



Los procesos formadores del suelo

Apellidos, nombre	Ibáñez Asensio, Sara (sibanez@prv.upv.es) Moreno Ramón, Héctor (hecmora@prv.upv.es)
Departamento	Producción Vegetal
Centro	Universitat Politècnica de València

1 Resumen

En este artículo se presentan las ideas clave relativas a los procesos que dan origen a la formación de los diferentes tipos de suelos que podemos encontrar en el mundo. La pérdida de constituyentes, su ganancia, translocación o transformación son los cuatro mecanismos responsables de la transformación del material parental en suelo, facilitando la formación de un perfil organizado en capas u horizontes capaces de sustentar la vida y el crecimiento vegetal.

2 Introducción

El suelo es un cuerpo natural no consolidado, compuesto por materia mineral y orgánica, presente en la superficie de la tierra y capaz de soportar el crecimiento vegetal. Procede de la alteración de la roca o de materiales sedimentarios no consolidados, pero a diferencia de éstos, es fuertemente anisotrópico pues presenta una elevada variabilidad espacial en cualquiera de los tres ejes espaciales x , y , z . La transformación de un "no suelo" en suelo (Figura 1) se produce como consecuencia de un conjunto de reacciones y redistribuciones de la materia (orgánica y mineral) que a partir del material originario dan lugar a una horizontalización del material hasta constituir el denominado perfil del suelo. Son las responsables de la formación de los distintos horizontes del suelo, y reciben el nombre genérico de procesos formadores del suelo.



Figura 1. Etapas de la transformación del material original (un basalto en este caso) en suelo

Los procesos formadores fundamentales son la *meteorización* en sus diferentes formas y la *horizontalización* pero existen otros muchos procesos que pueden diferenciarse en cuatro tipos en atención a los cambios que se producen en los

componentes del suelo, ya sea en sus partículas o en el espacio poroso que hay entre ellas (Figura 2).



Figura 2. Tipos de procesos formadores del suelo

Para entenderlos y estudiarlos resulta clave comprender que el perfil del suelo va cambiando en composición y forma a lo largo del tiempo, a medida que el suelo evoluciona y envejece, como consecuencia de la acción de los agentes ambientales externos e internos y de las características y propiedades del material parental, del entorno climático, la topografía y el uso natural o antrópico. Es decir, de los llamados factores formadores del suelo.

El presente artículo se ha estructurado atendiendo a los siguientes puntos:

1. Resumen
2. Introducción
3. Objetivos
4. Desarrollo
5. Cierre
6. Bibliografía

3 Objetivos

El lector de este documento será capaz de:

- Entender las peculiaridades de los procesos formadores del suelo.
- Identificar las formas en las que las partículas (materiales orgánicos y minerales) y el espacio poroso que queda entre ellas son transformados, así como las sustancias que pueden verse afectadas.
- Aplicar los conocimientos adquiridos a la comprensión de la formación de los horizontes del suelo

4 Desarrollo

Para la Ciencia del Suelo el **suelo** es un cuerpo natural totalmente distinto a un estrato geológico. Es un material no consolidado y cambiante en el tiempo, compuesto por materia mineral y orgánica, que se encuentra presente en la superficie de la tierra y es capaz de soportar el crecimiento vegetal, siendo éstas las cuatro grandes diferencias que presenta con las rocas. Las rocas constituyen el material original directo de la mayoría de los suelos, y normalmente están presentes en él en forma de fragmentos de diferentes tamaños (son los llamados “elementos gruesos”), pero en realidad no son suelo.

El proceso de transformación de los afloramientos rocosos y de sus fragmentos erosionados y transportados hasta su deposición en las partes bajas de las laderas es característico de cada lugar pues depende, además de la propia naturaleza de la roca original, de la situación topográfica, la climatología y la actividad biótica que allí se produce. Es un proceso muy lento que dura incluso miles de años y que no cesa mientras siga produciéndose alguna modificación en cualquiera de los cuatro factores formadores.

Como consecuencia de esta transformación continuada en el tiempo el suelo evoluciona y envejece, cambiando su capacidad de cumplir los diferentes servicios ecosistémicos que le son característicos, y que dependen de la proporción y calidad de sus componentes. En un suelo ideal el porcentaje volumétrico de la parte sólida y la parte porosa estará equilibrado, posibilitando la presencia de agua, aire, materia orgánica y elementos químicos inorgánicos (Figura 3).

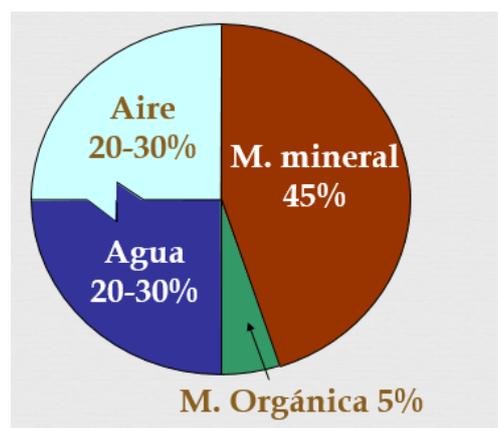


Figura 3. Componentes del suelo

Sin embargo, cualquier componente del suelo es susceptible de cambiar de posición en el perfil y modificar su proporción y características como consecuencia de la actuación de diversos procesos formadores. Tras – y junto a- la *meteorización* (proceso fundamental en el inicio del suelo y su *horizontalización*) se producen otras muchas transformaciones que pueden agruparse en cuatro tipos fundamentales en atención a si hay entrada o salida neta de componentes en el perfil (por procesos de ganancia o pérdida), si hay una reorganización interna de partículas dentro del perfil o, si, por lo

contrario, hay una transformación del espacio poroso o de la materia constituyente del suelo.

4.1 Procesos de ganancia

Los procesos de ganancia suponen la entrada o incorporación de nuevos materiales desde la superficie o desde cualquier capa o estrato geológico hacia un punto o lugar dentro del perfil del suelo. Es decir, es un movimiento de entrada hacia el suelo desde el exterior. La entrada de componentes se produce principalmente desde la atmósfera, pero también puede producirse desde la parte inferior del perfil, o incluso desde el lateral, pero en cualquier caso la ganancia siempre supone una **entrada** neta de **componentes nuevos**.

La incorporación se lleva a cabo gracias a la energía transmitida por el sol, el agua, el viento o la gravedad, y los componentes ganados pueden ser partículas sólidas de cualquier naturaleza, sustancias en disolución, agua, gases o incluso energía. En la figura 4 se presenta un esquema de los diferentes tipos de materiales susceptibles de incorporación, así como los mecanismos en los que éstas se producen:

- **Materiales transportados y sedimentados de origen eólico, aluvial o coluvial**
- **Materiales depositados por el hombre**
- **Materia orgánica procedente de la vegetación**
- **Nitrógeno y azufre atmosférico incorporado por el agua de lluvia**
- **Oxígeno por difusión (suelo-atmósfera)**
- **Cloruros procedentes de las sales cíclicas transportadas por las brisas marinas**
- **Agua: de lluvia, de escorrentía o de ascenso capilar desde la capa freática**
- **Fósforo de origen animal**
- **Energía solar**

Figura 4. Materiales y mecanismos de ganancia en el suelo

4.2 Procesos de pérdida

Los procesos de pérdida en un suelo consisten en el movimiento de materiales desde la superficie o desde cualquier horizonte subsuperficial del suelo hacia un punto o lugar fuera del propio perfil, es decir, desde el perfil del suelo hacia el exterior, y suponen una **pérdida** neta de componentes del suelo.

De forma similar a las ganancias, la pérdida de sustancias se lleva a cabo gracias a la actuación de diferentes agentes externos, y puede afectar a partículas sólidas o en disolución, o a los componentes del propio espacio poroso (agua y aire). En la figura 5

se presenta un esquema de los diferentes tipos de materiales susceptibles de pérdida, así como los mecanismos en los que éstas se producen:

- **Material mineral y orgánico por erosión**
- **Salas solubles por disolución y percolación**
- **Agua**
 - **por evaporación y absorción por la planta**
 - **por percolación hacia la capa freática o fuera del perfil**
- **Elementos nutrientes por absorción por la planta o con el agua de drenaje**
- **Nitrógeno por procesos de desnitrificación**
- **Carbono en forma de CO₂**
- **Energía por radiación**

Figura 5. Materiales y mecanismos de pérdida en el suelo

4.3 Procesos de traslocación

El proceso de traslocación en un suelo consiste en el movimiento de material desde cualquier horizonte del suelo, sea superficial o subsuperficial, hacia un punto o lugar diferente dentro del propio perfil. Es decir, es un movimiento interior de redistribución que no supone ni ganancia ni pérdida neta de componentes en el perfil.

La traslocación de las sustancias se realiza a través del espacio poroso del suelo y necesita de la presencia de agua en movimiento, impulsada por la gravedad (movimiento ascendente), por las elevadas temperaturas típicas de los climas áridos (movimiento ascendente) o por la pendiente (movimientos laterales).

En Ciencia del Suelo, los sinónimos de emigración-inmigración son los términos eluviación e iluviación. Genéricamente la eluviación indica el movimiento del material fuera de un horizonte del suelo y la iluviación su entrada. La iluviación requiere necesariamente del paso previo de la eluviación. Ahora bien, la eluviación se puede producir seguida o no del proceso iluvial dependiendo de si el material es transportado hacia el interior de otro horizonte del perfil donde se acumula (en cuyo caso hay iluviación y hablaremos de un proceso de traslocación), o por el contrario es sacado del perfil del suelo y llevado hasta algún estrato o capa geológica más profunda (en cuyo caso hablaremos de pérdida).

En general los procesos de translocación de sustancias se producen en dos fases consecutivas:

- la inicial, que consiste en la movilización, transporte y pérdida de materiales desde su posición original en un horizonte del perfil (llamada genéricamente de eluviación cuando el agua es el medio de transporte)
- la final, que consiste en la inmovilización y acumulación en un horizonte distinto del mismo perfil de las sustancias que migraron desde otro; es una fase de enriquecimiento de sustancias (llamada genéricamente de iluviación cuando el agua es el medio de transporte).

En los horizontes situados en la parte superior del perfil suelen producirse con mayor intensidad las fases de pérdida (básicamente en los horizontes O, H, A y E) mientras que las ganancias son características de los horizontes subsuperficiales, siendo de hecho la causa principal de formación de la mayoría de los horizontes B (Figura 6).

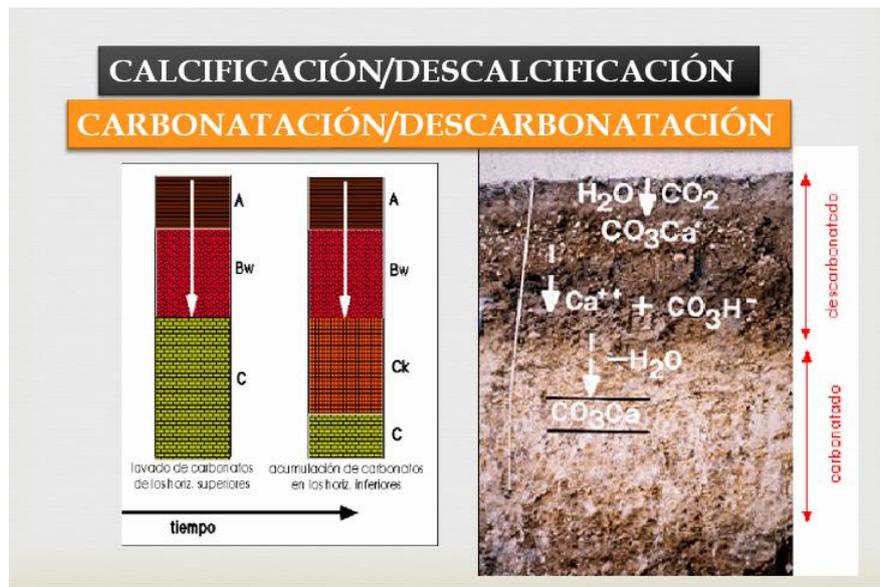


Figura 6. Formación de un horizonte Bk a causa del proceso de translocación de calcificación.

Los procesos de translocación se diferencian unos de otros según sea el tipo de sustancias translocadas (figura 7), pero también existen mecanismos biológicos y físicos capaces de alterar el perfil original de un suelo sin necesidad de que el agua actúe como agente de transporte. Este es el caso de los denominados procesos de edafoturbación, pedoturbación o crioturbación.

Las sustancias translocadas, y las formas en las que son movilizadas, básicamente son (figura 7):

- **Humus, arcillas y sesquióxidos (suspensión)**
- **Sales solubles (en solución) por drenaje**
- **Sales solubles (en solución) por ascenso capilar**
- **Suelos mezclados por fauna (crotovinas)**
- **Suelos mezclados por movimientos físicos del material: acción del hielo o del agua**
- **Gases (por difusión en el aire)**

Figura 7. Sustancias del suelo que sufren translocación y mecanismos de transporte

4.4 Procesos de transformación

En el proceso de transformación se produce un cambio en la composición, la estructura o la forma de cualquiera de los constituyentes del suelo. Afecta por tanto a las partículas sólidas y a los huecos (Figura 8), en cualquiera de sus formas (sólida, líquida o gaseosa).

- Descomposición de la materia orgánica
- Meteorización química de los minerales
- Otras alteraciones "in situ" de los constituyentes del suelo

Figura 8. Constituyentes susceptibles a sufrir procesos de transformación

Los procesos de transformación ocurren siempre en el interior del suelo y comprenden multitud de reacciones químicas y alteraciones físicas y biológicas, por lo que son muy variados y en general de naturaleza bastante compleja. Su mayor o menor ocurrencia, así como la velocidad a la que ocurren, depende del conjunto de variables ambientales de tipo climático, topográfico, edáfico, geológico y biótico del lugar de formación del suelo.



5 Cierre

A lo largo de este objeto de aprendizaje hemos visto los cuatro procesos formadores responsables de la formación del perfil y sus horizontes. Así mismo se han enumerado los diferentes materiales o componentes involucrados en cada tipo de proceso, así como los mecanismos principales de actuación.

Estos conocimientos te serán de gran utilidad a la hora de clasificar un suelo o, simplemente, valorar su idoneidad o aptitud para su puesta en cultivo.

6 Bibliografía

6.1 Libros:

Gisbert, JM; Ibáñez, S: "Genesis de Suelos", Ed. Universitat Politècnica de Valencia, 2002.

Porta, J; López-Acevedo, M; Poch, R.M: "Introducción a la edafología: uso y protección de suelos", Ed. Mundi Prensa, 2011, Madrid.

Porta, J; López-Acevedo, M; Roquero, C: "Edafología para la agricultura y el medio ambiente", Ed. Mundi Prensa, 2003, Madrid.