamente.
- La *cobertura vegetal* (pastos tupidos, residuos de cosecha), además de enriquecer el suelo, ayuda a protegerlo contra la erosión, especialmente en la época de lluvias. En la época de sequía, evita que el suelo se reseque, al disminuir la pérdida de agua por evaporación. Es posible sembrar cultivos de cobertura entre un ciclo agrícola y otro. Asimismo, la utilización del rastrojo como cobertura ayuda a controlar las malezas y aumenta la materia orgánica y la fertilidad.
- Para defender al suelo de la erosión provocada por el viento y la lluvia es necesario usar *barreras*. Pueden ser *barreras vivas*, formadas por franjas de árboles y arbustos de hojas perennes y crecimiento denso, transversales a la dirección del viento y a la pendiente del terreno. También es útil construir barreras hechas con piedras para evitar que el agua se escurra rápidamente y arrastre partículas de suelo. La tierra retenida se acumula y es excelente para agregarla a los cultivos.
- Las zanjas y acequias permiten capturar el agua de escorrentía, que puede ser acumulada allí (*surcos de infiltración*), o puede ser llevada fuera del terreno (zanjas de drenaje y canales de desviación) hacia tanques para almacenarla.
- Las *terrazas* o andenes: hay terrenos de pendiente muy acentuada, y en ellos la construcción de terrazas ayuda a que el agua se absorba, evitando que arrastre el suelo y lo erosione. Además se obtienen superficies planas y más profundas, lo que permite sembrar diversos cultivos. Pueden construirse pequeñas terrazas individuales y circulares, en las que se planta, generalmente, un frutal.
- La *labranza mínima* limita la roturación del suelo a los surcos donde se va a sembrar. El resto del terreno queda sin tocar. Este tipo de labranza permite mantener la estructura del suelo, disminuyendo el arrastre ocasionado por la lluvia y el viento.
- El *control de cárcavas*: las cárcavas son zanjas causadas por el agua, que socava el suelo y se lo lleva. Dificultan la agricultura y tienden a agrandarse, aumentando la erosión y los desmoronamientos de tierra. Para controlarlas, hay que detener el flujo de agua que las forma. Después hay que intentar su recuperación, construyendo muros de piedras dentro de la cárcava para que se acumule tierra. También se pueden sembrar barreras vivas, por ejemplo, pastos. Para fijar sus bordes, se plantan árboles.
- Es importante evitar el *sobrepastoreo*. Cuando se concentra el ganado, el pisoteo constante compacta el suelo. Al alimentarse selectivamente de los pastos que prefieren, estos desaparecen poco a poco.

La *conservación de la fertilidad* se consigue reponiendo en el suelo los nutrientes y la materia orgánica que los cultivos y la erosión se llevan.

- Prácticas que ayudan a conservar la fertilidad son la *rotación de cultivos* y los *cultivos asociados*.

Rotar los cultivos es sembrar diferentes cultivos en un mismo terreno, durante años sucesivos. Cada especie utiliza con mayor intensidad nutrientes diversos y sus raíces llegan a distinta profundidad. Así, mientras un cultivo utiliza ciertos nutrientes, se están regenerando los nutrientes que tomó la cosecha anterior. Esta rotación ayuda también a disminuir las plagas, ya que al año siguiente no encuentran los vegetales que atacan específicamente.

La asociación de cultivos es la siembra de diferentes especies vegetales en un mismo año.

Ejemplo: Si se siembra maíz, frijol y calabaza:

- Cada cultivo absorbe los nutrientes que necesita sin competir con los otros.
 - El maíz sirve de apoyo para que trepe el frijol.
 - El frijol, que es una leguminosa, fija el nitrógeno, enriqueciendo el suelo.
 - La calabaza da sombra al suelo, conserva la humedad y evita que crezcan las hierbas.
-
- *Reposición de materia orgánica.* Esta reposición puede ser natural, cuando se deja descansar el suelo y se espera que crezca nuevamente la vegetación. Pero también es posible enriquecerlo usando *composte*, agregando estiércol de los animales o enterrando los restos de las cosechas. Otra posibilidad es usar *abonos verdes*, como el chocho o tarwi, cultivos que no se recogerán porque sirven para nutrir los suelos. Se entierran en la época de floración, que es cuando acumulan la mayor cantidad de nutrientes.
La materia orgánica del suelo no sólo lo enriquece de nutrientes, también lo hacen más esponjoso, lo que permite que retenga la humedad y esté mejor aireado.
 - *Plantación de leguminosas:* algunas plantas como el frijol, el garbanzo, las habas, la alfalfa, el trébol, la soya y las acacias tienen en sus raíces nódulos con bacterias que toman el nitrógeno del aire y lo fijan en el suelo. De esta manera, el nitrógeno es utilizado como nutriente por otras especies.
 - Los *fertilizantes minerales* pueden ser usados pero siempre con moderación y precaución al aplicarlos. Es necesario conocer previamente qué mineral falta en el suelo y agregarlo en las proporciones necesarias para las plantas que deseamos cultivar. Si se usan en exceso pueden dañar los cultivos y matar a los microorganismos del suelo.

Debemos recordar que son compuestos químicos que tienen los nutrientes necesarios para las plantas, pero no mejoran la calidad del suelo porque no contienen materia orgánica, como los abonos verdes, el composte y el estiércol.

Cuando la erosión es muy avanzada es necesario encontrar soluciones que abarquen la cuenca en su totalidad. El agua debe ser detenida en las zonas donde cae, porque la pendiente contribuye a que aumente su fuerza y velocidad y destruya las obras de protección.