



Guía práctica para la implementación del compostaje comunitario como alternativa para la gestión local de los biorresiduos



Asociación *Fertile Auro*

www.fearesiduos.com - fearesiduos@gmail.com - @FeAresiduos

Enero de 2019

Los miembros de la asociación profesional *Fertile Auro (FeA)* contamos con una experiencia de más de diez años promoviendo los modelos descentralizados de gestión de los residuos orgánicos, con un enfoque ambiental y social basado en el concepto de economía circular. Hemos diseñado e implementado decenas de planes de gestión local de la materia orgánica, monitorizado miles de compostadores domésticos y comunitarios en diferentes territorios, recopilado y analizado datos y muestras de numerosas experiencias, tanto a nivel nacional como internacional,..., e incluso diseñado el primer modelo de compostador comunitario modular. Por toda esta experiencia consideramos necesario redactar y proponer una **guía de referencia para la implementación del compostaje comunitario**, a partir de la cual se puedan promover las buenas prácticas del modelo, así como desarrollar la normativa estatal, comunitaria o local que garantice tanto la eficiencia del modelo como la minimización de los riesgos ambientales y el rechazo social.

Autores:

Ramón Plana González-Sierra – Dr. en Biología
plana.compost@gmail.com
Consultor en tratamientos biológicos de residuos (Barcelona)



Joseba S. Arizmendiarieta – Ingeniero Agrónomo
josebasanchez.luar@gmail.com
Consultoría ambiental LUAR Ingurumena (Navarra)



Belén Puyuelo Sánchez - Dra. en Ciencia y Tecnología Ambiental
belenpuyuelo@gmail.com
Consultora ambiental – Experta en residuos (Barcelona)



Inazio Irigoien Iriarte – Dr. Ingeniero Agrónomo
natxo.irigoien@unavarra.es
Universidad Pública de Navarra (Navarra)



Gemma Nohales Duarte - Licenciada en Ciencias Ambientales
gnohales@gmail.com
Experta en prevención y gestión de residuos (Barcelona)



Colaboradores:

Agència de Residus de Catalunya

Plan Revitaliza – Diputación de Pontevedra

Consorcio de Residuos de Navarra

Diputación Foral de Álava

Esta Guía se ha desarrollado con posterioridad a varias reuniones técnicas de puesta en común y debate sobre el modelo de compostaje comunitario para la gestión de biorresiduos en la que participaron representantes de la *Agència de Residus de Catalunya*, la Diputación de Pontevedra, IHOBE (Gobierno Vasco), Departamento de Medio Ambiente de la Diputación Foral de Álava, NILSA (Consortio de Residuos de Navarra), Mancomunidad de Sakana (Navarra), GOBI (*Conselleria medi ambient, agricultura i pesca direcció general educació ambiental, qualitat ambiental i residus de la Comunitat autònoma de les Illes Balears*), COR (*Consorti per la Gestió de Residus, Comunitat Valenciana*) y MITECO (Ministerio para la Transición Ecológica).

Dichas reuniones se celebraron en: Barcelona, el día 16 de mayo de 2018, en la sede de la *Agència de Residus de Catalunya*; y en Pontevedra, los días 5 y 6 de noviembre de 2018, en la sede del *Plan Revitaliza* de la *Deputación de Pontevedra*.



Fertile Auro, 2019

© 2019 por la Asociación Profesional sin ánimo de lucro *Fertile Auro*.

Esta obra está sujeta a la licencia Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional de *Creative Commons*. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

ÍNDICE

1. Introducción	6
2. Alcance y objetivos de la Guía	10
3. Glosario	11
3.1. <i>Glosario general para compostaje descentralizado</i>	11
3.2. <i>Glosario relacionado con las zonas de compostaje</i>	12
3.3. <i>Glosario relacionado con el manejo</i>	13
3.4. <i>Otras definiciones de interés</i>	15
4. Marco normativo	16
4.1. <i>Los biorresiduos en la nueva estrategia de UE</i>	16
4.2. <i>Consideración del compostaje comunitario en la normativa</i>	16
4.2.1. <i>Directiva Marco de Residuos</i>	16
4.2.2. <i>Borrador de anteproyecto de ley por la que se modifica la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados</i>	17
4.3. <i>Análisis de legislación nacional e internacional existente en materia de compostaje comunitario</i>	18
5. El proceso de compostaje a escala comunitaria	24
5.1. <i>Parámetros del proceso más influenciados por la escala de operación</i>	24
5.1.1. <i>Parámetros iniciales</i>	24
5.1.2. <i>Parámetros del proceso</i>	25
5.2. <i>Fases del proceso a escala comunitaria</i>	26
6. Diseño de zonas de compostaje comunitario	28
6.1. <i>Elementos comunes de las zonas de compostaje comunitario</i>	28
6.2. <i>Diseño en función del modelo de manejo</i>	29
6.2.1. <i>Zonas donde no se realizan trasvases</i>	29
6.2.2. <i>Zonas donde se realiza un trasvase</i>	29
6.2.3. <i>Zonas donde se realizan dos trasvases</i>	29
7. Materiales residuales aceptados en el compostaje comunitario	32
7.1. <i>Códigos LER tratados en compostaje comunitario</i>	32
7.2. <i>Materiales orgánicos que se suelen considerar no aptos para el compostaje</i>	32
7.3. <i>El uso de bolsas compostables en compostaje comunitario</i>	35
8. Protocolo de manejo de las zonas de compostaje comunitario	37
8.1. <i>Factores que influyen en el proceso de compostaje</i>	37
8.2. <i>Acciones a realizar</i>	38
8.2.1. <i>Tareas de seguimiento</i>	38
8.2.2. <i>Tareas de mantenimiento</i>	40
9. La figura de la maestra o maestro compostador	42
9.1. <i>Las tareas de la maestra o maestro compostador</i>	42
9.2. <i>Formación de la maestra o maestro compostador</i>	43
10. Trazabilidad de las zonas de compostaje comunitario	45
10.1. <i>Metodología propuesta</i>	45

10.2. Elementos o parámetros que requieren de trazabilidad en cada etapa de la gestión	45
10.3. Métodos para estimar o calcular las cantidades de materiales tratados	47
11. El producto final	48
11.1. Características del compost	48
11.2. Almacenamiento y distribución	49
11.3. Recomendaciones de manejo y uso	49
12. Incidencias más habituales	51
12.1. Dimensionamiento inadecuado	51
12.2. Escasez de humedad durante el proceso	52
12.3. Presencia de dípteros	52
12.4. Presencia de roedores	52
12.5. Aparición de lixiviados y malos olores	53
12.6. Presencia de impropios	53
13. Propuesta de clasificación de zonas de compostaje comunitario	54
14. Modelo de compostaje <i>in situ</i> modular restringido	57
15. Referencias	59
16. Ejemplo de ficha de seguimiento	60
17. Ejemplos en compostaje comunitario	61
17.1. Leintz-Gatzaga (Gipuzkoa)	61
17.2. Itsasondo (Gipuzkoa)	61
17.3. Isla de Zuhatza (Álava)	62

1. Introducción

El cambio de siglo ha traído un cambio de concepción en los modelos de gestión de residuos urbanos que se ha ido materializando paulatinamente en los últimos años hacia la introducción de la economía circular en el ciclo productivo de nuestra sociedad y donde los residuos, que antes eran considerados directamente como desperdicios, ahora empiezan a ser contemplados como recursos.

Aunque esta concepción varía en intensidad entre países y sociedades, es innegable que la preocupación social por el entorno cercano es cada vez más relevante, en especial desde que las consecuencias del cambio climático son cada vez más evidentes y palmarias, con efectos negativos directos e indirectos en todas las latitudes del planeta. Aún así, esa inquietud choca con una grave carencia general en el nivel de educación y formación ambiental de la ciudadanía, en el cual, el conocimiento e inquietud por los temas relacionados con los residuos que generamos suele ser mínimo. Se ignoran las consecuencias reales, tanto ambientales, como económicas y sociales, que conllevan los modelos de gestión de residuos más tradicionalistas, lo que ha generado una dicotomía entre las normativas y las líneas estratégicas marcadas por los principales organismos internacionales hacia el impulso de la economía circular en el ámbito de los residuos, y el inmovilismo de determinados estados, sociedades (y ciertos sectores industriales) por avanzar hacia ese cambio de modelo.

En este contexto y en un espacio muy próximo a la ciudadanía, la Unión Europea ha marcado claramente los pasos que deben dar todos sus miembros para avanzar hacia una mejora integral de la gestión de los residuos urbanos, donde realmente se respete su jerarquía de gestión, empezando por la minimización y prevención y, dejando como última opción, la valorización energética de los residuos y el vertido. Pero uno de los ejes fundamentales sobre la que se desarrolla esta estrategia es establecer una gestión diferenciada de los residuos orgánicos de origen domiciliario, así como de otros flujos de naturaleza también orgánica que se generan en los municipios (restos de parques y jardines, restos de mercados de productos frescos). Los que en conjunto se denominan como “biorresiduos”.

Así la UE ha marcado¹ la obligatoriedad de gestionar separadamente estos biorresiduos con unos plazos y objetivos muy concretos: el 31 de diciembre de 2023. Y el Estado español ha sacado recientemente a exposición pública la transposición de esta obligatoriedad a la Ley 22/2011, de residuos y suelos contaminados. Pero en este momento nos encontramos en una situación completamente dispar entre las diferentes comunidades autónomas. Cataluña especialmente, pero también Euskadi y Navarra destacan como las que ya integran la recogida y el tratamiento diferenciado de los biorresiduos como parte de su modelo de gestión de residuos urbanos, aunque todavía sin alcanzar a la totalidad de la población. En el resto de las Comunidades, en el mejor de los casos, sólo se ha iniciado la recogida selectiva en algunos municipios pero sin disponer por el momento de instalaciones de tratamiento específicas. Ante este panorama el resultado es que el vertedero supone actualmente el destino del 57,8% de los residuos urbanos generados en España, mientras que

“...el vertedero supone actualmente el destino del 57,8% de los residuos urbanos generados en España, mientras que el compostaje de biorresiduos recogidos selectivamente no supera el 0,8% (Eurostat y MAPAMA)...”

¹ Paquete de Economía Circular (aprobado en abril 2018).

el compostaje de biorresiduos recogidos selectivamente no supera el 0,8% (Eurostat y MAPAMA).

Ante el importante reto de la gestión diferenciada de los biorresiduos, imprescindible para alcanzar unas tasas de reciclaje real de los residuos urbanos generados, se presentan serias dificultades:

- Escala de tratamiento: los modelos de gestión existentes se basan en el concepto de la economía de escala y la centralización del tratamiento, lo que condiciona el diseño de nuevos modelos adaptados a la prevención y a la gestión diferenciada de los biorresiduos. Considerando además que existen numerosas zonas en diferentes comunidades autónomas que carecen de cualquier tipo de instalaciones, ni siquiera para la gestión de la fracción resto.
- Carencia de instalaciones específicas: el diseño de las instalaciones existentes, basadas principalmente en tratamientos mecánico-biológicos específicos para la fracción resto, carece de la flexibilidad necesaria para facilitar su adaptación a los tratamientos biológicos de los biorresiduos en condiciones adecuadas y que garanticen el poder completar el proceso de transformación de la materia orgánica. Esto crea la necesidad de diseñar y construir nuevas instalaciones adaptadas a las cantidades y tipologías de los biorresiduos. El tiempo mínimo necesario para tener operativas estas infraestructuras es de unos dos años de media. Además se deberán tener en cuenta los otros insumos que necesitan estas instalaciones para operar de manera óptima.
- Tarifas y costes de gestión (recogida y tratamiento) más económicas frente a otras opciones: un problema muy común en muchos territorios es que las alternativas inferiores en la jerarquía de gestión de residuos no tienen imputados todos los costes reales de su actividad, especialmente los derivados de su impacto ambiental, con lo que resultan opciones más baratas que las que promueven la prevención y el reciclaje de los biorresiduos.
- Crisis económica: el contexto socioeconómico actual y la notable reducción de los fondos europeos al desarrollo suponen una merma en la capacidad de inversión de las administraciones locales y autonómicas.

Es en este contexto donde el **compostaje descentralizado** a pequeña escala se ha ido abriendo paso. Primero con experiencias piloto muy concretas, pero en los últimos diez años se ha ido implantando como un modelo que, en ciertas zonas, se ha convertido en la alternativa eficiente a la recogida y gestión centralizada de los biorresiduos. Esto se debe a la facilidad que tiene este proceso biológico de adaptarse a diferentes escalas de manejo, siempre y cuando se respeten los parámetros fundamentales que garantizan la acción de los microorganismos en condiciones óptimas y con mínimas afecciones.

“...en los últimos diez años el compostaje comunitario se ha ido implantando como un modelo que, en ciertas zonas, se ha convertido en la alternativa eficiente a la recogida y gestión centralizada de los biorresiduos.”

En el caso concreto del **compostaje comunitario**, entendido como el que realizan en un mismo espacio común y cercano diferentes generadores (principalmente familias), se presenta además una serie de efectos y sinergias positivas que no se dan en otras escalas de

tratamiento. Estos aspectos son difícilmente evaluables cuantitativamente, pero cualitativamente son de especial trascendencia en el entorno:

- Incrementa la concienciación ambiental de la ciudadanía.
- Refuerza el sentimiento de comunidad en la población.
- Transparencia en la gestión y en los costes, lo que fomenta la participación.
- Creación de puestos de trabajo directamente relacionados con la economía circular, que además pueden estar enfocados a potenciar la incorporación al mercado laboral de personas con riesgos de exclusión social.
- Mejora de la gestión de las demás fracciones recogidas selectivamente en cuanto a cantidad y calidad, lo que implica una reducción de la fracción resto.
- Mejora en la calidad legal y agronómica del producto final, el compost.
- Puede ser una alternativa real y viable (o complementaria) a los modelos de gestión centralizados de biorresiduos con recogida y transporte, muy especialmente en entornos rurales y semiurbanos.

Pero todo esto sólo se da cuando el proceso de compostaje se realiza de forma adecuada, lo que engloba desde el diseño y dimensionamiento de las zonas de compostaje comunitario, las características de los materiales que se emplean, hasta la formación del personal que lo maneja. Sin embargo, en los últimos años se han ido extendiendo diferentes modelos de compostaje comunitario a esta escala concebidos únicamente bajo criterios de reproducir experiencias de otros lugares sin analizar las necesidades reales de cada caso y sin un criterio técnico ni perspectiva social a la hora de tomar las decisiones. Estos errores y malas prácticas han supuesto que en esos casos se produjeran afecciones ambientales negativas, escasa participación ciudadana, incremento de costes económicos, etc... No se pueden considerar como casos representativos de la realidad del modelo, aunque sí deben servir de advertencia de las repercusiones que pueden llegar a tener un acercamiento inadecuado a la gestión de biorresiduos mediante compostaje comunitario.

“...en los últimos años se han ido extendiendo diferentes modelos de compostaje comunitario a esta escala concebidos únicamente bajo criterios de reproducir experiencias de otros lugares sin analizar las necesidades reales de cada caso y sin un criterio técnico ni perspectiva social a la hora de tomar las decisiones.”

Este es el aspecto que más preocuparía a las administraciones locales a la hora de autorizar e impulsar la implantación de este modelo. Pero los técnicos se encuentran también con la **falta de una regulación específica y normativa sobre esta escala de gestión** que se pueda adaptar a las diferentes realidades o necesidades, así como una carencia de información en modelos o experiencias de referencia exitosas. Se trata de una circunstancia que se ha dado en todos los países donde se ha ido extendiendo el compostaje comunitario.

Hasta ahora, donde se ha querido regularizar, la práctica más común ha sido la de tomar como referencia la normativa aplicada a las instalaciones industriales de tratamiento de residuos y aplicarla a las zonas de compostaje comunitario, lo que, en el mejor de los casos, supone terminar por hacer inviable el modelo ante los costes económicos y trámites administrativos que debe asumir.

Pero en este tiempo se han constatado y demostrado los beneficios ambientales, económicos y sociales de aquellas iniciativas de compostaje comunitario que se han desarrollado bajo criterios y manejo adecuados, por lo que el enfoque de esta cuestión no se debería basar en la adopción de una normativa para limitar, si no para asegurar que, cuando se implante el modelo, se haga con todas las garantías técnicas que aseguren que se cumplen las condiciones adecuadas para su éxito ya que se adaptaría a las diferentes realidades o necesidades de cada localidad.

Es necesario pues establecer una normativa específica a nivel estatal que se traslade a las Comunidades Autónomas, como ya están haciendo diferentes países europeos, así como en Estados Unidos y Canadá. Para ello, es conveniente compartir previamente experiencias y conocimientos entre aquellos territorios que ya consideran que el compostaje comunitario es una alternativa a los modelos de recogida selectiva y tratamiento centralizado de biorresiduos. De esta manera se podrán determinar cuáles son las claves reales que hacen que el modelo funcione correctamente, especialmente a nivel práctico, y así crear una normativa y directrices técnicas que las recoja bajo un criterio técnico fundamentado en el conocimiento del proceso biológico a esta escala.

Bajo todo este planteamiento se ha desarrollado esta Guía de Compostaje Comunitario, donde se han trasladado todos los datos, conocimientos, inquietudes y dificultades que han recogido los redactores en su experiencia profesional. Paralelamente a su redacción se ha creado un espacio de debate² con personal técnico de las diferentes administraciones donde se está implantando este modelo como alternativa de gestión diferenciada de los biorresiduos generados en sus núcleos poblacionales.

“Bajo todo este planteamiento se ha desarrollado esta Guía de Compostaje Comunitario, donde se han trasladado todos los datos, conocimientos, inquietudes y dificultades que han recogido los redactores en su experiencia profesional.”

² Iniciado en una reunión realizada el 16 de mayo de 2018 en las dependencias de la *Agència de Residus de Catalunya* en Barcelona, donde se convocaron a técnicos de Cataluña, País Vasco, Navarra, Pontevedra, Valencia y Baleares.

2. Alcance y objetivos de la Guía

Esta Guía práctica para la implementación del compostaje comunitario se enmarca dentro de las políticas y estrategias globales de economía circular para la gestión local de los biorresiduos y el fomento del reciclaje.

La Guía pretende ser un **elemento de referencia para orientar a personal técnico, empresas, usuarios, administraciones públicas y otros agentes de interés, en las prácticas y el manejo de los espacios de compostaje comunitario**. Además, **el documento incluye una propuesta de clasificación de las zonas de compostaje comunitario** y los requisitos de seguimiento que deberían cumplir en función de su grado de vulnerabilidad.

Tanto la Guía como la clasificación establecida, se han definido considerando todos los casos implementados actualmente en España, así como otros ejemplos internacionales, y teniendo en cuenta las experiencias compartidas por técnicos responsables de su implantación y manejo.

Considerando todo lo anterior, el **objetivo general** que persigue esta Guía es ser una herramienta para la **ordenación de las prácticas de compostaje comunitario y la definición de las mejores técnicas de manejo y seguimiento** para que pueda servir como referencia en futuras implantaciones de compostaje comunitario.

“...el objetivo general que persigue esta Guía es ser una herramienta para la ordenación de las prácticas de compostaje comunitario y la definición de las mejores técnicas de manejo y seguimiento...”

Con el fin de cumplir con el objetivo general y dar lugar a la creación de un documento práctico, didáctico y sintético pero que a su vez incluya todos los aspectos a tener en cuenta antes de iniciarse en el compostaje comunitario, se han planteado los siguientes objetivos específicos:

- Identificar y evaluar la viabilidad técnica y social de las prácticas actuales de compostaje comunitario.
- Identificar las regulaciones existentes a nivel autonómico, nacional e internacional.
- Definir las prácticas de manejo más apropiadas y que favorecen el desarrollo exitoso de las nuevas zonas de compostaje comunitario y la mejora de las existentes.
- Desarrollar una clasificación realista de tipologías de zonas de compostaje comunitario en función de los parámetros técnicos, ambientales y sociales incorporados.
- Establecer los requerimientos de seguimiento y control de proceso específicos y adaptados a las necesidades de cada tipología de zona.
- Definir los retos sociales de la implementación del compostaje comunitario.
- Compartir los resultados obtenidos en experiencias previas.

3. Glosario

Una de las dificultades más comunes en este ámbito y escala de proceso de compostaje está en la definición de los términos específicos que rodean al modelo. A continuación, se recogen las definiciones de los términos más frecuentemente empleados junto con una imagen divulgativa.

3.1. Glosario general para compostaje descentralizado

Compostaje individual o doméstico

El tratamiento de los biorresiduos que generan las personas o familias individualmente, aplicando el proceso de compostaje en su propia vivienda, terraza, jardín, huerto, etc. Lleva asociada la utilización particular del compost resultante.



Compostaje comunitario

Uso de la técnica del compostaje en origen para que los biorresiduos generados por varias personas, familias o generadores sean tratados conjuntamente en una unidad de compostaje dentro de una zona común dispuesta al efecto.



Compostaje in situ modular restringido para grandes generadores o generadores singulares

Uso de la técnica del compostaje en origen para que los biorresiduos generados por una única entidad o actividad sean tratados conjuntamente por compostaje en un espacio o zona ubicada dentro de los terrenos propiedad del generador.



Compostaje municipal/comunal

Uso de la técnica del compostaje para tratar los residuos orgánicos generados en una unidad poblacional: lugar o parroquia, localidad, barrio, municipio, etc.



Compostaje supramunicipal

Uso de la técnica del compostaje para el tratamiento en una misma instalación de capacidad limitada y tecnología sencilla de los residuos orgánicos generados en varios municipios cercanos, comarca, mancomunidad, etc.



Unidad técnica de compostaje comunitario

Conjunto de instalaciones o equipos necesarios para desarrollar el proceso completo de compostaje comunitario, incluyendo todas sus fases así como el almacenamiento de material estructurante.



Campañas de información/sensibilización

Acciones y actividades de divulgación y comunicación dirigidas a la ciudadanía local para exponer las claves y el funcionamiento del nuevo modelo de gestión de biorresiduos, así como para resolver dudas y recibir sugerencias e ideas del público para mejorar su eficiencia.



3.2. Glosario relacionado con las zonas de compostaje

Módulo

*Celda o unidad donde se deposita el biorresiduo por la parte superior y una vez lleno se extrae lateral o frontalmente para continuar su proceso de maduración en otro módulo o en otro espacio. La combinación de varios módulos forman una zona de compostaje comunitario. Cuando se establece un módulo para recibir los aportes de residuos por los usuarios se le denomina **módulo de aporte**.*



Zona de compostaje comunitario

Espacio donde se ubican los módulos de compostaje de uso compartido donde varias personas, familias o generadores tratan los biorresiduos que generan. Pueden ser de acceso libre o restringido únicamente a los usuarios. Una zona de compostaje comunitario puede incluir una o varias Unidades Técnicas de Compostaje Comunitario.



Zona común de compostaje doméstico

Espacios comunes donde cada familia dispone de un compostador propio y exclusivo para el tratamiento de sus biorresiduos.



Zona de compostaje in situ modular de grandes generadores

Espacio, dentro de las instalaciones de un único generador singular, en el que se ubican módulos de compostaje donde se tratan los biorresiduos generados en el establecimiento.



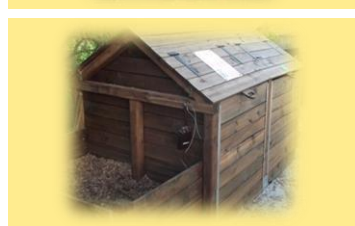
Compostador independiente de varillas

Tipo de compostador comercial fabricado en plástico reciclado cuyas piezas se unen entre sí mediante varillas. En la escala de compostaje comunitario cada uno de estos compostadores se considera un módulo.



Compostador de caseta

Tipo de compostador comunitario de madera formado normalmente por cuatro módulos: dos de aporte y dos de maduración. Suelen tener adosado un espacio para el almacenamiento de material estructurante.



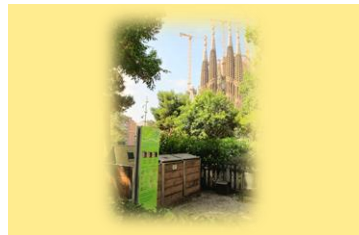
Compostador modular de listones

Tipo de compostador comunitario hecho de listones (preferentemente de plástico reciclado) que pueden ser retirados para favorecer las tareas de manejo y, en especial, los trasvases. Los módulos pueden ser ensamblados entre sí, compartiendo paredes, para crear zonas de compostaje de diferentes capacidades de tratamiento.



Zonas de interés prioritario

Espacios en los que se desarrollan determinadas actividades que podrían tener un mayor impacto, positivo o negativo, de sensibilización y concienciación de la ciudadanía (lugares de paso frecuente de personas, centros educativos, centros de salud, hospitales,...).



3.3. Glosario relacionado con el manejo

Material estructurante/complementario

Material leñoso o lignificado de origen vegetal que, mezclado con los restos orgánicos a compostar en proporciones adecuadas, permite la circulación del aire a través de la mezcla, evita su apelmazamiento, aporta carbono y regula la humedad. Es imprescindible su aportación en proporciones adecuadas para garantizar las condiciones correctas del proceso de compostaje.



Maestro compostador

Persona técnica responsable del seguimiento del proceso de compostaje y del mantenimiento de cada punto o zona de compostaje. También suele actuar como dinamizador e informador de los participantes.



Volteo

Mezcla periódica del material que se encuentra en proceso con el objetivo de recuperar la porosidad de la matriz, asegurándose así la aireación del material, la homogeneización de biorresiduos y estructurante, y optimizar el nivel de humedad de la mezcla.



Riego

Aporte homogéneo de agua a todo el volumen de la mezcla de materiales en proceso para incrementar el nivel de humedad hasta valores óptimos que garanticen la actividad biológica degradativa de los microorganismos responsables del proceso de compostaje.

A menudo, tras el riego se suele efectuar un volteo para asegurar que la distribución del agua aportada sea lo más homogénea posible.



Trasvase

Traslado del material en proceso de un módulo a otro cuando el primero se ha llenado por los aportes de los participantes.



Muestreo

Extracción de una cantidad mínima representativa, en diferentes puntos, de material para su posterior análisis y/o evaluación.



Trazabilidad

Serie de procedimientos que garantizan el seguimiento de la evolución del proceso de producción de compost en cada una de sus etapas y las actividades de mantenimiento aplicadas. En el caso del compostaje comunitario es necesario que el protocolo de manejo de la zona de compostaje incluya las pautas para realizar una correcta identificación de todos los materiales en las diferentes fases del proceso, así como comprobar que se cumplen las condiciones y tiempo de proceso establecidos.



Lote

Conjunto de biorresiduos aportados a compostaje separados físicamente del resto, tratado en el proceso en un mismo periodo y plazo de tiempo, en las mismas condiciones y al que le se supone que tiene unas características similares. Dependiendo del modelo de zonas de compostaje y del tipo de operación, se puede asumir el mezclado de sublotes durante y/o después del proceso para acabar formando un lote final compuesto de varios sublotes de una misma zona, de un área o, incluso, de un mismo municipio.



Higienización

Minimización de la presencia de microorganismos patógenos y semillas viables por efecto de las condiciones de proceso (principalmente temperatura y tiempo) hasta los niveles exigidos para un uso seguro del compost.



Visitas de seguimiento

Reconocimientos periódicos de las zonas de compostaje comunitario para su control, seguimiento y registro. Son realizados por los técnicos responsables de la zona con el objetivo de comprobar el estado del proceso de compostaje así como el control y registro de los parámetros de monitorización.



Visitas de mantenimiento

Reconocimientos periódicos de las zonas de compostaje comunitario por parte de los técnicos responsables para hacer las diferentes tareas de manejo, tales como: volteos, riegos, aporte de estructurante, etc. con el objetivo de asegurar unas condiciones de proceso adecuadas y poder corregir desviaciones si es necesario.



Auditorías

Inspección o verificación de la situación de una zona de compostaje comunitario, realizada por un auditor externo con el fin de comprobar el cumplimiento de los requerimientos normativos planteados, tanto de diseño del modelo como de su protocolo de funcionamiento.



Transparencia

Disponibilidad por parte de la administración, participantes y demás agentes involucrados de todos los registros y datos generados en la gestión de la zona de compostaje comunitario.



Base de datos

Compilación de todos los datos registrados y generados en la gestión del compostaje comunitario, de acuerdo con un formato común.



Emisiones GEI (Gases Efecto Invernadero)

Gases que se pueden generar durante condiciones inadecuadas del proceso de compostaje y que tienen impacto potencial sobre el cambio climático (N_2O y CH_4). Se expresan en unidades de CO_2 equivalente. El CO_2 generado durante el proceso no se considera por proceder de fuentes biogénicas.



3.4. Otras definiciones de interés

Biorresiduos

Residuos biodegradables de jardines y parques, residuos de alimentos y cocinas procedentes de hogares, oficinas, restaurantes, tiendas al por mayor, comedores, empresas de catering y locales comerciales y residuos comparables de plantas de procesamiento de alimentos (Directiva Marco de Residuos según modificación de la Directiva (UE) 2018/851).

Gestión de residuos

Conjunto de operaciones dirigidas a dar a los residuos el destino más adecuado de acuerdo con sus características, con la finalidad de prevenir daños o riesgos para la salud humana o el ambiente. Engloba la recogida, el transporte, la valorización (incluida la clasificación), y la eliminación de los residuos, incluida la vigilancia de esas operaciones, así como el mantenimiento posterior al cierre de los vertederos, incluidas las actuaciones realizadas en calidad de negociante o agente (Directiva Marco de Residuos según modificación de la Directiva (UE) 2018/851).

Riesgo

Probabilidad o posibilidad de que el manejo, la liberación al ambiente y la exposición a un material o residuo, ocasionen efectos adversos en la salud humana; en los demás organismos vivos; en agua, aire y suelo; en los ecosistemas; o en los bienes y propiedades pertenecientes a particulares.

4. Marco normativo

4.1. Los biorresiduos en la nueva estrategia de UE

Como se ha mencionado antes, la estrategia y objetivos para la gestión de residuos de la UE tienen, como uno de los ejes fundamentales, la correcta y eficiente gestión de los biorresiduos de forma separada para conseguir un buen funcionamiento del sistema y alcanzar las metas planteadas:

Paquete de Economía Circular de la UE (aprobado en abril de 2018):



*El objetivo de reciclaje y limitación de vertido de residuos sólo pueden lograrse mediante una gestión diferenciada y correcta de los biorresiduos.

**Modificación de las condiciones 'TEEP' (artículo 10) para limitar y monitorizar los casos que se pudieran acoger a excepción. Se ha demostrado que la gestión de biorresiduos puede ser viable en cualquier territorio y contexto (en términos generales).

4.2. Consideración del compostaje comunitario en la normativa

4.2.1. Directiva Marco de Residuos

La **Directiva Marco de Residuos** (de 30 de mayo de 2018) incorpora varios elementos clave en relación al compostaje comunitario e individual:

- Introduce la obligatoriedad de separar y reciclar (tratar) en origen los biorresiduos para el 31 de diciembre de 2023.
- Se equipara como opción a la recogida separada en cuanto a obligatoriedad de la gestión separada de biorresiduos.
- Se considera una actividad de reciclaje (*in situ*) de residuos (por tanto confirma que se debería dejar de banda la idea de enmarcarlo como una práctica de prevención de biorresiduos). Adicionalmente, esto se traduce en que las toneladas gestionadas por compostaje individual o doméstico y comunitario se deberían contabilizar dentro del concepto de reciclaje de residuos de cara a la consecución de objetivos.

- Los Estados Miembros deben tomar medidas para promocionar y potenciar el compostaje individual o doméstico y comunitario.
- Los procesos de reciclaje mediante compostaje deben asegurar un elevado nivel de protección medioambiental y generar un resultado que cumpla las normas de alta calidad pertinentes. Estas condiciones también se deberán asegurar en las prácticas de compostaje doméstico.

Artículo 22

Biorresiduos

1. Los Estados miembros garantizarán que, a más tardar el 31 de diciembre de 2023 y siempre que se cumpla el artículo 10, apartados 2 y 3, los biorresiduos, bien se separen y reciclen en origen, o bien se recojan de forma separada y no se mezclen con otros tipos de residuos.

Los Estados miembros podrán permitir que aquellos residuos con propiedades de biodegradabilidad y compostabilidad similares que cumplan las normas europeas pertinentes para los envases valorizables mediante compostaje y biodegradación, o cualquier norma nacional equivalente para ellos, se recojan junto con los biorresiduos

2. Los Estados miembros adoptarán medidas, con arreglo a los artículos 4 y 13, para:

a) incentivar el reciclado, incluido el compostaje y la digestión, de los biorresiduos de una forma que asegure un elevado nivel de protección medioambiental y genere un resultado que cumpla las normas de alta calidad pertinentes;

b) incentivar el compostaje doméstico³; y

c) fomentar el uso de materiales producidos a partir de biorresiduos.

3. A más tardar el 31 de diciembre de 2018, la Comisión solicitará a los organismos europeos de normalización que desarrollen unas normas europeas para los biorresiduos que entran en los procesos de reciclado orgánico, para el compost y para el digestato, sobre la base de las mejores prácticas disponibles.»

4.2.2. Borrador de anteproyecto de ley por la que se modifica la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados

El 18 de mayo de 2018, el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente puso a exposición pública el borrador de anteproyecto de Ley para la modificación de la Ley 22/2011. En este borrador se recogen las exigencias marcadas por la Directiva Europea en cuanto a la obligatoriedad de la gestión diferenciada de los biorresiduos para el 31 de diciembre de 2023.

Por su parte el borrador establece algunos elementos complementarios a la Directiva en relación al compostaje comunitario e individual:

³ Entendido como individual o doméstico y comunitario según las definiciones recogidas en esta Guía.

- Anticipa la obligatoriedad de establecer la recogida separada de biorresiduos para los municipios de más de cinco mil habitantes para antes del 31 de diciembre de 2020.

Dos. El artículo 24 queda redactado de la siguiente manera:

“Artículo 24. Biorresiduos.

Las autoridades ambientales en su respectivo ámbito competencial adoptarán medidas apropiadas, para:

a) Establecer, con carácter obligatorio, la recogida separada de los biorresiduos para destinarlos al compostaje o la digestión anaerobia, en particular de la fracción vegetal, los biorresiduos de grandes generadores y los biorresiduos generados en los hogares. Los municipios de más de cinco mil habitantes de derecho instaurarán la recogida separada de los biorresiduos en el servicio de gestión de los residuos municipales antes del 31 de diciembre de 2020. El resto de municipios deberá establecerla antes del 31 de diciembre de 2023.

b) Garantizar que el tratamiento de biorresiduos recogidos separadamente se realice a través de compostaje doméstico y comunitario, o en instalaciones específicas sin que se produzca la mezcla con residuos mezclados a lo largo del proceso. La autorización de dichas instalaciones deberá incluir las prescripciones técnicas para el correcto tratamiento de los biorresiduos y la calidad de los materiales obtenidos.

c) Promover el uso del compost producido a partir de biorresiduos y ambientalmente seguro en el sector agrícola, la jardinería o la regeneración de áreas degradadas, en sustitución de otras enmiendas orgánicas y fertilizantes minerales.”

Es necesario destacar que en el punto b) del Artículo 24 se plantea una aparente contradicción con el modelo expuesto en esta guía, al introducir la recogida selectiva con carácter obligatorio como paso previo al tratamiento. Precisamente los modelos de compostaje doméstico y comunitario no necesitan la recogida de los biorresiduos, ya que son los propios ciudadanos y generadores los que los depositan en las zonas de tratamiento.

4.3. Análisis de legislación nacional e internacional existente en materia de compostaje comunitario

La normativa existente considera de forma más frecuente los siguientes parámetros o requisitos como básicos:

- Capacidad máxima de la instalación.
- Tipo de residuos aceptados.
- Parámetros exigidos para la higienización.
- Uso-usuarios permitido del compost.

En la siguiente tabla se detallan los contenidos de las normativas analizadas de forma resumida y a modo de comparativa:



	ESPAÑA				EE.UU.	Francia	Reino Unido
PARÁMETROS	Com. Valenciana <i>Orden 18/2018 15 mayo 2018</i>	País Vasco <i>Orden 10 abril 2018</i>	Cdad. Foral de Navarra <i>Expediente 0003-0102-2017-000638</i>	Islas Baleares <i>Proyecto de ley de residuos y suelos contaminados</i>	San Diego - California	JORF n°0095	Exención de compostaje T23 Gales e Inglaterra 2010
Definición de comp. comunitario	Sí	Sí	Sí	Sí	NO	Sí	
Campaña de participación previa	- Solicitud de usuarios - Declaración de compromiso	Formación y capacitación necesaria					
Prevención/Gestión	Prevención	Prevención	Prevención comunitaria	Prevención		Valorización	
Condiciones administrativas	Declaración ambiental o Comunicación de Actividad inocua.	Comunicación previa de actividad	Autorización municipal				Registro de excepción, gratuito y online
Determinación de zonas	Por promotores, validación por ente local. Requisitos: espacios mínimo, seguridad y plagas						
Acceso a la zona de compostaje comunitario	Usuarios autorizados					Marcado por el maestro compostador	
Propiedad de suelo	<input checked="" type="checkbox"/> Público <input checked="" type="checkbox"/> Privado			<input checked="" type="checkbox"/> Público <input checked="" type="checkbox"/> Privado	<input checked="" type="checkbox"/> Público <input type="checkbox"/> Privado		
Rol de los entes públicos	Validación inicial, Inspección y control	Control, seguimiento de datos					
Distancia a zonas habitadas	Cumplir normativa urbanística, consulta previa si es suelo privado	Normas locales, servidumbres		15 m de zonas habitadas	1 m a zonas privadas		250 m
Capacidad máxima	20 m ³ (incluye también. compost) 10 m ³ (estructurante)	10 m ³ (no se tiene en cuenta el estructurante)		20 m ³ + 10 m ³ de almacenamiento de estructurante	76 m ³ en 70 m ² <i>No especifica lo que incluye</i>	1 t aportes por semana	60 t en proceso 80 t si uso compost local Limites por materiales: 10 t residuos cocina y mercado



	ESPAÑA				EE.UU.	Francia	Reino Unido
PARÁMETROS	Com. Valenciana <i>Orden 18/2018 15 mayo 2018</i>	País Vasco <i>Orden 10 abril 2018</i>	Cdad. Foral de Navarra <i>Expediente 0003-0102-2017-000638</i>	Islas Baleares <i>Proyecto de ley de residuos y suelos contaminados</i>	San Diego - California	JORF n°0095	Exención de compostaje T23 Gales e Inglaterra 2010
Materiales permitidos (por parte de usuarios/adm.)	<input checked="" type="checkbox"/> Domiciliarios ⁴ <input checked="" type="checkbox"/> Parques/jardines <input type="checkbox"/> Restos agrícolas <input checked="" type="checkbox"/> Otros ⁵	<input checked="" type="checkbox"/> Domiciliarios ³ <input checked="" type="checkbox"/> Parques/jardines <input type="checkbox"/> Restos agrícolas <input type="checkbox"/> Otros	<input checked="" type="checkbox"/> Domiciliarios ³ <input type="checkbox"/> Parques/jardines <input type="checkbox"/> Restos agrícolas <input type="checkbox"/> Otros	<input checked="" type="checkbox"/> Domiciliarios ³ <input checked="" type="checkbox"/> Parques/jardines <input checked="" type="checkbox"/> Restos agrícolas <input type="checkbox"/> Otros	<input checked="" type="checkbox"/> Domiciliarios ³ <input checked="" type="checkbox"/> Parques/jardines <input type="checkbox"/> Restos agrícolas <input type="checkbox"/> Otros	<input checked="" type="checkbox"/> Domiciliarios ³ <input checked="" type="checkbox"/> Parques/jardines <input type="checkbox"/> Restos agrícolas <input type="checkbox"/> Otros	<input checked="" type="checkbox"/> Domiciliarios ³ <input checked="" type="checkbox"/> Parques/jardines <input type="checkbox"/> Restos agrícolas <input type="checkbox"/> Otros
Operario/a	1 persona (responsable)	1 persona (responsable técnico)		1 persona (responsable)		1 Maestro Compostador por zona/ responsable de gestión	
Formación de usuarios/as	Curso formativo específico	-				-	
Formación de operario/s	En caso que realice analíticas	Solvencia técnica suficiente				Entrenado	
Parámetros de seguimiento	<input checked="" type="checkbox"/> Temperatura <input checked="" type="checkbox"/> Frecuencia de volteo En caso de mal funcionamiento -humedad - proporción seco/húmedo	<input checked="" type="checkbox"/> Temperatura <input type="checkbox"/> Frecuencia de volteo Permanencia				<input checked="" type="checkbox"/> Temperatura <input type="checkbox"/> Frecuencia de volteo	
Sistema auditoría							
Mantenimiento exigido (frec. de visitas/volteos, etc.)		Comunicar incidencias a Ayuntamiento Control tipología de residuos				Evitar contaminación cruzada	
Sistema de registro/control (trazabilidad)	Cuaderno de operaciones (manual)	Archivo cronológico de las actividades, parámetros exigidos y patógenos					

⁴ LER 200108: residuos biodegradables de cocina y restaurantes; LER 200201: residuos biodegradables de parques y jardines.

⁵ LER 200101: Papel de cocina (sin estar sucio de detergente u otras sustancias peligrosas y no biodegradables).



	ESPAÑA				EE.UU.	Francia	Reino Unido
PARÁMETROS	Com. Valenciana <i>Orden 18/2018 15 mayo 2018</i>	País Vasco <i>Orden 10 abril 2018</i>	Cdad. Foral de Navarra <i>Expediente 0003-0102-2017-000638</i>	Islas Baleares <i>Proyecto de ley de residuos y suelos contaminados</i>	San Diego - California	JORF n°0095	Exención de compostaje T23 Gales e Inglaterra 2010
Parámetros exigidos para higienización	Temperaturas superiores a 55°C durante mínimo 14 días consecutivos.	Temperaturas superiores a 55°C durante mínimo 14 días consecutivos.				<ul style="list-style-type: none"> • 55°C / 14 días • 60°C / 7 días • 65°C / 3 días 	
Frecuencia de analítica de compost	Inicialmente: primer lote. Si cumple: analítica anual.	Por lote, muestra representativa (no necesario para sublotes)					
Responsabilidad analíticas	Ayuntamiento, posibilidad de algunas por responsable	Titular de instalación					
Analítica de compost exigida	RD 506/2013 y su actualización Patógenos	Patógenos (no metales)		Higienizado Características físico-químicas Parámetros biológicos Impropios			
Uso compost	<input checked="" type="checkbox"/> Usuarios <input checked="" type="checkbox"/> Parques y jardines <input type="checkbox"/> Agricult./comerc.	<input checked="" type="checkbox"/> Usuarios <input checked="" type="checkbox"/> Parques y jardines <input type="checkbox"/> Agricult./comerc. Excluyendo usos relacionados con la cadena alimentaria, salvo que se cumpla con los requisitos reglamentariamente establecidos		<input checked="" type="checkbox"/> Usuarios		<input checked="" type="checkbox"/> Usuarios <input checked="" type="checkbox"/> Parques y jardines <input checked="" type="checkbox"/> Agricult./comerc.	
Compost que no cumple la analítica exigida o higienización	Tratado como residuos por el Ayuntamiento	Tratado como residuos					
Almacenamiento de compost terminado		En instalación (se puede hacer fuera pero bajo responsabilidad de				Se puede enviar a un establecimiento autorizado	12 meses compost Límites de almacenamiento de residuos antes de su



	ESPAÑA			EE.UU.	Francia	Reino Unido	
PARÁMETROS	Com. Valenciana <i>Orden 18/2018 15 mayo 2018</i>	País Vasco <i>Orden 10 abril 2018</i>	Cdad. Foral de Navarra <i>Expediente 0003-0102-2017-000638</i>	Islas Baleares <i>Proyecto de ley de residuos y suelos contaminados</i>	San Diego - California	Francia <i>JORF n°0095</i>	Reino Unido Exención de compostaje T23 Gales e Inglaterra 2010
		titular y contenerizado y/o envasado y en lugar cubierto). No alterar características compost					tratamiento:
Reportar información	Dirección General recabará anualmente: - No. instalaciones, - No. participantes, - Cantidad de residuos tratados, - Cantidad de compost y destino del mismo, - Datos de controles.	Ayuntamientos registro de instalaciones: a) Identidad persona física o jurídica, pública o privada, b) Identidad persona que actúe como responsable técnica. c) Identidad personas usuarias de instalaciones. d) Ubicación de las instalaciones. e) Capacidad de las instalaciones. CCAA podrá solicitar información para estadísticas		Datos anuales de las instalaciones autorizadas al órgano competente en materia de residuos del Gobierno de les Illes Balears.			
Otros	Ordenanzas locales para regular el uso-acceso, mayor periodicidad analíticas	Iniciativas de centros educativos: - Cumplir condiciones de proceso y compost - Uso del compost interno excluyendo cadena alimentaria					Excepción subproductos(APBR) Regla 16 para residuos de cocina de categoría 3 en las instalaciones que cumplan: (a) el material tratado solo se aplica en el suelo en esas instalaciones



	ESPAÑA				EE.UU.	Francia	Reino Unido
PARÁMETROS	Com. Valenciana <i>Orden 18/2018 15 mayo 2018</i>	País Vasco <i>Orden 10 abril 2018</i>	Cdad. Foral de Navarra <i>Expediente 0003-0102-2017-000638</i>	Islas Baleares <i>Proyecto de ley de residuos y suelos contaminados</i>	San Diego - California	<i>JORF n°0095</i>	Exención de compostaje T23 Gales e Inglaterra 2010 (b) no se mantienen animales rumiantes o cerdos en las instalaciones (c) si se mantienen aves de corral en las instalaciones, el material se composte en un recipiente seguro que impide que las aves de corral tengan acceso a él durante la descomposición ".

5. El proceso de compostaje a escala comunitaria

Una de las principales ventajas de la aplicación del compostaje al tratamiento de los residuos orgánicos es su escalabilidad. Es decir, que se puede realizar el mismo proceso para transformar las cantidades de materiales orgánicos generados en un domicilio, como para los centenares de miles de toneladas que se generan anualmente en una gran urbe. Sin embargo, aunque el proceso biológico sea el mismo, su cinética, su evolución y la relevancia de los parámetros físico-químicos, varían de manera relevante según la escala a la que se está aplicando.

La escala considerada como compostaje comunitario se realiza en unidades modulares (o módulos) de aproximadamente un metro cúbico de volumen. A esta escala, hay ciertos parámetros del proceso que son más sensibles a las condiciones del entorno, por lo que debe prestarse especial atención a la hora de gestionar zonas de compostaje comunitario.

5.1. Parámetros del proceso más influenciados por la escala de operación

En el compostaje se distinguen dos categorías de parámetros según la fase del proceso:

- i) los **parámetros iniciales**, los que condicionan como arranca el proceso y la eficiencia de las primeras semanas;
- ii) los **parámetros de evolución proceso**, que determinan las condiciones óptimas para el desarrollo de la actividad biológica degradativa evitando las afecciones ambientales negativas.

En ambas categorías se encuentran parámetros que deben ser cuidadosamente atendidos para garantizar la correcta evolución del proceso. A continuación, se detallan cada uno de estos parámetros junto con sus especificaciones a escala comunitaria.

5.1.1. Parámetros iniciales

Estructura física o matriz

Se debe asegurar la porosidad correcta de la mezcla de materiales para que se permita el paso de aire por el interior de la masa desde el primer momento.



Tamaño de partícula

Este parámetro afecta tanto al material estructurante como al propio material orgánico a compostar. Influye en la capacidad de retener el calor generado en el proceso biológico, el control de la humedad y la disponibilidad de carbono. Un tamaño de partícula por encima de 40 mm resulta limitante para el inicio del proceso.



Humedad

Influye tanto en optimizar la eficiencia del proceso biológico como en evitar afecciones ambientales negativas. En la fase inicial, cuando se realizan los aportes, es fundamental mantener este parámetro en valores entre el 50-60% para evitar lixiviación y facilitar el inicio de la actividad de los microorganismos.



Relación superficie/volumen

La conservación del calor generado desde el inicio del proceso degradativo permite que la temperatura se vaya incrementando paulatinamente, hasta alcanzar condiciones termófilas. Una relación superficie/volumen elevada facilita la pérdida de calor por convección así como de la humedad del material. Es muy importante que la frecuencia de los aportes de materiales orgánicos frescos esté acorde con el volumen del módulo de compostaje y, a su vez, que la forma en que se dispongan estos materiales en el interior del módulo durante los primeros días tenga una relación superficie/volumen baja.



Relación carbono/nitrógeno biodegradables

Dependiendo de las características de los biorresiduos que se depositen en los módulos de compostaje, puede ser necesario considerar una corrección de la relación de carbono y nitrógeno biodegradables, aunque tenga ajustadas la porosidad y la humedad por el aporte inicial de material estructurante o complementario.



5.1.2. Parámetros del proceso

Humedad

El volumen de proceso, los materiales de algunos compostadores y la exposición a las condiciones ambientales son los principales factores que influyen en que se dé una desviación de los valores óptimos de este parámetro durante el tiempo de proceso. Es imprescindible monitorizarlo regularmente y corregirlo en cuanto se desvíe del intervalo de valores óptimos.



Porosidad

Dadas las condiciones aerobias del proceso se debe garantizar el paso de aire por el interior del material en todo momento. En sistemas de ventilación pasivos, como son la mayoría de los sistemas de compostaje comunitario, esto exige evitar compactaciones del material, especialmente el que se encuentra en las capas inferiores del compostador.

La combinación de un adecuado tamaño de partícula, frecuencia e intensidad de volteo adecuadas, junto con considerar trasvases en el protocolo de manejo de los módulos de compostaje es clave para cuidar este parámetro.



Relación superficie/volumen

Nuevamente la escala de proceso resulta determinante en cuanto a este parámetro para poder mantener la temperatura en valores termófilos. La reducción de volumen de la mezcla de materiales orgánicos por el avance del proceso incrementará la relación superficie volumen lo que, en épocas de menores temperaturas ambientales, mayor humedad relativa del aire o etapas de maduración del proceso, conducirá a una prematura pérdida de calor del material.



Temperatura

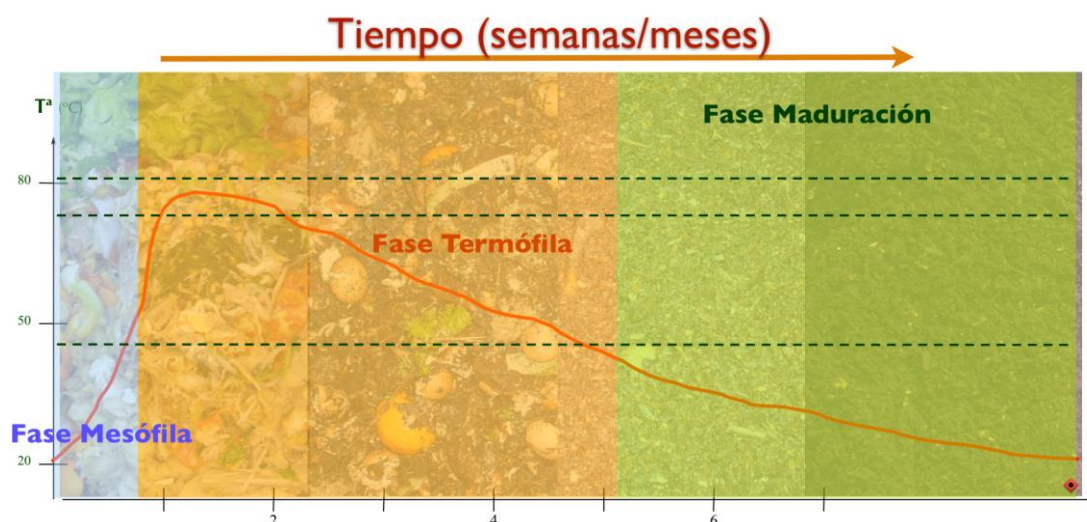
Siendo el parámetro que define las fases del proceso debe ser monitorizado de forma relativamente continuada durante todo el tiempo que dure el proceso. El ajuste y mantenimiento de los demás parámetros indicados, así como un correcto seguimiento del protocolo de proceso, será lo que permita alcanzar valores termófilos de temperatura y mantenerlos el tiempo suficiente para garantizar la higienización del material.



5.2. Fases del proceso a escala comunitaria

El proceso de compostaje se divide en tres fases consecutivas (mesófila, termófila y de maduración). Estas etapas están definidas principalmente por la evolución de la temperatura del material en descomposición:

- I. **Fase Mesófila:** desde la temperatura ambiente hasta 45 °C. El incremento de la temperatura en más o menos tiempo dependerá de lo que se ajusten los parámetros iniciales del proceso a sus valores óptimos, siempre en base a las necesidades de los materiales orgánicos a compostar según sean sus características.



-
- II. Fase Termófila: a partir de una temperatura superior a 45 °C se considera iniciada esta fase del proceso. El límite superior debería considerar en 70 °C, temperatura a partir de la cual hay una importante limitación de la variedad de microorganismos que intervienen en la degradación de la materia orgánica, lo que limita la eficiencia del proceso biológico.

 - III. Fase de Maduración: es una lenta etapa de enfriamiento donde, la cantidad y diversidad de los microorganismos responsables es extraordinariamente elevada. La duración de esta fase vendrá determinada por el grado de madurez y de estabilidad que se quiera alcanzar en el compost resultante.

En la adaptación del proceso de compostaje a la escala comunitaria, estas fases del proceso vienen determinadas por el **diseño de la zona de compostaje** (principalmente número de módulos) y este diseño, a su vez, define el **protocolo de trabajo o de manejo**.

6. Diseño de zonas de compostaje comunitario

6.1. Elementos comunes de las zonas de compostaje comunitario

El primer aspecto a considerar en el diseño de las zonas es su ubicación. En ese sentido siempre se estaría hablando de puntos de fácil acceso y cercanos a los ciudadanos. Se plantean como modelos de gestión que reemplazarían o complementarían a la recogida selectiva de biorresiduos, con lo cual deben estar ubicados bajo consideraciones equivalentes a la de los contenedores para la fracción orgánica.

Es igualmente importante su correcto dimensionamiento, para que el ratio de aportes de biorresiduos sea acorde al volumen de los módulos de compostaje disponibles. Así se podrá garantizar que se tendrá una masa de material en tratamiento que permitirá alcanzar las condiciones de proceso adecuadas (temperatura, porosidad, humedad,...). El dimensionamiento no sólo depende del número de participantes, sino que el modelo de compostador utilizado, el tipo de material estructurante/complementario, el protocolo de manejo establecido e incluso las condiciones ambientales.

Todos los emplazamientos que pretendan ser utilizados como espacios para el desarrollo de una actividad de compostaje comunitario deben contar con una serie de elementos comunes, cuyo número y distribución dependerá de la capacidad de tratamiento y el modelo de gestión de cada zona:

“El dimensionamiento no sólo depende del número de participantes, si no que el modelo de compostador utilizado, el tipo de material estructurante/complementario, el protocolo de manejo establecido e incluso las condiciones ambientales, son parámetros que influyen directamente en el dimensionamiento.”

- Módulos de compostaje.
- Espacio de almacenamiento de material estructurante.
- Punto de toma de agua.
- Iluminación.
- Herramientas.

Hay otros aspectos de las zonas que deberían también ser tomados en cuenta, aunque son dependientes de la estrategia de participación y dinamización en el modelo de compostaje comunitario. Son elementos accesorios:

- Vallado perimetral.
- Cartelería.
- Sistema de gestión de acceso.
- Espacio de aportación de restos verdes (podas, césped,...).
- Cercanía a contenedores de recogida selectiva para facilitar el depósito de otras fracciones, como pueden ser las bolsas de plástico.

6.2. Diseño en función del modelo de manejo

La operación clave en el diseño de la zona es el número de trasvases de material que se considera que se harán al material en proceso (ver detalles en el capítulo 8).

6.2.1. Zonas donde no se realizan trasvases

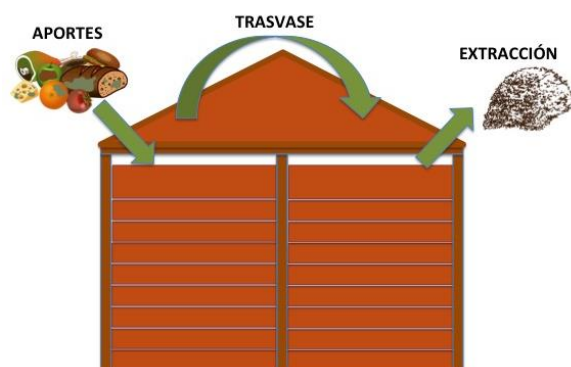
Este sistema, donde no se realizan trasvases, suele ir asociado al uso de compostadores independientes de varillas. Estos corresponden a un sistema estático de compostaje a pequeña escala en el que la aportación de los restos a compostar se realiza por la parte superior y la extracción de material estabilizado por la parte inferior. De este modo, cada compostador actúa como un espacio independiente donde se realiza todo el proceso: tanto la fase de fermentación como la de maduración (ver punto 5.2.).



A pesar de que como se comprobará en epígrafes posteriores no es un modelo correcto de gestión comunitaria, en este tipo de zonas, cuanto se llena el compostador con los aportes de los participantes, se clausura y se mantiene sin nuevos aportes para que se dé en él la fase de maduración mientras se comienza a llenar un segundo compostador. Para garantizar que esta etapa de maduración se completa es imprescindible realizar acciones de mantenimiento en el material del compostador clausurado, algo que no siempre ocurre.

6.2.2. Zonas donde se realiza un trasvase

En este sistema de compostaje dinámico, el modelo de manejo se basa en que los aportes de restos orgánicos se van realizando en un primer módulo que, cuando se llena, todo su contenido es trasladado a un segundo módulo, quedando el primero vacío para seguir recibiendo nuevos aportes.

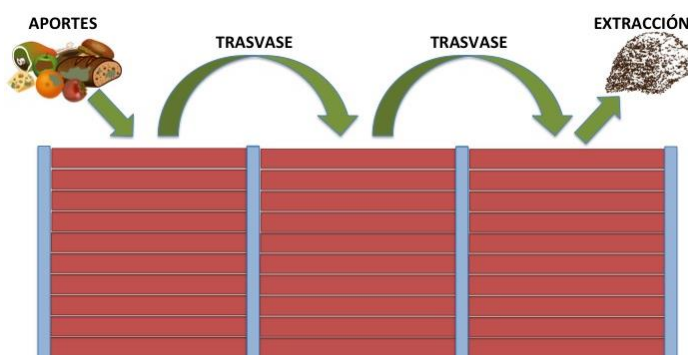


6.2.3. Zonas donde se realizan dos trasvases

Este sistema es idéntico al anterior con la única diferencia que, cuando se vuelve a llenar el primer módulo, el material depositado en el segundo módulo es trasladado a un tercer módulo. Posteriormente el material que ha llenado el primer módulo es trasladado al segundo, volviendo a quedar vacío el primero para seguir recibiendo aportes.

Los sistemas que incorporan los dos trasvases han resultado ser los más eficientes, ya que distribuyen las diferentes fases del proceso en espacios independientes, con lo que los requerimientos de los parámetros propios de cada fase se pueden atender y controlar de forma específica y diferenciada.

➤ **Módulo 1.** La etapa de llenado del primer compostador (el escogido como “módulo de aporte”) se corresponde con la fase mesófila del proceso y el inicio de la fase termófila.

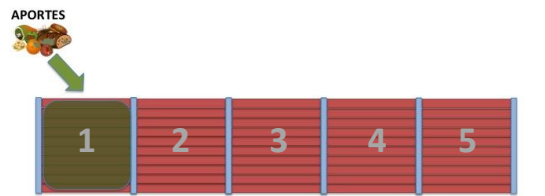


➤ **Módulo 2.** Una vez realizado el trasvase de todo el material aportado en el primer compostador al segundo, lo habitual es que se produzca una reactivación del proceso, gracias a la homogeneización de la mezcla, recuperación de la porosidad y corrección de la humedad. Por tanto, en este segundo compostador todavía se mantiene la fase termófila del proceso. Este repunte de actividad biológica y, por tanto, de temperatura, resulta fundamental para garantizar la higienización de posibles patógenos, así como la inactivación de semillas viables. El tiempo de residencia en el segundo compostador, y las condiciones del proceso, deberían ser suficientes para que el material alcance el grado de madurez mínimo exigido para conseguir la condición de fin de residuo.

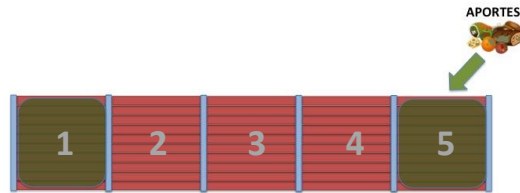
➤ **Módulo 3.** Si la zona dispone de un tercer módulo, en este se puede prolongar la fase de maduración para alcanzar una mayor estabilidad del compost resultante.

Fase	Módulo 1	Módulo 2	Módulo 3
Mesófila	✓	✗	✗
Termófila	✓	✓	✗
Maduración	✗	✓	✓

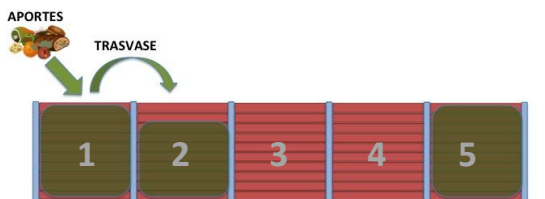
En función de estos dos trasvases, el número de módulos de cada zona puede ser variable, siendo las combinaciones más habituales de tres, cinco, seis y diez módulos de compostaje por zona. El número de módulos afecta directamente a la eficiencia del proceso, pero a su vez afecta de forma exponencial a la capacidad de tratamiento de la zona de compostaje, ya que, con una combinación adecuada de módulos de aportación y de maduración se pueden prolongar los tiempos de residencia y la eficiencia del proceso. En el esquema mostrado en la página siguiente se indica el protocolo de aportación y trasvases combinados que se debería realizar para el manejo de una zona de cinco (ver esquema siguiente) o una zona de diez módulos (5 + 5), donde el esquema de manejo es equivalente al de cinco módulos pero doblado en paralelo.



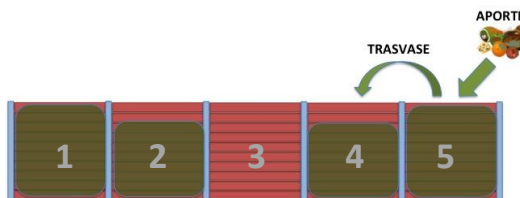
Inicio de aportaciones en el módulo 1.



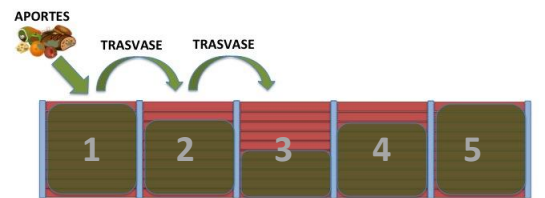
Una vez completo el módulo 1, éste se clausura y el módulo 5 pasa a ser el nuevo módulo de aportación.



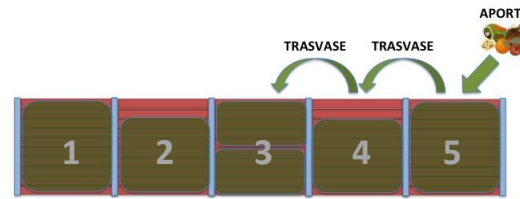
Clausura del módulo 5 cuando está completo, trasvase del material que estaba en el módulo 1 al módulo 2 y el módulo 1 vuelve a ser el módulo de aportación.



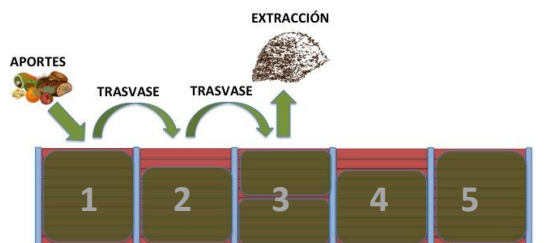
Nueva clausura del módulo 1 cuando está completo, trasvase del material que estaba en el módulo 5 al módulo 4 y el módulo 5 vuelve a ser el módulo de aportación.



Nueva clausura del módulo 5 cuando está completo, trasvase del material del módulo 2 al 3 y del 1 al 2. El módulo 1 vuelve a ser módulo de aportación.



Clausura del módulo 1 cuando está completo, trasvase del material del módulo 4 al 3 y del 5 al 4. Aportaciones de nuevo en módulo 5.



Extracción del compost del módulo 3. Clausura del módulo 5 cuando está completo, trasvase del material del módulo 2 al 3 y del 1 al 2. El módulo 1 vuelve a ser módulo de aportación.

7. Materiales residuales aceptados en el compostaje comunitario

7.1. Códigos LER tratados en compostaje comunitario

En la gran mayoría de los casos las zonas de compostaje comunitario están centradas exclusivamente en el tratamiento de los considerados como “biorresiduos”, residuos de naturaleza orgánica generados en su entorno. Pero los códigos LER que entran en esta categoría presentan una amplia variedad en sus características más importantes a la hora de ser compostados. Estas variaciones son debidas a la estacionalidad, la gastronomía local, las condiciones meteorológicas, etc., y condicionan la composición de estos restos orgánicos en cuanto a humedad, consistencia, granulometría, relación carbono/nitrógeno, etc., entre otros.

Código LER	Descripción
20	Residuos municipales (residuos domésticos y residuos asimilables procedentes de los comercios, industrias e instituciones).
2001	Fracciones recogidas selectivamente.
200108	Residuos biodegradables de cocinas y restaurantes.
200138	Madera distinta a la especificada en el código 200137 (Madera que contiene sustancias peligrosas).
2002	Residuos de parques y jardines (incluidos los residuos de cementerios).
200201	Residuos biodegradables.
2003	Otros residuos municipales.
200302	Residuos de mercados.

Nota: Estos códigos LER asociados a grandes generadores serán susceptibles a ser tratados descentralizadamente en esta escala de proceso (compostaje comunitario, compostaje restringido para grandes generadores o compostaje municipal/comunal) bajo condiciones/autorizaciones específicas.

7.2. Materiales orgánicos que se suelen considerar no aptos para el compostaje

Una de las cuestiones más recurrentes en cuanto al tipo de materiales orgánicos que pueden ser aportados a un compostador recae en **la carne y el pescado**, como referentes de restos muy ricos en contenidos proteicos, a los que en ocasiones se amplía a cualquier resto de comida cocinada. Se ha publicado un gran número de manuales, orientados hacia el compostaje doméstico, de los que se ha extrapolado lo que era una recomendación para usuarios sin experiencia a una prohibición casi absoluta o que se debe evitar a toda costa, su uso en compostaje. Sin embargo, **se trata de los materiales, considerados “altamente energéticos”, que permiten garantizar temperaturas de higienización y eliminación de patógenos a esta escala**, por lo que su presencia en el compostaje comunitario se hace necesaria para realizar el proceso en buenas condiciones, alcanzar la higienización e

“La presencia de residuos proteicos (carne y pescado) es la única forma de asegurar que se alcancen las temperaturas de proceso que garantizan la higienización de posibles patógenos y la eliminación de semillas viables de malas hierbas.”

inviabilidad de semillas de malas hierbas y mejorar la calidad agronómica del producto final.

Las razones que han llevado a mantener esta postura contraria al compostaje de carne, pescado e incluso productos cocinados, se basan en riesgos de malos olores durante el proceso y en la atracción de vectores animales, o incluso en que provocarían un incremento de la



conductividad del compost resultante impidiendo su posible aplicación al suelo. Este tipo de afecciones están directamente ligadas a condiciones de proceso no adecuadas, principalmente un exceso de humedad y una falta de porosidad de la mezcla de materiales. A su vez, estas afecciones comparten un mismo factor, una proporción de material estructurante o complementario inferior a la que sería necesaria. Recordemos que las tres funciones del material estructurante o complementario son: i) aportar estructura o porosidad,

ii) captar excesos de humedad de los residuos orgánicos acercando el valor de este parámetro a márgenes óptimos para el proceso, y iii) aportar carbono para equilibrar su relación con el nitrógeno disponibles para los microorganismos. Pues bien, los aportes de restos orgánicos proteicos suponen efectos directos en estos mismos aspectos del proceso de compostaje:

- i) Las proteínas son moléculas orgánicas de fácil degradación biológica por parte de los microorganismos. Quiere esto decir que al disponer estos de esta fuente de alimento fácilmente degradable se producirá una mayor actividad biológica aerobia y, en consecuencia, una **mayor demanda de oxígeno**. Si esta demanda no puede ser satisfecha (escasa porosidad de la mezcla de materiales) el nivel de oxígeno disponible se reducirá pudiendo alcanzar concentraciones limitantes que desencadenarán procesos anaerobios. En estas condiciones, cuando sean microorganismos anaerobios los que predominen en la degradación de la materia orgánica, se producirán ciertos tipos de compuestos gaseosos que son los causantes de malos olores. Esta sería la primera razón por la que se necesitaría pensar en que residuos proteicos deben ser compostados siempre con una adecuada proporción de material estructurante que dé porosidad a la mezcla y un régimen de volteos que garantice que se mantiene esa porosidad.
- ii) La mayor tasa de actividad biológica que provoca la presencia de materiales proteicos en la mezcla de residuos a compostar conlleva que, en los momentos iniciales del proceso, se produzca una fuerte hidrólisis de la materia orgánica sometida a la acción degradativa de los microorganismos. Esta hidrólisis provoca la rotura de las macromoléculas orgánicas y la liberación de moléculas de agua retenidas en sus estructuras y/o de la producción de agua en las reacciones bioquímicas de degradación de la materia orgánica. La consecuencia de esto es que se va a producir **una importante liberación de agua en la fase de mayor actividad biológica** de los microorganismos, cuando se entra en la fase termófila del proceso. A esta agua se la denomina “agua metabólica”. Si no hay una proporción correcta de material estructurante o complementario para captar este exceso puntual de humedad, el agua saturará los microporos de la mezcla de materiales, disminuyendo u ocupando totalmente el espacio libre para el aire. Cuando esto sucede, y dado que el proceso se encuentra en un momento de fuerte demanda de oxígeno, se cae rápidamente en condiciones anaerobias y se producirán gases causantes de malos olores. Además, si no se reduce este exceso de agua, se producirá un paulatino enfriamiento del material en proceso, con lo que se incrementa que puedan acceder animales a su interior y que se

desarrollen larvas de insectos en ese hábitat. Esta es la segunda razón por la que cuando se composten residuos ricos en proteínas se debe garantizar que se dispone de un material estructurante adecuado, con un bajo nivel de humedad, para aportar a la mezcla de materiales orgánicos en una proporción adecuada.

- iii) Las proteínas son moléculas orgánicas formadas por aminoácidos, que a su vez tienen una importante presencia de nitrógeno en su composición. Por tanto, al aportar residuos ricos en proteínas a un compostador se está aportando nitrógeno al proceso y se está influyendo en la relación entre carbono y nitrógeno oxidables (relación C/N), uno de los parámetros iniciales del proceso de compostaje (ver apartado correspondiente). Este aporte de nitrógeno supone que **se reducirá el valor de esta relación C/N**, pudiendo llegar a valores inferiores al equilibrio óptimo entre ambos elementos. En términos del proceso biológico implica que este exceso de nitrógeno, durante las reacciones de degradación de las proteínas, tenderá a pasar a forma de amoníaco (NH_3), un compuesto volátil. Por tanto, si no hay una correcta relación C/N en el inicio del proceso, el compostaje de residuos ricos en proteína conllevará la volatilización de NH_3 , compuesto causante de olor y uno de los factores de atracción de animales. Una relación C/N baja por el aporte excesivo de materiales proteicos se corrige con un aporte de carbono en la mezcla inicial, y la principal fuente de carbono en las mezclas de restos orgánicos a compostar procede del material estructurante o complementario. Esta es la tercera razón por la que es necesario disponer de una cantidad adecuada de material estructurante para compostar residuos con elevados contenidos proteicos, ya que nos permite corregir la relación C/N inicial de la mezcla y evitar o minimizar esta volatilización de NH_3 .

Por tanto, los principales efectos que tiene la presencia de restos de carne y pescado en la mezcla de materiales a compostar son perfectamente manejables cuando se cuenta con una proporción adecuada de material estructurante o complementario cuyas características sean las correctas (tamaño de partícula, humedad, degradabilidad, etc.). Obviamente, esto no quita que siga siendo imprescindible cumplir las pautas de manejo y gestión establecidas tanto para la zona de compostaje comunitario como para garantizar la eficiencia del proceso degradativo.

En las condiciones adecuadas, **la presencia de residuos proteicos** o lo que sería lo mismo, la aportación de todos los residuos orgánicos domésticos al compostaje (en este caso comunitario), **es la única forma de asegurar que se alcancen las temperaturas de proceso que garantizan la higienización de posibles patógenos y la eliminación de semillas viables de malas hierbas**. Si el proceso evoluciona de forma más eficiente alcanzará antes la madurez y el compost resultante tendrá un mayor nivel de humificación, un indicativo de calidad agronómica del producto.

El otro problema que habitualmente se atribuye a la presencia de materiales proteicos, así como también a la aportación de restos de comida cocinada, es una mayor **conductividad** del compost resultante. Aunque bien es cierto que hay un cierto grado de correlación entre estos factores, existen otros factores íntimamente ligados a la conductividad resultante del compost, como son: el régimen de lluvias, los tipos de suelos, el origen de las aguas de riego, el protocolo de manejo y control del proceso, la aportación al compostaje de restos vegetales cultivados con más carga salina etc., e incluso el grado de madurez del compost también influye. En este aspecto también conviene recordar que en los entornos urbanos, el mantenimiento de suelos de parques y jardines presenta su problema más grave en cuanto a

su salinidad (conductividad), que proviene de las sales aportadas por el uso de aguas regeneradas empleadas para riego.

7.3. El uso de bolsas compostables en compostaje comunitario

Otro de los factores habituales en estos modelos se refiere a como son acumulados los biorresiduos en los domicilios y como los usuarios los transportan hasta la zona de compostaje comunitario. Las opciones que se consideran son muy variadas, dependiendo en gran medida de la experiencia previa de la localidad y/o la administración local con la recogida selectiva de biorresiduos y el uso de bolsas compostables, y no podemos afirmar que haya un único planteamiento que sea el óptimo en este factor. El objetivo principal del modelo de compostaje comunitario que se aborda en este documento se refiere al que pueda resultar una alternativa o complemento real a la recogida selectiva de los biorresiduos. En ese contexto se pretende maximizar la participación ciudadana, dentro del correcto dimensionamiento de cada zona de compostaje comunitario, para captar la mayor parte de la fracción orgánica, por lo que se ha de buscar la opción de almacenamiento de esta fracción en los domicilios y transporte hasta la zona que consiga la mayor participación. Dentro de las cuatro opciones más comunes, se deben tener en cuenta ciertos aspectos que se exponen a continuación:

- Las personas participantes no emplean ningún tipo de bolsa. Los biorresiduos se almacenan en el domicilio en un cubo de unos 10-15 litros de volumen, que se transporta hasta la zona de compostaje comunitario y se vacía directamente en el compostador de aportación. Tal y como se recoge en el punto 6.1. de este documento, las zonas de compostaje comunitario deben disponer de un punto de toma de agua, que puede servir para limpiar el contenedor con el que los participantes que no usen bolsa transportan sus biorresiduos. Es una opción que se debe favorecer y permitir en todos los modelos, ya que evita el consumo de bolsas (sean plásticas o compostables) y su posterior gestión.
 - Desventajas: obliga al usuario a regresar al domicilio para dejar el cubo, con lo que el acto de llevar la fracción orgánica al compostador habría de ser específica, no ligada a un momento en el que se tenga que dejar el domicilio por cualquier razón.
- Las personas participantes emplean una bolsa de polietileno. Es un modelo muy común, en cuanto a que no supone un cambio sustancial de hábitos a la ciudadanía en la mayoría de localidades. En esos casos es altamente recomendable que la zona de compostaje esté próxima a los contenedores de recogida selectiva (punto 6.1.) y que en la formación de la ciudadanía se les indique que deben vaciar el contenido de la bolsa, no depositarla cerrada dentro del compostador, y dejarla luego en el contenedor de recogida selectiva de envases ligeros más próximo.
 - Desventajas: cada aporte supone, por lo general, que se deposite una bolsa plástica como residuo en el contenedor de envases ligeros, donde se considera un impropio dentro de esta fracción, aunque posteriormente en planta se llegue a separar para su reciclaje.

- Las personas participantes utilizan bolsas compostables.
 En este caso únicamente se consideran adecuadas las bolsas compostables certificadas según la norma UNE-EN 13432. Estas deben usarse en combinación con los cubos aireados, ya que es la combinación de ambos elementos lo que permite que durante el tiempo que el biorresiduo permanece en el domicilio haya una reducción de su masa, por la combinación de evaporación del agua e inicio del proceso degradativo, evitando problemas de olores. (Puyuelo *et al*, 2013). El uso de cubo cerrado no permite la ventilación y aireación del biorresiduo, lo que termina desencadenando problemas de acumulación de lixiviados, deterioro de la bolsa compostable y malos olores. Aunque estas bolsas se degradan durante el proceso de compostaje, están diseñadas para hacerlo en condiciones intensas de proceso, más cercanas a las que se producen en una planta de tratamiento industrial donde, además, durante la etapa de pretratamiento, son abiertas y o rotas mecánicamente para mezclar su contenido con el material estructurante, con lo se fragmentan y quedan más expuestas a la actividad degradativa de los microorganismos. A la escala de compostaje comunitario sería todavía más necesario que además de abiertas fueran fragmentadas para que pudieran ser susceptibles de ser compostadas con los biorresiduos. Eso implicaría una tarea adicional al maestro/a compostador, ya que difícilmente el ciudadano va a rasgar la bolsa tras vaciar su contenido en el compostador. Si se depositan enteras se irán acumulando en el compostador, ya que su degradación será más lenta que la de los biorresiduos, y dificultarán su manejo. Por tanto, si se emplean, lo recomendable es que los usuarios las depositen en un espacio específico para su almacenamiento en la zona de compostaje tras haberlas vaciado en el compostador de aportación.
 - Desventajas: aunque ambientalmente supondrían un impacto menor que el uso de las bolsas de polietileno, han de ser gestionadas adecuadamente aprovechando su biodegradabilidad. Esto implica la necesidad de ser trituradas o fragmentadas antes de introducirlas a compostaje, con lo que es habitual gestionarlas como si se trataran de restos de poda.
 - Existen bolsas compostables específicas para la escala de compostaje doméstico, diseñadas para ser más fácilmente degradables. En nuestra experiencia, implica que son más susceptibles de romperse cuando los biorresiduos se almacenan durante varios días en casa, independientemente de que se use en combinación con el cubo aireado o no. Esto suele suponer una visión negativa a las personas participantes con una menor concienciación ambiental, y puede ser motivo para que abandonen el modelo si no tienen opción de usar otro tipo de bolsa para llevar sus biorresiduos a la zona de compostaje comunitario.



8. Protocolo de manejo de las zonas de compostaje comunitario

Ciertos aspectos de la gestión de un modelo de compostaje comunitario deben ser aclarados previamente:

- ⇒ La **formación**, tanto de participantes como de responsables de las zonas de compostaje comunitario, es uno de los factores clave en el éxito del sistema. Debe estar vinculada a campañas iniciales y de refuerzo para ligarlo con los requerimientos propuestos para cada tipo de zona de compostaje comunitario. Todos los agentes de la iniciativa deben tener completamente claras qué acciones han de llevar a cabo a la hora de realizar la separación y el aporte de los biorresiduos y el motivo de estas.
- ⇒ Es imprescindible que los *maestros compostadores* o personas encargadas del mantenimiento y seguimiento de las zonas de compostaje realicen las **visitas técnicas** con una periodicidad adecuada y, a su vez, tengan los conocimientos prácticos y teóricos suficientes para detectar y diagnosticar los posibles problemas para poder aplicar las medidas preventivas y/o correctoras necesarias.



8.1. Factores que influyen en el proceso de compostaje

La efectividad del tratamiento de residuos orgánicos mediante compostaje depende en gran medida de la capacidad de control del proceso. En el caso concreto de la escala de compostaje comunitario, el éxito del sistema, desde el punto de vista de “funcionamiento” de las compostadoras o módulos de compostaje, está influenciado fundamentalmente por los siguientes factores:

Factor	Consideraciones
Dimensionamiento	Factor estrechamente relacionado con el número de participantes, el tipo de compostador y las características de los restos orgánicos domiciliarios y otros materiales aportados. Una mala previsión de la capacidad de tratamiento implica una falta de optimización de las condiciones de proceso, favorece la aparición de problemas e imposibilita la consecución de los objetivos preestablecidos.
Altura de carga	El nivel de llenado y, por consiguiente, la altura de carga del compostador, junto con las características físicas del material en proceso (tamaño de partícula y porosidad), marcan las necesidades en cuanto a volteos, necesidad de aporte de agua o material estructurante, etc.
Manejo de la zona	Es imprescindible adaptar el protocolo de manejo de la zona y la frecuencia de visitas técnicas y de mantenimiento a las características espaciales y técnicas de cada zona de compostaje comunitario.

Condiciones de proceso

Para que la degradación biológica de la materia orgánica se desarrolle adecuadamente, se requiere de unas condiciones apropiadas en cuanto a ciertos parámetros: porosidad, humedad, pH, relación C/N, tamaño de partícula, etc. El protocolo de trabajo a seguir es clave para mantener unas condiciones óptimas de proceso adaptadas, en todo momento, a la fase en la que se encuentre el material que se está compostando.

8.2. Acciones a realizar

A continuación, se describen las tareas que deben realizar las personas que actúan como *maestros o maestras compostadores* durante las visitas de mantenimiento y de seguimiento de las zonas de compostaje comunitario. Se debería considerar que, como mínimo, habría que realizar **una visita semanal de seguimiento y dos de mantenimiento**, para comprobar que el proceso se desarrolla adecuadamente y actuar en caso en que se detecte alguna incidencia.

A la hora de definir el calendario de visitas, así como la frecuencia de las visitas de mantenimiento y de seguimiento, los responsables deben adaptarse a la realidad de cada localidad, e incluso tener que modificar la previsión inicial, ya que las costumbres de las personas usuarias de las zonas de compostaje pueden ser muy variables.

“...como mínimo, habría que realizar una visita semanal de seguimiento y dos de mantenimiento, para comprobar que el proceso se desarrolla adecuadamente...”

“...es absolutamente necesario capacitar y formar a los responsables, los maestros compostadores, para que puedan desarrollar adecuadamente las tareas...”

En cualquier caso es **absolutamente necesario capacitar y formar al personal técnico responsable**, los *maestros o maestras compostadores*, para que puedan desarrollar adecuadamente las tareas que a continuación se describen.







8.2.1. Tareas de seguimiento

Temperatura

Es el parámetro que va a indicar más directamente el estado de actividad biológica del proceso. Se mide con una sonda de temperatura (termopar o Pt100) y se debe tomar como mínimo en 3 puntos diferentes de la masa: en el centro del compostador (teóricamente el lugar más activo, o con la temperatura más alta), en la zona de transición (teóricamente no es un sitio tan activo, menores temperaturas) y por último junto a las paredes de los compostadores (teóricamente el lugar más frío). Una buena manera de realizar las mediciones es tomar las temperaturas diagonalmente. Se debe tomar este dato en todos los módulos de la zona independientemente de la fase en la que se encuentren. Antes de medir la temperatura en los compostadores de la zona se debe registrar la temperatura ambiente.

Humedad

Para que el proceso de compostaje esté activo, es imprescindible la presencia de un nivel adecuado de humedad. Un exceso de humedad provocará una disminución drástica de la actividad de los microorganismos aerobios y desencadena problemas de olores. Un valor bajo limita, o incluso impide, la actividad biológica y se detiene el

	<p>proceso. Es un parámetro que cuantitativamente se tendría que analizar en laboratorio sobre una muestra representativa, por lo que en el terreno se usan métodos cualitativos para estimar el nivel de humedad y saber si es necesario regar o no. El más fácil de emplear es la denominada “técnica del puño”.</p>																																																
Porosidad o grado de compactación	<p>Es necesario que la matriz de compostaje tenga una porosidad mínima para garantizar que el aire pueda circular adecuadamente a través de toda la masa. La compactación del material está directamente relacionada con su humedad y con la proporción de estructurante y su tamaño de partícula. Una correcta porosidad se consigue mediante una proporción adecuada de biorresiduo-estructurante, una mezcla homogénea inicial y la realización de volteos periódicos. Se debe poner especial atención en el material que va quedando en la base del módulo de compostaje, ya que aquí los efectos de la compactación se ven acentuados. El grado de compactación sólo puede medirse cuantitativamente en laboratorio, por lo que sobre el terreno se determina visualmente de forma cualitativa durante los volteos.</p>																																																
Nivel de llenado	<p>Con la ayuda de una cinta métrica, se mide la distancia que hay entre la superficie del material en proceso en el interior del módulo de compostaje y el límite superior del compostador. La diferencia entre este valor y la altura total de carga del módulo nos da el nivel de llenado en cada momento.</p>																																																
Olor	<p>Se debe comprobar si al llegar a las cercanías de la zona de compostaje se percibe algún olor y de que tipo (podrido, ácido, dulce etc.). Igualmente cuando se realizan los volteos del material. Si es un olor indicativo de procesos anaerobios se deben tomar las medidas pertinentes para corregir la situación. Al comprobar el olor, y sus posibles incidencias, es muy importante considerar la dirección del viento.</p>																																																
Incidencias	<p>Cada vez que se detecte cualquier incidencia en la zona de compostaje ésta debe ser anotada e informada a quien corresponda. Además se deben tomar las medidas correctivas necesarias, las cuales también deberán quedar registradas.</p>																																																
Ficha de seguimiento	<p>Durante o inmediatamente después de cada visita se debe rellenar una ficha de seguimiento que contenga toda la información percibida y medida según el protocolo de trabajo. En estas fichas debe quedar igualmente reflejado cada aporte de estructurante, clausura de compostadores, etc.</p> <table border="1" data-bbox="491 1624 1348 1982"> <thead> <tr> <th colspan="2">IGLESIA</th> <th colspan="2">TECNICO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>FECHA</td> <td>25/10/2017</td> <td colspan="2">Estructurante</td> </tr> <tr> <td>PARTICIPANTES/ZONA COMPOSTADOR</td> <td>-</td> <td>1</td> <td>Josita Sánchez Arizmendiarieta Poda triturada (GRUESA) 2</td> </tr> <tr> <td>SITUACIÓN</td> <td>Activo</td> <td></td> <td>Maduración </td> </tr> <tr> <td>TEMPERATURA PROMEDIO (°C)</td> <td></td> <td>43,4</td> <td>37,1</td> </tr> <tr> <td>HUMEDAD</td> <td></td> <td>OK</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>RIEGO</td> <td></td> <td>No</td> <td>No</td> </tr> <tr> <td>VOLTEO</td> <td></td> <td>Si</td> <td>No</td> </tr> <tr> <td>IMPROPIOS</td> <td></td> <td>No</td> <td>No</td> </tr> <tr> <td>ADICIÓN ESTRUCTURANTE</td> <td></td> <td>Si</td> <td>No</td> </tr> <tr> <td>OBSERVACIONES</td> <td colspan="3">El material se encuentra sin tapar. Presencia de dípteros. Este problema es indicativo de una mala gestión de los compostadores. Se debe realizar el mezclado con el objetivo de corregir las desviaciones o incidencias detectadas. Tras el volteo, se debe cubrir el material fresco con material estructurante.</td> </tr> <tr> <td>PROTOCOLO A SEGUIR</td> <td colspan="3">-----</td> </tr> </tbody> </table> <p>Es importante sacar fotos de aquellos aspectos que se consideren</p>	IGLESIA		TECNICO		FECHA	25/10/2017	Estructurante		PARTICIPANTES/ZONA COMPOSTADOR	-	1	Josita Sánchez Arizmendiarieta Poda triturada (GRUESA) 2	SITUACIÓN	Activo		Maduración 	TEMPERATURA PROMEDIO (°C)		43,4	37,1	HUMEDAD		OK	OK	RIEGO		No	No	VOLTEO		Si	No	IMPROPIOS		No	No	ADICIÓN ESTRUCTURANTE		Si	No	OBSERVACIONES	El material se encuentra sin tapar. Presencia de dípteros. Este problema es indicativo de una mala gestión de los compostadores. Se debe realizar el mezclado con el objetivo de corregir las desviaciones o incidencias detectadas. Tras el volteo, se debe cubrir el material fresco con material estructurante.			PROTOCOLO A SEGUIR	-----		
IGLESIA		TECNICO																																															
FECHA	25/10/2017	Estructurante																																															
PARTICIPANTES/ZONA COMPOSTADOR	-	1	Josita Sánchez Arizmendiarieta Poda triturada (GRUESA) 2																																														
SITUACIÓN	Activo		Maduración 																																														
TEMPERATURA PROMEDIO (°C)		43,4	37,1																																														
HUMEDAD		OK	OK																																														
RIEGO		No	No																																														
VOLTEO		Si	No																																														
IMPROPIOS		No	No																																														
ADICIÓN ESTRUCTURANTE		Si	No																																														
OBSERVACIONES	El material se encuentra sin tapar. Presencia de dípteros. Este problema es indicativo de una mala gestión de los compostadores. Se debe realizar el mezclado con el objetivo de corregir las desviaciones o incidencias detectadas. Tras el volteo, se debe cubrir el material fresco con material estructurante.																																																
PROTOCOLO A SEGUIR	-----																																																

	<p>relevantes: incidencias de proceso, estado del material, desperfectos en la zona de compostaje, etc.</p> <p>En el capítulo 10 de trazabilidad y el Anexo 1 se detalla esta tarea.</p>
Acopio de estructurante	<p>Se deben mantener los cajones de estructurante llenos, además de garantizar el correcto estado del mismo y su calidad. Por lo tanto, es necesario disponer de una logística de reparto del material estructurante a cada zona de compostaje. Un buen estructurante debe cumplir estas condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El estructurante debe ser directamente de la poda de ramas y árboles, sin haber pasado previamente por ningún tipo de tratamiento. • Son restos de material leñoso, no herbáceos. • Los restos de poda deben estar limpios, sin estar mezclados con otro tipo de restos y debe ser triturado a una granulometría adecuada.
Registro	<p>Al finalizar las visitas de la jornada, todos los datos de la ficha de seguimiento deben ser registrados en un sistema de registro digital. Este sistema debe garantizar la trazabilidad de todos los lotes de biorresiduos en proceso en las zonas de compostaje comunitario visitadas.</p>
Toma de muestras	<p>En el caso de estar establecido una analítica de compost de un lote o sublote, se deberá tomar una muestra representativa del material siguiendo un protocolo establecido.</p>

8.2.2. Tareas de mantenimiento

Volteos	<p>Se debe voltear periódicamente el material en proceso en el compostador. El material que se encuentra en la fase de fermentación requiere de unos volteos más intensos y frecuentes, mientras que el material en maduración no se debe voltear tan a menudo. Es recomendable utilizar en esta operación un aireador largo con forma de espiral en su extremo. Los objetivos principales de los volteos son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Recuperar la porosidad de la matriz asegurándose así la aireación del material. • Homogeneizar la mezcla de los restos orgánicos y el estructurante, rompiendo los agregados o tormos de materia compactada que pudiese haber. • Homogeneizar el nivel de humedad de todo el material.
Riegos	<p>Siempre que el material pierda humedad, se debe realizar un riego con el objetivo de humectar la mezcla. El riego tiene que hacerse de forma suave mientras se voltea, para que la humedad se homogeneice en todo el volumen de material en proceso en el compostador.</p> <p>Es muy importante evitar que se pierda humedad hasta llegar a secar el material por la dificultad añadida que representa recuperar la humedad del material seco.</p>
Aporte de estructurante/ material complementario	<p>Para evitar una compactación excesiva o episodios de excesiva humedad, se debe realizar un aporte de material estructurante. Éste tiene que hacerse mientras se voltea para que la mezcla sea homogénea en todo el volumen del compostador.</p>
Vaciado de papeleras	<p>Si la zona de compostaje comunitario dispone de papeleras, los materiales allí depositados se deberán retirar en cada visita.</p>

Trasvase	<p>Una vez se ha llenado el primer compostador o módulo de aporte, es necesario trasladar todo el material de este módulo a otro, generalmente contiguo (ver capítulo 6).</p> <p>Entre otros aspectos, gracias a esta operación de trasvase, se consigue homogeneizar la mezcla, detectar y corregir posibles desviaciones que mediante los volteos son inapreciables y reactivar el proceso degradativo, de tal forma que se asegura la máxima eficiencia del mismo.</p>
Cribado	<p>Al finalizar el ciclo de compostaje, se criba el material, separando los materiales más resistentes a la degradación y que pueden ser reincorporados como parte del material estructurante. Esta acción se puede realizar en la misma zona en caso de que sea necesario.</p> <p>Es aconsejable guardar una pequeña muestra seca del producto final para, en caso de que se requiera, poder analizar el producto final (según el RD 865/2010 y el RD 506/2013).</p>
Almacenamiento / ensacado y distribución	<p>Si el compost no se reparte o utiliza inmediatamente se deberá considerar su acopio o almacenamiento en un espacio acondicionado para su retirada por la ciudadanía participante o usuaria de la/s zona/s de compostaje comunitario.</p> <p>También puede ser ensacado para su distribución y uso posterior (ver capítulo 10).</p>



9. La figura de la maestra o maestro compostador

Sea cual sea el sistema y tecnología que se implante para la gestión de restos orgánicos a escala comunitaria, se necesita la presencia periódica de una persona capacitada en el manejo de la zona de compostaje y con conocimientos prácticos que le permitan diagnosticar el estado del proceso, garantizar su eficiencia y tomar las medidas adecuadas para prevenir potenciales incidencias y afecciones en el entorno. Esta figura es la que se conoce habitualmente como la de “maestra” o “maestro compostador” y es un elemento imprescindible para el éxito de este modelo de tratamiento.

La necesidad de este personal en el desarrollo del modelo de compostaje comunitario abre las puertas a la creación de empleo local, especialmente en zonas rurales más aisladas, donde ya no sólo es el beneficio de desarrollar nuevos puestos de trabajo, si no que además se estaría fomentando el arraigo de población gracias a esta diversificación de la economía rural, ligada además a lo que se conoce como “empleo verde”.

“El modelo de compostaje comunitario abre las puertas a la creación de empleo local, especialmente en zonas rurales más aisladas.”

“Además, ésta se puede enfocar hacia colectivos con riesgo de exclusión social.”

Además, por el tipo de actividad a desarrollar, esta se puede enfocar hacia empresas y colectivos que promuevan la integración de personas con algún tipo de riesgo de exclusión social. La combinación de ambos factores, empleo local e integración social, resulta también una fortaleza del modelo de compostaje comunitario de cara a su apoyo por la población de la zona.

9.1. Las tareas de la maestra o maestro compostador

Las **principales tareas** que desempeñan se clasifican en dos categorías: la técnica y la social.

I. **TÉCNICA** (descritas en detalle en el capítulo 8)

- A. **Visitas de seguimiento:** Este es el tipo de tareas que el maestro compostador debe realizar en todas sus visitas.
 - a. Medición de temperatura de todos los módulos de la zona donde haya material en proceso.
 - b. Comprobar el estado de humedad del material en proceso en esos mismos módulos.
 - c. Comprobar el nivel de compactación (o porosidad) del material en proceso.
 - d. Medir el nivel de llenado de los módulos de aportación.
 - e. Comprobar si se percibe algún olor indicativo de malas condiciones de proceso y/o de gestión en la zona de compostaje comunitario.
 - f. Revisar el estado de la zona para detectar posibles incidencias y tomar medidas para resolverlas.
- B. **Visitas de mantenimiento:** Este tipo de visitas no deberían ser tan frecuentes como las de seguimiento, ya que están asociadas a tareas específicas de gestión y

manejo de los compostadores para garantizar la eficiencia del proceso. Las principales tareas de estas visitas son las siguientes:

- a. Volteos del material en los módulos de compostaje. Así se garantiza la porosidad y homogeneidad de los materiales y sus condiciones de proceso.
- b. Riegos del material en proceso que presente un nivel de humedad insuficiente para garantizar la eficiencia del proceso.
- c. Trasvases de todo el material de un módulo al contiguo. En esta operación se debe garantizar que todo el material trasvasado se aporta con las mismas condiciones de humedad, homogeneidad y porosidad.
- d. Aporte adicional de material estructurante o complementario.
- e. Cribado del material que se considere que ha completado el proceso.

II. **SOCIAL:** La persona que realiza la función de “*maestra o maestro compostador*” es la figura visible del modelo de gestión de cara a las personas usuarias de las zonas de compostaje comunitario y la referencia a la que dirigirse en primer lugar para trasladarle dudas, inquietudes, sugerencias, quejas, etc. Esta comunicación puede ser presencial, pero también se deberían implementar sistemas de comunicación vía telefónica, correo electrónico, oficina de atención al usuario, redes sociales, etc... El tener una actitud proactiva para atender a estas personas, dinamizar la participación de la zona y promover la incorporación de nuevos usuarios es una de las funciones más importantes de los maestros compostadores.

9.2. Formación de la maestra o maestro compostador

Para desempeñar adecuadamente estas tareas es muy importante que el personal que va realizar el papel de “maestros compostadores” reciba una **formación específica**, teórica y práctica, en los respectivos campos de actuación en los que desempeñarán sus funciones. A modo de ejemplo, estos son los bloques formativos que se diseñaron para el plan de formación de maestros compostadores en el *Plan Revitaliza* de la Diputación de Pontevedra:

- I. Residuos, medio ambiente, normativa específica y educación ambiental.
- II. Recogidas/Tratamientos de los Residuos Sólidos Municipales.
- III. Compostaje: Ciencia, tecnología, implantación y usos.
- IV. Diseño, estrategia y funcionamiento del plan local de gestión de residuos.
- V. Prácticas de manejo de compostadores comunitarios.

Además, de forma transversal a estos bloques, se incluyen aspectos formativos específicos relacionados con el desarrollo de las capacidades de comunicación social, ya que deben desempeñar su actividad en contacto directo con la ciudadanía.

Un debate muy habitual en torno a la figura de la maestra o maestro





compostador es si este ha de ser un papel voluntario con habitantes de la zona o un profesional contratado por la administración o promotores del modelo de compostaje comunitario.

Los ejemplos que hay del uso de voluntarios locales, como en la región de Flandes, se basan fundamentalmente en personas jubiladas que gestionan zonas de compostaje comunitario de aporte voluntario, que no están concebidas como un modelo alternativo a la recogida selectiva de la fracción orgánica en la localidad. Por tanto, estas zonas no necesitan garantizar una eficiencia óptima de tratamiento en todo momento. Además en Flandes se ha adoptado el modelo de compostaje VFG⁶, con lo que el proceso biológico no es tan intenso como en los modelos donde se incluye todo tipo de restos orgánicos de origen doméstico y sus requerimientos de manejo son más simples.

En el enfoque de esta guía, donde se proponen modelos de zonas de compostaje comunitario que sustituyan a los modelos de recogida selectiva y transporte de biorresiduos, la eficiencia técnica, ambiental y económica obliga a: gestionar todo tipo de biorresiduos, asegurar la máxima eficiencia de las zonas de compostaje para cumplir con la capacidad de tratamiento dimensionada y garantizar la ausencia de afecciones ambientales. En este planteamiento, y especialmente en los primeros años desde su implantación, es imprescindible contar con personal formado específicamente para gestionar las zonas (tal y como se ha descrito) cumpliendo con las tareas descritas en esta guía. Más adelante, cuando el modelo esté afianzado en la población se puede plantear la formación de personas del vecindario que deseen hacer labores voluntarias de seguimiento y/o mantenimiento de las zonas de compostaje comunitario, lo que permitirá reducir la carga de trabajo de los maestros compostadores profesionales en esa localidad.

⁶ VFG = *Vegetables, Fruits and Gardening* (verduras, frutas y restos de jardín)

10. Trazabilidad de las zonas de compostaje comunitario

10.1. Metodología propuesta

Es importante para cualquier proceso de compostaje que se pueda realizar un seguimiento y registro de los diferentes materiales aportados, parámetros monitorizados y actividades realizadas, con el fin de garantizar la trazabilidad de todos ellos y para todo momento, así como para garantizar que se cumplen los requisitos de temperatura mínima y tiempo que marcan algunas de las normativas existentes (ver punto 4.3.)

Para ello es preciso que el protocolo de operación de las zonas de compostaje comunitario incluya las pautas para realizar una correcta identificación, medida y registro de todos los elementos implicados en el desarrollo del proceso y su gestión, previéndose en qué formato se van a efectuar los registros.

Como unidad de seguimiento se consideran los lotes y sublotes (definidos en el apartado 3). Los registros de los lotes se deben integrar en un libro de operación o manejo, recomendando que sea en formato digital (los datos se pueden tomar en papel y posteriormente transcribirlos o bien directamente en ordenador o *Tablet*), o mediante una aplicación específica para *smartphones*, de tal modo que toda la información recogida por el maestro o maestra compostador durante la visita sea integrada en el registro en el mismo momento. Se recomienda que se almacene toda la información en la nube.

Es aconsejable que todas las zonas de compostaje que pertenecen al mismo promotor, realicen el mismo protocolo de trazabilidad y el mismo método de registro de los datos, consolidando así toda la información en una plataforma única y accesible por todos los gestores, promotores o entidades de control vinculados.

10.2. Elementos o parámetros que requieren de trazabilidad en cada etapa de la gestión

A) Puesta en marcha de la zona de compostaje comunitario

- Ubicación (georreferenciada).
- Fecha y hora de la instalación.
- Tipo y número de compostadores, código de cada módulo instalado en la zona.
- Características y equipamientos de la zona (punto de agua, cubo para impropios o bolsas, aireador, zona o caja para material estructurante, vallado, etc.).
- Protocolo de manejo/trasvases.
- Número y tipo de usuarios (se debe ir actualizando).
- Tipo de primeras aportaciones (por usuarios, por operario del punto, etc.).
- Tipo de protocolo de seguimiento y periodicidad.
- Responsable técnico de la zona asignado.

B) Visitas de seguimiento

- Datos generales:
 - Código de la zona de compostaje comunitario.
 - Fecha, hora, técnico/s que realiza la visita.
 - Tiempo de la visita.
 - Temperatura ambiental.
 - Condiciones meteorológicas.
- Parámetros para revisar en cada módulo:
 - Identificación del código correspondiente a cada lote o sublote.
 - Estado: activo, no activo, fase.
 - Temperatura.
 - Humedad.
 - Grado de compactación.
 - Nivel de llenado.
 - Fotos.
 - Incidencias: olores, tipo de impropios, moscas, roedores, lixiviados, etc.
- Otros:
 - Tipo de estructurante y llenado de los cajones o zona de acopio.

Ver más detalle del protocolo de las visitas de seguimiento y como tomar los datos listados en el Apartado 8.2.

Permite verificar que el proceso se desarrolla correctamente, que se consiguen los parámetros de higienización e identificar y registrar las incidencias que tendrán que ser solventadas.

C) Visitas de mantenimiento

- Datos generales:
 - Código de la zona de compostaje comunitario.
 - Fecha, hora, técnico/s que realiza la visita.
 - Tiempo de la visita.
 - Condiciones meteorológicas.
- Tareas de mantenimiento realizadas en cada módulo:
 - Identificación del código correspondiente a cada lote o sublote.
 - Volteo
 - Riego, indicando cantidad aportada si es posible
 - Aporte de estructurante/material complementario, tipo y cantidad.
 - Traslado, módulo de destino y nivel de llenado después del traslado.
 - Incidencias detectadas y protocolo de corrección.
 - Fotos.

Ver más detalle del protocolo de las visitas de mantenimiento y como tomar los datos listados en el Apartado 8.2.

Permite verificar que se sigue el protocolo de manejo y, en su caso, registrar cómo se corrigen las incidencias detectadas.

D) Compost: extracción, uso y analíticas

- Extracción:
 - Datos generales:
 - Código de la zona.
 - Identificación del código correspondiente a cada lote o sublote.
 - Fecha, hora, técnico/s que realiza la visita.
 - Tiempo de la visita.
 - Tareas de cribado: sí/no, estimación o peso del material descartado y destino.
 - Estimación del volumen o peso de compost retirado y útil.
 - Características: apariencia, color, olor, impropios, etc.
 - Fotos.
- Destino y uso del compost:
 - Lugar de acopio: dentro/fuera de la zona de proceso, identificación de lotes o sublotes que lo forman,...
 - Tipo de acopio: a granel, ensacado, otros.
 - Usuarios: Nombre y tipo de usuarios, fecha de la retirada,
 - Tipo de aplicación: horticultura urbana-periurbana, jardinería, agricultura.
- Analíticas:
 - Toma de muestras representativas del lote para realizar las analíticas establecidas: fecha, responsable, número de muestras, peso o volumen, código asignado, laboratorio de destino de la muestra.
 - Para cada muestra, informe de laboratorio y resultados.

Permite verificar la calidad y propiedades del compost y conocer la distribución y uso del compost. Mediante las cantidades de compost se podría llegar a estimar las aportaciones de material de entrada.

10.3. Métodos para estimar o calcular las cantidades de materiales tratados

Como se ha comentado, será de especial interés poder calcular de la forma más fiable y aproximada posible las cantidades de materia orgánica gestionadas mediante compostaje comunitario, ya que éstas contabilizarán para estimar el cumplimiento de los objetivos de reciclado establecidos por la UE. Aunque existe mucho debate sobre el método más afectivo y se está trabajando en mejorar la metodología, a continuación se proponen algunas fórmulas de cálculo o estimación:

- Midiendo el peso directo de los materiales aportados (de cada aportación) con una báscula y estimación del volumen de estructurante añadido.
- Estimando o midiendo las cantidades de compost. Si se conoce los rendimientos vinculados al modelo de módulos/tipo de manejo, se pueden estimar las cantidades de material entrado a proceso.
- Si se dispone las cantidades de fracción resto recogidas y su composición específica y representativa, se puede establecer la diferencia con las nuevas cantidades recogidas después de introducir el compostaje comunitario, que tendría que corresponder a la materia orgánica tratada.
- Otras.

11. El producto final

El compost es un producto que se define como: “*Producto orgánico higienizado y estabilizado, obtenido mediante descomposición biológica aerobia y termófila bajo condiciones controladas, de materiales orgánicos biodegradables autorizados y siempre recogidos selectivamente en origen*”. Esta definición engloba todas las consideraciones establecidas tanto en la Ley 22/2011 de residuos y suelos contaminados, como en el RD 865/2010 sobre sustratos de cultivo y en el RD 506/2013 sobre productos fertilizantes y su actualización (RD 999/2017).

El principal objetivo de la utilización de este compost es utilizarlo como herramienta para fomentar la participación y concienciación de la ciudadanía local en el ámbito de la gestión de los residuos orgánicos y del cuidado del medio ambiente. Para ello es necesario dar utilidad al compost empleándolo en agricultura y jardinería en el entorno más próximo posible a su lugar de elaboración. De esta manera se hace más visible y patente para la ciudadanía la correcta gestión de la materia orgánica. En cualquier caso, dentro de la estrategia de implantación del compostaje comunitario, la distribución local del compost resultante no pretende ser objeto de una actividad económica por lo que no se plantea su venta ni comercialización.

En la siguiente Tabla se muestran los requerimientos que deberían considerarse para el compost generado en este modelo:

MODELO COMPOSTAJE COMUNITARIO GENERAL

Los usos y parámetros analíticos considerados dependerán de la forma de presentación y de la legislación vigente en cada momento:

a) Sacos de menos de 1 kg:

Si se ensaca en bolsas de menos de 1 kg, su distribución y uso quedan exentos de cumplir la normativa de fertilizantes, por lo que no requería analítica alguna, siempre que se emplee para “cultivar, en viviendas o locales habitados, plantas ornamentales o de flor (jardinería doméstica y plantas de interior)”. Este hecho debe ser especificado en la etiqueta. Esta opción es muy adecuada para campañas de educación ambiental y promoción del uso del compost.

b) Sacos de más de 1 kg o a granel:

Se debe de garantizar su trazabilidad hasta su uso final. Cada partida debe ir asociada, física o virtualmente, a la documentación de acompañamiento. Esta documentación deberá contener la información requerida en la normativa vigente en función de su uso:

1. **Como Fertilizantes:** Número de Registro de producto fertilizante. Número de lote y analítica según RD 506/2013. En dicho caso su uso será sin restricciones.
2. **Como Sustrato:** Trazabilidad y analítica anual según RD 865/2010. Uso como sustrato: cultivo de plantas en medios distintos del suelo *in situ*. Como parámetros microbiológicos se consideran suficientes los definidos en el RD 506/2013.

11.1. Características del compost

Desde el punto de vista organoléptico, su coloración debe ser pardo oscuro, su aspecto homogéneo y suelto, y exento de materiales de origen no orgánicos como cristales, plásticos, metales, etc.. Además, sus características deben ser estables en el tiempo para no generar olores desagradables ni otros problemas asociados a haber sido extraído de los compostadores

con un bajo grado de estabilidad y/o madurez. Bajo condiciones normales de utilización será inocuo para las plantas, los animales y las personas.

Cualquier tipología de compost debe ir acompañado física, o virtualmente, de documentación que lo identifique indicando al menos el número de lote, fabricante y origen, así como información sobre su composición, posibles usos y forma de contacto con el elaborador.

La documentación de cada lote debe de incluir los registros de temperatura para garantizar que el material compostado ha sido sometido a una intensa fase termófila de, al menos, un período de 14 días a 55°C. Este requisito es asociado al cumplimiento de las exigencias de la normativa de Subproductos Animales No Destinados Consumo Humano (SANDACH).

11.2. Almacenamiento y distribución

El compost final se debe almacenar ensacado o a granel en lugar seco y protegido del sol, viento y la lluvia. El lugar donde se almacena debe estar delimitado e identificado para evitar posibles contaminaciones procedentes de acciones humanas, presencia de animales o propagación de semillas de vegetación adventicia.

11.3. Recomendaciones de manejo y uso

Los posibles usos del compost son muy diversos, pudiéndose usar como abono o como medio de cultivo, sustrato o ingrediente de sustrato para horticultura, fruticultura y jardinería tanto urbana como doméstica.

- **abono** en superficie o enterrado en los primeros centímetros del suelo a la dosis de 0-5 kg de compost por metro cuadrado dependiendo del cultivo y de las condiciones edafoclimáticas. En superficies continuas de mas de 5.000 m² no aplicar dosis superiores a los 250 kg de nitrógeno por hectárea.
- **sustrato** o medio de cultivo en contenedores, jardineras, macetas, bancales, parterres y cultivos en suelos no naturales. Los usos y dosificaciones de referencia se desarrollan en la tabla adjunta:

Plantaciones	Relación compost:otro
Plantas en general	Mezclas volumétricas 1:1 (compost:otro material). Ejemplo: tierra, turba, arena, etc.
Plantas sensibles a la salinidad	Mezclas volumétricas 1:3 (compost: otro material). Ej. Turba, arena, tierra, etc.
Alcorques de los árboles otoño/primavera	Según tamaño copa: 5 L·m ⁻²
Céspedes urbanos y deportivos (recebo, medio cultivo)	Mezcla volumétrica 1:1 (compost:arena)
Desaconsejado, o uso moderado, en semilleros y en especies muy sensibles a salinidad.	



En todo caso, dada la gran variedad de posibles usos de los compost procedentes de biorresiduos, así como las diferentes especies y condiciones de cultivo que se pueden dar en el ámbito urbano y periurbano, se recomienda ensayar previamente su utilización. Para ello hay **sencillas técnicas de evaluación**⁷ del compost donde se puede determinar cuál es la dosis de aplicación más adecuada.

Una vez determinada la dosis y condiciones de uso del compost hay varias opciones: reparto del compost entre los usuarios actuales y potenciales de la zona de compostaje comunitario, empleo del compost para las necesidades municipales, fiesta del compost, etc.

En cualquier caso es muy recomendable que en las condiciones de uso del producto se incluyan prácticas lógicas y básicas de **higiene** tras su manipulación, como: lavarse las manos después de usar el compost, no ingerir alimentos o fumar mientras se manipula, etc...

⁷ [Enlace al vídeo tutorial para realizar sencillos ensayos de evaluación de un compost de biorresiduos.](#)

12. Incidencias más habituales

Habitualmente las incidencias se deben a un mal manejo de las zonas de compostaje comunitario, que puede producirse por parte de la ciudadanía usuaria como por el personal encargado del mantenimiento y gestión sin una formación técnica adecuada. Cuando se detectan estas incidencias, el maestro compostador debe implementar las medidas correctoras pertinentes para solucionarlas. No obstante, como criterio general es aconsejable seguir las siguientes indicaciones:

“Cuando se detectan estas incidencias, el maestro compostador debe implementar las medidas correctoras pertinentes para solucionarlas.”

⇒ “Si la incidencia no es grave, el compostador podrá seguir siendo utilizado, pero si se da el caso de encontrarse con una incidencia grave (como puede ser la aparición de roedores), se procederá a la clausura del compostador y se abrirá uno nuevo”.



⇒ En el caso de que ocurran incidencias graves o gran cantidad de incidencias leves, se avisará e informará a las personas usuarias inscritas en la zona para recordarles el método de trabajo y, si fuera conveniente, se convocaría una reunión con todos los usuarios para recordar las incidencias que ha habido y volver a darles una formación técnica en caso de que fuera necesario”.

12.1. Dimensionamiento inadecuado

La cantidad de biorresiduos aportados en los compostadores no es coherente con la capacidad real de tratamiento de las zonas de compostaje y/o el protocolo de funcionamiento establecido, por lo que difícilmente se pueden conseguir las condiciones de proceso adecuadas que garanticen el rendimiento previsto inicialmente en la zona.



12.2. Escasez de humedad durante el proceso

Una mala gestión de la humedad durante el proceso de compostaje deriva en la inhibición del proceso. Es decir, si no se realizan riegos eventuales y el único aporte de humedad proviene del contenido de agua inicial de los biorresiduos, los niveles de humedad que se alcancen serán limitantes para la actividad biológica de los microorganismos y, como consecuencia, al ser un proceso ineficiente los módulos de aporte se irán llenando más rápidamente de lo previsto en el dimensionamiento, no pudiendo completarse el tiempo mínimo necesario de proceso para conseguir la madurez deseada del material.



12.3. Presencia de dípteros

Otra de las incidencias habituales es la aparición de la denominada “mosca de la fruta” (*Drosophila melanogaster*), usual en estos sistemas en unas condiciones de proceso concretas. Estos insectos se ven atraídos por la presencia de los restos orgánicos en fermentación y, si es abundante la aparición de este díptero, supone una de las causas más comunes por las que los usuarios abandonan la participación. Sin embargo, en ningún caso es un organismo peligroso ni supone ninguna afección ambiental o de salubridad negativa. Su presencia es únicamente una señal indicativa de una mala gestión de los compostadores.



A su vez, otra incidencia habitual es la aparición y proliferación de otro díptero, la mosca común (*Musca domestica*) que también es una evidencia de una gestión inadecuada de los compostadores. Este hecho sucede porque estos insectos se ven atraídos por el material en fermentación (del que se alimentan) y, si el proceso de compostaje se está desarrollando inadecuadamente, estos dípteros depositan sus huevos en el material en proceso y las consiguientes larvas se desarrollan sin problema al encontrar alimento y refugio. En cualquier caso hay que destacar que su presencia en ningún caso afecta a la calidad del producto final.

12.4. Presencia de roedores

Por último, la aparición de roedores es una consecuencia directa de una mala gestión de la zona de compostaje. En aquellas zonas en la que los roedores tienen acceso al material interior de los compostadores, son atraídos por los restos frescos y, si el proceso de compostaje se encuentra inactivo o con una actividad biológica muy baja, estos animales se encuentran con un refugio provisto de alimento.

Si además la gestión de la zona de compostaje comunitario no incluye una frecuencia y protocolo de volteos adecuada, especialmente en el material en maduración de los compostadores clausurados, estos se pueden acabar convirtiendo en refugio para los roedores.



12.5. Aparición de lixiviados y malos olores



Por lo general, una mezcla inadecuada de los biorresiduos y el estructurante, tanto por una incorrecta proporción de materiales como por una falta de homogeneidad, deriva en un exceso de humedad y/o compactación de la mezcla, lo que a menudo genera condiciones de anaerobiosis y, en cascada generación de compuestos gaseosos causantes de malos olores y lixiviados.

12.6. Presencia de impropios

En ocasiones se ha dado que en algunas de las zonas de compostaje comunitario se depositan de forma continuada materiales impropios no orgánicos mezclados con los biorresiduos. A pesar de que este hecho no supone un gran problema de cara al buen desarrollo del proceso de compostaje, de él pueden derivar ciertas incidencias tales como la aparición de malos olores, atracción insectos, etc. Así pues, es imprescindible que los operarios responsables del mantenimiento de las zonas retiren inmediatamente estos impropios siempre que se detecten. Si se repite la incidencia se deberá determinar si está causada por un fallo de comunicación a las personas usuarias de la zona o es una práctica deliberada de algún usuario concreto.



13. Propuesta de clasificación de zonas de compostaje comunitario

Las zonas de compostaje comunitario no corresponden a un único modelo. Allá donde se han ido extendiendo y donde se han convertido en una alternativa exitosa a la gestión de biorresiduos, lo han sido porque se ha adaptado su diseño y/o protocolo de funcionamiento a las circunstancias de cada lugar. Pero estas adaptaciones han tenido unas características comunes. Características que garantizan que es posible alcanzar las condiciones de proceso necesarias para que el proceso biológico se pueda considerar eficiente y sin afecciones ambientales, así como para que el producto resultante cumpla los requisitos legalmente exigidos a un compost. Pero también, dentro de esta diversidad de modelos, se presenta una importante variabilidad de parámetros que, inadecuadamente manejados o atendidos, suponen una mayor vulnerabilidad de estas zonas de compostaje comunitario a un mal funcionamiento ante un manejo inadecuado o unas circunstancias ambientales adversas.

Debido a esta realidad se hace necesario plantear un sistema de evaluación y clasificación de las zonas de compostaje que permita identificar, ya en la fase de proyecto, su nivel de vulnerabilidad, para así poder determinar el grado de control y monitorización que se le deberá exigir desde la administración competente. A la vez esta clasificación también puede servir de guía para escoger el modelo con más garantías a la hora de diseñar una iniciativa o para seleccionar los elementos que pueden comportar una mejora en el diseño para las experiencias ya existentes y operativas.

“...se hace necesario plantear un sistema de evaluación y clasificación de las zonas de compostaje que permita identificar, ya en la fase de proyecto, su nivel de vulnerabilidad, para así poder determinar el grado de control y monitorización que se le deberá exigir desde la administración competente.”

Para poder tener una variedad de tipos de zonas que permite englobar todos los modelos que actualmente funcionan de manera correcta, pero que a su vez no suponga una elevada dispersión de variantes de modelos, se propone una clasificación basada únicamente en tres tipos. Cualquier modelo cuyos parámetros de diseño encajen en uno de los tres tipos de zonas debe poder funcionar sin problemas, pero las que sean clasificadas como de Tipo 3 son más vulnerables a sufrir problemas o afecciones que las de Tipo 1. En base a este planteamiento, en los requisitos exigidos a cada una, se le requerirá más control y seguimiento a las de Tipo 3 que a las de 1.

“Se han considerado seis parámetros de clasificación que se han de cumplir en su totalidad para que la zona pueda ser considerada dentro de esa tipología: Tipo 1, Tipo 2 o Tipo 3.”

Se han considerado seis parámetros de clasificación que se han de cumplir en su totalidad para que la zona pueda ser considerada dentro de esa tipología: Tipo 1, Tipo 2 o Tipo 3 (Tabla 1). Si no se cumple alguno de los requisitos marcados la zona va perdiendo categoría (de 1 a 2, de 2 a 3) y por ello se incrementa el seguimiento y control a la que será sometida posteriormente. Si no cumple al menos los requisitos de Tipo 3 no se debería considerar como un modelo de compostaje comunitario aceptable o apto y, en ningún caso, se podría considerar como opción alternativa o complementaria a la recogida selectiva de biorresiduos.

Tabla 1.- Clasificación de zonas de compostaje comunitario y especificaciones a cumplir.

PARÁMETRO	CARACTERÍSTICAS CLASIFICATORIAS		
	ZONA TIPO 1	ZONA TIPO 2	ZONA TIPO 3
Perfil operarios (MC ¹)	Profesional con formación técnica específica	Operarios municipales o equivalente	Voluntarios con formación técnica específica
Disponibilidad estructurante	Partícula >5 mm <15 mm / Vol. mezcla 1:1	Partícula >15 mm / Vol. mezcla 1:1	Partícula >25 mm / Vol. 1:1
Disponibilidad agua ²	Punto en la zona de CC ³	Punto en la zona de CC ³	Punto en la zona de CC ³
Nº de trasvases por lote	2	1	1
Nº MCs por equipo de trabajo que atiende la zona	2 MCs	1 MCs	1 MCs
Nº módulos aportación ⁴ /equipo MCs/día	≤ 17 módulos visitados x MC y día	≤ 24 módulos visitados x MC y día	≤ 30 módulos visitados x MC y día

¹ MC = maestro compostador

² Se refiere a disponer de una toma de agua en la zona de compostaje comunitario o a acreditar que se dispone de un punto móvil de agua que cumple las garantías necesarias para la tarea de riego del material en proceso (maquinaria limpieza o similar).

³ Zona de CC = zona de compostaje comunitario

⁴ Módulo de aportación = Aquellos módulos de la zona de compostaje donde las personas usuarias depositan los biorresiduos frescos.

Una vez clasificada la zona se establecen los requisitos que se le exigirán (Tabla 2). Todas las clases tienen unos requisitos comunes que han de cumplir y unos requisitos específicos que varían según sea de Tipo 1, 2 ó 3. En base a estos requisitos, además de dar garantías de funcionamiento de los tres tipos de zonas, también se puede desincentivar la selección o implantación de zonas de compostaje de Tipo 3 (o 2) e intentar que, con el tiempo, sea más viable dedicar el esfuerzo y los recursos a diseñar y plantear desde un principio zonas de Tipo 1. O bien, que aquellas iniciativas existentes se adapten o evolucionen hacia zonas de Tipo 1.

Tabla 2.- Requisitos exigibles a las zonas de compostaje comunitario según su clasificación.

PARÁMETRO	REQUISITOS EXIGIDOS SEGÚN CLASIFICACIÓN		
	ZONA TIPO 1	ZONA TIPO 2	ZONA TIPO 3
Comunes			
Campaña información/sensibilización	Sí		
Trazabilidad / transparencia	Sí		
Parámetros analíticos exigidos (mínimo)	Metales pesados, <i>E. coli</i> , <i>Salmonella</i>		
Uso del compost	Si cumple parámetros no debería tener restricciones. No se considera su comercialización.		
Higienización (Tª / tiempo)	Como mínimo debe cumplir la relación de 55°C / 14 días		
Distancia a viviendas	Según acuerdo de la administración promotora y los residentes		
Específicos			
Frecuencia mínima visitas de MC a cada módulo	1 cada 2 semanas	2 semanales	>3 semanales
Frecuencia analíticas ⁽¹⁾	Primer lote + 1 anual	Primer lote + 1 semestral	Primer lote + 1 cuatrimestral
Auditorías externas	Bianual	Anual	Semestral
Capacidad máxima por zona	10 m ³ ⁽²⁾	10 m ³	6 m ³
Tiempo de proceso mínimo	3 meses	4 meses	6 meses

(¹) Para las zonas Tipo 2 y Tipo 3, si cumplen todo un año con analíticas correctas para todos los parámetros, podrán pasar, al año siguiente, a una frecuencia analítica de Tipo inmediatamente superior (Tipo 3 a Tipo 2 ó Tipo 2 a Tipo 1). A partir de ese momento, en el caso de que una analítica sea desfavorable en algún parámetro, deberán volver a la frecuencia analítica correspondiente con su clasificación.

(²) En casos concretos y justificados se pueden considerar zonas de mayor capacidad, como puede ser el caso de núcleos poblaciones donde se necesita un ligero incremento de la capacidad de la zona para asumir el tratamiento de todos los biorresiduos generados por sus habitantes.

En este contexto faltarían los modelos que se podrían definir como "educativos" (colegios, centros educativos, etc.) o "demostrativos" (para ciertos casos donde se pretende empezar a enseñar a la gente que es el compostaje comunitario). Ninguno de ellos se consideran modelos que plantean una alternativa real a la gestión de biorresiduos, con lo que no se les demandaría el cumplimiento de los parámetros y controles exhaustivos, pero sí podrían encajar o basarse en una clase o categoría específicas según sus características de diseño.

14. Modelo de compostaje *in situ* modular restringido

En toda esta Guía nos hemos referido de forma genérica a un modelo de compostaje comunitario donde hay zonas en las que se realiza un aporte común de biorresiduos, que está ubicado en suelo público de acceso no restringido y donde el uso final del compost puede ser bien por repartición entre los participantes, o bien por la administración local en labores de jardinería municipal u otros. Es el modelo más habitual en el compostaje comunitario aplicado al tratamiento de los biorresiduos generados en núcleos urbanizados. En este modelo los recursos destinados suelen provenir de la administración pública: terreno, elementos de la zona de compostaje, materiales, acondicionamiento y personal (o al menos su formación).

Pero a la hora de adaptar el compostaje comunitario a las circunstancias, características y posibilidades de una localidad es necesario tener en cuenta que, además de los elementos comunes definidos en el capítulo 6 de este documento, se puede dar un segundo tipo de modelo de compostaje descentralizado que consideramos que debe ser tratado de forma diferenciada.

Este segundo caso o modelo de aplicación es el que se denominaría como “**compostaje *in situ* modular restringido**”. Es un modelo individual, ubicado en suelo de acceso restringido y con uso propio del compost producido⁸. Podrían incluirse en este modelo zonas residenciales privadas que instalaran y gestionaran su propia zona de compostaje comunitario y se quedarán con el compost para su propia utilización. Sería el equivalente (a una escala superior) al compostaje doméstico. También sería el caso general de grandes generadores o generadores singulares⁹ que, en sus propios terrenos, tienen una o varias zonas de compostaje individuales y de uso exclusivo, adecuadamente dimensionadas, para el tratamiento de los residuos orgánicos que generan en su actividad y para el posterior aprovechamiento del compost así producido. Al contrario de lo que sucede con los modelos denominados “educativos” o “demostrativos”, comentados en el capítulo anterior, este modelo sí se plantea como una alternativa real a la gestión local de los biorresiduos, donde no se precisaría su recolección diferenciada ni su transporte a un centro de tratamiento.

Obviamente, dentro de un mismo municipio o núcleo poblacional, este modelo puede convivir con el modelo de compostaje comunitario genérico, en una estrategia de descentralizar el tratamiento de los biorresiduos, adaptándola a las circunstancias concretas de cada localidad para maximizar su eficiencia, pero sin olvidar que estas zonas de compostaje *in situ* modulares restringidas deben garantizar siempre su eficiencia y correcto manejo y funcionamiento, siguiendo las pautas descritas en esta Guía.

Por tanto, aunque este modelo restringido suele estar impulsado por entes privados o colectivos particulares y ubicarse en espacios particulares, debería diseñarse para garantizar que ofrece un tratamiento adecuado según las cantidades y tipología de los residuos a compostar, así como que incluye los factores de proceso y gestión recogidos en anteriores apartados de esta Guía, incluida la necesidad de contar con una persona técnica formada para el manejo y monitorización de estas instalaciones de compostaje.

⁸ Ver definición de “Zona de compostaje *in situ* modular de grandes generadores” en el glosario del Capítulo 2.

⁹ Como pueden ser hoteles, restaurantes, centros de formación, centros de trabajo, residencias, albergues, etc.



En cualquier caso, y considerándolos únicamente a nivel técnico, los requerimientos de control y supervisión administrativa del producto final, el compost, podrían ser diferentes a los exigidos para compostaje comunitario, pero en todo caso deberá cumplir con la regulación legal correspondiente. En la siguiente Tabla se muestran los requerimientos mínimos que deberían considerarse para este modelo.

MODELO DE COMPOSTAJE *IN SITU* MODULAR RESTRINGIDO

Se recomienda, al menos, una analítica anual del compost resultante, tomando como referencia todos los parámetros analíticos comunes exigidos en la normativa de sustratos (RD 865/2010), y en la de fertilizantes (RD 506/2013):

- metales pesados,
- patógenos (*Escherichia coli* y *Salmonella*),
- materia orgánica,
- pH,
- conductividad.

15. Referencias


- City of Chicago (USA). 2015. *Amendment of Municipal Code Titles 7, 11 and 17 by modifying regulations for recycling facilities and urban farm accessory composting operations.*
- Comunitat Valenciana. 2018. ORDEN 18/2018, de 15 de mayo, de la Conselleria de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural, por la que se regulan las instalaciones de compostaje comunitario en el ámbito territorial de la Comunitat Valenciana.
- Council of the European Union. 2018. *Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council amending Directive 2008/98/EC on waste.*
- Diario Oficial de la Unión Europea. 2011. Decisión de la Comisión, de 18 de noviembre de 2011, por la que se establecen normas y métodos de cálculo para la verificación del cumplimiento de los objetivos previstos en el artículo 11, apartado 2, de la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo [notificada con el número C(2011) 8165].
- Environmental Agency (UK). 2010. *The Environmental Permitting (England and Wales) Regulations 2010.*
- European Commission Directorate. 2012. *Guidelines on the interpretation of key provisions of Directive 2008/98/EC on waste*
- Gobierno de las Islas Baleares. 2018. Proyecto de Ley de Residuos y Suelos contaminados de las Illes Balears. 22 junio 2018.
- Gobierno de Navarra. Departamento de Desarrollo Rural, Medio Ambiente y Administración Local 2018. Expediente 0003-0102-2017-000638 en relación a los requisitos para la implantación de plantas de compostaje.
- Gobierno Vasco. 2018. Proyecto de orden del Consejero de Medio Ambiente, Planificación Territorial y Vivienda, por la que se establece el régimen jurídico y las condiciones técnicas de las instalaciones y actividades de compostaje comunitario.
- Journal officiel de la République française n°0095 du 24 avril 2018. *Dispositions techniques nationales relatives à l'utilisation de sous-produits animaux et de produits qui en sont dérivés, dans une usine de production de biogaz, une usine de compostage ou en « compostage de proximité », et à l'utilisation du lisier*
- MAPAMA. 2018. Borrador de anteproyecto de ley por la que se modifica la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados
- New York City Community Composting Roundtable (Buckel, D. and Treuhaft, J.). 2014. *Community based composting - why maximum municipal support is necessary to honor long-term values of sustainability, and how to move forward in New York City.*
- Ohio EPA, Division of Materials and Waste Management. 2012. *Regulations for Community and Commercial Food Scrap Composting Facilities.*
- Puyuelo, B.; Colón, J.; Martín, P. & Sánchez, A. 2013. *Comparison of compostable bags and aerated bins with conventional storage systems to collect the organic fraction of municipal solid waste from homes. A Catalonia case study. Waste Management 33, 1381–1389*
- San Diego County (USA). 2016. *Composting at Community Gardens in Unincorporated San Diego County.*
- Vidoni, M. 2011. *Community Composting in Toronto: Closing the Food-Waste Loop*

16. Ejemplo de ficha de seguimiento

ZONA		TÉCNICO		FOTOS ZONA	
FECHA		Nombre y Apellidos		Maduración	Fecha trasiego
Nº PARTICIPANTES		Tipo de material estructurante empleado y origen			
COMPOSTADOR	1	2	3		
	Activo (llenado)	Activo	Fecha trasiego		
FASE	Fotos	Fotos			Fotos
Tº PROMEDIO (°C)	67,1	53,4			43,4
NIVEL DE LLENADO	35%	80%			55%
HUMEDAD	Exceso	OK			OK
RIEGO	No	No			No
VOLTEO	Si	Si			No
IMPROPIOS	No	No			No
ADICIÓN ESTRUCTURANTE	Si	No			No
OBSERVACIONES	El material se encuentra sin tapar. Presencia de dipteros. Exceso de humedad				
PROTOCOLO A SEGUIR	Este problema es indicativo de errores en la gestión de los compostadores. Se debe realizar el mezclado con el objetivo de corregir las desviaciones o incidencias detectadas. Tras el volteo, se debe cubrir el material fresco con material estructurante. Voltear energicamente en los siguientes "mantenimientos".				
NOTAS	Únicamente se han analizado los compostadores que contienen material en fase de fermentación (ritenso proceso degradativo) ya que se ha comprobado que el material en maduración se encuentra en condiciones adecuadas de proceso.				

17. Ejemplos en compostaje comunitario

17.1. Leintz-Gatzaga (Gipuzkoa)

RESPONSABLE DE LA INSTALACIÓN	AYUNTAMIENTO DE LEINTZ-GATZAGA MUNICIPAL
TIPO DE INSTALACIÓN	
MODELO DE ZONA DE COMPOSTAJE	CASETA
Nº DE ZONAS DE COMPOSTAJE	1
Nº TOTAL DE MÓDULOS/CELDAS DE COMPOSTAJE	8
VOLUMEN TOTAL DE INSTALACIÓN (m ³)	10
Nº TÉCNICOS RESPONSABLES	1
Nº OPERARIOS MANTENIMIENTO	1
Nº USUARIOS (habitantes)	215
Nº USUARIOS (grandes generadores)	4
BIORRESIDUOS GESTIONADOS (t·mes ⁻¹)	2,4
CARGA DE TRABAJO	4 horas/semana
OBSERVACIONES	Las zonas de compostaje gestionan la totalidad del biorresiduo generado en el núcleo urbano de Leintz-Gatzaga, pequeño municipio rural situado en la parte suroccidental de Gipuzkoa, lindando con la provincia de Álava. Tiene una extensión de 14,72 km ² con una densidad de 17,07 hab·km ⁻² . Cuenta con un pequeño casco urbano en donde reside el 70% de la población. El resto de la población vive diseminada en unos 35 caseríos distribuidos por el término municipal.

17.2. Itsasondo (Gipuzkoa)

RESPONSABLE DE LA INSTALACIÓN	AYUNTAMIENTO DE ITSASONDO MUNICIPAL
TIPO DE INSTALACIÓN	
MODELO DE ZONA DE COMPOSTAJE	MODULAR
Nº DE ZONAS DE COMPOSTAJE	8
Nº TOTAL DE MÓDULOS/CELDAS DE COMPOSTAJE	36
VOLUMEN TOTAL DE INSTALACIÓN (m ³)	36
Nº TÉCNICOS RESPONSABLES	1
Nº OPERARIOS MANTENIMIENTO	2
Nº USUARIOS (habitantes)	675
Nº USUARIOS (grandes generadores)	13
BIORRESIDUOS GESTIONADOS (t·mes ⁻¹)	6
CARGA DE TRABAJO	6 horas/semana
OBSERVACIONES	Las zonas de compostaje gestionan la totalidad del biorresiduo generado en Itsasondo, municipio guipuzcoano situado a 18 km de Tolosa y a 38 km de Donostia, con una superficie de 8,94 km ² . Se trata de un pequeño municipio semi-rural que cuenta con un casco urbano en el que vive el 85% de la población y en el que se localiza el 100% de los grandes generadores.

17.3. Isla de Zuhatza (Álava)

RESPONSABLE DE LA INSTALACIÓN	DIPUTACIÓN FORAL DE ÁLAVA
	PARTICULAR (Gran Generador)
<p>TIPO DE INSTALACIÓN</p>	
<p>MODELO DE ZONA DE COMPOSTAJE</p>	MODULAR
<p>Nº DE ZONAS DE COMPOSTAJE</p>	1
<p>Nº TOTAL DE MÓDULOS/CELDAS DE COMPOSTAJE</p>	24
<p>VOLUMEN TOTAL DE INSTALACIÓN (m³)</p>	24
<p>Nº TÉCNICOS RESPONSABLES</p>	2
<p>Nº OPERARIOS MANTENIMIENTO</p>	6
<p>Nº USUARIOS</p>	21.000 estancias
<p>BIORRESIDUOS GESTIONADOS (t·mes⁻¹)</p>	8,5
<p>CARGA DE TRABAJO</p>	8 horas/semana
<p>OBSERVACIONES</p>	<p>La zona de compostaje da servicio al albergue juvenil situado en la Isla de Zuhatza (Álava), una isla de 500.000 m² localizada en el embalse de Ullibarri-Gamboa, a 15 km de Vitoria-Gasteiz. Este albergue permanece abierto durante los meses comprendidos entre junio y octubre en el que se dan en torno a 21.000 pernottaciones.</p>