

COMPOST



Guía para el compostaje agrícola

Departamento de Recursos Agrícolas de Massachusetts,
División de Conservación Agrícola y Asistencia Técnica

mass.gov/agr

Revisado en 2023

Índice

Introducción.	1
Parte I: Normativa y proceso de registro	2
Parte II: Ciencia básica del compost.	6
Parte III: Elaboración de recetas de compost.	11
Parte IV: Métodos de compostaje	14
Parte V: Selección del emplazamiento	17
Parte VI: Diseño del emplazamiento.	20
Parte VII: Funcionamiento y mantenimiento.	23
Parte VIII: Proceso para reducir aún más los patógenos	27
Parte IX: Preparación de un plan para una instalación de compostaje	29
Parte X: Preparación de un plan de gestión de olores.	32
Apéndice A	
Registro de monitoreo de temperatura de la pila o hilera de compost.	35
Apéndice B	
Plan de gestión de olores	36



Introducción

Estas directrices están dirigidas principalmente a los agricultores de Massachusetts que se dedican al compostaje agrícola y, más concretamente, a aquellos que desean compostar materiales no generados en sus propias explotaciones agrícolas. Aunque el Estado de Massachusetts reconoce y fomenta el compostaje en la propia granja, existen consideraciones medioambientales y normativas estatales que dictan las circunstancias en las que una granja puede necesitar un permiso o un registro de compostaje.

En última instancia, el proceso de compostaje debe conducir a un material utilizable y de calidad que tenga valor para la aplicación en tierra. Este documento de orientación describe los elementos del compostaje que todos los operadores deben comprender antes de emprender esta práctica. En la Parte I de la guía se analizan las normativas estatales relativas al compostaje y el proceso de registro. En la Parte II se describe la ciencia del compostaje, que es un proceso biológico y requiere una comprensión básica. La Parte III describe la elaboración de recetas de compost. La Parte IV describe los métodos predominantes de compostaje. Las Partes V y VI identifican las consideraciones de planificación para la selección y el diseño del emplazamiento. La Parte VII describe los procedimientos de funcionamiento y mantenimiento necesarios para gestionar con éxito una operación de compostaje. En la Parte VIII se describe el proceso para reducir aún más los patógenos, un elemento importante del proceso de compostaje que constituye una buena práctica y puede eliminar la necesidad de un intervalo de aplicación antes de la cosecha de los cultivos alimentarios. La Parte IX describe la información a incluir en la preparación de un Plan de Compostaje para un Registro de Compostaje Agrícola del Departamento de Recursos Agrícolas de Massachusetts ("MDAR"), y finalmente la Parte X describe el Manejo de Olores y la preparación de un Plan de Manejo de Olores.

1

Normativa y Proceso de Registro



Antecedentes Regulatorios

Las regulaciones del Programa de Compostaje Agrícola del MDAR, 330 CMR 25.00, definen el compostaje como: "El proceso de biodegradación acelerada de materiales orgánicos mediante microorganismos bajo condiciones controladas en presencia de oxígeno, utilizando hileras volteadas o pilas, pilas estáticas aireadas o sistemas en contenedores cerrados". El compostaje agrícola se define como "el compostaje de materiales agrícolas y otros materiales compostables en una unidad agrícola que da como resultado un compost estabilizado adecuado para usos agrícolas y hortícolas". El compostaje agrícola es un subconjunto distinto de la actividad de compostaje. Dependiendo de la escala de la operación, el emplazamiento, los tipos y las fuentes de los materiales que se compostan, el compostaje puede considerarse una práctica agrícola o una gestión de residuos sólidos. Se trata de una distinción importante, ya que determina qué normativa se aplica y qué organismo regulador se encarga de la supervisión.

El Departamento de Protección Ambiental ("MassDEP") mantiene la autoridad reguladora primaria sobre el compostaje en Massachusetts, bajo la regulación 310 CMR 16.00, *Asignación de Emplazamientos para Instalaciones de Residuos Sólidos*. Las granjas que deseen dedicarse al compostaje agrícola pueden utilizar la siguiente exención dentro de esta regulación y pueden solicitar al MDAR su registro como compostador agrícola:

310 CMR 16:03 (c) Manejo o Disposición de Materiales Orgánicos.

1. Actividades ubicadas en una unidad agrícola. Actividades ubicadas en una unidad agrícola, tal y como se define en 330 CMR 25.02: *Definiciones*, siempre que el propietario y el operador cumplan con las normas y directrices del Departamento de

Recursos Agrícolas. Si el Departamento de Recursos Agrícolas determina que la actividad en una unidad agrícola específica ya no está regulada por el MDAR, entonces el propietario y el operador estarán sujetos a 310 CMR 16.00.

Papel del Departamento de Recursos Agrícolas

El MDAR es responsable de administrar un Programa de Compostaje Agrícola para registrar aquellas operaciones que reúnen los requisitos para la exención de "Actividades ubicadas en una unidad agrícola" mencionada anteriormente. Las normas del Programa de Compostaje Agrícola del MDAR, 330 CMR 25.00, se pueden consultar en www.mass.gov/agricultural-composting-program. Una operación agrícola solo necesita registrarse en el MDAR si tiene previsto traer materiales a su propiedad desde fuera de ella con el fin de compostarlos.

El compostaje que utiliza únicamente materia prima generada in situ no requiere registro por parte del MDAR y no está sujeto a la norma 330 CMR 25.00.

Para que el MDAR registre una operación como compostador agrícola, la operación debe estar ubicada en una unidad agrícola, tal y como se define en la normativa 330 CMR 25.02: Una parcela de tierra para la que el Departamento determina que: (a) el uso es predominantemente agrícola, tal y como se define en M.G.L. c. 128, § 1A; y (b) se vende un producto agrícola como parte del curso normal de la actividad comercial.

En virtud del Programa de Compostaje Agrícola del MDAR, la granja registrada puede compostar materiales agrícolas u orgánicos. Los **materiales agrícolas** se producen a partir de la cría y el procesamiento de plantas y animales como parte de operaciones agronómicas, hortícolas, acuícolas o silvícolas, incluyendo, entre otros, estiércol animal, productos y subproductos animales (incluidos los cadáveres), materiales de cama y materiales vegetales. Los **materiales orgánicos** incluyen cualquiera de los siguientes materiales separados en origen: material vegetal, material alimentario, material agrícola, productos biodegradables, papel biodegradable, madera limpia o residuos de jardín.

El material orgánico no incluye los residuos de las instalaciones de tratamiento de aguas residuales sanitarias, cuya aplicación en el suelo está regulada por el Departamento de Protección Ambiental de Massachusetts (MassDEP).

Proceso de Registro de Compostaje Agrícola

Las explotaciones agrícolas calificadas que deseen obtener un Registro de Compostaje Agrícola ("Registro") con el MDAR deben completar el "Formulario de Solicitud de Registro de Compostaje Agrícola", que se puede encontrar en el sitio web del MDAR (www.mass.gov/agricultural-composting-program), o lo pueden solicitar llamando a la oficina del MDAR.

Cuando el MDAR recibe una solicitud de registro de compostaje agrícola, se revisa para comprobar que esté completa, se contacta con la explotación agrícola y se programa una visita al lugar para que el personal del MDAR vea la ubicación propuesta para el compostaje y discuta el plan operativo. A la hora de evaluar la idoneidad de la exención agrícola, se tienen en cuenta los siguientes tipos de preguntas:

- ¿La operación de compostaje se lleva a cabo en una unidad agrícola?¹
- ¿Se vende algún producto agrícola como parte de la actividad comercial habitual?
- ¿Los materiales descritos en el Plan de Compostaje están permitidos para su compostaje según las normas 310 CMR 16.00 y 330 CMR 25.00?
- ¿En qué medida está integrada la operación de compostaje en la actividad agrícola? Las normas del Programa de Compostaje Agrícola del MDAR exigen que al menos el 25 % de los insumos procedan de la explotación agrícola, O BIEN que el 25 % del producto final se utilice en la explotación con fines agrícolas.
- ¿Cuáles son las características del vecindario? ¿Se encuentra la operación en un vecindario rural o residencial? ¿A qué distancia se encuentra la operación de compostaje propuesta de los vecinos? ¿Qué tipo de carreteras dan acceso a la granja? ¿El emplazamiento se encuentra al menos a 100 pies de la línea de propiedad? Teniendo en cuenta los materiales y el volumen que se va a compostar, ¿es suficiente un retranqueo de 100 pies? ¿El emplazamiento queda oculto a los vecinos por la distancia y la protección visual?
- ¿Qué conocimientos tiene el operador sobre el compostaje? ¿Ha completado el operador un curso básico sobre compostaje? ¿Dispone el operador de tiempo para dedicarse a la gestión de la operación?

Tras la visita al emplazamiento, si se concede el registro, se enviará por correo al solicitante un certificado de registro, que será válido durante un periodo que comenzará en la fecha de emisión y finalizará el 31 de marzo siguiente. Al menos 30 días antes del inicio, el propietario u operador de las operaciones de compostaje agrícola recién registradas deberá presentar una copia de su registro a la Junta de Salud local y proporcionar prueba de su presentación al Departamento. Tras este periodo de 30 días, el certificado de registro permite al solicitante compostar los materiales especificados, de la manera y en el lugar descritos en la solicitud.

Cada año, el solicitante recibirá un formulario de informe anual y una solicitud de renovación del MDAR que deberá rellenar y devolver antes del 15 de febrero para continuar con el registro durante el año siguiente (del 1 de abril al 31 de marzo). El solicitante podrá tener que presentar otra información al MDAR, si así se le solicita. El MDAR podrá cobrar una tasa por el registro y la renovación, según lo permita la ley. Una vez emitido el registro, el solicitante deberá asegurarse de que la operación de compostaje agrícola sigue cumpliendo con la normativa.

Una operación de compostaje agrícola debe cumplir con los requisitos establecidos en 310 CMR 16.00 y 330 CMR 25.00. El MDAR está autorizado a suspender o revocar un registro si el solicitante proporciona información falsa, engañosa o inexacta sobre la operación de compostaje agrícola, o si la operación de compostaje agrícola registrada incumple el registro, la legislación estatal o federal, o las directrices de compostaje agrícola. Esta suspensión o revocación del registro también revocará la condición de exención y, por lo tanto, la operación estará sujeta a la normativa 310 CMR 16.00 del MassDEP sobre **Asignación de Emplazamientos para Instalaciones de Residuos Sólidos**.

1 Unidad agrícola: Una parcela de tierra para la que el Departamento determina que (a) el uso es predominantemente agrícola, tal y como se define en M.G.L. c. 128, § 1A.

Aplicación de compost a
tierras de cultivo utilizando
un esparcidor.



2

Ciencia Básica del Compost

El compostaje es un proceso biológico controlado que utiliza microorganismos presentes de forma natural en la materia orgánica y el suelo para descomponer el material orgánico. Estos microorganismos necesitan nutrientes básicos, oxígeno y agua para que la descomposición se produzca a un ritmo acelerado. Las materias primas que se utilizan para el compostaje se denominan a menudo "materia prima". El producto final, el compost, es un material de color marrón oscuro, similar al humus, que se puede manipular, almacenar y aplicar al suelo de forma fácil y segura como un valioso acondicionador del suelo. El proceso de compostaje depende de varios factores, entre ellos: la población de microorganismos, la relación carbono-nitrógeno de la materia prima, el nivel de oxígeno, la temperatura, la humedad, la superficie, el pH y el tiempo. Estos factores, que se describen a continuación, dependen unos de otros y es importante comprenderlos para gestionar con éxito una operación de compostaje.

Microorganismos



Los organismos microscópicos son responsables de descomponer los materiales orgánicos, utilizándolos como alimento y liberando dióxido de carbono, vapor de agua y calor en el proceso. Se multiplican rápidamente y se descomponen de manera más eficiente cuando disponen de alimento (es decir, materia prima para el compost) que contenga nutrientes equilibrados, agua, oxígeno en abundancia y temperaturas favorables. Es responsabilidad del compostador mantener un equilibrio adecuado de estas condiciones para promover la actividad microbiana y acelerar el proceso de descomposición. Para más información sobre el desarrollo de recetas, consulte la **Parte III**.

Nutrientes: relación carbono-nitrógeno (relación C:N)



La disponibilidad y proporción de nutrientes, en particular carbono y nitrógeno, pueden ser un factor limitante en el proceso de compostaje. Los microorganismos necesitan carbono para obtener energía y nitrógeno para la síntesis de proteínas, lo que les permite crecer y multiplicarse. La velocidad de descomposición depende del equilibrio entre el carbono y el nitrógeno en la materia prima. Para una descomposición rápida, la proporción ideal entre carbono y nitrógeno es de 30 a 1 (30:1). Esa proporción representa 30 partes de carbono por cada parte de nitrógeno en peso. En general, se considera aceptable un rango de 20:1 a 40:1.

Con una relación superior a 40:1, el nitrógeno se convierte en el factor limitante y la velocidad de descomposición se ralentiza. Ejemplos de materiales con altas relaciones C:N son: hojas secas, serrín, astillas de madera y productos de papel. Los materiales ricos en carbono tienden a ser secos y porosos. Estos pueden mezclarse con materiales con una relación C:N más baja para lograr una relación C:N global dentro del rango óptimo.

Con una relación C:N inferior a 20:1, el exceso de nitrógeno puede liberarse en forma de amoníaco u óxido nitroso. La pérdida de nitrógeno resultante reducirá el valor nutricional del producto final. Algunos ejemplos de materiales con bajas proporciones de C:N son el estiércol de aves de corral, los recortes de césped fresco y los residuos alimenticios. Los materiales ricos en nitrógeno suelen ser húmedos, densos y, a menudo, olorosos. Por lo tanto, es importante mezclarlos con materiales con una alta proporción de C:N para aumentar el contenido de carbono para los microorganismos, absorber el exceso de humedad y proporcionar un agente espesante para lograr más espacio poroso y oxígeno en la pila.

Oxígeno



Los microorganismos que son los principales responsables de la rápida descomposición son organismos aeróbicos (que necesitan oxígeno). Si el contenido de oxígeno cae por debajo del 5 %, estos organismos aeróbicos mueren y son reemplazados por organismos anaeróbicos (que no necesitan oxígeno). Los organismos anaeróbicos funcionan con menos eficiencia, lo que da lugar a una velocidad de descomposición más lenta. Además, los subproductos de la digestión anaeróbica son metano, amoníaco y sulfuro de hidrógeno, que pueden provocar olores fuertes y desagradables.

Si se mantiene suficiente oxígeno durante el proceso de compostaje, los olores se pueden reducir al mínimo y se puede mantener una rápida descomposición. En el compostaje en pilas rotativas, al girar la pila se introduce más oxígeno en la mezcla. Otros métodos de compostaje, como los sistemas estáticos aireados o en recipientes, utilizan medios mecánicos para bombear aire a la pila de compost, lo que garantiza que se mantengan las condiciones aeróbicas durante el proceso. El tamaño de la pila y la densidad aparente del material también desempeñan un papel importante en la aireación de la pila, ya que una pila grande y pesada no podrá "respirar" tan fácilmente como una pila más pequeña.

Humedad



La actividad microbiana se produce en una película de humedad en la superficie de las partículas de materia orgánica. La humedad es necesaria para disolver los nutrientes que utilizan los microorganismos y proporcionar un entorno apto para el crecimiento de la población.

El contenido óptimo de humedad para los materiales de compostaje es del 50-60 % en peso. Una humedad demasiado baja inhibirá la actividad microbiana y ralentizará el proceso de compostaje, mientras que una humedad excesiva restringirá el flujo de oxígeno, ya que todo el espacio poroso estará ocupado por agua en lugar de aire, y comenzarán a desarrollarse condiciones anaeróbicas. Si los niveles de oxígeno bajan demasiado, será necesario remover la pila de compost.

Temperatura



El calor se genera a medida que los microorganismos descomponen la materia orgánica. Por lo tanto, la temperatura es el mejor indicador de la velocidad de descomposición que se produce en una pila de compost.

Hay dos rangos de temperatura dentro de los cuales se desarrolla la mayor parte del proceso de compostaje. Cada rango se basa en los tipos de microorganismos más activos a esas temperaturas. Tanto el rango mesofílico (50-105 °F) como el rango termofílico (más de 105 °F) favorecen a los microorganismos que descomponen los materiales orgánicos, pero la fase más activa del compostaje, y la descomposición más rápida, se produce principalmente en el rango termofílico. También es en este rango donde se destruyen los patógenos y las semillas de malas hierbas. El compostaje en pilas volteadas requiere que la temperatura del compost sea de 131 °F o más durante un mínimo de 15 días (3 días para el compostaje estático aireado o en contenedores), durante los cuales la pila se voltea cinco veces para destruir los patógenos humanos. Consulte la sección sobre el proceso para reducir aún más los patógenos para obtener más información sobre la destrucción de patógenos. La mayoría de las semillas de malas hierbas se destruyen a 140 °F.

Cuando la temperatura supera los 140 °F, la velocidad de descomposición comienza a disminuir, ya que predominan los organismos termófilos, menos eficientes. Por lo tanto, se recomienda mantener temperaturas entre 100-140 °F para un compostaje eficiente durante la fase activa. Cuando las temperaturas se salen del rango óptimo, suele ser porque el nivel de oxígeno ha bajado demasiado o porque el nivel de humedad ya no es óptimo (ya sea demasiado seco o demasiado húmedo). La supervisión de las temperaturas en una pila de compost proporciona una buena guía sobre cuándo pueden ser necesarias medidas correctivas para mantener o volver a condiciones de compostaje eficientes. Remover las pilas de compost ayuda en gran medida a moderar las temperaturas.

Área superficial/Tamaño de partícula



La actividad de los microorganismos durante la descomposición se produce en la superficie del material orgánico. Cuanto más pequeñas son las partículas, mayor es la superficie por unidad de volumen de material en la que puede producirse la actividad biológica. Además, los nutrientes están más fácilmente disponibles cuando el material se descompone físicamente. Por lo tanto, las materias primas para el compost con un tamaño de partícula más pequeño, como las hojas trituradas, en lugar de las hojas sin triturar, se descompondrán más rápidamente. Sin embargo, es importante tener en cuenta que los materiales con un tamaño de partícula muy pequeño, como el serrín, pueden volverse anaeróbicos debido a la compactación y al flujo restringido de oxígeno, por lo que se recomienda una mezcla de tamaño y textura de partículas para un compostaje óptimo.

pH



El proceso de compostaje produce un producto final con un pH casi neutro, independientemente del pH de las materias primas iniciales. Normalmente no es necesario elevar el pH añadiendo cal o cenizas y, de hecho, hacerlo solo puede elevar demasiado el pH, lo que provoca la formación y pérdida de amoníaco. Ciertas materias primas, como los arándanos, tienen naturalmente un pH muy bajo y requieren una receta y un proceso bien pensados para evitar problemas durante el compostaje.

Tiempo



El compostaje es un proceso de descomposición acelerada; sin embargo, el tiempo que se tarda en pasar de las materias primas al compost estabilizado y acabado puede variar considerablemente. Utilizando el método de compostaje en pilas (gestionado adecuadamente), es razonable producir compost acabado en un plazo de un año. Si las pilas se remueven con poca frecuencia o la relación C:N de la mezcla es demasiado alta, el compostaje puede tardar un año o más. Los sistemas avanzados de compostaje, como los de aireación estática o en recipientes, pueden reducir significativamente el tiempo de compostaje.

El compostaje consta de dos fases principales. La primera fase es la más activa del compostaje. En ella, las temperaturas oscilan entre los rangos termofílico y mesofílico y la descomposición es rápida. Una pila de compost recién formada alcanzará rápidamente altas temperaturas y, a medida que los microbios consuman el oxígeno disponible, se volverán menos activos y las temperaturas descenderán. Introducir más oxígeno en la pila mediante el volteo hará que los microbios se multipliquen rápidamente de nuevo y la fase activa continuará hasta que el oxígeno se agote de

nuevo. Este ciclo se repetirá (descenso de la temperatura, aireación, aumento de la temperatura) hasta que los microbios consuman todo el material orgánico fácilmente digerible. Cuando las temperaturas no vuelven a subir después del volteo, el compost está listo para la fase de "curado".

En la fase de curado, diferentes poblaciones de microbios continúan descomponiéndose, pero a temperaturas más bajas. Esta fase puede durar entre uno y varios meses, durante los cuales el compost se estabiliza en el sentido de que ya no se generan subproductos, como el amoníaco, en cantidades que podrían ser perjudiciales para las plantas si el compost se aplicara al suelo.

Nueva plataforma de compostaje
antes de su uso.



3

Elaboración de Recetas de Compost

Al igual que al hornear un pastel, una receta adecuada es una parte importante de un proceso de compostaje controlado. El objetivo de una receta de compost es proporcionar los nutrientes y las condiciones favorables para el crecimiento microbiano aeróbico y la descomposición eficiente de los materiales orgánicos que ha elegido combinar para el compostaje. Cada materia prima contiene nutrientes y tiene otras propiedades que determinan tanto su idoneidad para el compostaje como los materiales que se pueden combinar con ella para crear una receta más favorable para el crecimiento microbiano aeróbico activo. Conocer los materiales es esencial para desarrollar una receta de compostaje. Existen muchos "valores teóricos" disponibles para la mayoría de las materias primas, sin embargo, las pruebas de laboratorio pueden ser útiles y, en ocasiones, necesarias. Hay muchos factores que contribuyen a la idoneidad de un material para el compostaje, pero tres de los más importantes son la relación carbono-nitrógeno, el contenido de humedad y la densidad aparente.

Carbono:Nitrógeno

Todos los materiales orgánicos contienen carbono y nitrógeno, en diferentes proporciones, lo que se conoce como "relación C:N". Por lo general, los materiales con una relación C:N más alta tienden a ser más secos y ligeros (hojas, serrín, virutas de madera, etc.), mientras que los que tienen una relación C:N más baja tienden a ser más húmedos, pesados y, a menudo, más olorosos (estiércol, restos de comida, desechos de pescado, etc.). **Una receta eficaz para el compost mezclará materiales para lograr una relación C:N de 30:1.** Como *pauta general*, esto suele equivaler a tres o cinco *partes* (en volumen) de una fuente de carbono mezcladas con una *parte* de una fuente de nitrógeno. Por ejemplo, una receta como la siguiente: un cubo de estiércol de vaca (fuente de nitrógeno) mezclado con un cubo de virutas de madera (fuente de carbono) y tres cubos de virutas de madera (fuente de carbono) podría producir una mezcla favorable para el compostaje.

Humedad

Todos los seres vivos necesitan agua, y el compost (y los microbios que lo producen) no es una excepción. Sin embargo, al igual que los seres humanos no pueden respirar bajo el agua, tampoco pueden hacerlo los microorganismos aeróbicos. Un nivel de humedad del 50-60 % es ideal para el compostaje. Las bacterias y otros microbios viven en la película húmeda que se forma en la superficie de las partículas de compostaje. Un exceso de humedad puede desplazar el aire del espacio poroso y provocar que la pila se vuelva anaeróbica, lo que ralentiza el proceso y lo hace mucho más oloroso. Una humedad insuficiente puede detener el proceso o, en algunos casos, contribuir a crear condiciones favorables para la combustión, lo cual es MUY perjudicial. Una forma en que la humedad entra en la pila es a través de las materias primas (que contienen humedad), por lo que es importante combinar las materias primas húmedas de la receta con suficiente material seco para equilibrarla.

Densidad Aparente

El peso de un volumen de material se denomina "densidad aparente". A menudo se mide en libras de material por yarda cúbica. Una densidad aparente excesiva puede ser un impedimento para el proceso de compostaje, ya que limita la capacidad de la pila para "respirar". El material que es demasiado pesado (denso) se compactará, reduciendo el espacio poroso en el material, y es probable que la pila se vuelva anaeróbica mucho más rápidamente. La densidad aparente puede determinar en ocasiones el tamaño de la pila, ya que las pilas más grandes con densidades aparentes elevadas no permiten el flujo de aire, por lo que las recetas con densidades aparentes más altas probablemente requerirán pilas más pequeñas.

Por lo general, las recetas comienzan con los materiales disponibles. Por ejemplo, las lecherías, las granjas de caballos y las granjas de pollos suelen tener grandes cantidades de estiércol en sus instalaciones. A veces, el estiércol (y el material de cama) se compostan muy bien sin necesidad de añadir nada más. Sin embargo, en ocasiones la humedad, el nitrógeno o la densidad aparente (peso) no son los adecuados y es necesario añadir material complementario. Como se ha señalado anteriormente, el objetivo es crear condiciones favorables para el crecimiento microbiano, por lo que si el estiércol es demasiado denso o húmedo, un material complementario será aquel que distribuya la humedad y reduzca la densidad; en este caso, los materiales con un mayor contenido de carbono, como virutas o hojas mezcladas con el estiércol, pueden cumplir esos objetivos.

Los materiales con alto contenido de nitrógeno y humedad suelen desprender olores cuando llegan, si no al llegar, poco después. Estos materiales requieren una incorporación inmediata utilizando una **receta adecuada**, que equilibre:

- La alta humedad del material húmedo con un material seco con alto contenido de carbono, como hojas o virutas, para alcanzar un 50-60 % de humedad.

- El alto nivel de nitrógeno del material húmedo con el alto nivel de carbono del material seco para llegar a 30:1 C:N.
- La alta densidad aparente (peso) del material húmedo con la baja densidad aparente del material seco para llegar a una densidad aparente de 800-1000 libras por yarda cúbica.



La "prueba de exprimido" debe sentirse como una esponja escurrida.

Normalmente, esto no es tan complicado como puede parecer. Muchas veces, la receta puede estimarse combinando 3-5 partes de una fuente de carbono (hojas, virutas, etc.) con una parte de la fuente de nitrógeno (estiércol, por ejemplo).

El contenido de humedad de una mezcla puede estimarse mediante una sencilla prueba de estrujamiento: En una mano enguantada, tome un puñado del material y apriételo. El material debe tener el tacto de una esponja "escurrida". El líquido no debe gotear del puño, pero debe notarse un poco de "brillo" entre los dedos. Si hay demasiada humedad, es probable que se necesiten volúmenes adicionales de material seco con alto contenido en carbono para equilibrar la receta.



La prueba del cubo puede ayudar a determinar la densidad aparente.

Una sencilla "prueba del cubo" puede proporcionar una estimación de la densidad aparente de un material o receta, y facilitar la modificación de la receta del compost. La prueba se realiza con un cubo de 5 galones y una báscula de baño:

1. Coloque el cubo en la báscula y tarar el peso del cubo (poner la báscula a cero).
2. Con una pala, llene el cubo hasta 1/3 de su capacidad y, a continuación, deje caer el cubo 10 veces para asentar el material.
3. Llene el cubo hasta 2/3 de su capacidad y vuelva a dejar caer el cubo 10 veces para asentar el material.
4. Llene el cubo hasta arriba y vuelva a golpearlo para asentar el material.
5. Llene el cubo hasta el nivel superior.
6. Coloque el cubo en la báscula y el peso debería ser de entre 20 y 25 libras. Esto equivale a entre 800 y 1000 libras por yarda cúbica.
7. Si el material es demasiado pesado o demasiado ligero, ajuste la receta del compost en consecuencia.

4

Métodos de Compostaje

Existen cuatro métodos básicos de compostaje, tres de los cuales se tratarán aquí. El cuarto, el compostaje pasivo, es un método de compostaje no controlado que resulta difícil de llevar a cabo sin producir olores, requiere tiempos de compostaje muy largos y no es recomendado por el MDAR en la mayoría de los casos.

Compostaje en Hileras Volteadas

El compostaje en hileras volteadas es el método más utilizado para el compostaje en granjas. El compost se forma en pilas largas y estrechas. El tamaño de las hileras es un factor importante para la eficacia del compostaje y debe determinarse en función de la naturaleza de los materiales que se compostan, el equipo utilizado para voltearlas y las condiciones de temperatura y humedad de la pila. En la mayoría de los casos, las hileras recién apiladas no deben tener más de 7 pies de altura en el momento de su formación, de modo que se asienten a unos 6 pies. A menudo, incluso las hileras más pequeñas son adecuadas, en función de las condiciones de la pila. Esta práctica mantendrá las pilas más aeróbicas y favorecerá temperaturas en el rango óptimo de 120-140 °F. Si una hilera es demasiado grande o el material es demasiado denso, la hilera no respirará adecuadamente, lo que creará condiciones anaeróbicas y dará lugar a un compostaje lento y a condiciones olorosas. La longitud de las hileras suele basarse en las limitaciones del terreno o en el volumen lógico de producción necesario para mantener lotes con materiales de la misma edad.



La forma de las hileras es otro factor importante en el proceso de compostaje. Una hilera correctamente construida "respirará" aire desde la base y "exhalará" a través del centro/parte superior de la pila. Las pilas demasiado altas y anchas tienden a sobrecalentarse y pueden volverse anaeróbicas en su núcleo. Las hileras de compost de tamaño adecuado y forma triangular facilitarán el compostaje aeróbico, además de ayudar a eliminar el agua durante las lluvias, lo que reduce las posibilidades de que se desarrollen condiciones anaeróbicas.

Si las temperaturas de las hileras de compost son habitualmente demasiado altas, podría ser una señal de que la pila es demasiado grande, ya que las pilas más grandes retienen el calor a través del aislamiento. Reducir el tamaño de las hileras podría ser una solución para esta situación. En los meses más fríos, es posible que las hileras deban ser un poco más grandes para retener el calor y mantener las condiciones de compostaje activas. Además, el compost más antiguo, que requiere menos oxígeno y genera menos energía, puede consolidarse en pilas ligeramente más altas a medida que madura. También es importante tener en cuenta que las pilas más grandes retienen la humedad, lo que puede ser beneficioso o perjudicial, dependiendo de las condiciones de humedad existentes en el material.

La frecuencia de volteo de las hileras se determina en función de la supervisión de las pilas, la observación del proceso y las condiciones meteorológicas. A medida que avanza la descomposición, el volumen de la pila se reducirá entre un 25 % y un 75 % de su tamaño original, dependiendo de la densidad de la mezcla original. A continuación, se pueden combinar dos o más hileras para dejar espacio a nuevas materias primas.

Pilas Estáticas Aireadas

Se forma una capa base de material poroso, como virutas de madera gruesas (denominada "plenum"), alrededor de tubos perforados. Las materias primas que se van a compostar se mezclan bien y luego se apilan sobre la capa base. La pila se puede



Sistema de compostaje estático con contenedores aireados

cubrir con una cubierta geotextil o con una capa de compost terminado para ayudar a retener los olores, el calor y la humedad. Las pilas no se remueven, sino que se airean mediante sopladores mecánicos que introducen aire (o lo aspiran) a través de los tubos.



Compostaje en Recipiente

Este método utiliza diversas técnicas de aireación, todas ellas relacionadas con la contención del compost. El tiempo inicial del proceso de compostaje puede ser bastante corto, de tan solo unas semanas, lo que puede resultar útil para contener los olores durante esta fase; sin embargo, el material sigue siendo biológicamente activo y debe gestionarse hasta que termine el curado. Los costes iniciales de este tipo de unidades (compra e instalación) pueden ser elevados, pero pueden resultar muy eficaces en las circunstancias adecuadas.



Sistema de compostaje en recipiente con tambor giratorio.



5

Selección del Emplazamiento

La selección adecuada del emplazamiento es un requisito previo para el establecimiento de operaciones de compostaje seguras y eficaces. La ubicación de una operación de compostaje influye directamente en la cantidad de preparación del emplazamiento necesaria y en las medidas requeridas para cumplir los requisitos medioambientales y normativos.

Protección de los Recursos Hídricos

Los emplazamientos deben evaluarse en función de su posible impacto en los recursos hídricos. Los aspectos más importantes son la proximidad a los suministros de agua, los humedales, las llanuras aluviales, las aguas superficiales y la profundidad de las aguas subterráneas.

1. Los emplazamientos no deben estar situados a menos de 250 pies de un pozo privado.
2. Las operaciones deben ubicarse conforme a la Ley de Protección de Humedales de Massachusetts. Según la normativa sobre humedales, la ubicación de las zonas de compostaje y almacenamiento se considera "mejora normal de la tierra en uso agrícola" cuando se produce en terrenos de uso agrícola, cuando está **directamente relacionada con la producción o el cultivo de determinados productos agrícolas** y cuando se lleva a cabo de manera que se evite la erosión y la sedimentación de las masas de agua y los humedales adyacentes.
3. Los emplazamientos deben estar situados a una distancia tal que se garantice que no haya posibles efectos adversos de la escorrentía del emplazamiento de compostaje en las aguas superficiales.

4. Los sitios que vayan a compostar más de una cantidad mínima de material deben construir una plataforma de compostaje con una ligera pendiente o un área con una superficie mejorada (hormigón triturado, grava, base de entrada de vehículos, etc.) para reducir los surcos causados por el uso repetido de los equipos y permitir un mantenimiento adecuado de las pilas de compostaje.
5. Se recomienda construir un terraplén de desviación en la parte superior de la pendiente del sitio de compostaje para reducir el flujo de agua "limpia" que corre hacia la plataforma de compostaje, y un filtro en la parte inferior de la pendiente, como un pequeño terraplén de virutas de madera o una franja de césped, para reducir la escorrentía de nutrientes o sedimentos que salen de la plataforma durante las lluvias. También se puede utilizar un estanque de retención en la parte inferior de la pendiente para capturar el agua rica en nutrientes.
6. Se deben evitar los sitios donde el nivel freático se eleve a menos de 4 pies o donde el lecho rocoso se encuentre a menos de 5 pies de la superficie. Estas condiciones pueden provocar que la superficie de trabajo esté demasiado húmeda, lo que aumenta la posibilidad de que los nutrientes se filtren al agua subterránea.

Barreras de Protección para Usos Sensibles del Suelo

Con el reciente ritmo de desarrollo urbanístico en Massachusetts, muchos agricultores se están encontrando con nuevos vecinos a los que les gusta la idea de vivir cerca de una granja, pero no los olores y ruidos que esta genera. En estas situaciones, la proximidad de residencias, escuelas o parques puede justificar el uso del compostaje en lugar de otras prácticas alternativas, como esparcir o almacenar estiércol sin tratar. Sin embargo, la gestión de un sitio de compostaje se vuelve **especialmente crítica** cuando hay usos sensibles del suelo en las cercanías.

Las barreras de protección, en forma de distancia y/o pantallas visuales, pueden contribuir en gran medida a reducir las molestias reales o percibidas relacionadas con el ruido, el olor, la basura y las objeciones estéticas que suelen asociarse a las operaciones de compostaje. Se recomienda una distancia mínima de 300 pies entre la residencia más cercana y la zona de compostaje, y el **sitio de compostaje debe estar al menos a 100 pies de los límites de la propiedad**. Lo más importante es que la barrera sea adecuada para satisfacer las preocupaciones razonables de los vecinos. Mantenga las actividades lo más lejos posible de los límites de la propiedad.

Requisitos de Superficie

Los sitios deben tener un tamaño adecuado para manejar el volumen previsto de material que se va a compostar. Las regulaciones del MDAR exigen que el área de compostaje esté vinculada al tamaño de la granja y no sea mayor del 10 % del área de producción comercial de la granja, con un área máxima de compostaje (independientemente del tamaño de la granja) de 10 acres. Se permite un máximo de 5000 yardas cúbicas de material de compostaje **por acre de emplazamiento de compostaje**,

y el volumen total de material de compostaje (incluida la materia prima, el material en proceso y el compost terminado) es de 15000 yardas cúbicas. Por lo tanto, si una granja desea compostar 10000 yardas cúbicas de material, el área de compostaje debería ser de al menos 2 acres, y el área de producción comercial de la granja debería ser de al menos 20 acres.

Además de la superficie real que ocupan las pilas o hileras de compost, hay que tener en cuenta el espacio necesario para la descarga y mezcla de materiales, la maniobra de los equipos, las zonas de curado, el almacenamiento del compost terminado y las barreras de protección entre el emplazamiento de compostaje y los usos sensibles del suelo. El área utilizada para estas actividades se incluye en el cálculo del tamaño permitido de un emplazamiento de compostaje de una granja registrada en el MDAR.

Lo más importante es que una explotación no debe tener un volumen de material inmanejable en sus instalaciones. En general, cuanto menos intensiva sea la gestión de las pilas de compost, más espacio se necesitará, ya que los tiempos de compostaje serán más largos. Si las pilas se remueven con frecuencia o si se bombea aire a las pilas estáticas a través de tubos perforados, los tiempos de compostaje se reducirán y se necesitará menos superficie para un volumen determinado de material.

Topografía

La preparación del terreno puede suponer un coste inicial significativo para las operaciones de compostaje. Los emplazamientos en los que se vaya a compostar más de una cantidad mínima de material deben construir una plataforma de compostaje con una ligera pendiente o una zona con una superficie mejorada (hormigón triturado, grava, base de camino de entrada, hormigón, asfalto, etc.) para reducir los surcos causados por el uso repetido de la maquinaria y permitir un mantenimiento adecuado de las pilas de compostaje. Son preferibles los emplazamientos abiertos, casi nivelados y que requieran una preparación mínima de la superficie. Una pendiente suave (1-3 %) es óptima para permitir que el agua se escurra y evitar que se formen charcos. El compostaje en pendientes pronunciadas puede dificultar la maniobrabilidad de los equipos y causar problemas de escorrentía y erosión. Estos sitios deben evitarse siempre que sea posible.

Accesibilidad

Las operaciones de compostaje deben ser fácilmente accesibles para todos los vehículos y equipos que normalmente se esperan en el emplazamiento. Los emplazamientos deben estar protegidos contra el acceso indiscriminado que pueda dar lugar a posibles actos de vandalismo o al vertido de materiales no deseados. Si la vía principal de acceso a la granja se encuentra cerca de muchas residencias u otros usos sensibles del suelo, se debe considerar la posibilidad de utilizar entradas alternativas más alejadas para los camiones relacionados con la operación de compostaje, si es posible.



6

Diseño del Emplazamiento

Una vez seleccionado, el emplazamiento de compostaje debe diseñarse para promover un funcionamiento eficiente y minimizar los impactos ambientales adversos. Los requisitos de diseño variarán según el método de compostaje, el tipo de equipo empleado y las características físicas del emplazamiento. Los agricultores deben tener en cuenta las siguientes cuestiones al planificar el compostaje de volúmenes significativos de materiales.

Preparación de la Superficie

El método más común de compostaje en granjas consiste en formar hileras que se voltean con un cargador frontal. Esto requiere una superficie capaz de soportar el uso frecuente de maquinaria pesada, que resista la acción de raspado de la pala y evite la formación de surcos causados por los neumáticos.

A menudo es aconsejable construir una plataforma de compostaje, o una superficie dura sobre la que se realice el compostaje, utilizando materiales (como base de entrada de vehículos, hormigón triturado, grava compactada o una superficie impermeable de asfalto u hormigón) adecuados para el uso repetido de maquinaria pesada. Las áreas que están sujetas a un mayor uso (como la zona de descarga/mezcla y la fase activa del compostaje en hileras) deben ser el centro de atención a la hora de diseñar y construir plataformas de compostaje. Una plataforma de compostaje correctamente construida y mantenida ayudará a evitar surcos o encharcamientos, y contribuirá a separar el material orgánico de compostaje del sustrato (plataforma de compostaje).

Si se producen surcos, la plataforma debe nivelarse para eliminar los encharcamientos. El agua estancada en la base de las hileras puede provocar condiciones anaeróbicas en la pila y dar lugar a un compostaje ineficaz y a malos olores. Deben evitarse a toda costa

los encharcamientos debidos a los surcos causados por la maquinaria. El diseño y la construcción de una zona de descarga y mezcla para las materias primas del compost en la plataforma de compostaje es una parte importante de la operación. Dado que estas áreas se utilizan intensamente, a menudo con maquinaria pesada, se debe prestar especial atención al tipo de material utilizado en la preparación de la superficie. Esta área es una de las partes del emplazamiento que más probabilidades tiene de requerir mantenimiento, por lo que es importante mantenerla en buen estado.

Gestión del Drenaje y la Escorrentía

Las hileras de compost deben orientarse en sentido ascendente y descendente de la pendiente, en lugar de transversalmente, para que el agua de lluvia pueda fluir entre las filas. La escorrentía que sale del área de compost debe gestionarse para evitar la erosión en la parte inferior de la pendiente, y no debe llegar a las aguas superficiales. Una forma sencilla de ralentizar la escorrentía y eliminar los contaminantes es utilizar una combinación de un terraplén de virutas de madera gruesas y una zona llana, amplia y cubierta de hierba debajo de las hileras. El terraplén capturarà/filtrará la escorrentía de la plataforma de compostaje, y la zona cubierta de hierba filtrará y utilizará los nutrientes del agua de escorrentía. Si la topografía y la disposición no permiten una zona de tratamiento vegetal sencilla, puede ser necesario recurrir a sistemas más elaborados que incluyan zanjas de desviación y cuencas de retención.

Además, la reducción del agua que llega a la zona de compostaje desde la parte superior de la pendiente es un factor importante a tener en cuenta. El agua debe desviarse alrededor del emplazamiento para mantener la zona de compostaje lo más seca posible. Se pueden construir bermas y zanjas de desviación para evitar que el agua de la parte superior de la pendiente fluya hacia el emplazamiento de compostaje.

Carreteras

Las vías de acceso deben diseñarse para facilitar al máximo la entrega y recogida de material. Deben diseñarse para un patrón de tráfico circular siempre que sea posible. Las carreteras deben ser aptas para el tránsito de vehículos de reparto y bomberos durante las cuatro estaciones del año, y diseñarse para minimizar la erosión y el polvo.

Pantallas Visuales

Se debe considerar la instalación de pantallas visuales en las granjas situadas en entornos más poblados. Proteger la integridad estética del vecindario contribuirá en gran medida a reducir la oposición a las operaciones de compostaje. Existen muchas opciones para bloquear la visibilidad desde las casas vecinas y las vías públicas, como plantar o dejar en su lugar una espesa arboleda o setos altos, construir un terraplén alto de tierra, levantar una valla o colocar estratégicamente dependencias y otras estructuras agrícolas.

Control de Acceso

El control del acceso al emplazamiento evita los vertidos ilegales y el vandalismo. El nivel de seguridad necesario depende del riesgo potencial de que se produzcan comportamientos ilegales. Las puertas, vallas o cables en los puntos de acceso impedirían el fácil acceso. Las barreras naturales también son buenos inhibidores.

Señales

Aunque la mayoría de las operaciones de compostaje en granjas no necesitan señales, aquellas que son muy visibles o que fomentan la entrega de residuos por parte de particulares pueden beneficiarse de una señalización adecuada. Se puede colocar una señal en cada entrada indicando el nombre de la operación, su naturaleza y el operador. Las señales in situ serían útiles para dirigir los vehículos a las zonas de descarga y recogida, identificar los patrones de tráfico y las zonas prohibidas.

Suministro de Agua In Situ

Las operaciones pueden necesitar un suministro de agua para humedecer las pilas si se secan demasiado y para la protección contra incendios en el caso de los emplazamientos de compostaje más grandes. Las posibles fuentes incluyen estanques, arroyos, pozos, suministro público de agua o camiones cisterna. Los requisitos de agua a veces pueden determinarse en parte en función del contenido de humedad de las materias primas entrantes, además de las condiciones climáticas durante el compostaje.

Hilera bien formada con plataforma de compostaje en buen estado.





7 **Funcionamiento y Mantenimiento**

Incluso las operaciones bien diseñadas, ubicadas en emplazamientos bien elegidos, resultarán problemáticas si no se operan y mantienen adecuadamente. El compostaje implica una descomposición "controlada", por lo que es fundamental supervisar de cerca todos los aspectos de la operación de compostaje para evitar resultados inesperados e indeseados, que pueden conducir rápidamente a tensiones con los vecinos y las autoridades locales, infracciones medioambientales y un producto final indeseable. En las siguientes secciones se describen brevemente los aspectos clave de la gestión para garantizar el éxito de la operación de compostaje.

Control de Calidad de los Materiales Entrantes

Los tipos y cantidades de materiales externos a la explotación que se aceptarán en la operación deben indicarse claramente, en lo posible por escrito, a los transportistas. Esta práctica ayudará a resolver disputas posteriores si se encuentran materiales no deseados (contaminantes) en una entrega o si el volumen de material entregado es superior al que se puede gestionar eficazmente. Sin embargo, a pesar de dejar claras estas condiciones a los proveedores de materias primas, se debe inspeccionar la calidad de cada entrega a la granja. Lamentablemente, es de esperar que haya una pequeña cantidad de contaminantes físicos, como trozos de plástico en las entregas de residuos de jardín, y estos deben eliminarse en la medida de lo posible antes de mezclar y compostar los materiales.

Equipo y Personal

El equipo necesario para el compostaje depende del método de compostaje utilizado y del volumen de material que se vaya a procesar. Un cargador frontal, como un tractor agrícola, una minicargadora, una pala articulada, etc., es el equipo

más básico que se necesita. Puede ser necesario otro equipo para las siguientes actividades: entrega y transporte hacia y desde el emplazamiento; mezcla de materiales; volteo/aireación de pilas; control de la temperatura; riego; cribado; trituración; ensacado; esparcimiento del compost terminado. Al igual que en cualquier operación agrícola, es imprescindible que todo el equipo se mantenga en buenas condiciones de funcionamiento.

Las necesidades de personal dependerán del tipo de equipo utilizado y del volumen y tipo de material procesado. Es recomendable contar con un operador in situ para registrar e inspeccionar las entregas de materiales entrantes, y esto se vuelve crítico cuando los materiales entrantes pueden generar olores y requieren una mezcla inmediata con material con alto contenido de carbono. El compostaje puede implicar una dedicación de tiempo considerable por parte de los operadores del emplazamiento, por lo que el número de empleados y las horas de trabajo involucradas deben quedar bien claros desde el principio. Planifique los períodos de mayor actividad en la granja (por ejemplo, las épocas de siembra y cosecha) disponiendo de más personal para la operación de compostaje o considerando la posibilidad de limitar las cantidades de materiales entrantes durante esos períodos. No acepte más material del que su equipo, personal o instalaciones puedan manejar.

Almacenamiento de Material Antes y Después del Compostaje

Los materiales pueden entregarse en áreas de almacenamiento temporal para su almacenamiento y mezcla, o directamente en el área de formación de pilas. Si bien la entrega directa a las pilas ahorra tiempo y dinero, las áreas de almacenamiento temporal aceleran el proceso de entrega, permiten una mezcla más completa y dan lugar a una mejor formación de pilas. Los materiales entregados deben incorporarse a las pilas de compostaje antes de que se desarrollen condiciones anaeróbicas y los olores resultantes. Las granjas deben asegurarse de que disponen de un suministro adecuado de material con alto contenido en carbono in situ, antes de la entrega de cualquier material con alto contenido en nitrógeno, que debe mezclarse inmediatamente después de su entrega.

Cuando finaliza la fase activa de alto calor del compostaje, la pila puede trasladarse a una zona para la fase de curado. Dado que en este momento los olores no suponen un problema y la pila no necesita aireación, las pilas pueden ser más grandes. Cuando finaliza la fase de curado y el compost está listo para su uso o venta, puede trasladarse a otra ubicación para facilitar la recogida o el transporte del material. El emplazamiento debe diseñarse de manera que las materias primas y las hileras de compost activo se encuentren en la parte inferior (más baja) de la plataforma y, a medida que el compost se acerca a la fase de curado, se traslade a la parte superior de la pila de material más nuevo. Esto ayuda a garantizar que el agua que se escurre de una pila sin procesar no pase por el compost terminado (procesado).

Todas las áreas de montaje, mezcla y almacenamiento deben mantenerse limpias y ordenadas.



Supervisión y Gestión de las Pilas de Compost

Todas las condiciones necesarias para la actividad microbiana deben supervisarse y gestionarse dentro de las pilas de compost. La temperatura de la pila se puede supervisar con un termómetro de dial que tenga un vástago lo suficientemente largo (36 pulgadas) como para llegar al interior de la pila. Las mediciones deben realizarse en varios puntos para obtener una lectura más precisa de la pila (o sección de la pila) en cuestión. Cuando la temperatura es demasiado alta (>160 °F), se debe remover la pila para liberar el calor. Del mismo modo, cuando la temperatura desciende por debajo de los 100 °F antes de la estabilización, se debe remover la pila para introducir más oxígeno para los microorganismos. Una pila que sigue produciendo calor >160 °F puede ser demasiado grande (retiene el calor a través del aislamiento) o puede necesitar una receta modificada.

Como se describe en la Parte III, la humedad se puede controlar mediante la prueba de "apretar". Un puñado de compost debe formar una bola y sentirse húmedo al apretarlo, pero sin llegar a gotear agua. Si la pila se seca demasiado, se puede añadir agua con una manguera o un aspersor durante el volteo, o se puede voltear la pila mientras llueve. Otra estrategia para añadir humedad a una pila puede ser aplanar la parte superior antes de que llueva y, a continuación, mezclar y volver a formar la pila una vez que haya dejado de llover. Por lo general, no basta con rociar agua por encima, ya que el agua tiende a deslizarse por la pila. Si la pila está demasiado húmeda, se puede voltear en un día seco, volver a mezclar con materiales más secos o formar pilas más pequeñas.

Mantenimiento de Registros

El mantenimiento de registros es un componente del compostaje que a menudo se pasa por alto, pero que es esencial; además, es un requisito reglamentario para todos los compostadores registrados en el MDAR. Se debe llevar un libro de registro de los materiales entrantes, en el que se anote la fecha de entrega, el tipo de material, el volumen y/o el peso, y la fuente. Los registros deben documentar la mezcla o "receta"

de las materias primas que se utilizan para formar las pilas de compost, de modo que se puedan realizar ajustes y se logre una receta óptima. Estos registros también deben indicar las fechas de formación de la pila, las lecturas de temperatura, las fechas de volteo, la cantidad/fecha de agua añadida, la fecha en que se combinó con otra pila y la fecha en que se trasladó a la pila de curado. Se deben añadir notas cuando sea necesario.

Cuando se forman hileras durante un período de tiempo, se pueden colocar banderas o estacas en la hilera para diferenciar una sección más joven de una más antigua. Estos registros ayudarán al operador del compost a comprender el potencial de rendimiento de la operación.

Es importante contar con un indicador de viento que muestre en qué dirección sopla el viento. La velocidad y la dirección del viento deben registrarse diariamente y deben servir de guía al operador para saber cuándo (y cuándo no) dar la vuelta a las pilas, en función de la proximidad a los vecinos.

Para ver un ejemplo de formulario de registro de control de la temperatura de las pilas/hileras, consulte el Apéndice A. Los compostadores registrados en el MDAR deben mantener registros precisos de la gestión del compost durante al menos tres años para demostrar el cumplimiento de la norma 330 CMR 25.00. El Departamento se reserva el derecho de solicitar y revisar dichos registros en cualquier momento.

Planes de Contingencia

Un plan de contingencia es importante porque permite contar con un plan de gestión alternativo en caso de entregas contaminadas, desastres naturales, problemas fiscales y fallos en los equipos. Se debe identificar un sitio de respaldo aceptable al que se pueda trasladar el material, si fuera necesario. Si el compost terminado no se vende o no se utiliza y el espacio de almacenamiento está al máximo de su capacidad, **no se deben aceptar nuevos materiales**. Si se realiza una entrega contaminada, se debe contactar con el proveedor y exigirle que se lleve de vuelta la carga.



8

Proceso Para Reducir Aún Más los Patógenos

Uno de los factores que se deben tener en cuenta al producir y utilizar compost con fines agrícolas es la seguridad alimentaria. Dado que el compostaje se lleva a cabo en gran medida mediante microorganismos, es necesario tomar precauciones para protegerse contra los patógenos. En virtud de la Ley de Modernización de la Seguridad Alimentaria, la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (FDA) estableció normas de seguridad alimentaria para las explotaciones agrícolas, incluida la aplicación de enmiendas del suelo (como el compost) a los cultivos alimentarios.

Las regulaciones de la FDA y del Programa Orgánico Nacional (NOP) del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) no exigen un intervalo entre la aplicación de estiércol y la cosecha de cultivos alimentarios si el estiércol se trata mediante un proceso de compostaje que cumple con las normas de compostaje del NOP.

Para el compostaje de estiércol y otras materias primas de origen animal, como restos de alimentos que contienen carne, la FDA (21 CFR 112.54) aprueba dos procesos de compostaje controlados científicamente válidos, o el Proceso para Reducir Aún Más los Patógenos (PFRP, por sus siglas en inglés):

- Compostaje estático que mantiene condiciones aeróbicas (es decir, oxigenadas) a una temperatura mínima de 131 °F (55 °C) durante tres días consecutivos, seguido de un curado adecuado.
- Compostaje con volteo que mantiene condiciones aeróbicas a una temperatura mínima de 131 °F (55 °C) durante 15 días (que no tienen que ser consecutivos), con un mínimo de cinco volteos, y seguido de un curado adecuado.

Tras el periodo de curado, es fundamental que el compost terminado NO se mezcle ni entre en contacto con material que no haya sido sometido al PFRP, ya que dejaría de cumplir la norma FDA/NOP. Es probable que las explotaciones agrícolas que compren su compost para mejorar su suelo le soliciten documentación que acredite el cumplimiento de la norma.

Se recomienda encarecidamente a todos los compostadores registrados en el MDAR que desarrollen sus operaciones de manera que su proceso de compostaje cumpla la norma PFRP.

Volteo de hileras con cargador frontal.



9

Preparación de un Plan para una Instalación de Compostaje

Un plan bien elaborado facilita el proceso de aprobación del registro del compost. El compostador debe asegurarse de que cada componente de la operación, desde la obtención de las materias primas hasta el uso final del producto terminado, haya sido cuidadosamente pensado y planificado. En la mayoría de los casos, el plan no requiere diseños de ingeniería ni descripciones científicas detalladas del proceso de compostaje. Sin embargo, debe incluir descripciones escritas, mapas y bocetos para transmitir la ubicación física y la distribución del emplazamiento, el plan de funcionamiento y gestión, y los planes para el producto final. A continuación se ofrece más información sobre lo que debe incluirse.

Plan de Instalación de Compostaje que incluya cada uno de los siguientes elementos:

Descripción del método de compostaje previsto.

Información sobre la ubicación del **emplazamiento de compostaje**.

Descripción de cada tipo de materia prima que se va a compostar, incluyendo la fuente, el volumen, la frecuencia de entrega, etc.

Receta volumétrica para convertir la materia prima en compost, por ejemplo: 1 parte de lecho de caballo: 2 partes de hojas: 1 parte de estiércol de pollo.

Información sobre el uso final del compost: (aplicado a los campos, vendido, etc.), incluyendo el volumen estimado y el porcentaje de la cantidad total de compost producido que se utilizará en la unidad agrícola.

Distancia a usos sensibles del suelo: Describa la presencia de vecinos cercanos, escuelas, campos de juego, etc. Indique las distancias a cada uno.

Gestión del drenaje y la escorrentía: Describa cómo se controlará la escorrentía en el emplazamiento. Indique cualquier berma, zanja de desviación, cuenca de retención o zona de tratamiento con vegetación en un mapa o croquis adjunto.

Procedimientos de almacenamiento: Describa la entrega y el descargo de materias primas, incluyendo la ubicación, los métodos de mezcla, etc.

Control de calidad: ¿Cómo se controlará la calidad de la materia prima y del compost terminado? ¿Cómo se eliminarán y desecharán los materiales no compostables (por ejemplo, el plástico)?

Mezcla y apilamiento de materiales: ¿Cómo se mezclarán y construirán las pilas/hileras de compost? Indique el número, la altura, la longitud y la anchura de las pilas.

Aireación: Describa el método y el tipo de equipo que se utilizará para airear las pilas de compost.

Duración del compostaje: Calcule cuánto tiempo llevará el compostaje desde el inicio hasta el producto final.

Personal: ¿Qué personal se utilizará y cómo se formará?

Equipo: ¿Qué equipo se utilizará y con qué fines?

Plan de contingencia: ¿Existe un sitio alternativo temporal al que se pueda trasladar el compost en caso de que el sitio principal quede inutilizable?

Plan de gestión de olores: Obligatorio para el registro. Consulte la sección X.



Mapas

Se deben incluir **dos mapas** en la solicitud de registro MDAR. Se aceptan mapas a escala de Google Earth o de estilo equivalente:

Mapa de ubicación ("alejado") que muestra el emplazamiento del compost en relación con las carreteras, los límites de la ciudad y los elementos naturales, como arroyos y masas de agua, humedales.

Plano del emplazamiento ("ampliado") que muestra la distribución de la operación de compostaje agrícola, incluyendo los siguientes elementos:

- a. Límites de la propiedad que muestran la distancia de retranqueo.
- b. Ubicación y orientación de las hileras. Dibuje el número de hileras previstas en el plano, indicando la longitud, la anchura y el espacio entre ellas.
- c. Ubicación de las zonas de descarga, mezcla y carga.
- d. Ubicación de las zonas de curado y/o almacenamiento.
- e. Ubicación de los caminos agrícolas y las vías públicas.
- f. Controles de drenaje y escorrentía (por ejemplo, bermas, zanjas, zonas con césped). Indique la dirección del flujo de agua.
- g. Edificios agrícolas y campos circundantes.
- h. Aguas superficiales y humedales, incluida la distancia de retranqueo.
- i. Pozos de agua potable, incluida la distancia de retranqueo.
- j. Edificios ocupados a menos de 300 pies del emplazamiento de compostaje.
- k. Vallas altas, hileras de árboles, setos u otras pantallas visuales entre el sitio de compostaje y el público.





10 Preparación de un Plan de Gestión de Olores

Los olores son la causa principal de las quejas relacionadas con las operaciones de compostaje. Por este motivo, y para garantizar unas prácticas de compostaje adecuadas, la normativa del MDAR exige que todos los compostadores agrícolas registrados dispongan (y apliquen cuando sea necesario) de un plan de gestión de olores.

Plan de gestión de olores: un plan adecuado al tamaño y tipo de la operación que minimice la producción y migración de compuestos olorosos. El plan debe abordar, como mínimo, los siguientes aspectos:

- a. Procedimientos de evaluación, incluyendo la intensidad, duración y frecuencia del olor.
- b. Diagnóstico del origen del olor.
- c. Descripción de las medidas correctivas que pueden utilizarse para abordar la producción y migración de cualquier olor, incluyendo medidas específicas, como cambios operativos que se adoptarán para atender las quejas si los olores se producen más allá de los límites de la propiedad de la Unidad Agrícola.

La normativa MDAR también exige:

- a. El solicitante se asegurará de que exista un plan de gestión de olores por escrito. El plan se conservará en las instalaciones de la operación de compostaje agrícola y estará disponible para su inspección por parte del Departamento cuando este lo solicite.
- b. Cuando el solicitante detecte un olor, o cuando reciba una queja sobre un olor que traspase los límites de la propiedad de la unidad agrícola por parte de los vecinos o del Departamento, el solicitante aplicará el plan de gestión de olores.

En algunas circunstancias del compostaje, el olor es inevitable, pero SE PUEDE controlar. El operador debe considerar el control de los olores de manera integral, como parte de la comprensión del proceso de compostaje y la identificación de problemas mediante la supervisión, de modo que se puedan aplicar soluciones **antes** de que se conviertan en problemas.

Los olores asociados al compostaje pueden deberse a diversas causas, pero los olores persistentes suelen ser el resultado de prácticas de gestión deficientes. Para evitar los olores problemáticos en las plantas de compostaje, es esencial conocer los principios básicos del compostaje, realizar un seguimiento periódico y disponer del equipo y las materias primas adecuados. Comprender la causa del olor permitirá al operador realizar correcciones y devolver el "equilibrio" a la pila, o tomar otras medidas para reducir la probabilidad de que se produzcan molestias en el vecindario.

Su sitio podría estar "libre de olores" durante 100 días, pero si se produce un problema de olor, será el olor lo que se recuerde. Afortunadamente, con algunos conocimientos, equipos, materiales y un control regular, muchos de los problemas operativos que causan olores pueden identificarse y remediarse antes de que se conviertan en problemas.

La causa del olor del compostaje suele pertenecer a una (o una combinación) de varias categorías:

- 1. Olores procedentes de las propias materias primas:** Los materiales con alto contenido en nitrógeno y alta humedad suelen ser olorosos cuando llegan, si no al llegar, poco después. Estos materiales deben incorporarse inmediatamente a una **receta adecuada**, que equilibre:
 - a. La alta humedad del material húmedo con material seco procedente de una fuente con alto contenido en carbono, como hojas o virutas, para alcanzar un 50-60 % de humedad.
 - b. El alto nivel de nitrógeno del material húmedo con el alto nivel de carbono del material seco para alcanzar una relación C:N de 30:1.
 - c. La alta densidad aparente (peso) del material húmedo con la menor densidad aparente del material seco para alcanzar una densidad aparente de 800-1000 libras/yarda cúbica.
- 2. Olores procedentes de las condiciones anaeróbicas de la pila:** La descomposición anaeróbica de la materia orgánica suele ser un proceso muy oloroso, que da lugar a la emisión de numerosos gases de efecto invernadero potentes, como el metano y el óxido nitroso. El objetivo del compostaje es crear condiciones favorables para el crecimiento de bacterias **aeróbicas**. El compostaje en pilas lo consigue gracias a la forma y el tamaño de las pilas: una forma piramidal alargada permite que el aire entre en la pila por la base y los lados, y "salga" por la parte superior. La pila debe ser lo suficientemente pequeña como para permitir la distribución del aire en su interior, pero lo suficientemente grande como para retener el calor mediante el aislamiento. Una pila demasiado grande retendrá demasiado calor y probablemente será demasiado pesada para funcionar bien. Una vez que se agota el oxígeno de la pila, las bacterias anaeróbicas se vuelven más activas y suelen producirse olores.

Otro parámetro muy importante que se debe medir en el compostaje es la temperatura de la pila. Este es un indicador de la actividad metabólica microbiana y normalmente se mide usando un termómetro con un vástago de tres pies de largo. Cuando la pila alcanza temperaturas superiores a los 140 °F, las bacterias favorables para el compostaje mueren o se vuelven inactivas, y las bacterias anaeróbicas toman el control, lo que ralentiza el proceso y suele contribuir a la aparición de olores.

Un método común de control de la temperatura que da una indicación de la actividad de la pila es controlar la temperatura de la pila tanto a una profundidad de tres pies como de un pie. Como regla general, una diferencia de temperatura superior a 20 °F entre tres pies y un pie en una pila activa (por ejemplo, una lectura de 110 °F a tres pies y una lectura de 140 °F a un pie de profundidad) podría indicar que el centro de la pila necesita respirar, pero no recibe suficiente aire. Es probable que sea el momento de voltear la pila.

Una estrategia de gestión prudente a la hora de compostar material oloroso es un método conocido como "**cubrir**" la pila. Esto implica cubrir toda la pila con 6-12 pulgadas de un material con alto contenido en carbono que actuará como "biofiltro" para los olores. Esta también puede ser una estrategia eficaz si es necesario voltear la pila, pero el viento sopla hacia receptores sensibles (vecinos).

En el apéndice B se encuentra una plantilla del plan de gestión de olores, que la granja puede adaptar a su funcionamiento.



Apéndice B

Plan de Gestión de Olores en el Compostaje Agrícola

Nombre de la granja: _____

Dirección: _____

Nombre del operador: _____ Número de teléfono: _____

Dirección de correo electrónico: _____ Fecha: _____

Resumen

Este documento describe las prácticas de gestión que utilizará esta granja para evitar los olores problemáticos asociados con el compostaje en la granja, así como las medidas que se tomarán si surgen olores problemáticos. Orienta al operador en la prevención de olores problemáticos y en la resolución de problemas en caso de que se produzcan.

EL PLAN TIENE TRES PARTES:

1. **Gestión preventiva**, basada en procedimientos de compostaje adecuados.
2. **Procedimientos de evaluación y remediación de olores**, utilizando tablas a las que la granja recurrirá para evaluar y responder a un olor identificado.
3. **Formulario de reconocimiento de quejas de los vecinos**, utilizado para documentar las quejas por olores y la respuesta correspondiente de la dirección de la granja, si fuera necesario.

1. Gestión Preventiva

A continuación se describen las prácticas de gestión básicas de la granja. Además, la granja consultará y cumplirá la *guía para el compostaje agrícola* del Departamento de Recursos Agrícolas de Massachusetts.

RECETA DE COMPOST

La granja desarrollará y se adherirá a una receta de compost que se ajuste a los siguientes objetivos aceptados por la industria:

- Relación C:N de 25-40:1
- Contenido de humedad entre el 50 y el 65 %
- Densidad aparente inferior a 1000 libras/yarda cúbica

INCORPORACIÓN RÁPIDA

Las materias primas que atraen vectores o con alto potencial de olor se mezclarán inmediatamente con material con alto contenido de carbono tras su entrega, lo que contendrá y estabilizará los compuestos causantes del olor, garantizando el establecimiento de un compostaje aeróbico activo y evitando el acceso de posibles vectores.

CUBIERTA DE LAS PILAS

Las pilas que contengan materias primas que atraigan vectores o con alto potencial de olor (por ejemplo, residuos alimenticios) se "cubrirán" según sea necesario con al menos 6 pulgadas de material absorbente de olores y con alto contenido en carbono (virutas de madera, virutas, hojas, lechos para caballos con alto contenido en carbono, etc.).

PREVENCIÓN Y CONTROL DE LIXIVIADOS

Los lixiviados, o la pérdida de "humedad libre" de una pila de compost, son líquidos ricos en nutrientes y pueden ser una fuente de contaminación y olores en un emplazamiento de compostaje. Se hará todo lo posible para evitar y controlar los lixiviados mediante el desarrollo de recetas adecuadas, la mezcla y el control de las pilas, así como el tamaño y la forma de estas. Las hileras tendrán forma de pirámide alargada, para evacuar la lluvia. Durante los periodos de lluvia excesiva, se modificarán las recetas con un contenido de humedad inicial más bajo para aumentar la capacidad de la mezcla de absorber la precipitación sin liberar lixiviados. La inspección visual periódica de las pilas detectará la presencia de lixiviados y permitirá al operador identificar la fuente y remediarla. Si se produce lixivación, se construirá inmediatamente una berma de serrín, virutas de madera, compost terminado u otro material absorbente en la parte inferior de la pendiente donde se origina el lixiviado, para contenerlo y absorberlo. El material saturado se incorporará a una hilera y se compostará. Se evitará la formación de charcos en el lugar y, si es necesario, se nivelarán las zonas encharcadas.

SUPERVISIÓN DE LAS PILAS

Las pilas de compostaje activas se supervisarán (y registrarán) al menos dos veces por semana para determinar el nivel de actividad biológica de la pila e identificar cualquier problema que pueda surgir. Se mantendrán registros de supervisión, documentando los resultados y cualquier medida correctiva necesaria, así como para documentar el tratamiento térmico suficiente para la destrucción de patógenos y semillas de malas hierbas. Los registros de supervisión se almacenarán en un lugar seguro y seco durante al menos tres años. La supervisión incluirá la evaluación y documentación de los siguientes parámetros:

- **Temperatura:** se utilizará una sonda de temperatura para compost de tres pies para controlar los materiales de compostaje. Se realizarán controles de temperatura en el centro de la pila (verticalmente) cada 15-20 pies a profundidades de uno y tres pies en cada ubicación y se registrarán.
- **Humedad:** se utilizará la sencilla "prueba de compresión" para controlar la humedad de las pilas. El contenido de humedad objetivo es del 50-60 %, que tiene las propiedades de humedad de una "esponja escurrida" cuando se aprieta. Si se observan problemas de humedad significativos, se identificará la causa y se abordará el problema con prontitud.
- **Olor:** el operador observará y controlará cualquier olor generado por el sitio y/o las pilas individuales. Esto se hará cada vez que se visite el sitio. Durante el control de las pilas, estas se clasificarán como: Sin olor, olor mínimo, olor moderado, olor fuerte, con una descripción del carácter del olor. Si se detectan olores significativos, se identificará la causa y se abordará el problema con prontitud siguiendo los procedimientos descritos en la sección Procedimiento de Evaluación de Olores de este documento.
- Se llevará a cabo una inspección visual del emplazamiento y de las pilas cada vez que el operador entre en el emplazamiento. Estas inspecciones anotarán si hay humedad excesiva en el sitio y de dónde proviene, el tamaño y la forma de las pilas, signos de vectores (o materiales o condiciones que puedan atraer vectores) y cualquier otro signo de posibles problemas. Si se detectan problemas, se identificará la causa y se abordará el problema de inmediato siguiendo los procedimientos descritos en el Procedimiento de Evaluación de Olores de este documento.

PASOS ADICIONALES

1. La granja responderá a las inquietudes y/o quejas de los vecinos, será específica y realista sobre las causas, las respuestas y el plazo para remediar el problema.
2. Si la causa del olor o la molestia no se puede identificar fácilmente o si está presente en una gran cantidad de material, la granja:
 - a. Se pondrá en contacto con un consultor técnico.
 - b. Se pondrá en contacto con las agencias estatales y locales pertinentes para informarles de que podría haber un problema.
 - c. Colaborará con el consultor y el estado para crear y aplicar una estrategia de remediación.
 - d. Mantendrá la comunicación con las partes afectadas.

2. Procedimientos de Evaluación y Remediación de Olores

Las siguientes tablas se utilizarán para evaluar y remediar los olores identificados y para crear una estrategia de prevención de cara al futuro.

1.0 Condiciones Anaeróbicas, Lixiviado				
Problema Identificado	Verificación Cruzada	Causas Fundamentales	Medidas Correctivas	Medidas Preventivas
Problema de olor	¿Condiciones anaeróbicas en pilas?	Alto contenido de humedad (falta de humedad en la receta original).	Mezclar con materia seca.	Ajustar la receta para reducir el contenido de humedad.
			Reducir el tamaño de la pila.	Construir pilas más pequeñas.
			Volcar la pila para que se seque.	
		Condiciones de pila densa (falta de partículas estructurales grandes en la receta original y/o volteo/ mezcla poco frecuentes).	Mezclar con agentes espesantes porosos (virutas de madera, serrín).	Ajustar la receta para añadir porosidad (5-15 % de serrín/virutas de madera por volumen).
	Volcar la pila para aflojarla y airearla.		Asegúrese de mezclar bien.	
			Volcar con más frecuencia.	
	Grandes pilas que impiden la aireación pasiva.	Reducir el tamaño de la pila.	Construir pilas más pequeñas.	
		¿Lixiviado de la pila?	Condiciones de alta humedad.	Absorber el lixiviado con materiales carbonosos secos.
	Asegúrese de que la infraestructura del emplazamiento permita un drenaje adecuado.			

1.1 Materia Prima Problemática

Problema Identificado	Verificación Cruzada	Causas Fundamentales	Medidas Correctivas	Medidas Preventivas
Problema de olor	¿Problemas con la materia prima?	Alto contenido en proteínas.	Si el olor no se controla después del taponado, corrija la fórmula con materiales de carbono y agente espesante y vuelva a tapar.	Desarrollar una receta específica para la materia prima problemática. Se necesitarán fuentes significativas de carbono disponible y agentes espesantes porosos.
		Alto contenido de humedad.	Si el olor no se controla después del taponado, corrija la receta con materia seca y agente espesante y vuelva a tapar.	Desarrollar una receta específica para la materia prima problemática. Se necesitarán materia seca y agentes espesantes porosos.
		pH bajo o alto.	Si el olor no se controla después del taponado, corrija el contenido de humedad y la densidad de la receta, vuelva a tapar y deje sin remover hasta que el pH se estabilice mediante el proceso de compostaje.	Controlar la relación carbono-nitrógeno y el contenido de humedad para minimizar las condiciones de alto contenido proteico (N), alta humedad y pH bajo, o de alto contenido proteico (N), baja humedad y pH alto.
		Compuestos o materias primas especialmente difíciles.	Busque asistencia técnica si las técnicas tradicionales de control de olores no funcionan.	Utilizar pruebas de laboratorio de las materias primas para desarrollar una fórmula específica para las materias primas problemáticas. Realizar pruebas con pequeñas cantidades de materia prima antes de introducir un gran volumen en el proceso de compostaje.

1.2 Factores Meteorológicos

Problema Identificado	Verificación Cruzada	Causas Fundamentales	Medidas Correctivas	Medidas Preventivas
Problema de olor	¿Dirección del viento?	Los olores fuertes que se desprenden de las pilas pueden propagarse fuera del recinto.	Utilice verificaciones cruzadas para implementar una remediación inmediata del olor en las pilas. (Tablas 1.0-1.1)	<p>Observar los patrones de generación de viento y olores para minimizar el volteo y evitar la liberación de olores coincidiendo con el transporte del viento en direcciones de receptores.</p> <p>Instalar una estación meteorológica o una manga de viento para controlar la dirección del viento.</p>
	¿Inversión térmica?	Los patrones normales de movimiento del aire están estancados, lo que atrapa los olores cerca del suelo y aumenta el potencial de molestias.	Utilice verificaciones cruzadas para implementar una remediación inmediata del olor en las pilas. (Tablas 1.0-1.1)	<p>Minimizar el volteo por la mañana y por la noche, cuando son comunes las inversiones del nivel del suelo.</p> <p>Observar las condiciones meteorológicas y los patrones de generación de olores para minimizar el volteo y evitar la liberación de olores coincidiendo con condiciones de inversión.</p> <p>Comprender los factores topológicos, como los drenajes de aire, que pueden desplazar y atrapar los olores.</p>

FORMULARIO DE ACUSE DE RECIBO DE QUEJAS DE VECINOS

Fecha de la queja: _____ Nombre del vecino/reclamante: _____

Dirección del reclamante: _____

Datos de contacto del reclamante: _____

Naturaleza de la queja/problema (incluya lugar, fechas, tiempo u otra información relevante):

Queja recibida y reconocida por parte de: _____ Fecha: _____

SEGUIMIENTO DE LA QUEJA

Fecha: _____ Nombre de la persona que responde a la queja: _____

Si la queja se refiere a un olor:

¿Observado in situ? Sí No | Olor Mínimo Olor Moderado Olor Fuerte

¿Observado in situ? Sí No | Olor Mínimo Olor Moderado Olor Fuerte

¿Causa identificada?

Fecha y hora de la primera detección: _____ Fecha y hora en que terminó: _____

¿Único o recurrente? _____ Si es recurrente, ¿con qué frecuencia? _____

Acción inmediata tomada ante la queja: _____

Plan a largo plazo de medidas correctivas: _____

Fecha de seguimiento con el reclamante: _____

Resultados de las medidas correctivas: _____

Agradecimientos

El propósito de esta guía es fomentar y salvaguardar el compostaje agrícola.

Esta guía fue escrita originalmente por Sumner Martinson del MassDEP y el difunto Maarten van de Kamp del MDAR. Fue actualizada en 2010 por Saiping Tso del MDAR, y revisada de nuevo en 2023 por Sean Bowen para reflejar los cambios normativos del MDAR.

