

El retorno de los materiales vegetales al suelo: balance entre mineralización y humificación

La **materia orgánica incorporada en superficie** aporta nutrientes y juega un papel importante en la cobertura de la superficie del suelo. La manera en que se incorporan al suelo los materiales orgánicos de las plantas puede variar mucho en cada ecosistema según las condiciones ambientales. Los principales factores que regulan el **balance entre mineralización y humificación** de estos materiales son la **relación C/N del material aportado**, el **grado de lignificación**, el **nivel de trituración** y las **condiciones micro-ambientales del lugar**.

■ Incorporación de la materia orgánica en la superficie del suelo

Un sistema de producción basado en **alimentar la red trófica del suelo** y mantener las **condiciones de hábitat** necesarias para su funcionamiento viene definido por el tipo, la cantidad y la manera en que se incorporan los materiales orgánicos al suelo. Aunque la incorporación más importante se produce a través de las raíces, la incorporación de la parte aérea es la que podemos gestionar de manera más fácil, por lo tanto, es la que caracteriza nuestro sistema. La **materia orgánica incorporada en superficie**, además de aportar **nutrientes**, juega un papel importante en la **cobertura de la superficie del suelo**. El valor de la materia orgánica aportada depende de la velocidad a la que se descompone. **La manera en que se incorporan los materiales orgánicos de la parte aérea de las plantas es una característica de los diferentes sistemas naturales:**

- En el **bosque**, la incorporación se produce principalmente por la caída de las **hojas**, que se acumulan en el suelo (**Figura 1**). El microclima interior del bosque facilita que estas hojas **se descompongan** y, de esta manera, sean la base de materia orgánica para el funcionamiento de la red trófica.
- En **praderas pastoreadas**, la incorporación de materia orgánica se produce principalmente a través del **estiércol** y **la orina** de los animales que pastan en la pradera. El estiércol constituye un material orgánico parcialmente descompuesto y **rico en microorganismos**. Para una incorporación eficaz

en el suelo, sobre todo en profundidad, el estiércol requiere de la actividad de un **conjunto propio de insectos** como los escarabajos peloteros (**Figura 2**), entre otros.

- En **sistemas vegetales no pastoreados**, la incorporación del material vegetal de la parte aérea de las plantas requiere de algún tipo de intervención (como la corta o el pisoteo de hojas y ramas) que permita bajar este material al suelo. Si el **material no llega al suelo**, se degrada sin incorporarse en el suelo (**oxidación en pie**), de manera que una parte importante del material no lo aprovecha la red trófica (**Figura 3**).

■ Balance entre mineralización y humificación

Cuando **las bacterias consumen de manera muy rápida los materiales vegetales aportados en superficie**, esto produce un aporte rápido de nutrientes, en un proceso denominado **mineralización**. Si esto sucede, los materiales vegetales desaparecen rápidamente y no pueden jugar ningún papel en la cobertura del suelo. Por el contrario, **cuando la descomposición es lenta, los materiales vegetales crean una cobertura del suelo que protege contra las agresiones directas del sol, de la lluvia y el viento**, favorece la infiltración del agua, crea el hábitat necesario para elementos importantes de la red trófica, y es la responsable de formar un humus superficial estable. Es el proceso denominado **humificación**.



Figura 1. Bosque de encinas y alcornoques con suelo cubierto por una capa de hojas. Foto: MJ.Broncano.



Figura 2. Escarabajo pelotero sobre excremento de vaca. Foto: MJ.Broncano.



Figura 3. Tractor triturando la parte aérea vegetal que permanece sobre el suelo y puede ser utilizada por la red trófica del suelo. Foto: MJ.Broncano.

Para priorizar el proceso que interese más en cada momento, es preciso conocer los factores que regulan el **balance** entre mineralización y humificación. Jugando con estos factores se puede controlar el balance y, por lo tanto, el papel que los materiales incorporados juegan en la creación y funcionamiento del suelo. **Los principales factores que regulan el balance** entre mineralización y humificación de la materia vegetal son:

- **Relación C/N.** Las bacterias, para satisfacer sus necesidades, requieren una relación óptima **C/N próxima a 24**, que es la que necesitan para respirar y constituir su organismo. Cuando la relación se aleja de este valor suceden dos cosas distintas:

- Si la relación **C/N de los materiales orgánicos incorporados es inferior a 24** (alto contenido en nitrógeno), como en relación a sus necesidades falta carbono, para poder consumir todo el nitrógeno buscan carbono adicional en su entorno. Esto llevará a una pérdida rápida de la materia orgánica, que conduce a una pérdida de estructura del suelo y de cobertura en la parte superficial.
- Si el material orgánico incorporado tiene una relación **C/N superior a 24** (bajo contenido en nitrógeno), las bacterias buscan más nitrógeno para ajustar esta relación a sus necesidades, consumiendo gran parte del nitrógeno

disponible a su alrededor. En este caso la descomposición de los materiales es lenta y **puede llevar a una falta de nitrógeno disponible para las plantas.**

Si se trabaja con abonos verdes hay que tener en cuenta que el contenido en nitrógeno varía a lo largo de la vida de la planta: en **plantas jóvenes** el contenido es alto para todas las especies. En el momento del **inicio de la floración** la relación C/N suele situarse un poco por encima de 24. Este es un punto bueno para incorporar superficialmente el abono verde porque los microbios pueden consumir rápidamente el material, pero queda una parte de carbono que permite una descomposición más lenta. En la fase de **madurez de la planta** se produce una bajada en el contenido en nitrógeno que puede variar mucho según la especie.

- **Grado de lignificación.** Hay una serie de sustancias, como la lignina o la suberina, que tienen una estructura compleja que hace que difícilmente pueda ser descompuestas por las bacterias. Estas sustancias complejas deben ser descompuestas por actinomicetos y hongos. Por ello, **los materiales con un alto contenido en lignina**, como los restos forestales de troncos y ramas, se descomponen más lentamente que los otros restos vegetales, y por ello **dan lugar a un humus más estable.**

- **Nivel de trituración del material vegetal.** Para un mismo material, cuanto **más triturado está, más fácilmente es atacado por los organismos detritívoros** que lo hacen más accesible a los microorganismos, de manera que su descomposición es más rápida.

- **Condiciones micro-ambientales.** Las condiciones ambientales determinan en gran medida la velocidad de descomposición de la materia orgánica. **La actividad de microorganismos y hongos aumenta con las condiciones de humedad adecuadas, la temperatura y la presencia de oxígeno.** En caso contrario, es decir, condiciones de falta de agua, temperaturas bajas y anoxia (falta de oxígeno) se reduce la velocidad de descomposición de la materia orgánica.

El modelo productivo regenerativo se basa en el conocimiento de los procesos naturales

La propuesta de un modelo productivo regenerativo sostenible no debe confundirse con la vuelta a un sistema agrícola del pasado. El planteamiento de un modelo productivo sostenible es posible gracias al **avance científico en el conocimiento de los procesos naturales, que permite saber** cómo funciona la nutrición natural de las plantas y su aplicación técnica de manera controlada en el campo. Controlar de manera eficiente el retorno de los materiales orgánicos al suelo y el balance mineralización/humificación permite mejorar la producción por unidad de superficie de los campos. De esta manera, se utilizan los recursos del entorno en un **modelo real de economía circular.**

Este aumento de la producción no depende de recursos externos y permite recuperar la rentabilidad de fincas pequeñas en las que el modelo actual, dependiente del petróleo y la agroquímica, no es rentable.

Al mismo tiempo, este nuevo modelo es un modelo escalable, es decir, puede adaptarse a cualquier tipo de condiciones y ofrece una alternativa real al sistema dependiente y no sostenible que tenemos en estos momentos.