

# Manual de Compostaje

para Agricultura Ecológica

José M<sup>o</sup> Álvarez de la Puente



Unión Europea  
Fondo Europeo de Desarrollo  
Regional  
Invertimos en su futuro



# Índice

INTRODUCCION .....	3
EL PROCESO DE COMPOSTAJE .....	6
MATERIALES INICIALES .....	21
CONTROL DEL PROCESO .....	25
FORMAS DE APLICACIÓN Y DOSIFICACIONES .....	30
NORMATIVA .....	34
AGRADECIMIENTOS .....	41
REFERENCIAS .....	42
OTRAS PUBLICACIONES .....	46

## Manual de Compostaje para Agricultura Ecológica

Segunda Edición

Dep. Legal: SE-1456-2014

# I. Introducción

El presente manual sobre compostaje para agricultura ecológica se encuadra dentro de las actuaciones del proyecto Transhabitat con la finalidad de alcanzar en los territorios afectados los objetivos que signifiquen la generación de un desarrollo endógeno socio-económico y agropecuario sostenible, concretamente en la Acción 4.2 sobre Plan de desarrollo sostenible de la apicultura, la agricultura y la pesca.

El proyecto TRANSHABITAT, está financiado por el fondo FEDER a través del Programa POCTEFEX -Programa Operativo de Cooperación Transfronterizo de Fronteras Exteriores de la UE- afecta a un espacio de la Red Natura 2000 y Hábitats de Interés Común Andalucía-Marruecos que comprende zonas de actuación y áreas de influencia y que incluyen a las ocho provincias de la Comunidad Autónoma de Andalucía y a regiones del Norte de Marruecos.

## Orígenes del compostaje

La producción de compost se viene realizando desde tiempos inmemoriales, ya que la naturaleza produce humus espontáneamente. Así, los agricultores de diferentes culturas, desde antiguo, han emulado esta forma de producir humus por parte del medio natural descomponiendo restos orgánicos.

Ya Columela en su obra del siglo I titulada “De los trabajos del campo” describía como “la aplicación de agua a mezclas apiladas de residuos de cosecha con excrementos animales producía calor y transformaba esa mezcla en un producto diferente, un abono orgánico”<sup>1</sup>.

Durante el siglo pasado diversas escuelas agronómicas pusieron a punto la técnica de producir ese humus, denominando al producto final compost. El término procede del latín y significa “poner juntos”<sup>2</sup>.

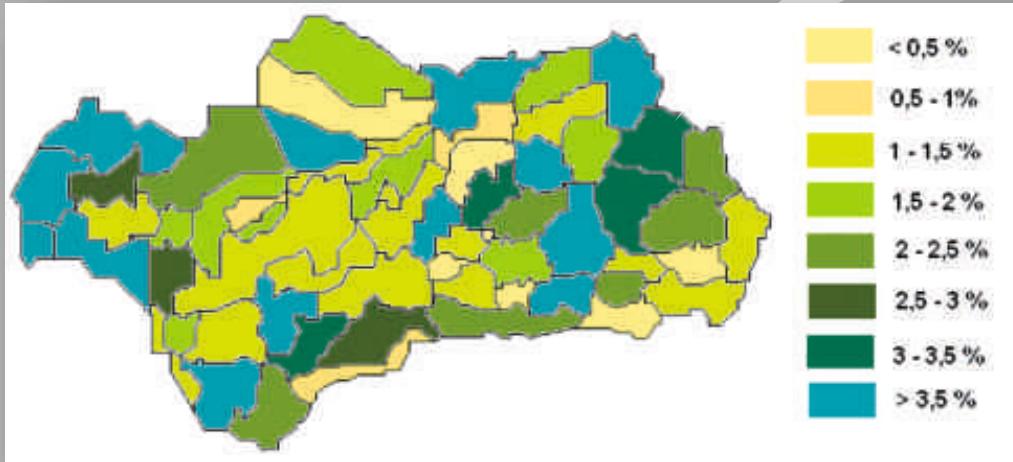
## La necesidad de la materia orgánica en Agricultura Ecológica

En este sector productivo se demanda ampliamente el compost para ser aplicado en sus cultivos, debido a que uno de sus objetivos prioritarios es el mantenimiento de la fertilidad del suelo y su actividad biológica y para ello se hace necesario la incorporación de materia orgánica. Por otra parte, una de las fuentes de esta materia orgánica que tradicionalmente ha sido el estiércol, es cada vez más escasa y se hace cada vez más patente que la cantidad de estiércol existente en un futuro cercano será insuficiente para cubrir esa demanda.

---

<sup>1</sup>Columela S I d c. Trad. Holgado Redondo 1988 en Cabrera. F. 1997

<sup>2</sup>Bueno, M. 2003.



**Ilustración 1 .- Mapa de niveles de Materia Orgánica en Andalucía<sup>3</sup>**

Los beneficios del uso de compost en su aplicación al suelo son múltiples en los aspectos físico, químico y microbiológico. El uso adecuado del compost contribuye a formar y estabilizar el suelo, aumentar su capacidad para retener agua y para intercambiar cationes, haciendo más porosos a los suelos compactos y mejorando su manejabilidad.



**Ilustración 2.- El compost regenera el suelo**

# Beneficios del Compost

- El compost contiene una gran reserva de nutrientes que poco a poco entrega a las plantas.

- Al aumentar el contenido de materia orgánica del suelo, aumenta su estabilidad y así se evita la erosión y la desertificación.

- Con la aplicación del compost se produce también el secuestro del carbono en suelo. Es de resaltar cómo esta actuación es capaz de contribuir en mayor grado a la reducción de emisiones de  $\text{CO}_2$ , frente a la valoración energética de los subproductos iniciales de los que se parte para su producción.

- Su utilización amortigua el peligro que supone para el suelo y el agua subterránea la aplicación abusiva de fertilizantes químicos de la agricultura convencional, absorbiendo los sobrantes.

- Es un hecho ya probado que la materia orgánica bien compostada puede presentar propiedades fitosanitarias de carácter supresivo para determinada enfermedades de las plantas.

# 2. El proceso de compostaje

## Concepto y fases

El proceso de compostaje se define como una **“descomposición biológica y estabilización de la materia orgánica, bajo condiciones que permitan un desarrollo de temperaturas termofilicas como consecuencia de una producción biológica de calor, que da un producto final estable, libre de patógenos y semillas de malas hierbas y que aplicado al terreno produce un beneficio”**<sup>3</sup>.

Durante este proceso se suceden una serie de etapas caracterizadas por la actividad de distintos organismos, existiendo una estrecha relación entre la temperatura, el pH y el tipo de microorganismos que actúa en cada fase (Ver Ilustración 4).

**Se describen seguidamente:**

**Preparación.-** Se acondicionan y mezclan los materiales de partida para regular su contenido en agua, el tamaño de las partículas, eliminar los elementos no transformables y ajustar los nutrientes para lograr una relación adecuada C/N.

**Descomposición mesófila.-** (< 40°C) Se produce una degradación de azúcares y aminoácidos por la acción de grupos de bacterias (*Bacillus* y *Thermus*<sup>4</sup>).

**Descomposición termófila.-** (40-60°C) Se degradan ceras polímeros y hemicelulosa por hongos del grupo de los actinomicetos (*Micromonospora*, *Streptomyces* y *Actinomyces*<sup>5</sup>).

---

<sup>3</sup> Haug, 1993

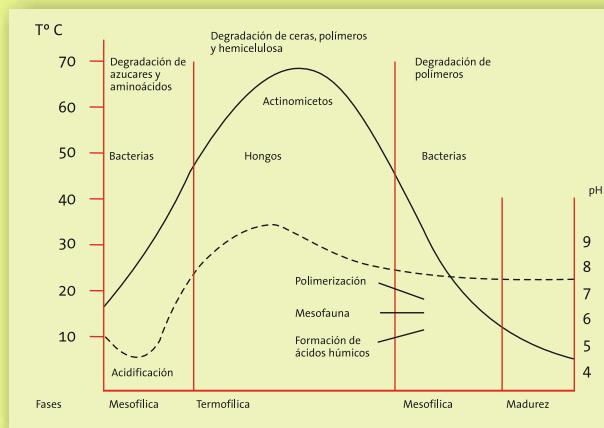
<sup>4</sup> Trautmann y Olynciw, 1996

<sup>5</sup> Golueke, 1977, citado por Haug, 1993

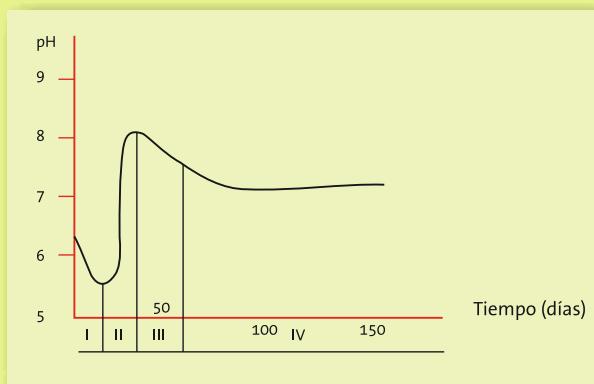
**Descomposición mesófila de enfriamiento.-** (< 40°C) Se realiza la degradación de las celulosas y ligninas por bacterias y hongos (*Aspergillus* y *Mucor*).

**Maduración.-** Se estabiliza y polimeriza el humus a temperatura ambiente, desciende el consumo de oxígeno y desaparece la fitotoxicidad.

**Afino.-** Se mejora la granulometría, se regula la humedad, se elimina el material no transformado, se realizan análisis, controles de calidad y, en su caso, el envasado y etiquetado.



**Ilustración 4.- Evolución de la temperatura (-) y el pH (- -) durante el proceso de compostaje. Fuente: Laos, 2003; Mustin, 1987**



**Ilustración 5.- Evolución del pH durante el proceso de compostaje. Mustin, 1987, modificado de Poincelot, 1974**

A través de estos procesos, se transforman residuos orgánicos en recursos hasta ahora no utilizados y se vuelve hacia una agricultura más racional, acorde con el respeto a la naturaleza y más sostenible, lográndose mayor rentabilidad a medio y largo plazo.

El pH de la masa durante el proceso de compostaje también sufre una variación similar en casi todos los sustratos como se muestra en la Ilustración nº 5.

El descenso inicial en el pH (Fase I) coincide con el paso de la fase mesofílica a la fase termofílica. Esta fase se denomina acidogénica. Se da una gran producción de  $\text{CO}_2$  y liberación de ácidos orgánicos. El descenso de pH favorece el crecimiento de hongos (cuyo crecimiento se da en el intervalo de pH 5,5-8) y el ataque a lignina y celulosa.

Durante la fase termofílica se pasa a una liberación de amoníaco como consecuencia de la degradación de aminos procedentes de proteínas y bases nitrogenadas y una liberación de bases incluidas en la materia orgánica. Como resultado de estos procesos se da una subida en el pH y retoman su actividad las bacterias a pH 6-7,5 (Fase de alcalinización).

Tras este incremento del pH se da una liberación de nitrógeno por el mecanismo anteriormente citado, que es aprovechado por los microorganismos para su crecimiento, dando paso a la siguiente fase de maduración. En esta, con un PH próximo a la neutralidad, se estabiliza la materia orgánica y se dan reacciones lentas de policondensación.

La conductividad eléctrica sigue una evolución similar a la del pH<sup>6</sup>. En los primeros días se da un descenso, como consecuencia del crecimiento microbiano que consume parte de las sales presentes y, posteriormente, se recupera el valor de CE, como consecuencia de la liberación de sales, al degradar las poblaciones microbianas los componentes de la masa en maduración.



**Ilustración 6.- Elevación de la temperatura durante el proceso en pila de compostaje**

<sup>6</sup> Madejón y col., 1998ab

## Sistemas de compostaje

Existen numerosos métodos para transformar materiales orgánicos mediante el compostaje. Casi todos ellos se basan en el control de la aireación, ya que su mayor control acelera el proceso<sup>7</sup>.

### En pilas o montones dinámicos (windrow)

El material se dispone en largas pilas o montones de 2 a 4 metros de altura, que pueden estar cubiertas o no. La aireación se lleva a cabo por convección natural ayudada por volteos periódicos. La frecuencia de los volteos depende de la humedad, textura y estabilidad de la mezcla y se realiza para controlar la aireación. Estos volteos se realizan con varios objetivos: control del olor, mayor velocidad de transformación y control de insectos. Es el método más económico en cuanto a consumo de energía.

### En pilas estáticas aireadas por insuflación (static pile system)

Es un sistema donde la pila de compost permanece estática a lo largo del proceso de compostaje. El aire se introduce a través de un sistema situado en el suelo bajo la pila. Con este sistema se eliminan las condiciones anaerobias, ya que está asegurado un volumen constante de aire, que además puede regularse a través de controladores, según las necesidades de la masa.

La corriente de aire puede ser positiva (insuflación) o negativa (aspiración), esta última se suele utilizar en situaciones en las que es necesario controlar el olor del compost. En otras ocasiones la aireación solo se realiza durante la etapa termófila mientras que durante la maduración no se aplica. Las combinaciones que se pueden hacer dependen del tipo de material, de las condiciones de partida, de los plazos para la finalización del compostaje, etc. El proceso requiere una inversión y mantenimiento mayores que en el sistema anterior, pero el coste de mano de obra es más bajo.



Ilustración 7.- Sistema windrow



Ilustración 8.- Sistema pilas estáticas aireadas

<sup>7</sup> Álvarez de la Puente, JM. 2006; Sánchez, A. 2006

### En reactores o contenedores (in-vessel system)

Este sistema se aplica cuando se requieren tasas elevadas de transformación y condiciones muy controladas. El compost se hace “rápidamente”. Son sistemas más complejos y son más costosos de construir, operar y mantener. Permite una amplia gama de diseños ya sean horizontales o verticales y normalmente están provistos de un sistema de agitación que permita una aireación y homogeneización de la masa. Su funcionamiento es del tipo reactor y frecuentemente el producto fresco entra por un lado y sale procesado por el otro. Su utilización está indicada en el caso de mezclas complejas con algún tipo de dificultad. La finalidad de estas metodologías es acelerar el proceso de transformación. Se consiguen tasas de procesado de hasta una semana frente a los sistemas tradicionales que duran entre uno y tres meses. En casi todos los casos la fase de maduración o estabilización del producto se lleva a cabo fuera del reactor en el exterior y frecuentemente con el sistema de pilas o montones al que se realiza algún volteo de homogeneización final.



**Ilustración 9.- Sistema reactor cilíndrico rotativo**

Entre todos estos sistemas existentes el más implantado para la transformación de residuos agroindustriales en las proximidades de las fincas de Agricultura Ecológica es el de montones con volteos debido a la menor inversión inicial. Sin embargo, siempre es conveniente realizar un estudio previo comparativo, a nivel técnico y económico, sobre los distintos sistemas de compostaje susceptibles de ser implantados, para elegir el más adecuado en cada situación específica.



## Infraestructura y equipos necesarios

Como es lógico, la obra civil y la maquinaria que se necesitan en una planta de compostaje dependerán del sistema que se elija para realizar el proceso. Como se decía anteriormente, el más sencillo es el de pilas dinámicas volteadas y sobre el mismo detallamos a continuación los elementos del diseño a tener en cuenta.

### Obra civil

#### Zona de recepción.-

El proceso comienza con la recepción de los diversos subproductos orgánicos en la planta. Para ello, será preciso disponer de una era con solera impermeabilizada capaz de recibir el volumen previsto de los mismos considerando su flujo de entrada a la zona de mezclado e inicio del compostaje.

Esta solera será de hormigón armado con capacidad para soportar el movimiento del tractor pala, salvo en los casos en que los suelos sean de arcillas con una capacidad de impermeabilización suficiente. Dependiendo de la humedad que traigan los materiales, irá dotada la era de muros laterales para controlar los lixiviados que se produzcan durante su almacenamiento y retener las aguas de lluvia que se acumulen durante el mismo. En algunos casos esta misma superficie cumplirá con las funciones requeridas para la fase de mezclado e inicio del proceso.



Ilustración 11.- Zona de recepción de compostaje de alperujos

#### Era de compostaje.-

La mezcla de los materiales en las proporciones adecuadas se realiza usualmente durante la formación de los montones o pilas. Para esta operación suele ser suficiente un tractor con pala aunque en ocasiones es conveniente contar además, con otro tractor y un remolque. Es importante asegurarse que la humedad de la mezcla sea la adecuada (60%) y en caso

de requerirse aumentarla se procedería a su riego. El tamaño y la forma de las pilas se diseñan para permitir la circulación del aire a lo largo de la misma, manteniendo las temperaturas en un rango de valores apropiado. Si las pilas son demasiado grandes, el oxígeno no puede penetrar en el centro, mientras que si son demasiado pequeñas no se calentarán adecuadamente. El tamaño óptimo varía con el tipo de material, la temperatura ambiente y la maquinaria de volteo disponible. Lo usual para tractor con pala es que se formen pilas de sección trapezoidal. La altura puede oscilar entre 1,5 y 3 m. y su anchura dependerá de la altura alcanzada, siendo habitual que vaya de 2,5 a 4 m. Si se dispone de volteadora que permita su utilización en plataformas tipo meseta, la altura de la misma vendrá sujeta a las características de esa maquinaria.





### **Era de maduración.-**

Tras la fase de descomposición se irán pasando los montones a una era donde se completará la maduración y preparación del compost. Por las condiciones de humedad del material usualmente se dispone la era sin muros laterales.

### **Balsa de lixiviados.-**

Se controlará que la posible generación de lixiviados se vaya llevando a la balsa a tal fin construida. Suele ser práctico disponer de la misma a una cota inferior a la zona de recepción, eras de compostaje y maduración para minimizar los costes de recogida de esos efluentes al irse evacuando por gravedad. Será de material impermeable y con las dimensiones que condiciona la normativa de balsas (preferentemente < 2,5 m de altura)<sup>8</sup>.

<sup>8</sup> Orden 15/11/05 Ver Normativa



**Ilustración 13.- Balsa de lixiviados**



### **Sistema de riego.-**

Durante los periodos en los que la humedad del material en proceso disminuya por debajo del 45 % será preciso humedecer las pilas o meseta con un sistema de riego. Para ello es conveniente utilizar los lixiviados concentrados en la balsa por lo que se hará preciso disponer de un equipo de bombeo y un sistema de aspersión para su distribución en las pilas.

### **Nave de ensacado.-**

Opcionalmente, en aquellas plantas en que se destine el producto final obtenido a su comercialización en lugar de para autoconsumo, se precisará para la fase de afino, almacenamiento y ensacado de una nave industrial que protegerá de las inclemencias meteorológicas al producto terminado y permitirá su correcto cribado y posterior embalado en sacos como etapa previa a su distribución.



## **Equipos y maquinaria**

**Trituradora.-** El material estructurante que se aporta a la mezcla normalmente debe ser triturado previamente para que se optimice su función. Así, puede contarse con trituradoras de campo que recogen en suelo restos de poda acomodados en hileras o que se alimentan a la altura de carga del equipo con estos subproductos ya sea manualmente o con ayuda de maquinaria de apoyo. Cuando se tritura en las propias instalaciones

agroindustriales en vez de en campo, se puede contar con maquinaria especializada como son las pretritadoras de cilindros que realizan la fragmentación de los materiales por compresión, para el caso de ramas voluminosas, siendo la opción más común para los restos de podas de olivar el uso de postrituradoras de martillos o desfibradoras de fracción vegetal que reducen el material de tamaño intermedio, a un tamaño de astilla que permite su utilización como elemento estructurante.



Ilustración 14.- Trituradora de campo



Ilustración 15.- Trituradora en instalaciones

**Mezcladora de materias iniciales.-** En el caso de mezcla como por ejemplo de alperujos con materiales estructurantes como el hojín o los restos de poda pueden utilizarse mezcladoras específicas de las que existe toda una gama de versiones. Pueden ir conectadas a la toma

de fuerza del tractor, estar autopropulsadas con motores eléctricos o de gasoil, remolcadas, etc. y con un rendimiento que va desde los 10 hasta los 100 m<sup>3</sup>/h dependiendo del modelo.

## Tractor con pala

El compostaje en pilas dinámicas es un proceso muy versátil y con escasas complicaciones. Se logran buenos resultados con una amplia variedad de residuos orgánicos y funciona satisfactoriamente mientras sean mantenidas las condiciones aerobias y el contenido de humedad. Las operaciones de compostaje pueden continuar durante el invierno, pero se ralentizan como resultado del frío.

Comúnmente se usan palas cargadoras para voltear el compost, si bien hay cada vez más maquinaria especializada en el volteo del compost con el objeto de obtener un producto de la máxima calidad. El volteo debe hacerse evitando que los equipos pasen por encima de la pila y la compacten. Los lados de las pilas pueden ser tan verticales como lo permita el material acumulado, que normalmente conduce a pilas unos dos veces más anchas que altas. El volteo de las pilas de compost se realiza simplemente mediante el llenado y posterior vaciado del compost con la pala cargadora. El operario ha de manipular el tractor de forma que todo el material de la pila quede volteado.

Esta opción presenta como principal ventaja su bajo coste de inversión, pues esta clase de maquinaria agrícola es común en el conjunto de la mayoría de las empresas agrícolas. Como contrapunto, según estudios comparativos con otro tipo de maquinaria más específica<sup>9</sup>, el compost obtenido con esta forma de volteo es de menor calidad y textura menos homogénea con un tamaño de partícula grueso. El tiempo de maduración del compost también aumenta utilizando esta técnica.

<sup>9</sup> Virginia Nelson, 2002





**Ilustración 17**  
**Volteadora autopropulsada con dispositivo de extensión de lona sobre las pilas.**



**Ilustración 18.- Volteadora autopropulsada**

### **Volteadoras**

Son equipos que gracias a mecanismos diversos trasladan el compost de lugar, permitiendo su correcta aireación. Muchos de ellos se basan en un eje rotor acanalado o dentado, que remueve el producto a lo largo de la pila, sin destruir su estructura. Existen diversos modelos con diferentes diseños, adaptados a distintos tamaños de pilas o mesetas, autopropulsados o bien acoplables a la toma de fuerza de un tractor para realizar su función. También hay máquinas equipadas con sistemas de riego por aspersión, que impiden la generación de partículas en suspensión, ayudan a mantener la humedad de la pila y facilitan la incorporación de forma automática de soluciones inoculadas.

### Línea de cribado

Una vez completado el proceso de compostaje puede ser necesario que el material adquiera una estructura y granulometría adecuadas para lograr una mayor calidad. Las cribas tienen la función de refinar el compost una vez madurado dándole una forma esponjosa, homogénea y de granulometría apropiada para la aplicación a la que se destine. La parte más gruesa que se rechaza durante este proceso, constituida básicamente por materiales leñosos más resistentes a la descomposición, se debe volver a utilizar reincorporándola como material estructurante, con la ventaja de llevar consigo de forma ya disponible los microorganismos que deben iniciar la colonización. El cribado del compost se puede llevar a cabo básicamente mediante dos mecanismos, con criba de estrella/disco o bien con criba de trómel.



**Ilustración 19.- Línea de cribado**



### Enscadora

Cuando se ha obtenido un compost de calidad, es preciso darle una adecuada presentación por medio de un envasado en sacos para su posterior venta o distribución. Lo más común es utilizar una máquina de dosificación con alimentación por gravedad.

**Ilustración 20.- Lineal de ensacado en big-bag**

**Maquinaria para la elaboración de té de compost.**-El denominado “té de compost” es un extracto líquido producido a partir de compost de calidad que contiene microorganismos beneficiosos y nutrientes. Estos elementos aportan a los cultivos vitalidad y vigor para poder hacer frente a enfermedades y plagas al fortalecer el sistema inmunológico de las plantas. Con su aplicación se trata de evitar el uso de funguicidas, herbicidas, plaguicidas y fertilizantes químicos mediante el reestablecimiento de la microflora del suelo. Centros de investigación como ATTRA<sup>10</sup> en EEUU han demostrado los beneficios que aporta el té de compost al sector de la agricultura.

Los equipos de elaboración de té de compost están diseñados para crear condiciones idóneas en el proceso de extracción de té de compost. Es frecuente acompañar al proceso un catalizador consistente en una mezcla de ingredientes formulados para estimular el crecimiento microbiano durante la producción del té de compost aireado. El proceso de extracción se alarga por unas 24 horas. Los beneficios del uso de los té de compost pueden resumirse en los siguientes aspectos:

Inhibe a patógenos e infecciones.

Mejora la tolerancia de la planta al estrés medioambiental.

Mejora el ciclo de nutrientes de la planta y le aporta vitalidad y fuerza.

Es compatible con maquinaria e instalaciones estándar de aplicación foliar y fertirriego.

Estos equipos se caracterizan por utilizar una tecnología de difusión de burbujas de pequeño

tamaño basada en insuflar aire mediante un compresor industrial con administración a través de un diafragma sin lubricación. El depósito está moldeado en polietileno con inhibidores de rayos ultravioleta y dispone de conexión de manguera estándar. Su diseño se fundamenta en lograr un buen crecimiento microbiano, permitiendo una abundante concentración de microorganismos con elevada biodiversidad gracias a una batería de filtros diseñada al respecto. Se acompaña de cestas cilíndricas para contener el compost que son sencillas de utilizar y manejar. Presenta una construcción industrial compacta y duradera. Tiene un fácil acceso y limpieza. Se encuentran equipos de distintos volúmenes de depósito dirigidos a diferentes necesidades de producción con 40,100, 400 y 2.000 litros.

Para mayor detalle de las opciones de equipos y maquinaria disponibles puede consultarse el documento técnico específico en el sitio web de la DGCIAPE en Internet<sup>11</sup>.

<sup>10</sup> <http://www.attra.org>

<sup>11</sup> Sánchez, A. 2006

**Ilustración 21.- Equipo de té de compost**



**Ilustración 22.- Filtros en equipo de producción de té de compost**





## Subvenciones

La Dirección General de Calidad, Industrias Agroalimentarias y Producción Ecológica de la Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural ha programado hasta 2013 convocar anualmente ayudas para la concesión de subvenciones para la mejora de la gestión de los subproductos de la molturación de aceituna, que se espera sean expandidas al resto de subsectores de la Agricultura y Ganadería ecológicas.

Las ayudas hasta ahora convocadas son subvenciones a la inversión con una cuantía máxima del 50% de la inversión subvencionable realizada y con una limitación de 100.000 euros por beneficiario. Se considera una concurrencia competitiva para la selección de las solicitudes. Se aceptan como subvencionables las inversiones en los gastos de acondicionamiento de terrenos, obras de instalación y adecuación, gastos de construcción y adquisición de bienes inmuebles (excepto compra de terrenos), la compra de maquinaria e instalación de equipamiento. Asimismo se consideran aceptables los gastos derivados de la redacción de los documentos técnicos precisos para su tramitación y las licencias y tasas pertinentes para su construcción.



Ilustración 24.- Estiércol de vaca



Ilustración 23.- Gallinaza

## 3. Materiales iniciales

### Microorganismos, humedad y relación C/N

Una de las primeras tareas para desarrollar con éxito una actividad de compostaje es lograr la correcta combinación de los ingredientes iniciales. Dos parámetros son particularmente importantes en este aspecto: el contenido de humedad (H) y la relación Carbono Nitrógeno (C/N).

La humedad ha sido reconocida como uno de los aspectos críticos para lograr la optimización del compostaje<sup>12</sup>. Siendo el compostaje un proceso biológico de descomposición de la materia orgánica, la presencia de agua es imprescindible para las necesidades fisiológicas de los microorganismos que intervienen en este proceso. Esto se debe a que el agua es el medio de transporte de las sustancias solubles que sirven de alimento a las células así como de los productos de desecho de esa reacción<sup>13</sup>. La humedad óptima para el crecimiento microbiano se encuentra entre el 50-70 %. La actividad biológica decrece mucho cuando la humedad está por debajo del 30 %<sup>14</sup>. Por encima el 70 % el agua desplaza al aire en los espacios libres existentes entre las partículas, se reduce por tanto la transferencia de oxígeno produciéndose la anaerobiosis. Cuando se entra en condiciones anaerobias, se originan malos olores y disminuye la velocidad del proceso<sup>15</sup>. El exceso de humedad se corrige con el incremento de la aireación y su defecto mediante el riego o incorporación de agua.

La relación C/N es el parámetro probablemente más utilizado para el estudio de la evolución del proceso de compostaje. Asimismo es usado en ocasiones como un

instrumento para calificar la madurez del compost<sup>16</sup>. De los muchos elementos requeridos para la descomposición a través de microorganismos, el Carbono y el Nitrógeno son los dos más importantes y los que más frecuentemente resultan tener el carácter de ser un factor limitante.

El Carbono tiene dos funciones. Por una parte es una fuente de energía y por otra conforma sobre el 50 % de la masa de las células microbianas como su elemento estructural básico.

El Nitrógeno es un componente decisivo de las proteínas. Las bacterias, cuya biomasa está formada en un 50 % por proteínas, necesitan mucho Nitrógeno para su rápido desarrollo. Cuando hay poco Nitrógeno, la población de microorganismos no crecerá a su tamaño óptimo y el proceso de compostaje se ralentizará. Por otro lado, si existe demasiado Nitrógeno se permite un crecimiento microbiano rápido y se acelera la descomposición, pero se pueden crear serios problemas de olores al disminuir el Oxígeno y producirse condiciones anaerobias. Además, parte de ese exceso de Nitrógeno se desprenderá en forma de amoníaco que genera olores y las consiguientes pérdidas de Nitrógeno al volatilizarse. Por ello, las materias primas con alto contenido en Nitrógeno requieren una gestión bastante más cuidadosa. Se debe asegurar un adecuado transporte interno del Oxígeno así como lograr una mezcla lo más homogénea posible con un residuo que posea un alto contenido en Carbono.

Para la mayor parte de las materias primas, una relación C/N de 30 (en peso) mantendrá a estos elementos en un cierto equilibrio.

<sup>12</sup> Díaz, 1999

<sup>13</sup> McKinley, 1985.

<sup>14</sup> Gray et al., 1971.

<sup>15</sup> Poincelot, 1974.

<sup>16</sup> Leege, 1996.



### **Calculo de la receta idónea de mezcla**

Cabe pues plantearse, si se tienen varias materias primas para compostar, ¿cómo se calcula la mezcla idónea para conseguir los objetivos de Humedad y relación C/N?.

La teoría para el calculo relaciones de mezclas es relativamente sencilla. Para facilitarlo en cada situación particular<sup>17</sup> se puede hacer uso de unas hojas de cálculo especialmente diseñadas para ello fácilmente utilizables en un Pc con un Programa de hoja de calculo tipo Excel de Microsoft o Gnumeric u Open office para Linux y que son descargables gratuitamente desde Internet a través del centro de recursos de la sección de producción ecológica de la web de la Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural.

---

<sup>17</sup>Se ha obtenido permiso, por parte de sus autores, para ser usada libremente una traducción al castellano de las hojas Excel en nuestros proyectos de compostaje para Agricultura Ecológica. Simplemente se ha solicitado citar a los autores y la fuente.

Autores: Tom Richard, Nancy Trautmann, Marianne Krasny, Sue Fredenburg y Chris Stuart.

Fuente <http://compost.css.cornell.edu/science.html> Universidad de Cornell

**Tabla 1.- Valores de referencia de Humedad (%), Materia Orgánica (%), Carbono (%), Nitrógeno (%), relación Carbono Nitrógeno y Densidad Aparente en materias primas para el compostaje de subproductos de almazara**

Materia prima	H	M.O.	C	N	C/N	DA
Alperujo <sup>a</sup>	65,0		57,2	1,3	44,0	0,89
Hojín <sup>a</sup>	40,0		50,5	1,4	36,1	0,3
Estiércol vacuno <sup>a</sup>	45,0		28,1	2,3	12,2	0,7
Estiércol ovino <sup>b</sup>	38,5		22,6	1,7	13,3	0,4
Lisier porcino <sup>c</sup>	75,0	56,5	28,2	4,6	6,2	
Purín porcino <sup>h</sup>	3,1		41,0	3,1	13,4	
Gallinaza <sup>b</sup>	20,1	79,9	40,0	3,2	12,4	0,4
Poda de olivar triturada <sup>d</sup>	54,3	92,0	46,0	1,2	36,9	0,5
Restos de hortícolas <sup>g</sup>	87,0		51,3	2,7	19,0	0,9
Vinaza <sup>e</sup>	60,0		15,0	2,5	6,0	
Orujo de uva <sup>e</sup>	31,0	72,0	42,6	1,4	30,0	0,5
Serrín <sup>c</sup>	39,0		106,1	0,2	442,0	0,2
Paja <sup>c</sup>	12,0	112,0	56,0	0,7	80,0	0,1
Desmotado de algodón <sup>e</sup>	35,0	68,0	39,5	1,5	26,0	0,2
Cáscara de arroz <sup>c</sup>			44,0	0,9	49,0	
Paja de arroz <sup>h</sup>			53,0	0,5	110,0	
Polvo de corcho <sup>f</sup>	6,3	69,1	34,6	0,6	59,6	0,3

Los datos del listado deben considerarse orientativos

<sup>a</sup>Martínez et al. 2004

<sup>b</sup>Cegarra, 2005

<sup>c</sup>Navarro, 1995

<sup>d</sup>Molina, 1996

<sup>e</sup>Díaz, 1999

<sup>f</sup>López, R., IRNAS analisis laboratorio

<sup>g</sup>On-Farm Composting Handbook (NRAES-54). ©1992 by NRAES (Natural Resource, Agriculture, and Engineering Service).

<sup>h</sup>Bueno, M. 2004

Por ejemplo, en el compostaje de subproductos de las almazaras se pueden tener, además del alperujo, la hoja de limpia como elemento estructurante, los diversos tipos de estiércoles existentes en la zona como materiales que sean una fuente de Nitrógeno, así como otras materias primas orgánicas de fácil disponibilidad y que puedan ser compostadas conjuntamente con las anteriores.

En la tabla se hace una breve referencia a las mismas. En cualquier caso los datos aquí presentados son solo orientativos. Si se quiere realizar con cierto rigor un cálculo de mezclas con alguno de estos elementos, es preferible muestrear la materia prima a ser incorporada y analizarla en un laboratorio en al menos los parámetros definidos en la tabla anterior: H- Humedad (%), M.O. Materia Orgánica (%), C.- Carbono (%), N.- Nitrógeno (%), C/N.- Relación Carbono Nitrógeno (sin unidades), DA.- Densidad (kg/l).

**Ilustración 25.- Alperujo fresco**



**Ilustración 26.- Estiércol de ovino**



## 4. Control del proceso

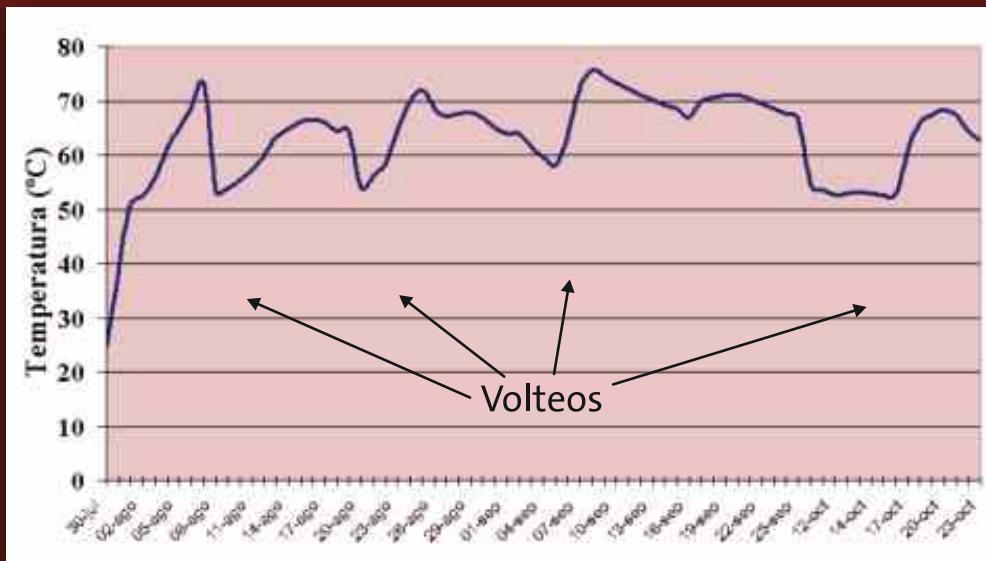
Como ya se ha mencionado la humedad y la relación C/N son dos parámetros que deben ser controlados desde el inicio del proceso para asegurar que se desarrolle el mismo con normalidad. Convendrá pues analizarlos al principio y al final de la actividad ya sea en un laboratorio propio o externo. El contenido en humedad de la masa a transformar determina el tipo, cantidad y eficacia de los microorganismos. La humedad en el compost se debe mantener entre el 50 y el 70%.

La medición de la temperatura de los montones en compostaje se puede llevar a cabo con un termómetro digital situado en el extremo de una lanza de 1 a 1,5 m. de longitud que permita obtener sus valores en diferentes lugares y profundidades de las pilas o montones de forma rápida y eficaz. Algunos modelos comerciales acompañan a estos termómetros dispositivos para la medición de la humedad. Es conveniente llevar al día un registro donde se guarden los valores obtenidos de las

mediciones de forma a poder visualizar la evolución en el tiempo de la temperatura.

De esta forma se pueden observar las subidas y bajadas de la misma e incorporar los volteos en los momentos precisos. Estos se sitúan al inicio de la bajada de la temperatura tras haberse logrado los máximos durante la fase termófila (sin sobrepasar los 65° C). Se puede lograr de este modo alargar los periodos de temperatura elevada asegurando así la optimización del proceso de compostaje y una buena higienización del producto final obtenido. Este hecho viene obligado por la normativa en el caso que se hayan incorporado estiércoles en la mezcla inicial. Al trabajar con ellos se está obligado a controlar que los patógenos existentes en los mismos hayan desaparecido al finalizar el proceso<sup>19</sup>.

<sup>19</sup>Reglamentos UE n° 1774/2002 y 208/2006



**Ilustración 27**  
**Gráfico de la evolución de la temperatura**  
**en el tiempo de una pila de compostaje**

Los requerimientos para que se produzca la inhibición de los patógenos y de las semillas de malas hierbas son dispares y variados. En estos momentos se carece en la UE de referencias explícitas al respecto en la normativa en vigor. Para la EPA (Environmental Protection Agency en EEUU) un período de cuatro días con temperatura mayor o igual a 40 °C y un período de al menos cinco horas con temperatura superior a 55° C se consideran suficientes. En el ámbito científico se puede citar a Gotass<sup>20</sup>, que en ensayos realizados con lodos de depuradora, determinó que son necesarias temperaturas de 66° C durante 15–20 minutos para destruir a los microorganismos patógenos más resistentes que pudiera haber (*Mycobacterium tuberculosis*).

Asimismo en una publicación de referencia<sup>21</sup> se citan los rangos siguientes de tiempo y de temperatura a los que se produce la desaparición de los parásitos y patógenos mas habituales.

“Conforme suben las temperaturas en el proceso de compostaje, generalmente se van destruyendo los patógenos hasta alcanzar su límite térmico letal (Tabla nº2). Los virus mueren en 25 minutos a 70° C. Existe una relación entre la temperatura y el tiempo para que se presente la muerte del patógeno. Una temperatura elevada durante un corto periodo de tiempo puede ser tan efectiva como una temperatura baja durante mucho tiempo<sup>22</sup>”.

<sup>20</sup>Gotass H.B. 1956

<sup>21</sup>Stofella, P.J., Kahn B. A.. 2004

<sup>22</sup>Haug, 1993

**Tabla 2.- Límites térmicos letales para algunos de los más corrientes patógenos y parásitos**

Organismos	50 ° C	55 ° C	60 ° C
<i>Salmonella thyphosa</i>		30 min	20 min
<i>Salmonella sp.</i>		60 min	15/20 min
<i>Shigella sp.</i>		60 min	
<i>Escherichia coli</i>		60 min	15/20 min
<i>Streptococcus pyogens</i>		10 min	
<i>Mycobacterium diptheriae</i>		45 min	
<i>Brucelius abortus o suis</i>		60 min	3 min
<i>Entamoeba histolytica</i> (quistes)		1 seg	
<i>Trichinella spiralis</i>			1 seg
<i>Necator</i>	50 min		
<i>Ascaris lumbricoides</i> (huevos)		60 min	

Nota: Datos según Burford, 1974; Finstein y Morris, 1974; Gotass, 1956; Haug, 1993 y Polpraser, 1989.

Hay también en el mercado instrumentos con los que se puede comprobar el grado de oxigenación que tiene la pila de compost lo que es interesante para mantener una microflora equilibrada. Se logra reconocer cuando el proceso es aeróbico mediante la medición de la cantidad de CO<sub>2</sub> producido durante el proceso, siendo el valor de CO<sub>2</sub> idóneo a mantener siempre inferior al 20 %. A nivel práctico es conveniente medir esta concentración en la parte baja central de la pila.

Por último comentar que para los productores de compost que por los elevados volúmenes a manejar o por calidad del producto final requerida quisieran poder controlar de forma más precisa el proceso *in situ*, sin necesidad de montar un laboratorio, se puede disponer de un pequeño maletín con un “kit” de análisis que permite con diversos instrumentos de medición basados en colorimetría analizar el nivel de nitratos nitritos, amonio, sulfuro de hidrógeno, pH etc., tanto en las muestras del compost en proceso o terminado como en muestras de la tierra que lo recibirá.

### Calidad

Hay que asegurarse antes de iniciar el proceso que las materias primas aportadas a la mezcla inicial están permitidas por la normativa en vigor para que el compost finalmente producido pueda usarse en Agricultura Ecológica<sup>23</sup>.

Es conveniente para ello realizar una verificación previa. Se admiten como materias primas en producción ecológica los estiércoles y materiales vegetales, así como un buen número subproductos de origen animal. Sin embargo se restringe el uso de residuos orgánicos domiciliarios, dejando su autorización al criterio de la Administración competente.

Tanto la calidad como la madurez del compost obtenido tras el proceso de maduración, dependen, principalmente, del origen y características de las materias primas empleadas y de la evolución que haya tenido durante el proceso.

Un compost que todavía no está maduro, contiene inhibidores del crecimiento y un valor en sales solubles bastante alto. Un compost inmaduro todavía permanece caliente, tiene un olor similar al del amoniac y se pueden observar todavía los componentes orgánicos de los cuales se partía en un principio<sup>24</sup>.

<sup>23</sup> Reglamentos UE nº UE 834/2007 y 889/2008 sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos.

<sup>24</sup> Mazza et al., 2001



**Ilustración 29**  
Análisis de muestra de compost  
en laboratorio acreditado



Ilustración 28.- Toma de datos de temperatura en pila de compost

El grado de madurez de un compost, llega en ocasiones a ser un punto controvertido ya que los parámetros indicativos de este estado son diversos y cada autor para cada tipo de residuos, selecciona los más interesantes en cada caso.

Se puede considerar como norma general, que si el proceso ha sido normal, al final del mismo obtendremos un producto con unas características totalmente distintas a las del producto original. Se perderá el olor inicial que se convertirá en un olor a mantillo de bosque, la humedad será mucho menor y ya no se reconocerán los materiales iniciales (hoja, estiércol, etc.).

Si se efectúa un análisis físico-químico al producto final, lo cual supone un gasto mínimo y proporciona mucha información, se puede comprobar como el producto ha mejorado en muchos aspectos en relación a las materias primas orgánicas iniciales. Además se deben comparar las cualidades del producto obtenido con los requerimientos que exige la normativa referente al uso del compost para garantizar que se cumplen dichos requisitos.

En España existen unos parámetros homogéneos de calidad<sup>25</sup> que incluyen unos niveles mínimos para determinados de ellos de gran importancia, como son, el nitrógeno orgánico, la humedad, la granulometría, los microorganismos y los metales pesados. Para este último grupo, se permitirá el uso en agricultura ecológica<sup>26</sup> solamente a los compost que cumplan los requisitos de concentraciones máximas de metales de la clase A, que es la más exigente, según se detalla en el anejo nº V del Real Decreto 824/2005 que coinciden con los anteriormente citados de la reglamentación europea (se desarrolla en el epígrafe 6 sobre normativa).

<sup>25</sup> Real Decreto 824/2005, de 8 de julio sobre productos fertilizantes.

<sup>26</sup> Reglamentos UE 834/2007 y 889/2008

# 5. Formas de aplicación y dosificaciones

## Formas de aplicación y dosificación

La aplicación del compost de forma general, se realiza en otoño o primavera.

Como es lógico su dosificación dependerá en cada caso concreto del tipo de cultivo, de la naturaleza del suelo receptor y de las características específicas del compost a ser utilizado quedando determinada por:

- La necesidad en nutrientes del cultivo.

- La distribución en el tiempo de las necesidades.

- El estado físico-químico del suelo.

Por ello antes de proceder a su cálculo, será preciso disponer de las analíticas de suelo y compost y recordar que en Agricultura Ecológica no se puede sobrepasar los 170 kg de nitrógeno por hectárea de la superficie agrícola utilizada y año, según la normativa en vigor.

Considerando que los niveles de Nitrógeno presente en los compost son variables y que podrían oscilar entre el 0,5 y 3%, las dosificaciones respectivas considerando esa limitación, irían de 34,0 a 6,8 t/ha



En **olivicultura** se suele considerar aplicar a pie de olivo unos 30- 50 kg/olivo o entre calles a 4 -7 t/ha, dependiendo de la fecha del tratamiento y de la posibilidad de mecanizarlo. En el primer caso se realiza de forma manual desde remolque y en el segundo utilizando los aperos distribuidores que se mencionan seguidamente.

En **viticultura** se han realizado aplicaciones aportándolo cuando son cepas ya establecidas con marco de plantación estrecho mediante la apertura de un hoyo de unos 50 centímetros de profundidad

entre 2 cepas que luego se entierra. En el caso de ser nuevas plantaciones se realiza un reparto con pala cargadora y un volteo posterior para homogeneizarlo con el suelo. El periodo de aplicación es después de la vendimia y antes de la aparición de las primeras yemas o antes de la plantación.

En **praderas y cultivos forrajeros** es frecuente aplicar después de la cosecha y previo a la plantación.

En **frutales** se incorpora también después de la recolección y previo a la plantación.

## Aperos

Hay una amplia variedad de aperos distribuidores de estiércol que son también utilizados para esparcir compost. Sin embargo poco a poco las empresas de maquinaria se encuentran diseñando y construyendo aperos específicos para el compost. De esta forma, se encuentran equipos con sistemas de distribución mecánicos, hidráulicos o mixtos, con uno o varios ejes, de dimensiones variadas y que cubren un amplio espectro de prestaciones y precios. Comentar al respecto que entre las almazaras colaboradoras con la Dirección General de Calidad, Industrias Alimentarias y Producción Ecológica existe una que ha diseñado, fabricado y puesto a punto un equipo para el compost de alperujo y que ofrece su experiencia desinteresada para los asociados en la construcción de nuevos aperos basados en el suyo propio.



**Ilustración 30 . Apero distribuidor de compost**



**Ilustración 31.- Apero distribuidor de estiércol**



**Ilustración 32.- Apero distribuidor de compost**



**Ilustración 32.-Prensa granuladora**

También se puede realizar un proceso previo de secado y posterior granulado o peletizado del compost para que se puedan utilizar las abonadoras centrífugas para aplicar ese compost granulado



**Ilustración 34.-Gránulos o "pellets"**



**Ilustración 35.-Abonadora centrífuga**

# 6. Normativa

Ante la falta de una normativa específica para el compostaje en Agricultura Ecológica en Andalucía, es preciso considerar, de la reglamentación europea, nacional y autonómica en vigor, los aspectos que se refieren a este tema para así salvar esta circunstancia. Se relacionan seguidamente los mismos así como aquella reglamentación complementaria que debe ser considerada a la hora de emprender este tipo de valorización de la materia orgánica de origen agrario.

## **Reglamentos UE sobre Agricultura Ecológica**

Los Reglamentos UE nº 834/07 y 889/08 sobre agricultura ecológica establecen que la fertilidad y la actividad biológica del suelo deberán ser mantenidas o incrementadas mediante la incorporación de cualquier material orgánico, convertido en abono o no. Esto conlleva la necesidad de producir compost de calidad para su incorporación a los suelos.

Bajo este marco conceptual genérico, se exige para los excrementos animales que no sean de producción ecológica o de ganadería extensiva, la necesidad de procesarlos previamente mediante el compostaje.

Se admiten también como materias primas los materiales vegetales y un buen número subproductos de origen animal.

Sin embargo, se restringe el uso de residuos orgánicos domiciliarios, dejando su autorización específica al criterio de la Administración competente pero siempre y cuando sean residuos domésticos separados en origen, que se trate solo de restos vegetales y animales, que se produzcan en un sistema de recogida cerrado y vigilado, y con niveles de metales pesados de los compost finales inferiores a los siguientes valores (mg/kg de materia seca):

cadmio: 0,7; cobre: 70; níquel: 25; plomo: 45; zinc: 200; mercurio: 0,4; cromo (total): 70; cromo (VI): 0

En cualquier caso la aplicación de compost en Agricultura Ecológica no deberá exceder, como ya se ha mencionado, los 170 kg de Nitrógeno por hectárea de la superficie agrícola utilizada y año.

## **R.D. de fertilizantes**

El Real Decreto 506/2013, de 28 de junio, sobre productos fertilizantes define para el ámbito nacional varios tipos de compost bajo el epígrafe Grupo 6 de enmiendas orgánicas.

De ellos podrían ser usados en Agricultura Ecológica los denominados como “Enmienda orgánica compost vegetal”, “Enmienda orgánica compost de estiércol”, “Enmienda orgánica vermicompost” y “Compost de alpeorujo”.

## GRUPO 6. ENMIENDAS ORGÁNICAS

Nº	Denominación del Tipo	Informaciones sobre la forma de obtención y los componentes esenciales	Contenido mínimo en nutrientes (porcentaje en masa). Información sobre la evaluación de los nutrientes. Otros requisitos.	Otras informaciones sobre la denominación del tipo o etiquetado	Contenido en nutrientes que debe declararse y garantizarse. Formas y solubilidad de los nutrientes. Otros criterios.
1	2	3	4	5	6
03	Enmienda orgánica Compost vegetal	Producto higienizado y estabilizado, obtenido mediante descomposición biológica aeróbica (incluyendo fase termofílica), exclusivamente de hojas, hierba cortada y restos vegetales o de poda, bajo condiciones controladas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Materia orgánica total: 40%</li> <li>- Humedad máxima: 40%</li> <li>- C/N &lt; 15</li> <li>- No podrá contener impurezas ni inertes de ningún tipo tales como piedras, gravas, metales, vidrios o plásticos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- pH</li> <li>- Conductividad eléctrica</li> <li>- Relación C/N</li> <li>- Humedad mínima y máxima</li> <li>- Tratamiento o proceso de elaboración, según la descripción indicada en la columna 3</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Materia orgánica total</li> <li>- C orgánico</li> <li>- N total (si supera el 1%)</li> <li>- N orgánico (si supera el 1%)</li> <li>- N amoniacal (si supera el 1%)</li> <li>- P2O5 total (si supera el 1%)</li> <li>- K2O total (si supera el 1%)</li> <li>- Ácidos húmicos</li> <li>- Granulometría</li> </ul>
04	Enmienda orgánica Compost de estiércol	Producto higienizado y estabilizado, obtenido mediante descomposición biológica aeróbica (incluyendo fase termofílica), exclusivamente de estiércol, bajo condiciones controladas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Materia orgánica total: 35%</li> <li>- Humedad máxima: 40%</li> <li>- C/N &lt; 20</li> <li>- No podrá contener impurezas ni inertes de ningún tipo tales como: piedras, gravas, metales, vidrios o plásticos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- pH</li> <li>- Conductividad eléctrica</li> <li>- Relación C/N</li> <li>- Humedad mínima y máxima</li> <li>- Tratamiento o proceso de elaboración, según la descripción indicada en la columna 3</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Materia orgánica total</li> <li>- C orgánico</li> <li>- N total (si supera el 1%)</li> <li>- N orgánico (si supera el 1%)</li> <li>- N amoniacal (si supera el 1%)</li> <li>- P2O5 total (si supera el 1%)</li> <li>- K2O total (si supera el 1%)</li> <li>- Ácidos húmicos</li> <li>- Granulometría</li> </ul>
05	Enmienda orgánica Vermicompost	Producto estabilizado obtenido a partir de materiales orgánicos, por digestión con lombrices, bajo condiciones controladas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Materia orgánica total: 30%</li> <li>- Humedad máxima: 40%</li> <li>- C/N &lt; 20</li> <li>- El 90% de las partículas pasarán por la malla de 25mm.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- pH</li> <li>- Conductividad eléctrica</li> <li>- Relación C/N</li> <li>- Humedad mínima y máxima</li> <li>- Se podrán añadir las denominaciones usuales en el comercio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Materia orgánica total</li> <li>- C orgánico</li> <li>- N total (si supera el 1%)</li> <li>- N orgánico (si supera el 1%)</li> <li>- P2O5 total (si supera el 1%)</li> <li>- K2O total (si supera el 1%)</li> <li>- Ácidos húmicos</li> <li>- Granulometría</li> <li>- Tipo o tipos de estiércoles empleados</li> </ul>
09	Compost de alperujo	Producto obtenido por descomposición biológica y estabilización de la materia orgánica procedente del alperujo, bajo condiciones que permitan un desarrollo de temperaturas termofílicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Materia orgánica total: 45%</li> <li>- Humedad máxima: 40%</li> <li>- Relación C/N &lt; 20</li> <li>- Contenido máximo en polifenoles: 0,8%</li> <li>- No podrá contener impurezas ni inertes de ningún tipo tales como piedras, gravas, metales, vidrios o plásticos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- pH</li> <li>- Conductividad eléctrica</li> <li>- Relación C/N</li> <li>- Humedad mínima y máxima</li> <li>- Tratamiento o proceso de elaboración, según la descripción indicada en la columna 3</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Materia orgánica total</li> <li>- C orgánico</li> <li>- N total y N orgánico (si superan el 1%)</li> <li>- Otras formas de N (si superan el 1%)</li> <li>- P2O5 total (si supera el 1%)</li> <li>- K2O total (si supera el 1%)</li> <li>- Ácidos húmicos</li> <li>- Granulometría</li> </ul>

Para todos ellos delimita en el Anexo V unos rangos mínimos de calidad considerando el nivel de nitrógeno orgánico, humedad, granulometría, microorganismos y metales pesados. El texto dice:

#### 1. Porcentaje de nitrógeno orgánico

En los abonos orgánicos, el contenido en nitrógeno orgánico, deberá ser al menos un 85 por ciento del nitrógeno total, salvo que en los requisitos específicos del tipo se dispongan otros valores.

#### 2. Humedad

En los abonos granulados o peletizados, el contenido máximo en humedad permitido, expresado en porcentaje en masa, será del 14 %, salvo que en la especificación del tipo se fije una cifra diferente.

#### 3. Granulometría

Con carácter general, en los abonos orgánicos y las enmiendas orgánicas, el 90 % del producto fertilizante, deberá pasar por una malla de 10 mm, salvo que en la especificación del tipo se fije una cifra diferente. Este requisito no obliga a los productos que están industrialmente granulados o peletizados.

#### 4. Límite máximo de microorganismos

1. La materia prima transformada, lista para ser usada como ingrediente de abonos orgánicos de origen animal, debe ser sometida a un proceso de higienización que garantice que su carga microbiana no supera los valores máximos establecidos en el Reglamento (CE) N° 1069/2009

2. En los productos fertilizantes de origen orgánico, se acreditará que no superan los siguientes niveles máximos de microorganismos:

*Salmonella*: Ausente en 25 g de producto elaborado

*Escherichia coli*: < 1000 número más probable (NMP) por gramo de producto elaborado

#### 5. Límite máximo de metales pesados

Los productos fertilizantes elaborados con materias primas de origen animal o vegetal no podrán superar el contenido de metales pesados indicado en el Cuadro siguiente, según sea su clase A, B o C en mg/kg materia seca en sólidos (mg/kg en líquidos):

**Tabla 4.- Valores máximos mg/kg de contenido en metales pesados según la clase**

Metales	A	B	C
Cadmio	0,7	2	3
Cobre	70	300	400
Niquel	25	90	100
Plomo	45	150	200
Zinc	200	500	1000
Mercurio	0,4	1,5	2,5
Cromo (total)	70	250	300
Cromo VI *	No detectable según método oficial	No detectable según método oficial	No detectable según método oficial

Clase A: Productos fertilizantes cuyo contenido en metales pesados no supera ninguno de ellos los valores de la columna A.

Clase B: Productos fertilizantes cuyo contenido en metales pesados no superan ninguno de ellos los valores de la columna B.

Clase C: Productos fertilizantes cuyo contenido en metales pesados no superan ninguno de ellos los valores de la columna C.

#### 6. Limitaciones de uso

1. Sin perjuicio de las limitaciones establecidas en el capítulo IV, los productos fertilizantes elaborados con componentes de origen orgánico se aplicarán al suelo siguiendo los códigos de buenas prácticas agrarias. En las zonas designadas como vulnerables la aplicación de estos productos se ajustará al programa de actuación establecido para cada caso.

2. Los productos de la clase C no podrán aplicarse sobre suelos agrícolas en dosis superiores a cinco toneladas de materia seca por ha y año. En zonas de especial protección, las Comunidades Autónomas modificarán, en su caso, la cantidad anterior.

#### 7. Límite máximo de furfural

En los productos que contengan como materia prima lignosulfonatos, lodos procedentes de la industria del papel o de la elaboración de azúcar, se acreditará que no supera el 0,05% p/p como límite máximo de contenido de furfural (2 furaldehido)

#### 8. Límite máximo de polifenoles

En los productos que contengan como materia prima subproductos o residuos procedentes de almazaras, se acreditará que no superan el 0,8% p/p como límite máximo de contenido de polifenoles.

La categoría A al ser la más exigente en calidad sería la apropiada para la Agricultura Ecológica siempre y cuando se cumplan las condiciones de las materias primas que se han detallado en el Reglamentos (CE) nº 834/2007 y Reglamento (CE) nº 889/2008 anteriormente citados.

## **Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados**

Esta ley, en su ámbito de aplicación exceptúa a determinadas materias fecales, paja y otro material natural, agrícola o silvícola, no peligroso, utilizado en explotaciones agrícolas y ganaderas, mediante procedimientos o métodos que no pongan en peligro la salud humana o dañen el medio ambiente.

## **Ley Andaluza de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental.**

La Ley 7/2007 de 9 de julio de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental estipula en el Anexo I Categoría 11 la necesidad de ser sometidas al procedimiento de Calificación Ambiental las actuaciones 11.9 de gestión de residuos diferentes a los urbanos. Se deberá presentar para este procedimiento un análisis ambiental como documentación complementaria al proyecto técnico. La calificación ambiental favorable constituye un requisito indispensable para el otorgamiento de la licencia municipal correspondiente.

Por otra parte, en esta ley se precisa en su artículo 95 epígrafe 2 que los estiércoles cuando se destinen a su utilización como fertilizante, (como es el caso de su compostaje o co-compostaje) tienen la consideración de materia prima secundaria y no se les aplica la consideración de residuos y deja de afectarles por tanto el procedimiento anterior.

## Reglamentos europeos referentes a las normas sanitarias aplicable a los subproductos animales no destinados al consumo humano

El Reglamento (CE) nº 1069/2009 y Reglamento (UE) nº 142/2011 establecen las normas sanitarias aplicables a los subproductos animales no destinados al consumo humano.

Básicamente, con esta normativa se trata de evitar que se propaguen patógenos provenientes de los estiércoles durante el proceso de compostaje o por medio del compost elaborado.

### Para lograrlo se deben cuidar una serie de aspectos:

- Los estiércoles deberán transformarse lo antes posible tras su llegada a la planta de compostaje. Deberán almacenarse adecuadamente hasta su transformación.
- Los contenedores, recipientes y vehículos utilizados para el transporte de material no tratado deberán limpiarse y desinfectarse en una zona designada a tal efecto.
- Dicha zona estará situada o diseñada con el fin de prevenir el riesgo de contaminación de los productos transformados.
- Se tomarán sistemáticamente medidas preventivas contra pájaros, roedores, insectos y otros parásitos. Para ello, se aplicará un programa de control de plagas documentado.
- Deberán fijarse y documentarse los procedimientos de limpieza para todas las zonas de las instalaciones. Deberá disponerse de equipos y agentes de limpieza adecuados.
- El control de la higiene deberá incluir inspecciones periódicas del entorno y el equipo. Deberán documentarse los programas de inspección y sus resultados.
- Las instalaciones y el equipo deberán mantenerse en buen estado de conservación; el equipo de medición deberá calibrarse periódicamente.
- El compost deberán manipularse y almacenarse en la planta de compostaje mediante procedimientos que excluyan su recontaminación.
- Las plantas de compostaje estarán equipadas con un área cerrada de compostaje de paso obligado para el estiércol e incluirá instalaciones para comprobar la evolución de la temperatura a lo largo del tiempo, con dispositivos que registren los resultados de las mediciones, así como un sistema de seguridad adecuado para evitar el calentamiento insuficiente.
- Se deberá disponer de laboratorio propio o disponer de laboratorio externo. El laboratorio deberá estar equipado para realizar los análisis necesarios y estar autorizado por la autoridad competente, acreditado conforme a las normas internacionalmente reconocidas o someterse controles periódicos por parte de la autoridad competente.



## **Normativa sobre balsas**

La Orden 15/11/2005 de la Comunidad Autónoma de Andalucía sobre la autorización y control de los depósitos de efluentes líquidos o de lodos procedentes de actividades industriales, mineras y agrarias, estipula una profundidad máxima para las balsas de 2,5 m. Por ello en las plantas de compostaje donde se disponga de balsas de acopio o/y de lixiviados se deberá prestar atención a esta limitación específica.

## **Orden sobre la acreditación de la calidad del compost en Andalucía**

La Orden de 20 de julio de 2007 regula la Acreditación Ambiental de Calidad del Compost en la Comunidad autónoma Andaluza. En ella se estipula cómo un compost puede optar a un sello de calidad que lo certifica como tal. Aunque su destino es sobre todo para el compost de origen urbano no excluye explícitamente los de origen agroindustrial incluyendo una categoría de materias primas definida como restos de origen vegetal.

La calidad mínima que contempla es la que equivale a la clase C definida en el RD anterior por lo que este sello no es especialmente interesante para los compost destinados a la Agricultura Ecológica que han de situarse en la clase A, que es de calidad superior.

## 7. Agradecimientos

Se agradece su amable colaboración a todas las personas de las empresas, entidades y organismos que han aportado su tiempo y conocimiento para llevar adelante este manual ya que sin su desinteresada colaboración hubiera sido difícil realizar este trabajo. Especialmente a Álvaro Sánchez y Gonzalo Martínez y sus colaboradores.

Se ha pretendido en el mismo resumir la información disponible sobre este tema, pero es probable que alguna referencia, publicación o dato existente no se haya citado. Si así fuera, así como si hubiera algún error en las que sí se han reseñado, se ruega lo comuniquen por favor al autor para poderlo ampliar y mejorar.





# REFERENCIAS:

**Álvarez de la Puente, JM. 2006.** Estudio sobre mezclas óptimas de material vegetal para compostaje de alperujos en almazaras ecológicas y caracterización físico química de los compost producidos. DGPE. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía.

**Burford, C.. 1994. The microbiology of composting**, p.10-19. In: A. Lamont (ed.) Down to Earth Composting. Institute of Waste Management, Northhampton. Reino Unido.

**Bueno, M. 2003. Cómo hacer un buen compost. Manual para horticultores ecológicos.** La Fertilidad de la Tierra Ediciones.

**Cegarra, J., 2005. Informe final sobre fabricación de abono orgánicos mediante compostaje de orujo de oliva de dos fases.** Aceites Guadalentín S.L. Pozo Alcon -Cebas CSIC Murcia.

**Columela, L.J.M. 1988. "De los trabajos de campo".** Edición a cargo de Antonio Holgado Redondo. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Ed. Siglo XXI de España, Madrid, 339p. de Díaz, M.J., 1999

**Díaz, M.J., 1999. Procesos de co-compostaje de vinaza y tres residuos agroindustriales.** Tesis Doctoral Universidad de Sevilla 1999.

**Finstein, M.S. y Morris, M.L. 1974. Microbiology of municipal solid waste composting.** Advances in Applied Microbiology. 19:113-151.

**Golueke C.G. y Savage, G.M. 1987. Energy balance in compost production and use.** En: "Compost: Production, Quality and Use" (Ed. M. de Bertoldi, M.P. Ferranti; P. 'Hermite y F. Zucconi). Elsevier Applied Science, London, pp: 61-69.

**Gotass, H.B. 1956. Composting – Sanitary Disposal and Reclamation of Organic Wastes.** World Health Organisation Monograph Series nº 31.

**Gray, K.R. et al. 1971 Review of composting II. The practical process.** *Biochemistry* 6 (October) ; 22-28.

**Haug, R. 1993. The practical handbook of compost engineering.** Lewis Publishers, Nueva York.

**Laos, F. 2003. Compostaje de residuos orgánicos de actividades productivas y urbanas en la región Andino-Patagónica: determinación de índices de madurez para su utilización agronómica.** Tesis doctoral Universidad nacional del Comahue, Argentina. 148 pp.

**Leege, P.B., 1996. Compost facility operating guide. Science of composting.** (Ed. De Bertoldi, M., Sequi, P., Lemmes, B. Y Papi, T.) Blackie Academic and Professional, London, Vol I pp:126-136.

**Madejón, E., Galli, E., Tomati, U. 1998a. Composting of wastes produced by low water consuming olive mill technology.** *Agrochimica* 42, 173-183.

**Madejón, E.; Galli, E.; Tomati, U. 1998b. Biorremediation of olive mill pomaces for agricultural purposes.** *Fresenius Environmental Bulletin* 7, 873-879.

**Martínez, G., Giraldez, J.V. y Ordóñez R., 2004. Evolución temporal del madurado de alperujo procedente de almazara.** E.T.S.I.M.A. Universidad de Córdoba.

**McKinley, V.L. et al., 1985 Microbial activity in composting (II).** *Biocycle* 26 (10) 47-50.

**Molina Pérez, N., Soliva Torrentó, M. 1996. Riegos y drenajes XXI,** pags. 29-33

**Mustin, M. 1987. Le compost. Gestion de la matière organique.** Éditions François Dubusc. Paris.

**Navarro Pedreño, J., Moral Herrero, Gómez Lucas & Mataix Beneyto. 1995. Residuos orgánicos y agricultura.** Secretariado de Publicaciones, Universidad de Alicante. 108 pp



**Poincelot, R.P., 1974. A Scientific Examination of the Principles and Practices of Composting.** Compost Sci. 15 (Summer) : 24-31.

**Polprasert, C., 1989. Organic Waste Recycling.** John Wiley & Sons Ltd. Chichester, Reino Unido.

**Sánchez, A. 2000.** Transformación de subproductos de almazara en abono orgánico para su uso en Agricultura Ecológica. Boletín nº 4.4 / 00 C.A.A.E.

**Sánchez, A. 2006.** Estudio de maquinaria idónea para las labores de compostaje de alperujos. DGPE. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía.

**Seifert, A., Koepf, H. 1988. Agricultura sin venenos o el arte de hacer compost. El compost su naturaleza, preparación y actuación.** Integral.

**Stofella, P.J., Kahn B. A. 2004. Utilización de compost en los sistemas de cultivo hortícola.** Editorial Mundiprensa. Madrid. ISBN 84-8476-186-X

**Trautmann y Olynciw, 1996.** <http://compost.css.cornell.edu/chemistry.html>.

**Virginia Nelson, 2002. The right turn: Choosing the proper tool from the wide range of compost turners. Waste management World.**

[http://www.waste-management-world.com/articles/print\\_screen.cfm?ARTICLE\\_ID=271248](http://www.waste-management-world.com/articles/print_screen.cfm?ARTICLE_ID=271248)



# Otros títulos publicados:

## **COLECCIÓN DE MANUALES TÉCNICOS**

-títulos publicados-

- Boletín olivar ecológico
- Boletín ganadería ecológica genérica
- Boletín ovino ecológico
- Boletín viñedo ecológico
- Boletín cereal de secano ecológico
- Boletín arroz ecológico
- Cultivo ecológico de cítricos
- Manual de compostaje para la agricultura ecológica



## OTROS TÍTULOS DE AGRICULTURA ECOLÓGICA

- Plan Andaluz de Agricultura Ecológica
- II Plan Andaluz de Agricultura Ecológica (2007-2013)
- Alimentos ecológicos, calidad y salud
- Guía de buenas prácticas ambientales para industrias de producción ecológica
- Directorio de elaboradores de productos ecológicos de Andalucía
- Guía de puntos de venta de alimentos ecológicos en Andalucía
- Agricultura ecológica, estudio sobre el consumo de productos ecológicos en Andalucía
- Las 50 preguntas más naturales sobre Agricultura Ecológica
- Los amigos de la tierra
- Alimentos ecológicos para el consumo social en Andalucía
- Ecoalimentación. Alimentos ecológicos para niños y niñas menores de tres años
- Comer natural... es divertido. Recetario.
- Ecorrecetario para centros de atención socioeducativa.



**trans**  
**habitat**



Unión Europea  
Fondo Europeo de Desarrollo  
Regional  
Invertimos en su futuro

