

COMPONENTES DEL SUELO

- SERES VIVOS o parte de ellos que habitan en el suelo: raíces, bacterias, hongos, algas, protozoos y animales.
- MATERIA ORGÁNICA procedente de los seres vivos. El humus se define como materia orgánica parcialmente descompuesta y finamente dividida, de color negruzco, que forma parte del suelo.
- PARTÍCULAS MINERALES: de composición y tamaños muy variados.
- Materiales gruesos (gravas y piedras) $x > 2$ mm
- Arenas $2 \text{ mm} > x > 0,02$ mm
- Limos $0,02 \text{ mm} > x > 0,002$ mm
- Arcillas $x > 0,002$ mm

Los materiales gruesos, las arenas y los limos son fragmentos de minerales sin alterar que constituyen el soporte inerte del suelo.

Las arcillas, procedentes de minerales alterados, son partículas coloidales que, junto con el humus desempeñan un papel fundamental en la actividad del suelo:

- Dejan entre si poros que permiten retener mayor cantidad de agua.
- Retienen cationes.
- AGUA: es una disolución química compleja. Contiene: bicarbonatos, sulfatos, cloruros, nitratos, fosfatos ... de Ca, Mg, K, Na, Fe.
- AIRE: ocupa los poros del suelo cuando el agua no los satura. Es de composición parecido al de la atmósfera aunque con mas CO₂ y menos O₂.

TEXTURA Y ESTRUCTURA DEL SUELO

La TEXTURA viene determinada por la proporción en la que se hallan las partículas minerales del suelo clasificadas por su tamaño. Es decir, por las proporciones de arena, limo y arcilla.

Si en un suelo existe mayor proporción de elementos gruesos, tendremos un suelo de textura gruesa; si predominan los elementos finos tendremos un suelo de textura fina. Cuando existe un equilibrio entre los tres tipos de partículas, tenemos suelos de textura media o equilibrada, que se conocen como suelos frances

Características de los suelos de textura fina.

Gran poder de adsorción de los elementos nutritivos. Gran capacidad de retención de agua. Difíciles de trabajar (suelos pesados). Poco permeables al aire y al agua si no tienen buena estructura.

Características de los suelos de textura gruesa.

Los elementos nutritivos son lavados más fácilmente. Poca capacidad para retener agua. Fáciles de trabajar. Muy permeables al aire y al agua.

Los suelos de textura media gozan de características intermedias, por lo que, en general, reúnen las ventajas

de ambos.

Se llama **estructura** del suelo a la forma en que se unen las distintas partículas, constituyendo los agregados, y a la disposición de estos agregados entre si.

Estos agregados son en realidad las unidades estructurales del suelo y pueden tener formas y tamaños muy variados. Se forman mediante la unión de partículas mas o menos gruesas (arenas y limos), que actúan a modo de esqueleto, con partículas finas (arcillas y humus) que sirven como elemento de unión.

La estructura del suelo es esencial para el desarrollo de la vegetación, puesto que influyen directamente en :

- La circulación en el suelo del aire y del agua.
- La reserva de agua útil para las plantas.
- La facilidad de penetración de las raíces.

FACTORES QUE INFLUYEN EN EL DESARROLLO DE LOS SUELOS.

EL CLIMA: Es el factor más importante ya que, además de condicionar el tipo de meteorización de la roca madre, tiene una vital importancia en su evolución. Entre los componentes climáticos más importantes destacaremos:

- El balance hídrico o equilibrio existente entre los entrantes (precipitación) y las salidas (evaporación). Si predomina la precipitación se incrementa el lixiviado de iones. Si predomina la evaporación aumenta el ascenso capilar de sales hacia horizontes superiores, pudiendo estas llegar a aflorar y formar costras superficiales.

Según predomina la precipitación o la evaporación se formaran dos grandes grupos de suelos:

- Suelos **PEDALFER**: de zonas lluviosas. Poseen una lixiviación muy acusada; los hidróxidos de Al y Fe quedan como sustancias residuales de la lixiviación.
 - Suelos **PEDOCAL**: de zonas poco lluviosas. Poseen un exceso de CaCO₃.
-
- La temperatura, que al aumentar:
 - Activa las reacciones químicas del suelo.
 - Intensifica la actividad bacteriana.
 - En los suelos tropicales, la intensa actividad bacteriana consume todos los restos vegetales de forma que en estos suelos la cantidad de humus es muy pequeña.
 - En los suelos de climas continentales fríos la acción bacteriana es muy reducida y por tanto una abundante capa de humus cubre el suelo. De aquí que en la superficie del suelo se conserve humus bruto.

LOS ORGANISMOS: La vegetación, las bacterias, los hongos y los animales, que con su actividad biológica y sus restos van transformando el sustrato rocoso y originando la materia orgánica del suelo.

- Las plantas en general contribuyen a mantener la fertilidad del suelo haciendo ascender los iones (Ca++, Mg++, K+, ...) de los estratos inferiores del suelo (al tomarlos por las raíces) a los tallos y hojas, abandonándolos después en la superficie al descomponerse.
- Por otra parte, la vegetación es la principal fuente de humus.
- Los descomponedores (bacterias y hongos) consumen humus

- En los climas fríos el crecimiento de las bacterias y hongos es lento, y por tanto, el humus se puede acumular sobre el suelo.
- En los climas muy cálidos y húmedos, la acción de los descomponedores es intensa y toda la vegetación muerta es oxidada rápidamente. El humus es casi inexistente.
- Las bacterias fijadoras del nitrógeno son capaces de fijar el N₂ atmosférico transformándolo en nitratos, aptos para la absorción radicular.

EL TIEMPO: El tiempo necesario para la formación de un suelo a partir de la roca madre varía de unos casos a otros.

Cuando los procesos edafogénicos han podido actuar el tiempo suficiente, se habla de **suelos maduros**. Los que no han desarrollado los horizontes se llaman **jóvenes** o **brutos**. Cuando alcanzan el equilibrio, se habla de **climax**.

Lo normal es que para llegar a suelos maduros se necesiten miles de años. En climas húmedos y cálidos y con la roca madre adecuada, se pueden formar en unas decenas de años.

Se puede considerar el suelo como un recurso no renovable, puesto que se regenera en un tiempo mucho más lento que su destrucción.

LA ROCA MADRE: Proporciona las características iniciales del suelo, dependiendo de la naturaleza, composición, etc. Los suelos se pueden desarrollar a partir de todo tipo de rocas (sedimentarias, metamórficas o ígneas), sin que estas modifiquen los procesos evolutivos. En donde si influye la naturaleza de la roca madre es en las propiedades físico-químicas del suelo y por tanto en su fertilidad.

EL RELIEVE O TOPOGRAFÍA: Tiene una gran influencia en la distribución de los suelos, ya que crea microclimas en laderas de diferente orientación (solana, umbría). El diferente ángulo de la pendiente influye en la escorrentía y en la formación del nivel freático.

EL PERFIL DEL SUELO

Se llama perfil del suelo a la estructura en corte transversal del mismo. En él se observa una serie de capas de distinta composición, textura, etc, que reciben el nombre de **horizontes** o **niveles**, cuyo número está relacionado con el grado de evolución del suelo, magnitud que depende en gran medida de las características climáticas de la zona. Generalmente los suelos más modernos se encuentran en lugares donde la temperatura y la humedad no son extremas.

En los suelos evolucionados se distinguen cuatro horizontes fundamentales:

- **Horizonte A:** Es la capa más superficial (zona de lavado). Se denomina también horizonte de lixiviado o lavado porque contiene pocas sales minerales, ya que estas son arrastradas por las aguas al infiltrarse (junto con los fragmentos minerales finos). En esta zona se encuentran las raíces de la mayoría de las plantas. Su color es oscuro por la abundancia de materia orgánica (humus). En él se pueden distinguir varios subhorizontes:
 - A0: constituido casi exclusivamente por restos vegetales y animales no descompuestos.
 - A1: de color oscuro, ya que está formado por humus más evolucionado, que forma agregados con la materia mineral, confiriendo al suelo su estructura y su capacidad para retener cationes (Ca++, K+, NH4+...) impidiendo su pérdida por lavado vertical.
 - A2: donde la materia mineral domina y el lavado es más intenso.

- **Horizonte B:** Zona de precipitación o iluvial. Es de color más claro por carecer de humus. Los materiales que vienen del horizonte A se depositan aquí, principalmente los materiales coloidales (arcillas, óxidos e hidróxidos metálicos, o carbonatos ...).
- **Horizonte C:** Formado por la roca madre más o menos disgregada y alterada. Es la parte más alta del material rocoso sobre el cual descansa el suelo.
- **Horizonte D o R:** Roca compacta.

Unos suelos varían mucho de otros. La profundidad del horizonte D o R oscila entre unos centímetros y varios metros.

TIPOS DE SUELOS

Dependen de los distintos climas, si bien existen algunos casos que son más independientes del clima. Si hay una dependencia estricta del clima, se habla de suelos zonales; si la dependencia es escasa, de suelos azonales.

SUELOS ZONALES

Cada régimen climático va a marcar unas tendencias básicas de desarrollo que va a dar lugar a cada tipo de suelo.

- **PODSOLES:** (del ruso podsol = ceniza) de color gris o pardo oscuro. Se da en climas fríos con abundantes precipitaciones distribuidas durante todo el año. El frío hace que la actividad bacteriana sea muy pequeña, por tanto el suelo se caracteriza por la presencia de abundante humus de descomposición muy lenta.

Por otro lado, la gran humedad hace que puedan crecer grandes plantas como las coníferas (abetos y pinos) y los brezos. Estas plantas no necesitan cationes Na^+ , K^+ Ca^{++} y Mg^{++} y por tanto no los devuelven a la superficie del suelo (plantas acidófilas). Esto, unido a las abundantes precipitaciones, provoca un lixiviado intenso, de forma que estos iones llegan a perderse en profundidad, pasando a las aguas freáticas.

Por todo lo anterior (presencia de abundantes ácidos húmicos y lavado de cationes) este tipo de suelo es muy ácido

La acidez del suelo solubiliza a los óxidos de aluminio y de hierro, de forma que los cationes Al^{+++} y Fe^{+++} se combinan con los ácidos húmicos y son lavados también del horizonte A, acumulándose en el B

De esta manera se origina un horizonte B rico en materia orgánica hierro y aluminio y, por tanto de color oscuro y un horizonte A, superficial, de color claro, rico en sílice y pobre en los elementos necesarios para los cultivos. Por ello, los podsoles son pobres para la agricultura.

Este suelo es típico de los bosques de coníferas (taiga). En España existe asociado a los pinares situados sobre rocas ácidas (granitos) en zonas húmedas, incrementados por la repoblación forestal, especialmente de pinos, llevada a cabo en nuestro país.

- **SUELOS DE LAS ZONAS TEMPLADAS:** En estas áreas climáticas se dan dos estaciones bien marcadas, alternando períodos secos con períodos húmedos. De esta manera se da una lixiviación no muy intensa durante la estación de lluvias y un ascenso de la humedad y de los iones por capilaridad.
- **SUELOS PARDOS:** Caracterizados por presentar los horizontes A y B bien diferenciados. Sobre estos suelos se desarrolla una vegetación de árboles de hoja caduca (roble, haya, arce). Las raíces de estos árboles absorben los cationes del horizonte B y los devuelven a la superficie en forma de hojas secas. Este hecho, unido al ascenso iónico por capilaridad durante la estación seca, contribuye a la recuperación de cationes del suelo.

Por otro lado, la existencia de esta vegetación hace que este suelo sea rico en humus.

También se forman suelos pardos en las zonas mediterráneas con vegetación de arbustos y encinas, pero más pobres en humus que los correspondientes a las áreas de bosque denso.

- **CHERNOZENS O CHERNOZION:** Es el suelo característico de las zonas de pradera y pastizales que ocupan grandes extensiones en Rusia, E.E.U.U., y Argentina.

Son zonas continentales de veranos cálidos e inviernos fríos. Los períodos de sequía con fuerte evaporación, resecan el suelo y los bosques no pueden subsistir. Por el contrario abundan las gramíneas, que pueden soportar la sequedad y que toleran suelos con exceso de sales.

La escasa precipitación impide la pérdida de iones del horizonte A por lixiviación y la estación seca propicia su elevación y depósito. A esta elevación también contribuyen las hierbas, que hacen uso de los cationes y los devuelven a la superficie del suelo.

Por tanto, un horizonte A oscuro y rico en iones, originando suelos muy aptos para el cultivo y un horizonte B de coloración clara con exceso de CaCO_3 .

La propiedad más importante del chernozens es su productividad en cereales (trigo, arena, cebada, centeno) de forma que las zonas antes mencionadas se dice que constituyen los graneros del mundo.

En estos suelos de las zonas templadas como la lixiviación no es muy elevada, el pH del suelo es aproximadamente neutro y en estas condiciones los óxidos de aluminio y de hierro no se solubilizan, permaneciendo en el horizonte superior y proporcionando los colores pardos o rojos. Por otro lado, la materia orgánica tampoco emigra en profundidad.

- **SUELOS DE LAS ZONAS ÁRIDAS:**

Presentan un desarrollo muy escaso.

La meteorización química y la lixiviación son prácticamente nulas.

En ellos se produce de forma casi constante un ascenso por capilaridad de las aguas freáticas que, al evaporarse en la superficie, provocan la precipitación de yesos y sales, que forman costras superficiales (rosas del desierto y caliches).

En las regiones mediterráneas, como el levante español, también se producen costras de caliche, debido a la presencia de abundante CaCO_3 procedente de la roca madre, casi siempre caliza, y a la existencia de largos períodos de sequía en los que los fuertes vientos activan la evaporación en superficie y, por tanto, el ascenso por capilaridad del agua y los iones.

- **SUELOS DE LAS ZONAS ECUATORIALES:**

- **LATOSOLES O SUELOS LATERÍTICOS:** Se dan en climas cálidos con abundantes precipitaciones.

Sobre ellos se desarrolla una abundante vegetación, pero la elevada temperatura (25°C) y la intensa precipitación favorece de tal manera la actividad bacteriana que la descomposición de la materia orgánica excede siempre a la acumulación de humus; por lo cual, el horizonte A es muy delgado y desprovisto de materia orgánica.

La ausencia de humus propicia un pH básico (8), lo cual hace que los óxidos de aluminio y hierro sean prácticamente insolubles, en tanto que la sílice se hace soluble, de forma que las arcillas son destruidas y el hierro y el aluminio se acumulan progresivamente en forma de óxidos e hidróxidos, dando lugar a una costra de gran dureza denominada laterita.

La fertilidad de estos suelos es muy baja.

Según que la roca madre sea rica en hierro, aluminio o níquel, se forman lateritas de estos mismos elementos, pero con una concentración mucho mayor que la que presentaban en la roca original. La concentración de estos elementos hace que el potente horizonte B de estos suelos posea importantes reservas minerales, cuya explotación además resulta muy económica al poderse realizar a cielo abierto.

Cuando las lateritas son ricas en aluminio se denominan bauxitas.

SUELOS AZONALES:

- **SUELOS HIDROMORFOS O DE GLEY:** Se caracterizan por permanecer encharcados y saturados de agua la mayor parte del año. En estas condiciones no se produce ni la lixiviación ni el ascenso por capilaridad de otros suelos. Por otra parte, el hierro no puede oxidarse al no entrar en contacto con el aire, acumulándose en estado ferroso y dando lugar a coloraciones verdosas o gris azulada (gley).

La materia orgánica se acumula en superficie y cuando la vegetación es abundante, llegan a formarse las turberas, en las cuales se alcanzan condiciones anaeróbicas que permiten la conservación del carbono.

- También pueden ser considerados como suelos azonales aquellos suelos **jóvenes** y escasamente desarrollados, en los que el clima todavía no ha tenido tiempo de incidir sobre su evolución, de forma que la composición de los mismos está condicionada por la de la roca madre.

Estos suelos se denominan **litosuelos** y pueden ser:

- **RENDZINAS:** cuando aparecen desarrollados sobre calizas.
- **RANKERS:** cuando la roca madre es sílice (granito, gneis, esquistos,...)

(NOTAS)

- Parte superficial de la corteza terrestre en la cual se desarrollan las raíces de las plantas. El suelo sirve a estas plantas de soporte, permite el crecimiento de las raíces y les proporciona el agua, el aire y los alimentos nutritivos que necesitan.

En el suelo convergen los cuatro grandes sistemas del planeta: atmósfera, hidrosfera, litosfera y biosfera. Hay materiales sólidos, predominantemente de origen mineral, pero también de origen biológico y hay también aire, agua y seres vivos.

- Los distintos componentes del suelo no se distribuyen de forma uniforme, debido a que el agua de lluvia que se infiltra a través del mismo produce un lavado (lixiviado) de la materia orgánica, de iones e incluso de arcillas, los cuales se detienen o precipitan a distintas profundidades. Estos procesos de lixiviación y precipitación en profundidad determinan la formación de horizontes edafogénicos con distinta composición.
- El hierro, que es un elemento presente en casi todas las rocas, en contacto con el oxígeno se oxida; cuando el hierro está oxidado en estado trivalente, es insoluble y no puede ser transportado por el agua, quedando retenido entre los materiales resultantes de la meteorización y tiñéndolos de color ocre rojizo, tan común en todo tipo de terrenos.
- La sílice permanece normalmente en el lugar que se meteoriza la roca, pero en los casos en que las aguas

que se infiltran tengan un pH alto, se disuelve y abandona la roca.

En el caso de la alúmina: ver gráfica.

Así, en un clima templado (pH neutro o ligeramente ácido), en un granito se altera la ortosa y la mica, en tanto que el cuarzo permanece inalterado; sin embargo, en un clima ecuatorial, la misma roca se ve inmersa en un medio de pH básico, que posibilita la disolución de la sílice y la permanencia en el mismo lugar de la alúmina. En el primer caso se obtiene una roca descompuesta y suelta, similar a una arena de granos de cuarzo con arcilla entre los intersticios. En el segundo se obtiene una acumulación de alúmina y otros óxidos e hidróxidos fundamentalmente de hierro.

El proceso correspondiente al primer caso se denomina arenitización sialítica, puesto que supone un enriquecimiento en sílice del residuo de la alteración, mientras que el segundo proceso se conoce como lateritización o ferralitización