



Procesos formadores de suelos: asociados a la materia orgánica

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

1 Resumen

En este artículo vamos a presentar las ideas clave relativas a los procesos formadores asociados a la materia orgánica que pueden aparecer en los horizontes orgánicos (O y H) e inorgánicos o minerales (A y B) de un suelo y que abarcan procesos de adición, pérdida y transformación de los compuestos orgánicos existentes en el suelo.

2 Introducción.

Los procesos formadores de suelos son todas aquellas reacciones y alteraciones de tipo físico, químico y/o biológico que transforman un "no suelo" en suelo. El suelo es el sustrato idóneo para el crecimiento de las plantas, capaz de proporcionarles anclaje, agua y elementos nutrientes.

Como resultado de la alteración y transformación de las rocas los suelos heredan muchas de las propiedades del material original, o material parental, a partir del que se forman, madurando y envejeciendo a medida que siguen actuando los diferentes procesos de alteración con el discurrir de los años (Figura 1).

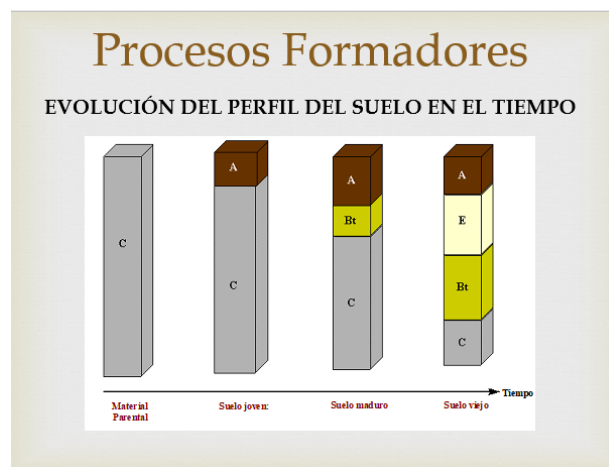


Figura 1. Transformación de un "no suelo" en suelo

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 las partículas como en el espacio poroso que hay entre ellas (Figura 2).

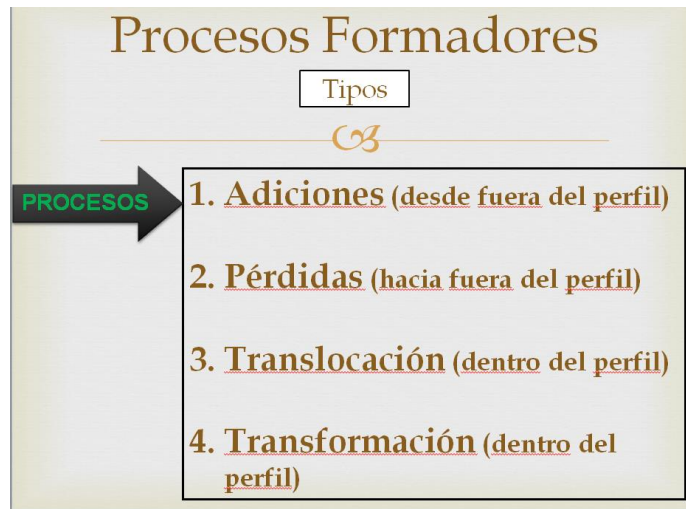


Figura 2. Tipos de procesos formadores del suelo

La materia orgánica está identificada en procesos de adición, pérdida, traslocación y transformación como son:

1. **De acumulación**
 - 1.1. **Enriquecimiento por materia orgánica**
 - 1.2. **Paludización**
 - 1.3. **Melanización**
2. **De pérdida**
 - 2.1. **Leucinización**
3. **Transformación**
 - 3.1. **Humificación**
 - 3.2. **Mineralización**

No obstante, la materia orgánica también aparece en procesos de traslocación por movimiento de esta mediante la formación de quelatos y su migración en profundidad desde un horizonte orgánico hasta horizontes de acumulación de materia orgánica.

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 donde interviene la materia orgánica
- Identificar las condiciones ambientales que determinan el comportamiento de la materia orgánica en un suelo
- Aplicar los conocimientos adquiridos a la formación de los horizontes del suelo

4 Desarrollo

4.1 Definición

El suelo en su composición volumétrica está compuesto por materia orgánica, materia mineral, aire y agua. Aunque la materia orgánica sea bastante baja en comparación con el resto de componentes del suelo en la mayoría de suelos del mundo tiene una gran importancia a nivel edafológico, pues aporta muchos beneficios al suelo.

Es de destacar que los suelos son principalmente minerales, pero hay horizontes de estos suelos que pueden determinarse como orgánicos, al estar compuestos mayoritariamente por materia orgánica fresca o en descomposición. En sí, la materia orgánica se define como compuestos orgánicos que provienen de los restos de organismos vivos (plantas y animales) o de los residuos que estos generan en su ciclo vital. Desde un punto de vista biológico, la materia orgánica es una fuente de nutrientes y de energía para el desarrollo de otros procesos asociados al ciclo vital de organismos y plantas.

De este modo en el suelo se puede encontrar materia orgánica en los diferentes horizontes debido a procesos de adición como el **enriquecimiento**, que consiste en la adición y enriquecimiento del suelo o sus horizontes con materia orgánica. Puede ser adicionado de forma directa y natural (caída de hojas o restos vegetales, residuos metabólicos de los organismos vivos, etc.) o mediante agua (materia orgánica disuelta en aguas de escorrentía, o bien compuestos arrastrados en profundidad por el agua, ya bien sean solubles (disueltos) o insolubles (suspensión).

Otro proceso característico de la materia orgánica es la **melanización**, proceso pedogenético por el que se produce un oscurecimiento de los horizontes del suelo como resultado de la impregnación de la matriz mineral del suelo por la materia orgánica que se acumula o se iluvia de horizontes suprayacentes. Este proceso generalmente se presenta en los horizontes A (Figura 3) de los suelos y en los horizontes B_h y B_s, siendo en los horizontes A más o menos intensa en función del manejo que se produzca. En zonas de praderas será mucho más intensa que en zonas de cultivo donde el laboreo provoca la oxidación de la materia orgánica y por consiguiente su mineralización.



Figura 3: Proceso de Melanización en un horizonte A.

El proceso de **Paludización** es otro proceso formador que consiste en la acumulación de materiales orgánicos en zonas con drenaje restringido o condiciones de saturación (hidromorfía). Estas condiciones del medio (ambiente anaerobio) favorecen la acumulación y conservación de la materia orgánica, pues ralentizan la tasa de actividad de los microorganismos. El resultado son capas de material orgánico. Si su espesor es mayor de 30 cm, se denomina proceso de paludización, pero si su espesor es menor de 30 cm el proceso de acumulación se denomina como acumulación de hojarasca y mantillo orgánico y no paludización. Las turberas son zonas donde se produce paludización, apareciendo horizontes orgánicos de gran espesor (Figura 4).



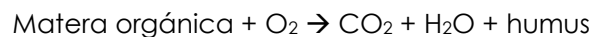
Figura 4: Proceso de Paludización en el Pirineo Catalan. Horizonte orgánico (H) en zona forestal.



El proceso contrario a los anteriores es la **Leucinización**, que es un proceso pedogenético en el que se produce una decoloración de los horizontes o capas por la pérdida de materia o componentes orgánicos por su mineralización o lavado. Suele darse como proceso de translocación, aunque también puede llegar a ser de pérdida si la materia orgánica sale fuera del perfil del suelo. En resumen, el horizonte se vuelve más claro (mayor intensidad y croma)

Por otro lado, tenemos los procesos generales de **iluviación/eluviación y de acumulación/lixiviación**, que se identifican con el movimiento de compuestos orgánicos e inorgánicos en el perfil del suelo dando lugar a ganancias, pérdidas o translocaciones. En este sentido la materia orgánica puede migrar por el perfil del suelo en suspensión (materia orgánica insoluble) o en disolución (compuestos orgánicos solubles).

Por último, quedarían los procesos de transformación de la materia orgánica en el suelo. Más concretamente hablamos de la **Humificación**, como el proceso de formación de humus a partir de materia orgánica mediante la acción de los microorganismos.



Según la FAO, el Humus es el producto resultante de la descomposición de la materia orgánica y que está compuesto por ciertos productos orgánicos que le confieren propiedades coloidales. Tiene un color negruzco debido a la cantidad de carbono orgánico que contiene. Es muy estable, puesto que es producto de una descomposición casi completa de la materia orgánica original.

Respecto a los tipos de humus, podemos encontrar dos tipos:

- 1) un humus de color oscuro, bien saturado en bases (especialmente de magnesio) y rico en ácidos húmicos (de alto peso molecular) que sirve para estabilizar la arcilla;
- 2) un humus de color más rojo, menos básico y rico en ácidos fúlvicos (de bajo peso molecular) que favorece la dispersión de la arcilla.

La vegetación determina el tipo de humus y así, por ejemplo, las gramíneas producen humus rico en ácidos húmicos mientras que un bosque de coníferas produce humus rico en ácidos fúlvicos. Sin embargo, también es importante el tipo de suelo, y un suelo rico en calcio produce más humus rico en ácidos húmicos que un suelo saturado.

El último proceso en el que tiene influencia la materia orgánica es la **Mineralización** de esta. Este proceso consiste en la destrucción, a través de las actividades de diversos microorganismos, de los compuestos orgánicos tanto vegetales como animales para dar elementos minerales o compuestos inorgánicos simples que son aprovechados para las plantas. Como se puede observar en la figura 5, tanto en el proceso de descomposición de la materia orgánica, como en el humus, se produce una mineralización de los compuestos orgánicos.

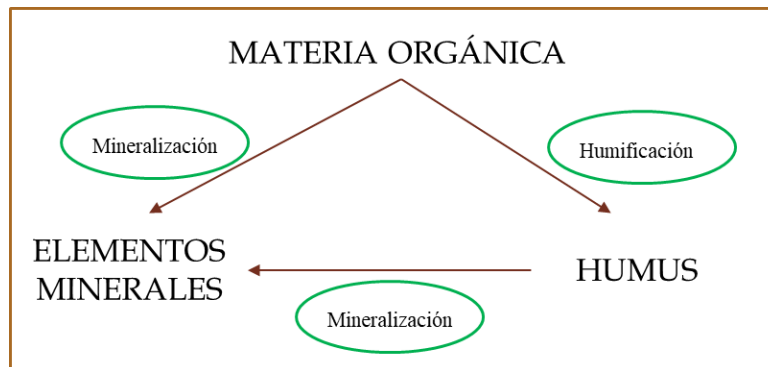


Figura 5: Esquema de transformación de la materia orgánica

4.2 Horizontes y clasificación

Horizontes genéticos O, H, A, Bh y Bs

Los horizontes genéticos del suelo se clasifican entre orgánicos y minerales. El **Horizonte O y H** son horizontes completamente orgánicos (predomina la materia orgánica), encontrándose en superficie y recibiendo los aportes de restos de materia orgánica animal o vegetal. Su diferencia radica en la saturación. Mientras que el **horizonte H** está de forma continua SATURADO, el **horizonte O**, puede estar saturado, pero no tiene que estarlo de forma continua.

Por el contrario, los horizontes A, Bh y Bs son minerales y no orgánicos como los anteriores. No obstante, el horizonte A es un horizonte mineral con restos de materia orgánica combinados en su matriz en su definición. Suele estar en superficie como los horizontes O y H, mientras que el resto de horizontes son subsuperficiales (Bs y Bh). El caso de estos dos últimos horizontes (Bh y Bs) son peculiares al acumular en ambos casos materia orgánica procedente de capas superficiales. Esta materia orgánica migra en disolución o suspensión y acaba acumulándose a cierta profundidad, pasando a mineralizarse y descomponerse en dicha zona.

La materia orgánica y la clasificación en los sistemas taxonómicos

Desde el punto de vista de la clasificación de los suelos en los sistemas de clasificación FAO (WRB, 2015) y Soil Taxonomy (USDA, 2014), la materia orgánica y más concretamente el carbono orgánico juegan un papel importante como parámetros indicadores de ciertas propiedades o características de diagnóstico que sirven para clasificar un suelo en una taxa u otra. De esta forma en la Soil



Taxonomy se utiliza para definir los epipediones y con ello poder clasificar los suelos de acuerdo a los diferentes órdenes. Los suelos orgánicos por excelencia están recogidos en el orden Histosol, con epipediones hísticos, aunque hay también epipediones úmbricos, mólicos u ochricos donde el carbono orgánico es clave para su asignación. A nivel de grandes grupos destacar la evolución errática del Carbono orgánico en el perfil del suelo para la clasificación de los suelos dentro del calificativo "Fluventic" o a nivel de subgrupo como "Thapto-Histic". En este sentido, la Soil Taxonomy destina el capítulo 2 para identificar las diferencias entre suelos minerales y suelos orgánicos, teniendo como base para su identificación el grado de saturación, el porcentaje de arcilla y el contenido en carbono orgánico del suelo.

Por lo que respecta a la World Reference Base, destacar que esta también hace una distinción entre el material orgánico y el mineral, introduciendo en la última versión (2015) la definición de "Carbono orgánico del suelo" para diferenciar el carbono orgánico edafogenético del carbono orgánico en general. En este caso para su definición solo hace falta saber el contenido de Carbono orgánico en la fracción de tierra fina. El grupo de referencia de los Histosoles, es donde se agrupan principalmente los suelos orgánicos, definiéndose a nivel de horizontes principalmente en los horizontes fólicos e hísticos. No obstante, como en el caso de la Soil Taxonomy, el carbono es uno de los compuestos más utilizados para la taxonomía y aparece en horizontes minerales como dato para su asignación. Horizontes hórticos, irrágicos, pétricos, chermicos, mólicos, úmbricos, fúlvicos y melánicos entre otros utilizan el carbono como dato de referencia. En este sentido, otros grupos de referencia como los Chernozem, Kastonozem o Umbrisoles presentan contenidos en materia orgánica importantes.

Además, a nivel de calificadores principales y suplementarios destacar que los vocablos "Hyperorganic", "Fibric", "Hemic", "Histic", "Humic", "Hyperhumic", "Profundihumic" u "ochric", entre otros son utilizados para definir algún estado de contenido de materia orgánica.

5 Cierre

A lo largo de este objeto de aprendizaje hemos visto los procesos formadores en los que interviene la materia orgánica. En ellos, presenta una influencia sobre el desarrollo de los suelos y su horizontalización. Procesos de adición, pérdida, translocación y transformación permiten el movimiento de compuestos orgánicos solubles e insolubles a lo largo del perfil del suelo. De la importancia de la materia orgánica en la calidad de los suelos hay mucha bibliografía escrita y por tanto su conocimiento es clave para un buen manejo de los suelos. Es por ello que lo recogido en este artículo te será 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: "Génesis de Suelos", Ed. Universitat Politècnica de Valencia, 2002.

IUSS Working Group WRB, 2015. Base referencial mundial del recurso suelo 2014, Actualización 2015. Sistema internacional de clasificación de suelos para la nomenclatura de suelos y la creación de leyendas de mapas de suelos. Informes sobre recursos mundiales de suelos 106. FAO, Roma

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.

Soil Survey Staff: "Claves para la Taxonomía de Suelos", 12th ed. USDA-Natural Resources Conservation Service, 2014, Washington, DC.