

EL RETORNO DE LOS RESTOS DE BIOMASA AL SUELO ES UNO DE LOS EJES PARA MITIGAR EL CAMBIO GLOBAL

# Disminución de los gases de efecto invernadero mediante el compostaje de la biomasa

Los sistemas agrosilvopastoriles ecológicos, pueden contribuir a la mitigación del calentamiento global mediante la conservación, secuestro y almacenamiento y sustitución de carbono. Una barrera poderosa a estos sistemas es el fomento de las subvencionadas centrales de generación eléctrica con biomasa. El Plan de Energías Renovables de España prevé la implantación de centrales de hasta un to-

tal de 1.695 MW de potencia eléctrica instalada, en detrimento de que esa materia orgánica, que constituye la biomasa, retorne al suelo y mantenga su potencial de secuestro de carbono. Trataremos en este artículo algunos de los aspectos relacionados con la potenciación de sumideros de carbono, como es el caso del compostaje, aunque referiremos otras de sus potencialidades.

## Xan Neira Seijo.

Dr. Ingeniero Agrónomo. Universidad Santiago de Compostela. Escuela Politécnica Superior de Lugo. Miembro de la Junta Directiva de SEAE.

La quema de combustibles fósiles y naturales por parte del hombre en estos últimos siglos ha originado el significativo aumento de los gases de efecto invernadero (GEIs) en la atmósfera.

El Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) ha elaborado escenarios glo-

bales posibles, para todos los cuales la temperatura aumentará en un rango dependiendo del comportamiento y actitudes que tengamos en la emisión de GEIs.

Se plantea la necesidad de disponer procesos que retengan y fijen el CO<sub>2</sub> con el fin de cumplir con la Convención Marco sobre Cambio Climático (CMCC), que establece compromisos y acciones para mitigar este proceso en el planeta.

En este contexto, la producción de madera y su transformación industrial, la pro-

ducción de pasta de papel, la carpintería y construcción con madera o el compostaje de restos de biomasa es útil para la sociedad, y actúa como sumidero de CO<sub>2</sub> frente a otras opciones como la quema de biomasa para producción de energía mucho menos eficaz en este proceso.

Hemos de referirnos al compostaje de restos de biomasa, por una parte a todo lo relativo a sus aspectos agronómicos, y por otra a su potencialidad para secuestrar carbono.

## Biomasa y materia orgánica, aspectos agronómicos

Fundamental resulta el papel de la biomasa en su faceta de enmienda orgánica para el suelo. Es constatable el notorio nivel de degradación de los suelos del planeta, tanto que existe una estrecha relación entre la calidad del suelo y nuestro devenir.

Doran y Parkin (1994), se refieren a este término como “la capacidad de un suelo para funcionar dentro de los límites del ecosistema, para sostener la productividad biológica, mantener la calidad ambiental y promover la salud de las plantas y los animales”.

Es preciso diferenciar entre calidad y salud del suelo. A esta última acepción están ligadas las propiedades dinámicas del suelo, como el contenido en materia orgánica (MO),



**Foto 1.** Es clave establecer las dosis adecuadas para alcanzar los niveles de materia orgánica deseados, distribuir la enmienda a lo largo del tiempo y tener en cuenta el aporte de nutrientes que se realiza al aplicar dichas dosis.

la riqueza microbiológica y los productos microbianos presentes en un momento dado. Es visible, por tanto, que la materia orgánica tiene un rol fundamental en el futuro del suelo, y, por extensión, en nuestro propio futuro.

En algunas estaciones agronómicas europeas, con ensayos de larga duración, se ha comprobado que la fertilización mineral en exclusiva ha provocado una merma paulatina en los rendimientos. Se observó que ello era debido en buena medida a la alteración de las propiedades biológicas y se acuñó el término de fatiga del suelo, y que para la mejora de estas propiedades era muy determinante el aporte de materia orgánica.

Desde el mundo orgánico mucho le debemos a Sir Albert Howard, el consejero inglés que viajó a la India a principios del siglo XX para mostrar y formar en las técnicas agrícolas de Occidente y al que le aconteció justamente lo contrario. Apreció Howard, observando las técnicas locales, la conexión entre los terrenos de cultivo, la población, el ganado y las cosechas sanas. Se le tiene por el padre del compostaje moderno, debido a que desarrolló el sistema de compostaje hindú y lo convirtió en lo que conocemos en la actualidad como el método Indore.

### Efectos de la materia orgánica en los suelos de cultivo

Podemos sintetizar el efecto de la materia orgánica en las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos cultivados a los referidos en el **cuadro I**.

Una de las posibles formas de suministro de materia orgánica (MO) al suelo es mediante el aporte de compost.

### Contenido óptimo de materia orgánica

En términos generales, podemos decir que para que la MO pueda ser considerada un factor de calidad debe ser capaz de servir de sustrato a los organismos vivos del suelo, mineralizarse en la medida que permita funcionar los ciclos de los elementos biogeoquímicos y suministrar nutrientes a las plantas, al tiempo que otra parte se humifica e interactúa con la materia mineral, formando en complejo arcillo-húmico, a fin de producir una estructura estable.

Díaz-Fierros (2009), propone distintos intervalos de MO, según la función del suelo que se considere:

## CUADRO I.

Efectos más destacados de la materia orgánica en los suelos cultivados.

FÍSICOS	QUÍMICOS	BIOLÓGICOS
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumento de la capacidad calorífica</li> <li>- Suelos más calientes en primavera</li> <li>- Reducción de las oscilaciones térmicas</li> <li>- Agregación de las partículas elementales</li> <li>- Da soltura a los suelos arcillosos y cohesiona los arenosos</li> <li>- Aumenta la estabilidad estructural</li> <li>- Aumenta la permeabilidad hídrica y gaseosa</li> <li>- Suelos menos encharcados</li> <li>- Facilita el drenaje</li> <li>- Reduce la erosión</li> <li>- Aumenta la capacidad de retención hídrica</li> <li>- Reduce la evaporación</li> <li>- Mejora el balance hídrico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumenta el poder tampón</li> <li>- Regula el pH</li> <li>- Aumenta la capacidad de cambio catiónico</li> <li>- Mantiene los cationes de forma cambiante</li> <li>- Forma fosfhumatos</li> <li>- Forma quelatos</li> <li>- Mantiene las reservas de nitrógeno</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Favorece la respiración radicular</li> <li>- Favorece la germinación de las semillas</li> <li>- Favorece el estado sanitario de los órganos subterráneos</li> <li>- Regula la actividad microbiana</li> <li>- Es fuente de energía para los microorganismos heterótrofos</li> <li>- El CO<sub>2</sub> desprendido favorece la solubilización de compuestos minerales</li> <li>- Modifica la actividad enzimática</li> <li>- Activa la rizogénesis</li> <li>- Mejora la nutrición mineral</li> </ul>

(Urbano Terrón, P. 1992).

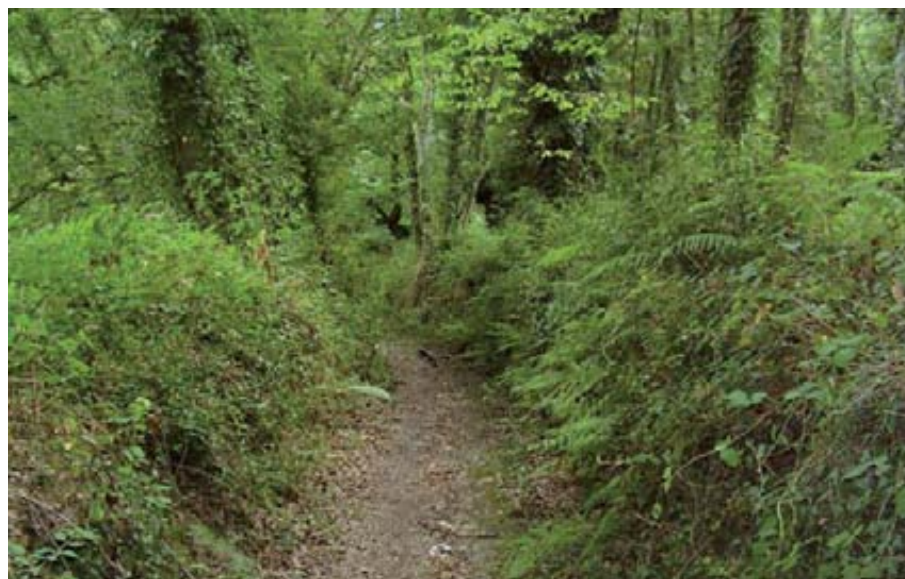


Foto 2. Los sistemas silvícolas y agroforestales pueden acumular carbono mediante su biomasa aérea, hojarasca, rizosfera y carbono orgánico del suelo.

- ▶ Funciones productivas: 2-6% de MO. Evaluables por los incrementos a corto plazo de los rendimientos vegetales.
- ▶ Funciones conservadoras: 4-12% de MO. Puede referirse al mantenimiento de la estructura del suelo, la resistencia a la compactación o a la erosión.
- ▶ Funciones ambientales: sin límite. Referido al papel de sumidero de la MO frente a las emisiones de CO<sub>2</sub> y, por lo tanto, frente al cambio climático.

### Compost y compostaje

El compost puede considerarse como MO que ha sido estabilizada hasta transformarse en un producto similar a las sustancias húmicas del suelo, que está libre

de patógenos y de semillas de malas hierbas, que no atrae insectos ni otros vectores de enfermedad, que puede ser manejado y almacenado sin ocasionar molestias y que es beneficioso para el suelo y el crecimiento de las plantas.

El compostaje representa:

- ▶ La suma de una serie de procesos metabólicos complejos procedentes de la actividad conjunta de una serie de microorganismos, en donde el compostaje es uno más de los diferentes procesos.
- ▶ Una técnica de estabilización y tratamiento de residuos orgánicos biodegradables.
- ▶ Una técnica biológica de reciclaje de materia orgánica que al final de su evolución

## CUADRO II.

Rendimientos y costes en dos esquemas de trabajo de acondicionamiento de biomasa.

CLAREOS (EN VERDE)		RESIDUOS DE CORTAS A HECHO (EN VERDE)	
Operación	Coste €/t	Operación	Coste €/t
Extracción	8,25	Extracción	6,55
Astillado	11,55	Astillado	13,55
Apeo, apilado y otros	13,20	Apilado y otros	13,10
<b>Energía consumida</b>		<b>Energía consumida</b>	
30-50 MWh/ha		100 MWh/ha	

origina un producto similar a las sustancias húmicas del suelo, constituyendo un factor de estabilidad y fertilidad del suelo.

Los microorganismos referidos son hongos, bacterias y actinomicetos existentes en el propio material a compostar, que además precisan de unas condiciones ambientales –notoriamente humedad y aireación– propicias. El compostaje ocasiona la transformación de la MO más biodegradable, liberando CO<sub>2</sub>, agua, elementos minerales y energía, quedando finalmente la fracción orgánica más estable que denominamos compost.

### Caracterización y calidad de los diferentes tipos de compost

Las características del compost dependen de las materias primas y del proceso de compostaje, presentando, si el proceso es industrial, variaciones entre plantas e incluso dentro de la misma planta según la época del año. Si bien es común asociar el compostaje con la gestión de la materia orgánica procedente de los residuos sólidos urbanos (RSU), muchas otras materias orgánicas biodegradables pueden ser compostadas.

Una cuestión primordial para conseguir un compost de calidad es partir de materias brutas libres de contaminantes. En el caso de la presencia de metales pesados, estos pueden aumentar su concentración relativa durante el compostaje.

Por otra parte, las condiciones y duración del compostaje influyen en las propiedades químicas, la madurez y el contenido de patógenos y de semillas de malas hierbas del compost final.

El establecimiento de unos parámetros de

calidad pretende fundamentalmente que el compostaje no resulte ser una transferencia de contaminación de los residuos al medio agrícola o natural. Pero además, la calidad del compost es fundamental para conseguir una buena aceptación por parte de sus potenciales consumidores y condiciona también su precio de venta y posibilidades de uso.

### Consideraciones acerca del compost como enmienda orgánica

Los aspectos clave son: establecer las dosis adecuadas para alcanzar los niveles de materia orgánica deseados, distribuir la enmienda a lo largo del tiempo y tener en cuenta el aporte de nutrientes que se realiza al aplicar dichas dosis. Para establecer las dosis a aplicar es importante conocer la tasa de mineralización del compost, que depende de las características del mismo, del tipo de suelo y del clima, siendo recomendable realizar determinaciones de la tasa de mineralización que tengan en cuenta estos factores y el sistema agroecológico en el que el compost va a ser utilizado.

## Secuestro de carbono por la biomasa en sistemas silvopastoriles

Los sistemas silvícolas y agroforestales pueden acumular carbono mediante su biomasa aérea, hojarasca, rizosfera y carbono orgánico del suelo.

### Monitorización

La monitorización puede efectuarse atendiendo a las características propias de cada sistema a evaluar:



Foto 3. La producción y obtención de biomasa como material procedente bien de los cultivos o bien del monte se suele mecanizar con el objetivo de reducir costes y optimizar la productividad.

#### a) Biomasa aérea

Está constituida por biomasa leñosa y herbácea (pastos, leguminosas, hierbas, estados juveniles y otros).

Los métodos más usados para estimar esta biomasa de los componentes leñosos son: el uso de modelos de biomasa por especie, la aplicación de modelos generales de biomasa, la construcción de tablas de biomasa generales o por especie, el uso de tablas de rendimiento estándar y el uso de la técnica del árbol promedio.

Para la biomasa herbácea, la pastura es el principal componente herbáceo de los sistemas silvopastoriles. La biomasa herbácea puede cuantificarse mediante marcos de muestreo.

#### b) Hojarasca

La hojarasca comprende todos los residuos orgánicos (hojas, ramas, frutos y semillas) de la superficie del suelo.

La cuantificación de este componente es similar a la descrita en el caso del componente herbáceo, la cual es relativamente sencilla y consiste en el pesaje de todo el material vegetal encontrado en marcos definidos y la toma de una muestra para transformar estos valores a materia seca.

#### c) Rizosfera

Los sistemas radicales representan la biomasa bajo el suelo y constituyen otro sumidero de carbono. En proyectos de fijación de carbono, este componente es importante ya que corresponde a entre un 10 y un 40% de la biomasa total.

#### d) Carbono orgánico en suelos

El suelo es un gran sumidero de carbono, del que se ha tenido poca consideración. El cambio en el carbono orgánico del suelo debe ser medido a lo largo del sitio del proyecto, a una profundidad de 30 cm.

A man in a dark shirt is seen from the side, looking out over a vast field of golden wheat. In the background, a large, white BKT tire is shown from a low angle, dominating the upper half of the frame. The sky is a clear, bright blue.

# **BKT**

**GROWING TOGETHER**

**The valuable choice  
for your growing needs**

**PUCHE**  
NEUMÁTICOS Y ACCESORIOS

Distribuidor para la península Ibérica  
Ctra. de Valencia, km. 99 – Apartado de Correos 212 – 30510 Yecla (Murcia)  
Teléfono: 968 71 99 02; [www.hrpuche.es](http://www.hrpuche.es)

[www.bkt-tires.com](http://www.bkt-tires.com)

**Off-Highway Tyre Solutions**

## Obtención, acondicionamiento y costes de la biomasa

La producción y obtención de biomasa como material procedente bien de los cultivos o bien del monte se suele mecanizar con el objetivo de reducir costes y optimizar la productividad, además de limitar trabajos manuales penosos.

La biomasa, por su propia naturaleza, requiere de un proceso de acondicionamiento para ser objeto de un aprovechamiento. Es frecuente la presencia de residuos no aprovechables como arena, piedras, metales, etc. En residuos agrícolas (ramas, hojas, paja) y en los forestales (ramas y hojas verdes), se pueden originar algunos problemas en los equipos de tratamiento y manejo, tales como el taponamiento en los equipos de astillado, trituración, transporte y manipulación.

Para conseguir el acondicionamiento de la biomasa puede requerirse:

- ▶ Reducción de la granulometría. Consiste en la homogenización y reducción del tamaño de la biomasa, dando la posibilidad de un transporte y almacenaje más sencillo y económico. En este proceso se utilizan sistemas de astillado, triturado, molienda, cribado, tamizado y disgregación.
- ▶ Densificación o compactación de la biomasa. Consiste en reducir el volumen de la biomasa, consiguiendo minimizar el coste de transporte y almacenaje.

### Equipos y rendimientos

Son diversos los equipos que pueden ser empleados en el acondicionamiento de la biomasa:

- ▶ Astilladoras semimóviles. Son equipos de grandes dimensiones con ruedas, desplazados a las parcelas para realizar el astillado en campo. Pueden procesar gran cantidad de biomasa en poco tiempo, llegando hasta 100.000 kg/h (árboles, arbustos, etc.).
- ▶ Astilladoras móviles. Por su reducido tamaño tienen gran facilidad de acceso a las fincas forestales y agrícolas, existen dos tipos:
  - Astilladoras remolcadas. Son de tamaño pequeño, remolcadas y accionadas mediante la toma de fuerza de un tractor. Pueden procesar entre 1.000 y 10.000 kg/h.



Foto 4. La biomasa, por su propia naturaleza, requiere de un proceso de acondicionamiento para ser objeto de un aprovechamiento.

- Astilladoras autopropulsadas. Son equipos de mayor dimensión, con tracción autónoma y con producciones que van de 5.000 a 20.000 kg/h.

### Costes económicos y energéticos

En el **cuadro II** se presentan los resultados económicos y energéticos correspondientes a dos esquemas de trabajo.

El factor predominante es el diámetro de la masa extraída, pero también contabilizan la capacidad de carga del medio de saca, la distancia de desemboque y la separación entre calles, quedando por incluir los costes de los tratamientos silvícolas.

## Conclusión

La biomasa es una materia orgánica susceptible de un aprovechamiento energético, lo ha sido a lo largo de la historia de la humanidad y lo seguirá siendo, pero además posee otros usos aparejados de vital importancia.

La apuesta por un modelo energético en donde una parte de la electricidad generada lo es a partir de centrales de biomasa origina inconvenientes por el gran volumen de material requerido y que se detrae de otros usos, como la incorporación al suelo como MO o su contribución al secuestro de carbono. Es preciso, en todo caso, incorporar en los costes las externalidades negativas que se generan en los procesos.

Cuanto más se aumente el volumen de madera utilizado para su valorización energética, más se debilita la industria forestal. La industria forestal genera más empleo y más valor añadido que lo que supone la producción de energía quemando biomasa.

El compostaje posee asimismo su importante componente energética si se valoran las toneladas de fertilizantes químicos a los que puede sustituir y sin los efectos colaterales que el empleo de éstos supone. El compostaje puede generar más empleo que el estimado necesario para la opción del aprovechamiento energético. ●

### Bibliografía ▼

- ▶ Díaz-Fierros F. 2009. Cambio global y materia orgánica del suelo. Compostaje. La salud de la tierra. Edit. SEAE. 173 pp.
- ▶ Doran, JW, Parkin BT. 1994. Defining Soil Quality for a Sustainable Environment. Soil Science Society of America, Inc.
- ▶ IDAE. 2007. Energía de la biomasa. Serie "Manuales de las energías renovables". 134 pp.
- ▶ Neira, X., Maseda, R., García, X., Cuesta, T. 2010. Compostar es crear. Actas IX Congreso SEAE. Ed. SEAE.
- ▶ Pedras F. 2009. La biomasa en Galicia. Retos y oportunidades para su valorización económica, desarrollo rural y creación de empleo. Simposio sobre los recursos energéticos de la biomasa y el viento UNED. Lugo
- ▶ Urbano Terrón P. 1992. Tratado de fitotecnia general. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid