

■ GUÍA DE ■ **COMPOSTAJE** para agricultores



■ GUÍA DE ■ COMPOSTAJE para agricultores

Autores:

Sergio Pardo Díaz
Marco Suárez Estrada
Mauricio Camelo Rusinque
Daniel Rojas Tapias
Germán Estrada Bonilla

Catalogación en la publicación - Biblioteca Agropecuaria de Colombia

Guía de compostaje para agricultores. / Sergio Pardo Díaz [y otros cuatro] – Mosquera, (Colombia): AGROSAVIA, 2024.

52 páginas (Colección Alianzas AGROSAVIA)
Incluye referencias bibliográficas, gráficos y tablas.
ISBN e-Book: 978-958-740-780-8

1. Compost 2. Abono orgánico 3. Manejo de desechos 4. Nutrientes esenciales para las plantas 5. Variabilidad del clima. I. Pardo Díaz, Sergio II. Suárez Estrada, Marco III. Camelo Rusinque, Mauricio IV. Rojas Tapias, Daniel V. Estrada Bonilla, Germán.

Palabras clave normalizadas según Tesauro Multilingüe de Agricultura -Agrovoc

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA

Sede Central, kilómetro 14 vía Mosquera-Bogotá, Mosquera, Cundinamarca. Código postal 250047, Colombia.

Esta publicación forma parte del proyecto "Mejora de la fertilidad del suelo mediante el compostaje de estiércol bovino en el Trópico Alto Colombiano", financiado por Kol-faci de RDA de la República de Corea, gracias al Convenio M490-05 inscrito con AGROSAVIA.

Colección: Alianzas AGROSAVIA

Autores:

Sergio Pardo Díaz
Marco Suárez Estrada
Mauricio Camelo Rusinque
Daniel Rojas Tapias
Germán Estrada Bonilla

Preparación editorial

Editorial AGROSAVIA / editorial@agrosavia.co
Coordinadora de divulgación científica y tecnológica:
Astrid Verónica Bermúdez Díaz
Edición: Felipe Solano Fitzgerald
Adecuación pedagógica: Nathalia Castañeda Sepúlveda
Diseño y diagramación: Mónica Cabiativa Daza
Ilustraciones y portada: Juan Felipe Martínez

Citación sugerida: Pardo-Díaz, S., Suárez-Estrada, M., Camelo-Rusinque, M., Rojas-Tapias, D., & Estrada-Bonilla, G. (2024). *Guía de compostaje para agricultores*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-Agrosavia.
<https://doi.org/10.21930/agrosavia.nbook.7407808>

Cláusula de responsabilidad:

AGROSAVIA no es responsable de las opiniones y de la información recogidas en el presente texto. Los autores asumen de manera exclusiva y plena toda responsabilidad sobre su contenido, ya sea este propio o de terceros, declarando en este último supuesto que cuentan con la debida autorización de terceros para su publicación. Igualmente, expresan que no existe conflicto de interés alguno en relación con los resultados de la investigación propiedad de tales terceros. En consecuencia, los autores serán responsables civil, administrativa o penalmente, frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros, relativa a los derechos de autor u otros derechos que se vulneren como resultado de su contribución.

Línea de atención al cliente: 018000121515

atencionalcliente@agrosavia.co

www.agrosavia.co



https://co.creativecommons.org/?page_id=13

Contenido

	Agradecimientos	5
	Introducción	6
1.	El compostaje	8
	¿Qué es el compostaje?	8
	Beneficios del compostaje	9
2.	Conceptos clave en la elaboración de compost	12
	La función de los microorganismos: cómo funcionan y qué necesitan	12
	Fuentes de nutrientes	13
3.	Fases del proceso de compostaje	16
	Fase de preparación de los materiales para formar las pilas de compostaje	16
	Fase de compostaje activo	17
	Fase de maduración	18
4.	Variables que se deben monitorear y ajustar: temperatura, humedad y ventilación	19
	Temperatura	19
	Humedad	20

	Ventilación	20
	Relación entre humedad y temperatura	20
5.	Preparación de la pila	22
	Selección del sitio	22
	Preparación de los materiales	24
	Disposición de las capas de material	26
	Tamaño de la pila	27
	Indicadores de que el compost puede ser usado en campo	28
6.	Manejo de la pila de compost	30
	Temperatura	31
	Humedad	33
	Ventilación	34
7.	Solución de problemas	38
	Problemas con la temperatura	38
	Problemas con la humedad	40
	Olor desagradable	42
	Presencia de plagas	43
	El proceso de compostaje tarda mucho	44
	Compactación excesiva de la pila	44
	Generación de lixiviados contaminantes	45
	Pérdida de nutrientes por volatilización	45
	Referencias	46
	Los autores	49



Agradecimientos

Este material fue realizado con el apoyo de Kolfaci de RDA de la República de Corea, gracias al Convenio M490-05 inscrito con Agrosavia.



Introducción

El compostaje es un proceso importante para los productores agropecuarios en Colombia que transforma subproductos orgánicos, como residuos de plantas, comida y estiércol de animales, en un producto llamado "compost" o "fertilizante orgánico". Este compost es benéfico para el suelo porque su aplicación mejora sus propiedades físicas, químicas y biológicas, además le aporta nutrientes.

¿Cómo funciona? En lugar de destinar los residuos orgánicos a rellenos sanitarios, donde pueden producir malos olores y gases contaminantes como el metano, el compostaje usa estos materiales como materia prima (figura 1). En las condiciones que describe esta cartilla, diversos microorganismos —bacterias, hongos y levaduras— se alimentan de los residuos dispuestos en una pila y los transforman en materia orgánica benéfica estable para el suelo ("compost"). Para hacerlo, además de nutrientes ricos en carbono y nitrógeno, los microorganismos deben tener condiciones óptimas de temperatura, humedad y ventilación (oxígeno), que son, por lo tanto, las principales variables en la elaboración del compost.

Específicamente, esta cartilla describe las acciones necesarias para optimizar este proceso natural y hacer compost de buena calidad usando subproductos agroindustriales. Entre otros beneficios, su uso adecuado mejora la salud de los cultivos y ayuda a preservar el medioambiente.

1. El compostaje

¿Qué es el compostaje?

El compostaje es un proceso en el que comunidades de microorganismos en condiciones aeróbicas y en estado sólido transforman residuos orgánicos, como restos de plantas, sobras de alimentos, estiércol animal, entre otros, en un producto que puede ser usado para condicionar el suelo, optimizar la fertilización de los cultivos y, en muchos casos, mejorar la productividad (figura 2).

En la naturaleza, los microorganismos realizan este proceso de forma espontánea, pero el compostaje acelera la biodegradación de los subproductos orgánicos de origen casero o agroindustrial, estabiliza la materia orgánica fresca y la transforma en un producto benéfico con valor agregado: el compost o fertilizante orgánico (El-Mahrouk & Dewir, 2016; Galindo et al., 2018; Zhang et al., 2023b).

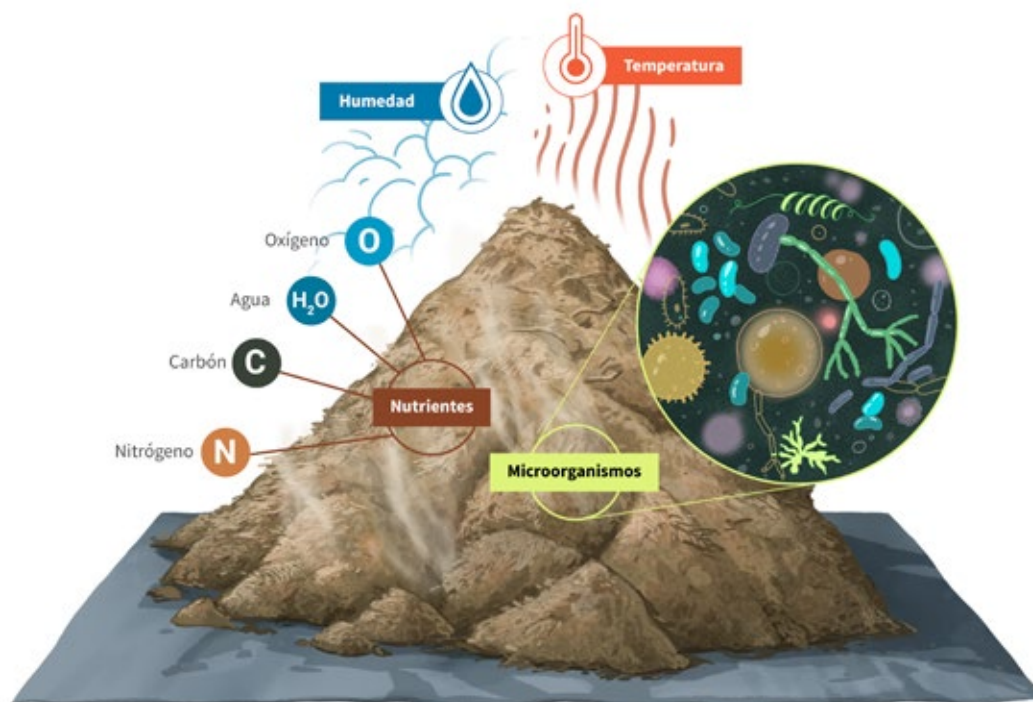


Figura 2. Esquema del proceso de degradación de residuos orgánicos por los microorganismos.

Fuente: Elaboración propia.

Beneficios del compostaje

En la búsqueda de soluciones sostenibles para reducir el impacto negativo de la agricultura tradicional en el ambiente, se ha encontrado que el compostaje es una práctica muy importante en la valoración de subproductos (residuos) y en promover la agricultura sustentable (Lin et al., 2019). La figura 3 esquematiza los usos posibles del compost en la agricultura.

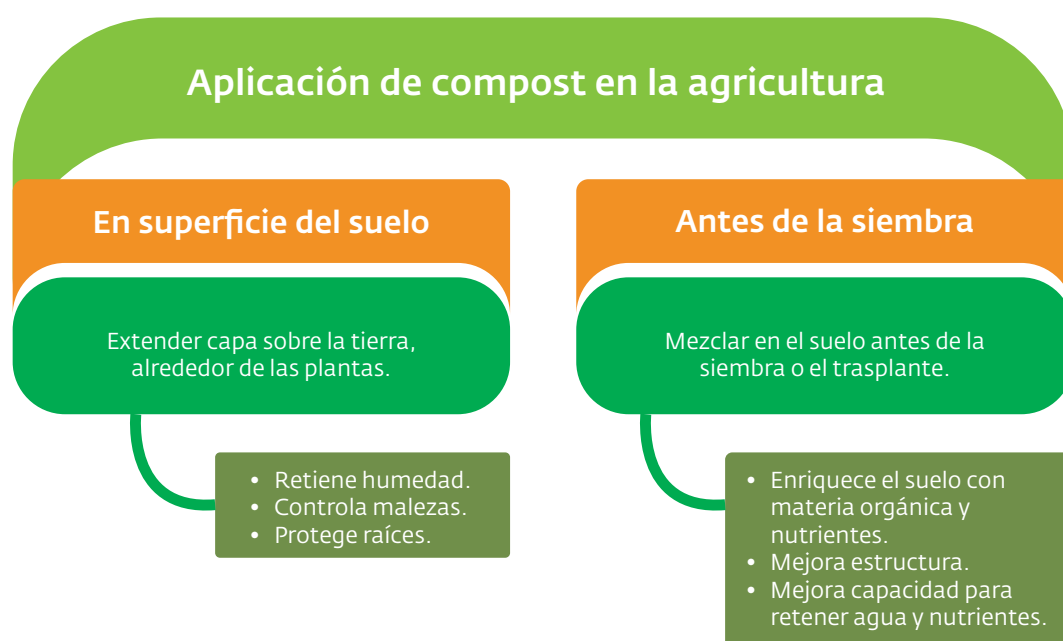


Figura 3. Uso del compost en la agricultura.

Fuente: Elaboración propia.

Entre los beneficios que tiene el compostaje para la agricultura se encuentran (figura 4):

- **Mejora la salud del suelo:** incorpora materia orgánica y fomenta la actividad microbiana benéfica. Esto, a su vez, mejora las características físicas del suelo y aumenta su capacidad para retener agua, lo que lo hace más resistente a períodos de sequía y a condiciones climáticas extremas (figura 4). Además, estimula el crecimiento de raíces fuertes y saludables, lo cual facilita la absorción de nutrientes y aumenta el rendimiento de los cultivos.
- **Mejora la estructura del suelo:** el compost actúa como un agente acondicionador cuando se incorpora al suelo, de manera que ayuda a descompactarlo,

sobre todo si es arcilloso. La materia orgánica contribuye significativamente a la formación de agregados del suelo, los cuales mejoran la porosidad y, por lo tanto, facilitan la circulación de aire y agua. Además, promueven el crecimiento saludable de las raíces.

- **Es una fuente de nutrientes esenciales:** contiene nitrógeno, fósforo, potasio y una variedad de micronutrientes. Como la descomposición gradual del compost libera estos nutrientes de forma constante a través del tiempo, proporciona un suministro sostenible de nutrientes para las plantas.
- **Promueve la actividad microbiana:** la materia orgánica del compost alberga una comunidad diversa de microorganismos benéficos que descomponen la materia orgánica y mejoran la salud del suelo. Además, participan en la descomposición de compuestos dañinos, como pesticidas residuales, y liberan nutrientes que son fácilmente absorbidos por las plantas. Adicionalmente, el compost estimula los microorganismos benéficos nativos del suelo y, por lo tanto, contribuye al ciclaje de nutrientes necesarios para la nutrición de las plantas.
- **Aumenta la capacidad del suelo para retener agua:** es especialmente importante en regiones propensas a sequías, ya que el suelo enriquecido con compost retiene la humedad de manera más efectiva, lo cual les permite a las plantas acceder al agua durante períodos secos, reduciendo la necesidad de riego constante.

Además de su impacto en la agricultura, el compostaje desempeña un papel fundamental en la economía circular, al transformar subproductos (residuos) de diversas industrias en fertilizante orgánico. Esto evita la generación de residuos innecesarios y promueve la gestión eficiente de los recursos, de tal manera que reduce la extracción de recursos no renovables y la presión sobre valiosos ecosistemas naturales. Así, su uso es positivo no solo para la producción de alimentos, sino también para el medioambiente:

- **Contribuye a la mitigación del cambio climático:** al aprovechar la materia orgánica residual en lugar de enviarla a los rellenos sanitarios, la producción de compost reduce la liberación del metano que normalmente se produce en estos sitios (Salama et al., 2016).
- **Reduce el impacto ambiental:** el uso de compost ayuda a disminuir la aplicación de fertilizantes de síntesis química que pueden tener impactos negativos en los ecosistemas y la biodiversidad, pues optimiza el uso de nutrientes de manera equilibrada y con liberación lenta. Además, de esta manera se reduce no solo la emisión de gases efecto invernadero que genera su uso inadecuado en la agricultura convencional (Lopes et al., 2021), sino además el riesgo de contaminación de las aguas subterráneas y los cuerpos de agua.



Figura 4. Aplicación de compost en una pradera silvopastoril para mejorar las propiedades del suelo. a. Alistamiento del compost para transportarlo; b. Disposición en el terreno.

Fotos: Marco Suárez Estrada

- **Favorece el control de enfermedades y plagas:** al mejorar la salud del suelo y aumentar la resistencia de las plantas a factores abióticos y bióticos, el compost ayuda a prevenir o reducir la propagación de enfermedades y plagas. Algunos componentes del compost también pueden actuar como repelentes naturales.

2. Conceptos clave en la elaboración de compost

La función de los microorganismos: cómo funcionan y qué necesitan

Para que las comunidades de microorganismos descompongan la materia orgánica en compost necesitan principalmente dos nutrientes esenciales: carbono y nitrógeno. Además, como seres vivos, para realizar su metabolismo necesitan oxígeno, por eso el compostaje se considera un proceso “aeróbico”. Como se verá más adelante, esta es la razón por la cual, para garantizar un compost de buena calidad, es fundamental garantizar que la mezcla de materia orgánica provea estos nutrientes y manejar la pila de forma adecuada para que tenga el aire necesario según la etapa (Z. Zhang et al., 2023b).

Específicamente, entre los microorganismos que participan en la elaboración de compostaje se encuentran:

- Bacterias.
- Hongos.
- Levaduras.

La actividad y predominancia de los grupos de microorganismos varía según los nutrientes disponibles, la aireación y las condiciones de temperatura en el compost.

Durante las fases de elaboración del compostaje, los microorganismos consumen los materiales orgánicos como fuente de alimento (tabla 1) a ritmos diferentes dependiendo el tipo de material. Primero, los microorganismos agotan las fuentes de carbono de fácil degradación (cadena corta); luego, degradan las fuentes de cadena larga y proteínas; y finalmente, consumen fuentes como lignina, cuya degradación es más compleja.

Tabla 1. Aporte de las fuentes nutricionales y el oxígeno a los microorganismos

Nutrientes			Oxígeno
Carbono	Nitrógeno	Fósforo	
Actúa como fuente principal de energía para los microorganismos.	Es indispensable para la síntesis de proteínas y otros compuestos esenciales para el crecimiento microbiano.	Es especialmente importante porque ayuda a los microorganismos a generar energía y formar componentes vitales como ácidos nucleicos y membranas celulares.	Es crucial para mantener condiciones aeróbicas, que favorecen la actividad de bacterias y hongos eficientes en la degradación.

Fuente: Elaboración propia.

Fuentes de nutrientes

El proceso de compostaje se fundamenta en la combinación de materiales ricos en carbono (C), nitrógeno (N) y fósforo (P), los cuales se obtienen de diversas fuentes, incluyendo subproductos fácilmente aprovechables de actividades agropecuarias. Su tratamiento adecuado genera un fertilizante orgánico equilibrado y con alto valor agronómico para los cultivos. En términos generales, los materiales para el proceso de compostaje pueden clasificarse en fuentes de carbono, fuentes de nitrógeno y fuentes complementarias.

Fuentes de carbono

El carbono ofrece energía para los microorganismos que actúan sobre la materia orgánica, lo cual acelera el proceso de compostaje, principalmente cuando se usan fuentes de fácil degradación al inicio del proceso.

Las hojas secas, la paja, las ramas pequeñas, el aserrín y los restos de cultivos son ejemplos valiosos de materias primas ricas en carbono (figura 5). Estos materiales aportan la estructura necesaria al compost, facilitando la circulación del aire y evitando que la pila se compacte en exceso.

Fuentes de nitrógeno

El nitrógeno es esencial para la formación de proteínas y es un nutriente fundamental para los microorganismos que descomponen los residuos orgánicos. En el ámbito agrícola, la bovinaza, la caprinaza, la equinaza, la gallinaza y la pollinaza son ejemplos sobresalientes de fuentes ricas en nitrógeno (figura 5). Estos subproductos animales no solo aportan nitrógeno, sino que también contienen otros nutrientes esenciales que enriquecen el compost, como el potasio (K). También puede usar restos de cocina, recortes de césped o leguminosas.

Al balancear la relación C/N, el nitrógeno proveniente de estos materiales estimula la actividad microbiana y, por lo tanto, acelera la descomposición de la materia orgánica. Por el contrario, si la relación C/N es alta, se ralentiza el proceso, y si es baja, se favorece la pérdida de N.



Figura 5. Materiales orgánicos (residuos) que pueden ser utilizados como fuentes de nutrientes para el proceso de compostaje. a. Estiércol de animales; b. Limo; c. Podas de plantas; d y e. Residuos de cosecha.

Fotos: Marco Suarez Estrada

Fuentes complementarias que aumentan la calidad del compost

Adicionalmente, se puede mejorar la calidad del compost incorporando nutrientes adicionales en forma de rocas, como la roca fosfórica nacional finamente molida. Este material es una excelente fuente de fósforo (P), un nutriente vital para el crecimiento y el desarrollo de las plantas.

Al incorporar roca fosfórica al compost, se enriquece el abono final con un nutriente esencial que fomenta un crecimiento saludable de las raíces y fortalece la resistencia de los cultivos frente a condiciones adversas, de manera que contribuye a una agricultura más sostenible y productiva.

Específicamente, la relación ideal de fósforo en un compost varía dependiendo del tipo de residuos utilizados, pero generalmente se busca un equilibrio en la proporción carbono : nitrógeno : fósforo (C:N:P) cercano a 30 : 1 : 0,5.

El tratamiento y la combinación adecuada de materiales ricos en carbono, nitrógeno y fósforo es crucial para producir un fertilizante orgánico equilibrado y con alto valor agronómico para los cultivos.

3. Fases del proceso de compostaje

El proceso de compostaje se desarrolla en varias fases interconectadas: desde la preparación inicial y la fase activa de compostaje, donde la temperatura y la humedad son críticas, hasta la fase de maduración, que garantiza la estabilidad del compost final.

Fase de preparación de los materiales para formar las pilas de compostaje

En esta fase se preparan los materiales para formar las pilas de compostaje, procurando crear una mezcla equilibrada de carbono, nitrógeno y fósforo (25-30 / 1/ 0,5). Esto significa que por cada 30 partes de carbono y 1 parte de nitrógeno, debe haber aproximadamente 0,5 partes de fósforo.

Este equilibrio en los componentes es crucial para iniciar el proceso de compostaje, pues permite que los microorganismos encuentren las fuentes necesarias de carbono para energía y de nitrógeno para la síntesis de aminoácidos y proteínas. Además, es importante reducir el tamaño de las partículas (figura 6) y asegurar su homogeneidad para que los microorganismos puedan acceder más fácil a los nutrientes, lo cual mejora la calidad del compost resultante y optimiza el proceso.



Figura 6. Picado de material para elaboración de compost.

Foto: Marco Suárez Estrada.

Fase de compostaje activo

Es un período de actividad microbiana intensa que se divide en tres subetapas de temperatura clave (figura 7):

- 1. Fase mesófila:** elevación de la temperatura inicial. Al comenzar el proceso, la temperatura de la pila aumenta rápidamente debido a la actividad de microorganismos aeróbicos. Esta elevación de la temperatura es un indicador de que el proceso de descomposición ha comenzado.
- 2. Fase termófila:** temperatura óptima. La pila de compost alcanza su temperatura máxima, generalmente entre 45 °C y 60 °C. Sin embargo, dependiendo de los materiales usados, las temperaturas pueden aumentar. Esta temperatura es esencial para descomponer eficazmente la materia orgánica y eliminar patógenos. Se recomienda que la pila esté por lo menos siete días en esta fase para garantizar su sanitización y así obtener un fertilizante inocuo.
- 3. Fase de enfriamiento:** disminución gradual de la temperatura. A medida que el proceso de descomposición continúa y los materiales orgánicos se degradan, la temperatura de la pila de compost comienza a disminuir. Su enfriamiento indica que el compost se está estabilizando y casi está listo para usarse, por lo que hay que ser riguroso con la limpieza y la desinfección de la indumentaria y las herramientas usadas para evitar que la pila se contamine con microorganismos patógenos que crecen a temperatura ambiente.

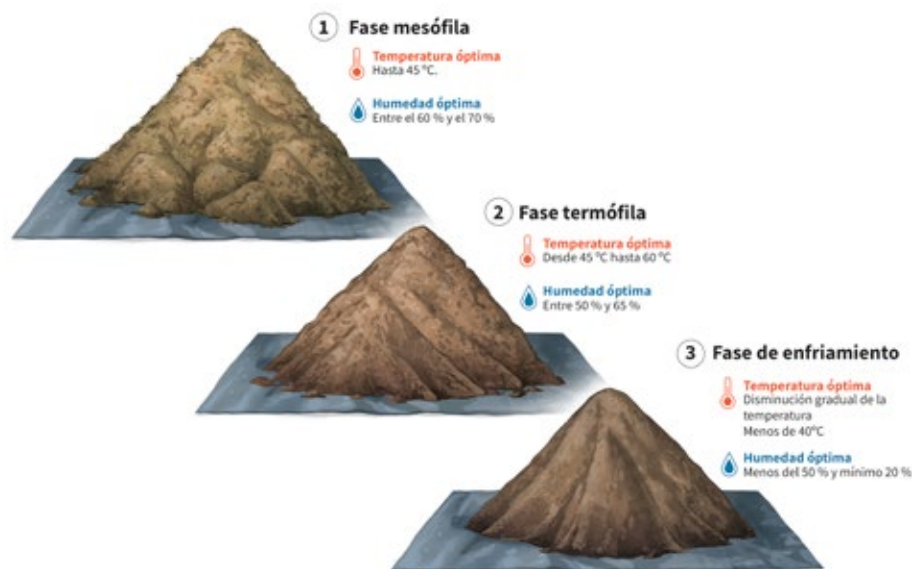


Figura 7. Etapas de temperatura en la elaboración de compost.

Fuente: Elaboración propia.

3.3 Fase de maduración

A medida que avanza el proceso de compostaje, la temperatura comienza a disminuir y el compost se enfría (figura 8). En esta fase de maduración, los microorganismos (principalmente los hongos) continúan trabajando para estabilizar la materia orgánica. La humedad debe seguir siendo adecuada para garantizar que los microorganismos sigan siendo activos, pero la temperatura generalmente disminuye a niveles cercanos a la temperatura ambiente. La maduración es una etapa crítica para el compost, ya que permite que materiales recalcitrantes se descompongan gradualmente. En esta fase se dan procesos de degradación de polímeros como la lignina, a través de la acción de hongos, que llevan a la formación de ácidos húmicos y fúlvicos denominados comúnmente como *humus*.



Figura 8. Pilas de compostaje al inicio (a) y 90 días (b) del proceso.

Fotos: Marco Suárez Estrada.

4. Variables que se deben monitorear y ajustar: temperatura, humedad y ventilación

Como se señaló en apartados anteriores, aunque la biodegradación es un proceso que ocurre en la naturaleza sin que sea necesaria la intervención humana, en la elaboración de compost es posible acelerar el trabajo de los microorganismos y procurar la calidad del producto final. Para lograrlo, además de proveer los nutrientes necesarios, usted debe monitorear y ajustar constantemente tres variables fundamentales: la temperatura, la humedad y la ventilación, de acuerdo con la fase en que se encuentre la producción de compostaje. De esta manera podrá garantizar que los microorganismos que participan en cada etapa tengan las mejores condiciones.

Temperatura

La temperatura es un factor crítico en el proceso de compostaje porque influye directamente en la actividad de los microorganismos descomponedores y en la higienización del compost:

- **Descomposición efectiva:** las altas temperaturas favorecen la descomposición de materiales orgánicos complejos en formas más simples y estables que las plantas puedan asimilar.
- **Eliminación de patógenos:** la temperatura elevada elimina patógenos potenciales y semillas de malezas.
- **Actividad microbiana:** la temperatura óptima fomenta la actividad microbiana, que es responsable de la descomposición de los materiales.

- **Indicador de progreso:** la disminución gradual de la temperatura indica que el compost se está estabilizando. Además, es un indicador de que el compost ya puede usarse en los cultivos.

Humedad

La humedad es fundamental para iniciar la actividad de descomposición de la materia orgánica en la pila de compost. Al inicio del proceso la pila de compost debe mantener una humedad de entre 60 % y 70 %, lo cual se asemeja a la humedad de una esponja que ha sido exprimida, es decir, ni demasiado húmeda ni demasiado seca. Este equilibrio óptimo de humedad proporciona el ambiente adecuado para que los microorganismos realicen su metabolismo de manera eficaz.

Un compost demasiado seco puede ralentizar el proceso, mientras que uno excesivamente húmedo puede crear ambientes anaeróbicos (sin oxígeno) y generar malos olores. Por esta razón, mantener esta humedad adecuada es esencial para activar y mantener un microbioma eficiente en la pila, lo que, a su vez, impulsa la transformación de los materiales orgánicos en materia orgánica para el suelo.

Ventilación

La mayor parte de la degradación de materia orgánica se lleva a cabo en presencia de oxígeno. Al proporcionar un ambiente oxigenado, se optimiza la actividad microbiana y se garantiza que los microorganismos descomponedores tengan las condiciones ideales para llevar a cabo su trabajo de descomposición de manera efectiva. Por esta razón, como se verá más adelante, es fundamental garantizar un manejo adecuado de la humedad y la ventilación.

Relación entre humedad y temperatura

Si al inicio del compostaje los microorganismos tienen los nutrientes solubles y la humedad necesarios para su metabolismo y multiplicación, la temperatura se incrementará en un rango superior o igual a 49 °C. Para que esta se mantenga, el rango de humedad tiene que estar entre 60 % y 65 %. Posteriormente, a medida que los microorganismos desintegran los residuos orgánicos, la humedad y la temperatura se irán reduciendo progresivamente (figura 9). Si hay cambios en los valores recomendados para cada fase del proceso, debe seguir las recomendaciones que se presentan en apartados posteriores.

Termograma del proceso de compostaje

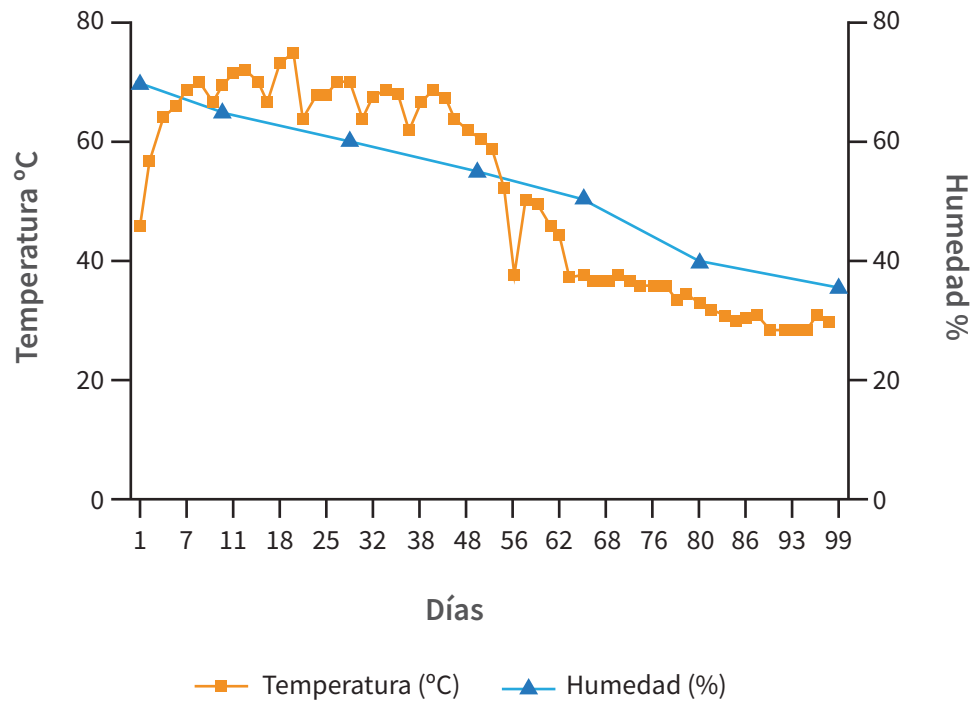


Figura 9. Progresión esperada de temperatura y humedad en el compostaje.

Fuente: Elaboración propia.

5. Preparación de la pila

La construcción de la pila es un paso fundamental para que los microorganismos comiencen a degradar la materia orgánica fresca y obtener un fertilizante orgánico de calidad. A continuación, se describen los pasos necesarios y los cuidados que se deben tener para hacerlo.

Selección del sitio

Aunque no lo parezca, la elección del lugar para construir la pila de compost es el primer paso para garantizar el éxito del proceso.

Es esencial buscar un área bien drenada, ya que las zonas propensas a inundaciones pueden afectar negativamente la humedad de la pila y, en consecuencia, la actividad microbiológica esencial para el compostaje. Para evitar esto se pueden emplear lonas impermeables, techos improvisados con láminas metálicas recicladas o incluso capas de paja que actúan como sombrero natural, evitando el exceso de agua en temporada de lluvias y reduciendo la evaporación en épocas secas. Estas medidas no solo ayudan a mantener la humedad adecuada, sino que también protegen el proceso de factores externos.

El mal manejo de los líquidos que se generan durante el proceso de compostaje puede ocasionar la contaminación del suelo y los cuerpos de agua circundantes. Para elegir un lugar adecuado para construir la pila, es importante asegurarse de que esté aislada del suelo y lejos de fuentes de agua, como pozos, ríos o lagos, para evitar el riesgo de contaminación. El sitio debe ser plano o ligeramente inclinado para drenar el exceso de agua.

Para aislar la pila se pueden usar materiales accesibles como lonas plásticas resistentes, que se colocan en el suelo para evitar filtraciones, asegurándose de que cubran toda la base. Si no se dispone de plástico, una capa de arcilla compactada puede funcionar como barrera natural, siempre que se compacte bien para reducir

filtraciones. También se puede usar una base de madera reciclada o ladrillos rotos colocados de forma apretada como alternativa. Estas opciones sencillas y económicas ayudan a proteger el suelo y las fuentes de agua cercanas mientras se facilita el manejo del compost.

Por último, tenga en cuenta que si la zona no tiene facilidad de acceso al agua para riego, no podrá humedecer la pila cuando sea necesario y, por lo tanto, los microorganismos no podrán degradar los residuos de forma eficiente ni efectiva (figura 10).

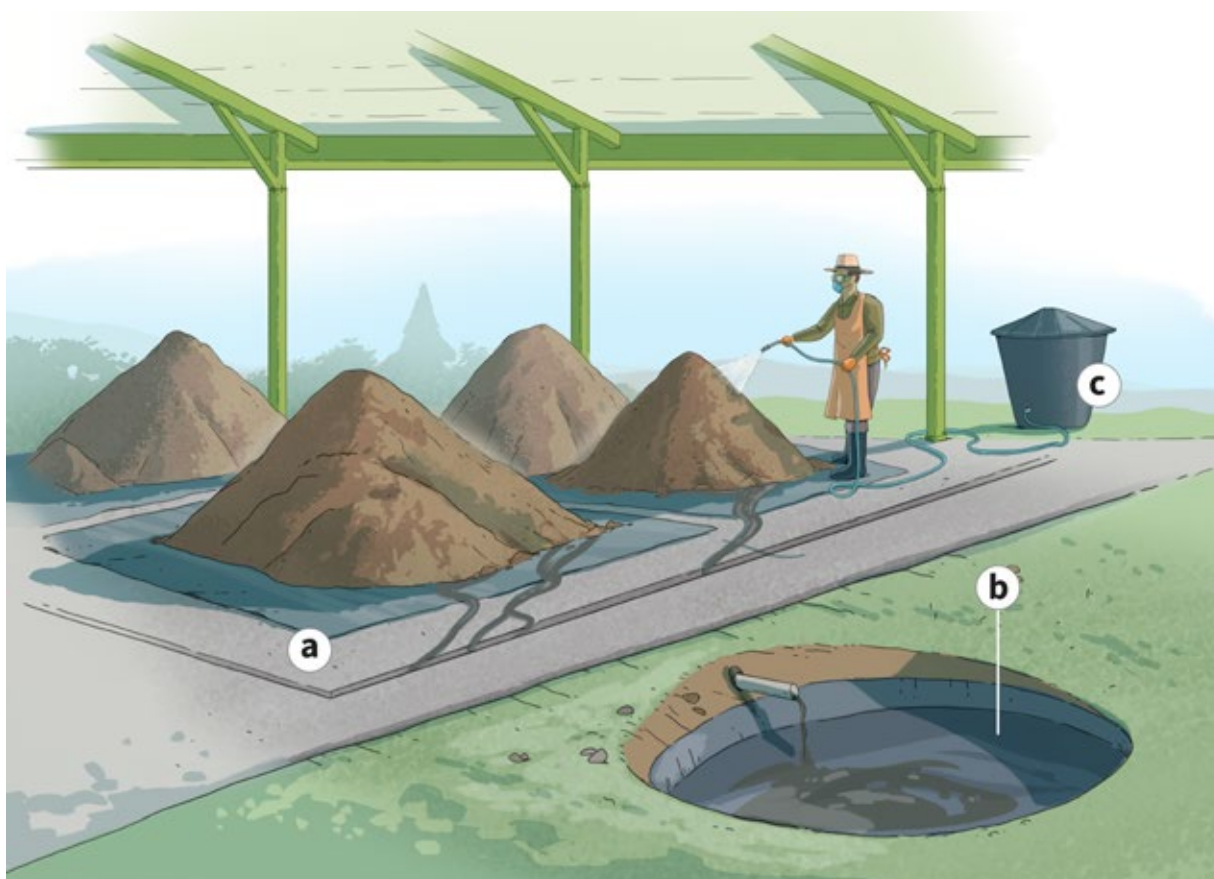


Figura 10. Características del sitio apto para elaborar la pila de compostaje. a. Elija un área bien drenada. b. Recolecte los lixiviados. c. Asegúrese de contar con agua de riego.

Preparación de los materiales

Una vez ha seleccionado y adecuado el sitio donde va a elaborar el compostaje, debe preparar los materiales para formar la pila donde los microorganismos descompondrán los residuos orgánicos. Esta etapa consiste en las siguientes actividades (figura 11):

1. Recolecte residuos orgánicos, como hojas, ramas y estiércol.
2. Pique el material en trozos más pequeños para que los microorganismos los degraden con mayor facilidad.
3. Mezcle los materiales para que queden bien distribuidos en toda la pila. De esta manera propiciará que el proceso de compostaje se realice de la manera más homogénea posible.





Figura 11. Preparación de los materiales para formar la pila de compost. a y b. Estiércol; c. Hojas y ramas secas; d. Mezcla de materiales.

Fotos: Marco Suárez Estrada.

Disposición de las capas de material

Para construir la pila de compost es necesario prestar mucha atención a la forma como se disponen las capas de los materiales y al proceso de mezcla, pues esto permite homogeneizar los componentes y oxigenar la pila, lo cual garantiza un proceso de compostaje eficiente y efectivo. En otras palabras, tenga en cuenta que la clave para obtener un compost de calidad radica en lograr una mezcla homogénea de las capas de carbono y nitrógeno, pues esto asegura una relación óptima de los nutrientes que necesitan los microorganismos y la incorporación de oxígeno, vital para sus procesos metabólicos.

Para formar la pila, recuerde que la mezcla equilibrada de carbono, nitrógeno y fósforo es de 25-30/1/0,5.

- 1. Capa inicial:** comience la pila con una capa de materiales ricos en carbono, como hojas secas, paja o ramas pequeñas (figura 12). Esta capa servirá como la columna vertebral sobre la cual se edificará todo el proceso de descomposición, pues los materiales ricos en carbono aportan estructura a la pila y, por lo tanto, evitan la compactación excesiva, de modo que el aire puede circular adecuadamente en el interior.
- 2. Segunda capa:** incorpore una capa de materiales ricos en nitrógeno, como estiércol fresco, restos de cocina, recortes de césped o leguminosas. Esta “capa verde” desempeña un papel crucial porque equilibra la relación de carbono a nitrógeno (C/N) y suministra los nutrientes esenciales para que inicie la actividad microbiana. Como se mencionó en un apartado anterior, los materiales ricos en nitrógeno son fundamentales para el metabolismo de los microorganismos descomponedores, lo cual acelera significativamente la velocidad y la eficiencia del proceso de compostaje (Alokika et al., 2022). Si adiciona estos nutrientes a la pila de compost de forma balanceada, se crea un ambiente propicio para la actividad microbiana que acelera la transformación de los materiales orgánicos en un compost estabilizado con alto valor agronómico.

Tamaño de la pila

El tamaño de las pilas de compost puede variar en función de la cantidad de material orgánico disponible y la capacidad que se tenga para realizar los volteos: manual o con maquinaria. Por lo general, pueden tener dimensiones que oscilan desde 1,5 metros de altura por 1,5 metros de ancho hasta dimensiones más grandes, como 3 metros de altura por varios metros de ancho. Es importante destacar que la forma ideal de la pila debe ser cónica o piramidal, pues esto favorece la retención de temperatura y humedad en el interior de la pila, lo cual es fundamental para un proceso eficiente (figura 12).

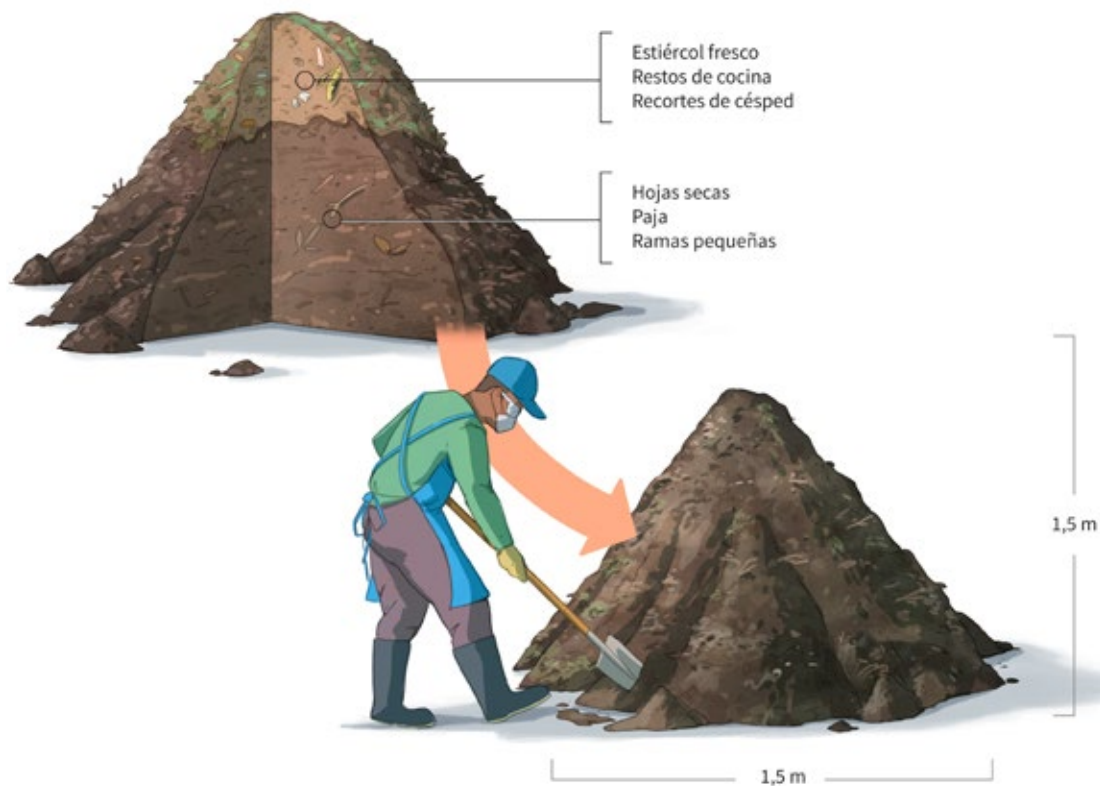


Figura 12. Distribución de capas y tamaño de la pila de compostaje después de mezclar los materiales.

Fuente: Elaboración propia.

Indicadores de que el compost puede ser usado en campo

A continuación se describen las principales características que tiene el compost cuando ha madurado y está listo para que sea usado en campo:

- 1. Temperatura cercana a la ambiental:** si se realiza el volteo de la pila de compost y no hay aumento de temperatura, indica que la actividad microbiana ha disminuido y el compost está listo.
- 2. Presenta olor agradable:** el compost maduro tiene un olor similar al de la tierra húmeda. La presencia de olores desagradables (como a podrido o amoníaco) indica que el proceso no se desarrolló de una manera adecuada.
- 3. Apariencia homogénea:** no se observan restos visibles de las materias primas usadas en la mezcla (figura 13). El compost tiene un aspecto uniforme, es fácil de desmenuzar con las manos y tiene una textura suave y esponjosa.
- 4. pH con tendencia a la neutralidad:** cuando se tiene la capacidad de determinar el pH, el compost maduro generalmente presenta un pH cercano a la neutralidad (entre 6 y 8).
- 5. Prueba de germinación:** si desea asegurarse de que no es tóxico para la planta, puede realizar una prueba de germinación. Mezcle una pequeña cantidad de compost (1:2 o 1:3) con sustratos como cascarilla, vermiculita o suelo y úsela para germinar semillas. Si las semillas germinan bien y crecen sin problemas, el compost es seguro para usar.



Figura 13. Compost final para ser usado en campo. a. En la pila para ser llevado a campo; b. Empacado para distribución después de la molienda.

Foto: Marco Suárez Estrada.

6. Manejo de la pila de compost

No basta con crear una pila adecuada para obtener un compost de calidad, pues si no se realiza un correcto mantenimiento, esto puede llevar a que pierda valor y efectividad. En este proceso es muy importante que use los elementos necesarios de protección (figura 14) y que siga las recomendaciones que se presentan en los siguientes apartados.



Figura 14. Elementos de protección necesarios para realizar las acciones de mantenimiento de la pila.

Fuente: Elaboración propia.

Temperatura

Mantener un registro frecuente de la temperatura es esencial para gestionar de forma efectiva la pila de compost, pues permite identificar patrones y ajustar el proceso según sea necesario. Para hacer la medición puede emplear un termómetro de compost, también conocido como termómetro de punzón (figura 15), una herramienta útil para obtener lecturas precisas. Este termómetro está diseñado para insertar directamente en el centro de la pila y medir la temperatura interna, que es la zona clave donde ocurre la descomposición. Su longitud dependerá del tamaño de la pila.

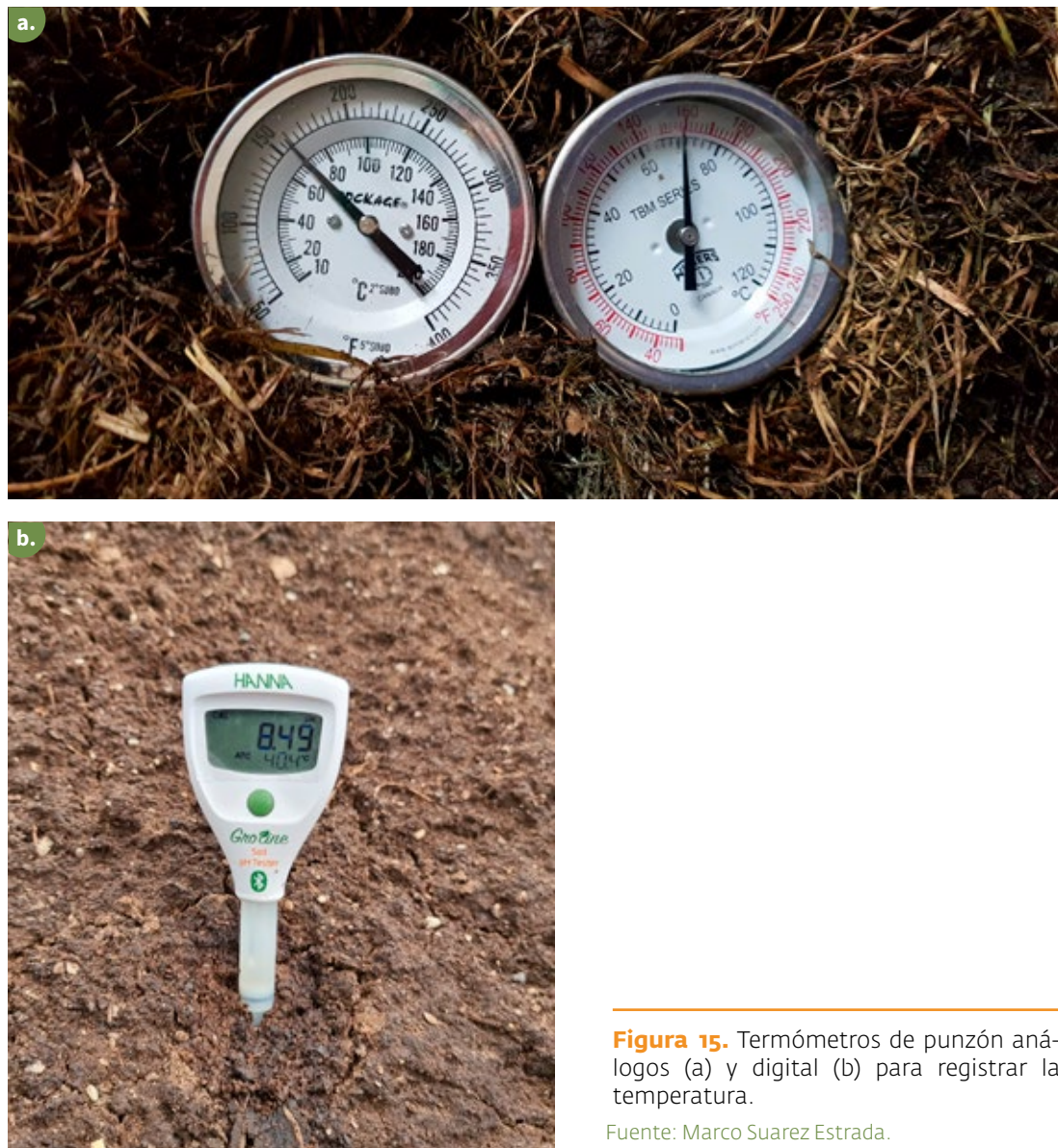


Figura 15. Termómetros de punzón análogos (a) y digital (b) para registrar la temperatura.

Fuente: Marco Suarez Estrada.

¿Cómo, cuándo y dónde medir la temperatura de la pila?

Siga estos pasos para tomar la temperatura de la pila:

- Inserte el termómetro de compost en el centro de la pila, asegurándose de que llegue a una profundidad de al menos 30 o 40 cm.
- Deje el termómetro en su lugar durante unos segundos para obtener una lectura estable.
- Registre la temperatura observada y repita la medición en diferentes puntos de la pila para obtener una idea general de las temperaturas en toda la biomasa.
- Asegúrese de registrar las temperaturas tanto en el centro de la pila como en los bordes, ya que estas áreas pueden presentar diferencias significativas debido a la circulación de aire.
- Realice las mediciones al menos una vez al día, especialmente durante las primeras semanas del proceso de compostaje, cuando la temperatura puede fluctuar más rápidamente.



¿Cómo llevar el registro?

- Utilice una libreta o una hoja de cálculo digital para registrar las temperaturas de manera sistemática, anotando la fecha y la hora de cada medición.
- Anote las acciones que tome para ajustar las condiciones, como el volteo de la pila o la adición de materiales, para relacionar las modificaciones con los cambios en la temperatura.



Temperaturas ideales de la pila en la fase de compostaje activo

A continuación, en la tabla 2 se presenta el rango de temperatura en cada etapa del compostaje activo para que identifique cuándo debe regular la temperatura de la pila.

Tabla 2. Temperaturas ideales del compostaje activo

Fase	Temperatura óptima
Fase mesófila: elevación inicial de la temperatura.	Hasta 45 °C.
Fase termófila: temperatura óptima.	Desde 45 °C hasta 60 °C
Fase de enfriamiento: disminución gradual de la temperatura.	Menos de 40 °C

Fuente: Elaboración propia.

Humedad

Como se indicó, la humedad es un factor crítico para iniciar la actividad de descomposición de la materia orgánica en la pila de compost. Para conservar la humedad óptima es necesario monitorear constantemente la pila e intervenir dependiendo de la situación, si está muy húmeda o si está muy seca, como se describe más adelante.

Métodos para medir la humedad

Para regular la humedad de la pila es necesario que lleve un registro frecuente de esta variable, de manera que sepa cuándo debe realizar las acciones correctivas. Para medir la humedad puede usar alguno de estos métodos:

- **Prueba del puño (método manual):** tome un puñado de compost y apriételo con fuerza.
 - Si suelta gotas de agua, está demasiado húmedo.
 - Si se desmorona, está demasiado seco.
 - Si queda firme pero no gotea, la humedad es adecuada.
- **Medidor de humedad:** introduzca un medidor o sonda de humedad para compost o suelos en varias áreas del material (centro, borde y superficie) para obtener una visión completa de las condiciones de humedad.
- **Secado por diferencia de peso (método técnico):** tome una muestra del compost y pésala. Luego séquela en un horno a baja temperatura (105 °C) y vuelva a pesarla. Calcule la humedad con la siguiente fórmula:



$$\text{Humedad (\%)} = [(\text{Peso inicial} - \text{Peso seco}) / \text{Peso inicial}] \times 100.$$

Humedad ideal de la pila de compostaje

Compare los registros que ha obtenido sobre la humedad de la pila con la información de la tabla 3 y según la fase en que se encuentre del proceso de compostaje. Si está por encima o por debajo de los valores señalados, deberá realizar alguna de las acciones que se describen en el siguiente apartado.

Tabla 3. Valores adecuados de humedad de la pila de compostaje

Fase	Humedad óptima
Fase mesófila: elevación inicial de la temperatura.	Entre el 60 % y el 70 %
Fase termófila: temperatura óptima	Entre 50 % y 65 %
Fase de enfriamiento: disminución gradual de la temperatura	Menos del 50 % y mínimo 20 %

Fuente: Elaboración propia.

Ventilación

Como se ha explicado, el oxígeno es fundamental para la vida de los microorganismos que transforman los residuos orgánicos en compost. Por esta razón se debe asegurar que la pila tenga las condiciones adecuadas de ventilación, para lo cual se recomiendan las siguientes acciones:

Incorpore materiales estructurantes

Añadir materiales fibrosos y secos, es decir, de alta porosidad, como ramas trituradas, paja o aserrín, mejora la aireación del compost porque crean poros en el interior de la pila que permiten al aire fluir mejor, evitando que la pila se compacte demasiado.

Asegúrese de que la pila no esté demasiado densa

La densidad de la pila puede afectar la circulación de aire. Si la pila es demasiado densa, el aire no podrá circular bien y la descomposición se volverá más lenta. Esto también puede llevar a un proceso anaeróbico, lo que genera malos olores. Por esta razón, es necesario que mantenga un buen equilibrio de materiales húmedos y secos, así como no sobrecargar la pila con demasiada materia húmeda o densa.

Regule el tamaño adecuado de la pila

Mantener la pila de compost a una altura y ancho manejable, generalmente no superior a 1,5 metros de altura y 1,5 metros de ancho, facilita la circulación de aire. Pilas más grandes pueden compactarse y dificultar la oxigenación adecuada. Si se utiliza un contenedor, debe tener perforaciones en los lados para permitir el paso del aire.

Emplee cubiertas protectoras

Usar cubiertas ligeras, que no comprometan la circulación de aire –como paja–, ayuda a proteger la pila de lluvias excesivas y vientos fuertes, que podrían alterar la humedad y la temperatura del compost. Estas cubiertas permiten que el aire fluya sin perder humedad de manera excesiva.

Diseñe canales de aire como alternativa para ventilar la pila

En compostajes a gran escala o industriales, se pueden instalar tubos perforados o conductos de aire que atraviesen la pila para asegurar que el aire fluya en todo el compost. Estos conductos permiten una oxigenación constante incluso en el interior de grandes pilas (figura 16). Si decide usar un sistema de ventilación activa, asegúrese de que sea adecuado para el tamaño de la pila y que esté bien distribuido para evitar zonas con falta de oxígeno. Para garantizar el flujo de aire debe prestar mucha atención a la densidad y tamaño de partícula de la pila.

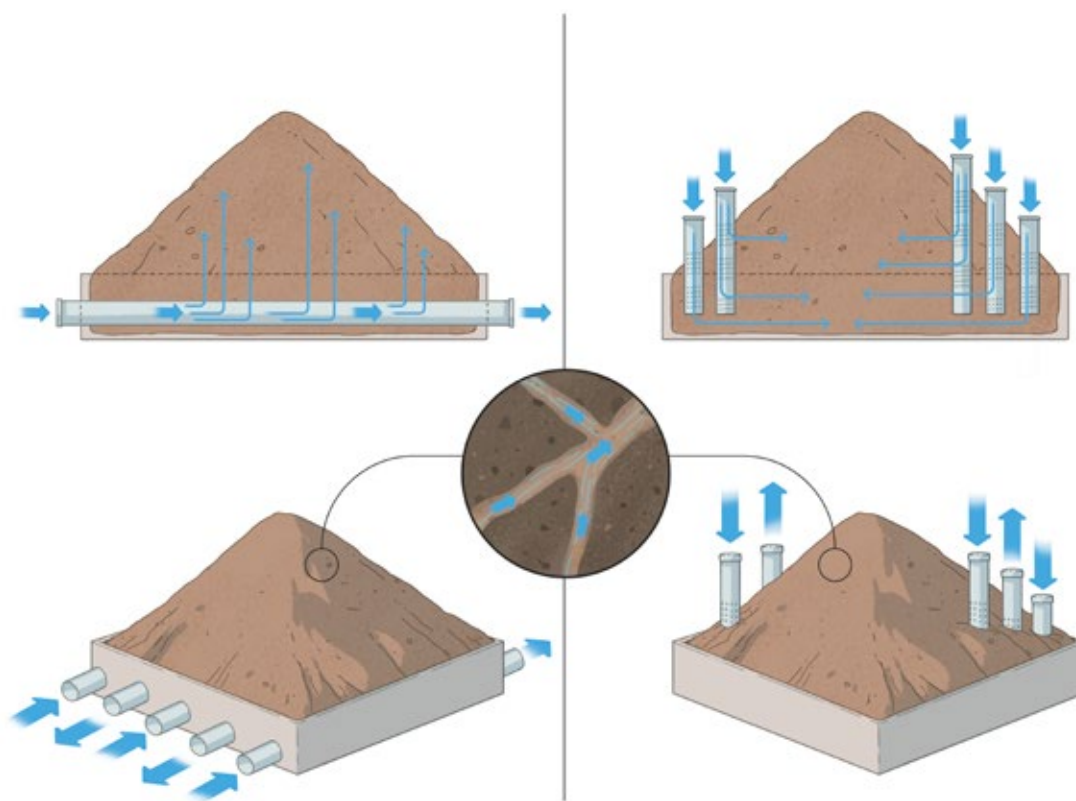


Figura 16. Esquema del funcionamiento de canales de aire para ventilar la pila de compostaje .

Fuente: Elaboración propia.

6.3.6 Controle la humedad

Mantener la humedad óptima en cada etapa del proceso es crucial. Si el compost está demasiado seco, la actividad microbiana se reduce y el aire no puede circular correctamente. Si está demasiado húmedo, se pierde oxígeno, lo que puede generar condiciones anaeróbicas. Asegúrese de mantener un equilibrio adecuado, añadiendo agua cuando sea necesario.

6.3.7 Realice volteos frecuentes

Una de las maneras más efectivas de asegurar una buena circulación de aire es voltear regularmente el compost (figura 17). Al mover el material, se renueva el oxígeno en las zonas más profundas y se evitan condiciones anaeróbicas que podrían generar malos olores.

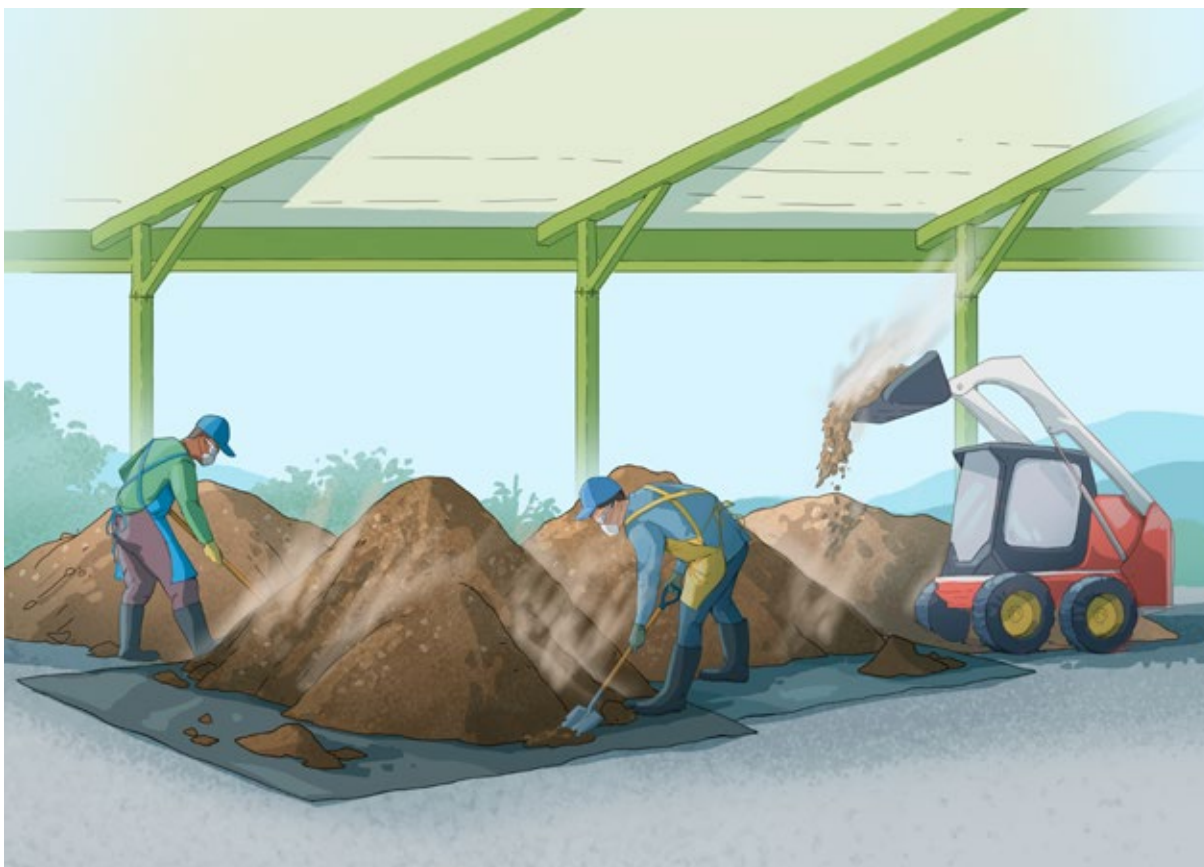


Figura 17. Volteo de la pila manual y con Bobcat para controlar la temperatura y la humedad.

Fuente: Elaboración propia.

Antes de realizar los volteos programados regularmente a la pila, es importante que mida la temperatura y la humedad. Esto le proporciona información valiosa sobre el estado de su compost y le ayuda a determinar si es necesario realizar ajustes. No obstante, en condiciones óptimas de temperatura y humedad, se sugiere voltear la pila al menos una vez por semana. Si la pila es grande, puede ser necesario hacerlo con más frecuencia, especialmente si nota que la temperatura disminuye o que los materiales se están compactando.

7. Solución de problemas

El proceso de compostaje, aunque gratificante, puede presentar algunos desafíos. A continuación se presentan ejemplos de los problemas más comunes durante el compostaje, sus posibles causas y las soluciones recomendadas.

Problemas con la temperatura

Durante el proceso de compostaje es importante mantener la temperatura óptima de la pila en cada fase, pues si la temperatura es demasiado baja o demasiado alta, se afecta la descomposición:

- **Temperatura baja:** si la temperatura de la pila es demasiado baja (por debajo de 40 °C), el proceso de descomposición se ralentiza.
- **Temperatura alta:** si la pila se calienta excesivamente (por encima de 80 °C), se reduce la población de microorganismos y, por lo tanto, se interrumpe el proceso de compostaje.

A continuación se presentan las principales acciones que puede realizar para solucionar estos problemas.

Disminución de la temperatura

Cuando la temperatura disminuye puede ser una señal de que la actividad microbiana se está reduciendo. Esto ocurre generalmente porque los microorganismos ya han consumido los materiales que se descomponen más fácil y necesitan una “recarga” de nutrientes. La caída de temperatura es una indicación clara de que el proceso de compostaje se está desacelerando y de que se debe intervenir para reactivarlo. Para hacerlo, puede realizar las siguientes acciones:

- Si la temperatura de la pila cae por debajo de los 40 °C antes del tiempo estandarizado, es recomendable que reactive el proceso para mantener la descomposición en marcha añadiendo más materiales ricos en nitrógeno (como restos de

cosecha, estiércol fresco, césped recién cortado) y/o compuestos carbonados de fácil degradación como la melaza. Esto ayudará a alimentar a los microorganismos, reactivar la actividad microbiana y mantener un buen equilibrio de carbono y nitrógeno.

- Después de agregar los materiales, voltee bien la pila para distribuir uniformemente los nuevos ingredientes y renovar el oxígeno dentro de la masa.

Aumento de la temperatura

Si la temperatura excede los 70 °C, voltee la pila para airearla y permitir que el calor se libere (figura 18). Si la temperatura sigue siendo demasiado alta, considere agregar más materiales carbonados de difícil degradación, como hojas secas.

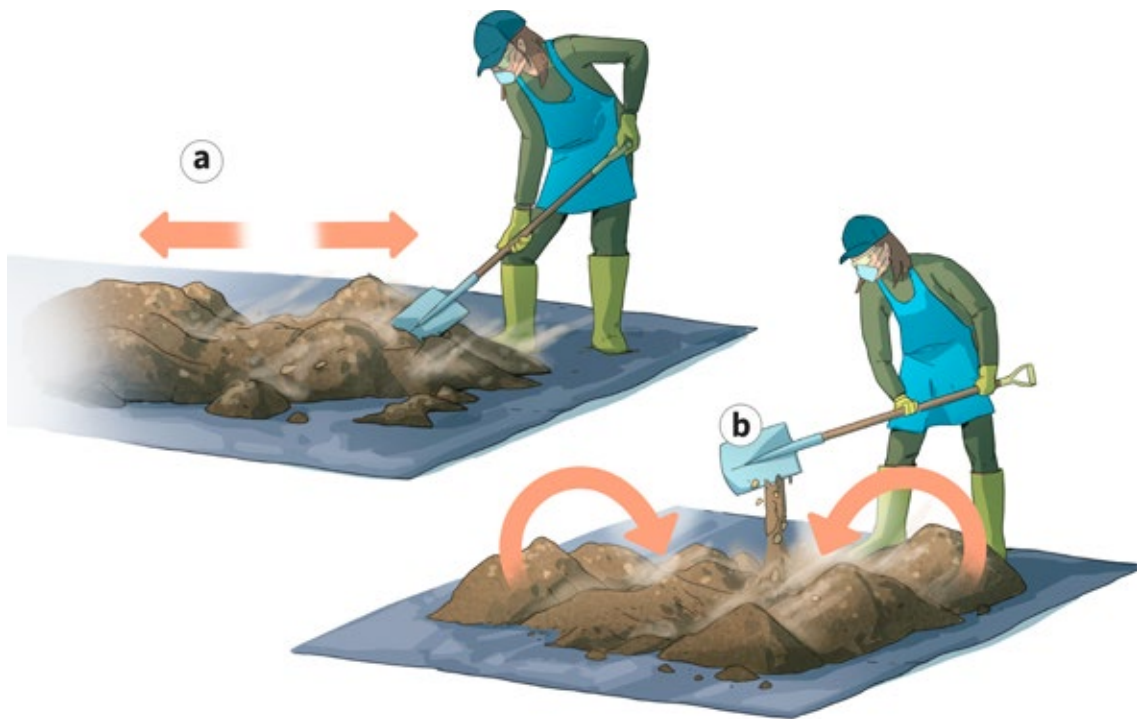


Figura 18. Esquema del proceso de volteo manual de la pila de compostaje. a. Regado de la pila: la parte exterior de la pila queda en los bordes b. Montaje de la pila: se toman los bordes de compost y se ponen en el centro de la nueva pila. De esta manera se “da vuelta” al compost y lo que estaba en el interior ahora queda expuesto.

Fuente: Elaboración propia.

Problemas con la humedad

El exceso o la falta de humedad puede interrumpir el proceso de compostaje, afectar la actividad microbiana y, como consecuencia, ralentizar la descomposición:

- **Exceso de humedad:** si la pila se satura con agua, los microorganismos no pueden descomponer los materiales de manera eficiente y puede convertirse en un ambiente anaeróbico (sin oxígeno).
- **Falta de humedad:** si la pila está demasiado seca, los microorganismos no tienen suficiente agua para realizar el proceso de descomposición.

A continuación se presentan las principales acciones que puede realizar para solucionar estos problemas.

Disminución de la humedad

Si la pila está seca, deberá regarla uniformemente. Use una manguera o un sistema de riego para distribuir el agua de manera homogénea sobre toda la pila (figura 19). Es importante que el agua llegue hasta el centro para asegurar que toda la masa de compost tenga suficiente humedad. Además, disminuya la frecuencia de volteos para evitar la pérdida de humedad y calor.



Figura 19. Riego uniforme de la pila de compost para mantener la humedad adecuada.

Foto: Marco Suárez Estrada.

Evite mojar en exceso la pila de una sola vez, ya que esto podría saturar algunas áreas mientras otras siguen secas. Es mejor aplicar agua poco a poco y asegurarse de que la humedad se distribuya de manera uniforme.

Aumento de la humedad

En caso de que se presente un aumento de la humedad por encima de los valores óptimos en cada etapa, se recomienda realizar las siguientes acciones:

- **Verifique el drenaje:** si la pila está demasiado húmeda, es posible que no tenga un buen sistema de drenaje. Revise si el agua se está acumulando en el fondo de la pila o si hay charcos. Un buen drenaje es esencial para evitar el exceso de humedad.
- **Voltee la pila:** si la pila está demasiado húmeda, voltee la pila para airearla y permitir que el exceso de humedad se evapore. Este proceso ayudará a redistribuir la humedad y mejorar la circulación de aire (figura 20).
- **Añada materiales:** asegúrese de añadir materiales secos (como paja u hojas secas) si es necesario para absorber el exceso de agua y restablecer el equilibrio de humedad.





Figura 20. Volteo de la pila de compostaje con Bobcat para airear los materiales, redistribuir la humedad y mejorar la circulación del aire. a y b. Regado de la pila partiendo del centro y dejando en los bordes el material que estaba expuesto. c y d. Montaje de la pila tomando primero el material de los bordes para ponerlo en el centro de la nueva pila. De esta manera se “da vuelta” a la pila.

Fotos: Marco Suárez Estrada.

Olor desagradable

En ocasiones, el compost puede emitir un olor desagradable, que suele ser un indicativo de que algo no está funcionando correctamente. Las causas comunes pueden ser:

- **Exceso de humedad:** una pila demasiado húmeda puede crear un ambiente anaeróbico, lo cual genera malos olores causados por procesos de putrefacción.
- **Falta de aireación:** la falta de oxígeno también puede hacer que la descomposición se vuelva anaeróbica y produzca olores desagradables.
- **Desbalance en la relación C/N:** un exceso de compuestos nitrogenados puede causar emisiones de amoníaco que son perceptibles. Esto se da principalmente cuando se usa estiércol.

En los dos primeros casos, la solución consiste en realizar las acciones que se describieron para corregir el exceso de humedad, que consisten en agregar materiales secos, como hojas secas, paja o cartón, para equilibrarla, y voltear regularmente la pila para mejorar la circulación del aire y permitir que el oxígeno llegue a todas las partes de la pila. En cuanto al desbalance en la relación C/N, la solución consiste en adicionar materiales ricos en carbono como hojas secas.

Presencia de plagas

El compost puede atraer plagas como moscas, roedores o insectos cuando se usan restos de comida cocinada, productos lácteos, carne o aceite. Además, si la pila no alcanza temperaturas suficientemente altas dentro de los rangos óptimos para cada fase, las plagas pueden proliferar.

Para solucionar este problema el primer paso es evitar agregar los materiales señalados y cubrir la superficie del compost con una capa gruesa de material seco, como paja u hojas secas, para que las plagas no tengan acceso al contenido (figura 21).

Como se señaló, también es importante mantener la pila a una temperatura adecuada (45-60 °C) para destruir los huevos y las larvas de insectos.



Figura 21. Capa gruesa de material seco compuesta por paja u hojas secas para evitar que las plagas accedan al contenido de la pila.

Foto: Marco Suárez Estrada.

El proceso de compostaje tarda mucho

Si el compost tarda más de lo esperado en descomponerse, es probable que sea incorrecta la proporción de carbono (materiales marrones) y nitrógeno (materiales verdes), es decir, hay un desajuste en la relación C/N. Este problema también puede ser ocasionado por la falta de humedad o aireación. Para corregirlo puede realizar las siguientes acciones:

- **Ajuste la relación C/N:** si el compost tiene un fuerte olor a amoníaco, es probable que haya demasiados materiales verdes (ricos en nitrógeno). Agregue materiales marrones, como hojas secas, paja o cartón, para equilibrar la mezcla. Si el compost está muy seco, agregue más materiales verdes (restos de cosecha, césped recién cortado, etc.).
- **Voltee regularmente la pila:** de esta manera mejora la aireación, promueve la actividad microbiana y asegura que la pila mantenga la humedad adecuada. También es útil aumentar la frecuencia de volteo si la pila está compactada.

Compactación excesiva de la pila

Cuando la pila de compost se vuelve demasiado densa y compacta, dificulta la circulación de aire y, por lo tanto, ralentiza el proceso de descomposición. Entre las causas más comunes se encuentra:

- **Uso excesivo de materiales húmedos:** si se agregan demasiados materiales húmedos, como restos de comida o estiércol fresco, la pila se puede compactar.
- **Falta de materiales aireados:** si se usan pocos materiales fibrosos y porosos (como ramas pequeñas, paja u hojas secas), la pila puede perder estructura y volverse compacta.

Para solucionar este problema, puede realizar las siguientes acciones:

- Incorpore materiales secos y porosos (paja, hojas secas o ramas pequeñas) para mantener la estructura de la pila y facilitar la circulación de aire.
- Voltee la pila regularmente para evitar la compactación, pues de esta manera se redistribuyen los materiales y, por lo tanto, se promueve una mejor aireación.

Generación de lixiviados contaminantes

El exceso de humedad o el mal drenaje pueden causar la acumulación de lixiviados (líquidos que drenan de la pila), los cuales pueden ser contaminantes para el suelo y el agua circundantes. Entre las causas más comunes se encuentran:

- **Mal drenaje:** si la pila no tiene un buen sistema de drenaje, el agua se acumula en el fondo, lo cual genera lixiviados ricos en nutrientes, como nitrógeno, pero también en compuestos potencialmente tóxicos.
- **Exceso de humedad:** el exceso de agua en la pila puede provocar la liberación de lixiviados ricos en nutrientes.

Para solucionar este problema debe realizar las siguientes acciones:

- **Mejore el drenaje:** asegúrese de que la pila esté construida sobre una superficie permeable o usa una base que permita el drenaje adecuado del agua. Puede usar materiales como piedras o malla de alambre para facilitar el drenaje.
- **Voltee regularmente la pila de compost:** esto ayuda a prevenir la acumulación de agua en el fondo al dispersar mejor los líquidos y favorecer la evaporación.

Pérdida de nutrientes por volatilización

La pérdida de nutrientes, especialmente de nitrógeno, puede ocurrir cuando se libera en forma de gases (amoníaco) debido a que la pila no está equilibrada. Entre las causas más comunes se encuentran:

- **Exceso de materiales ricos en nitrógeno:** si hay demasiados materiales verdes (ricos en nitrógeno), estos pueden liberar amoníaco y otros compuestos gaseosos cuando se descomponen, lo cual provoca la pérdida de nutrientes.
- **Mal manejo de la pila:** la falta de aireación y la alta temperatura también pueden aumentar la volatilización de los nutrientes.

Para solucionar este problema puede realizar las siguientes acciones:

- **Equilibre la relación C/N:** mantenga un equilibrio adecuado entre materiales ricos en nitrógeno (verdes) y carbono (marrones). Si la pila huele a amoníaco, añada más materiales marrones, como hojas secas o cartón, para equilibrar la mezcla.
- **Voltee regularmente la pila:** esto ayuda a evitar que el nitrógeno se volatilice, ya que mejora la circulación del aire y la distribución de los materiales.

Referencias

- Aguilar-Paredes, A., Valdés, G., Araneda, N., Valdebenito, E., Hansen, F., & Nuti, M. (2023). Microbial community in the composting process and its positive impact on the soil biota in sustainable agriculture. *Agronomy*, 13(2), 542. <https://doi.org/10.3390/agronomy13020542>
- Alokika, A., & Singh, B. (2022). Utilization of lignocellulosic plant residues for compost formation and its role in improving soil fertility. *Pedosphere*, 33(5), 700-716. <https://doi.org/10.1016/j.pedsph.2022.11.008>
- Chang, R., Li, Y., Li, J., Chen, Q., Zhao, H., & Qi, Z. (2019). Influences of the thermophilic period on biodegradation and nitrogen loss in stimulated vegetable waste composting. *Global Ecology and Conservation*, 18, 00623. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2019.e00623>
- Cucu, M. A., Gilardi, G., Pugliese, M., Matić, S., Gisi, U., Gullino, M. L., & Garibaldi, A. (2019). Influence of different biological control agents and compost on total and nitrification-driven microbial communities at rhizosphere and soil level in a lettuce - *Fusarium oxysporum* f. sp. *lactucae* pathosystem. *Journal of Applied Microbiology*, 126(3), 905-918. <https://doi.org/10.1111/jam.14153>
- De Jin, R., Suh, J. W., Park, R. D., Kim, Y. W., Krishnan, H. B., & Kim, K. Y. (2005). Effect of chitin compost and broth on biological control of *Meloidogyne incognita* on tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Nematology*, 7(1), 125-132. [https://doi.org/https://doi.org/10.1163/1568541054192171](https://doi.org/10.1163/1568541054192171)
- El-Mahrouk, M. E.-S., & Dewir, Y. H. (2016). Physico-chemical properties of compost based waste-recycling of grape fruit as nursery growing medium. *American Journal of Plant Sciences*, 7(1), 48-54. <https://doi.org/10.4236/ajps.2016.71005>
- Fialho, L. L., Da Silva, W. T. L., Milori, D. M. B. P., Simões, M. L., & Martin-Neto, L. (2010). Characterization of organic matter from composting of different residues by physicochemical and spectroscopic methods. *Bioresource Technology*, 101(6), 1927-1934. <https://doi.org/10.1016/J.BIORTECH.2009.10.039>

- Galindo Castro, L. A., Martínez Osorio, J. W., & Estrada Bonilla, G. Á. (2018). Compostaje enriquecido con fósforo como método de reaprovechamiento de los residuos orgánicos. *Pro Sciences*, 2(11), 7-15. <https://doi.org/10.29018/issn.2588-1000vol2iss11.2018pp7-15>
- Lin, L., Xu, F., Ge, X., & Li, Y. (2019). Biological treatment of organic materials for energy and nutrients production —Anaerobic digestion and composting. *Advances in Bioenergy*, 4, 121-181. <https://doi.org/10.1016/BS.AIBE.2019.04.002>
- Liu, B., Gumpertz, M. L., Hu, S., & Ristaino, J. B. (2007). Long-term effects of organic and synthetic soil fertility amendments on soil microbial communities and the development of southern blight. *Soil Biology and Biochemistry*, 39(9), 2302-2316. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2007.04.001>
- Lopes, C. M., Silva, A. M. M., Estrada-Bonilla, G. A., Ferraz-Almeida, R., Vieira, J. L. V., Otto, R., Vitti, G. A., & Nogueira Cardoso, E. (2021). Improving the fertilizer value of sugarcane wastes through phosphate rock amendment and phosphate-solubilizing bacteria inoculation. *J Clean Prod*, 298, 12682. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126821>
- Rastogi, M., Nandal, M., & Khosla, B. (2020). Microbes as vital additives for solid waste composting. *Heliyon*, 6(2), e03343. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03343>
- Salama, Y., Elamraoui, M., Mountadar, M., Chennaoui, M., El Amraoui, M., Mountadar, M., Doukkali, C., Jadida, E., & Mountadar, M. A. (2016). Review of compost produced from biological wastes: Sugarcane industry waste. *International Journal of Food Science and Biotechnology*, 1(1), 24-37. <https://doi.org/10.11648/j.ijfsb.20160101.14>
- Zhang, T., Li, H., Yan, T., Shaheen, S. M., Niua, Y., Xie, S., Zhang, Y., Abdelrahman, H., Ali, E. F., Bolan, N. S., & Rinklebe, J. (2023). Organic matter stabilization and phosphorus activation during vegetable waste composting: Multivariate and multiscale investigation. *Science of The Total Environment*, 891, 164608. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.164608>

- Zhang, Z., Yang, H., Wang, B., Chen, C., Zou, X., Cheng, T., & Li, J. (2023a). Aerobic co-composting of mature compost with cattle manure: Organic matter conversion and microbial community characterization. *Bioresource Technology*, 382, 129187. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2023.129187>
- Zhang, Z., Yang, H., Wang, B., Chen, C., Zou, X., Cheng, T., & Li, J. (2023b). Aerobic co-composting of mature compost with cattle manure: Organic matter conversion and microbial community characterization. *Bioresource Technology*, 382, 129187. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2023.129187>

Los autores

Sergio Pardo Díaz

spardo@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3873-1891>

Magíster en Ciencias Biológicas, microbiólogo agrícola y veterinario de la Pontificia Universidad Javeriana. Investigador Máster en el Centro de Investigación Tibaitatá de Agrosavia. Cuenta con experiencia en microbiología de suelos, biorremediación y biología molecular enfocada a ecología microbiana. Actualmente investiga aspectos moleculares asociados a la diversidad microbiana en suelos de cultivos de interés agrícola y en producción de enmiendas orgánicas para disminuir el impacto generado por la aplicación de fertilizantes de síntesis química.

Marco Steve Suárez Estrada

msuarez@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7649-0128>

Biólogo de la Universidad INCCA de Colombia. Profesional de Apoyo a la Investigación en el Centro de Investigación Tibaitatá de Agrosavia. Ha participado en proyectos de cultivo in vitro de plantas, ensayos de manejo de tomate en invernadero por medio de la evaluación de estrategias de fertilización e inoculación de microorganismos, así como en procesos de elaboración de compostaje.

Mauricio Camelo Rusinque

mcamelo@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8733-6655>

Magister en Biología Aplicada con pregrado en Microbiología Industrial. Investigador Máster en el Centro de Investigación Tibaitatá de Agrosavia, donde está adscrito a la Red de Innovación de Ganadería y trabaja en el desarrollo y evaluación de biofertilizantes. Cuenta con experiencia en investigación y desarrollo de bioproductos con base en bacterias promotoras del crecimiento vegetal, así como en la formulación y ejecución de proyectos de investigación nacionales e internacionales con el objetivo de demostrar la eficiencia y eficacia de los biofertilizantes en diferentes cultivos de interés agro-industrial.

Daniel Fernando Rojas Tapias

dfrojas@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4051-7907>

Ph. D. en microbiología molecular de Cornell University. Magíster en Ciencias Biológicas de la Universidad de los Andes, y microbiólogo industrial y matemático de la Pontificia Universidad Javeriana. Entrenamiento postdoctoral en el Programa de Enfermedades Infecciosas y Microbioma del Broad Institute of MIT and Harvard. Investigador Ph. D. Asociado en el Centro de Investigación Tibaitatá de Agrosavia. Sus principales áreas de experticia son microbiología, interacción huésped-hospedero, y biología molecular. Actualmente, su investigación se enfoca en los aspectos moleculares de la interacción planta-microorganismo, y en la bioprospección y aprovechamiento de la diversidad microbiológica del suelo para la recuperación de suelos agrícolas impactados por estreses abióticos.

Germán Andrés Estrada Bonilla

gaestrada@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8742-5957>

Ph. D. en Agronomía (Suelos y Nutrición de plantas) de la Escuela Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidad de São Paulo. Máster en Ciencias Agropecuarias (Fitotecnia) de la Universidad Federal Rural de Río de Janeiro y microbiólogo de la Pontificia Universidad Javeriana. Investigador Ph. D. Asociado en el Centro de Investigación Tibaitatá de Agrosavia representante de la Asociación Latinoamericana de Rizobiología (ALAR) en Colombia. Desarrolla proyectos en el área suelo-microorganismo-planta-ambiente con el objetivo de mejorar la eficiencia de la fertilización y modular la respuesta de los cultivos al estrés abiótico. Tiene experiencia en el uso de PGPB y residuos orgánicos en cultivos agroindustriales.

El compostaje es un proceso en el que comunidades de microorganismos transforman residuos orgánicos, como restos de plantas, sobras de alimentos no cocinados, estiércol animal, entre otros, en un producto que puede ser usado para condicionar el suelo, optimizar la fertilización de los cultivos y, en muchos casos, mejorar la productividad. Asimismo, el compost mejora la salud del suelo y su estructura, provee nutrientes esenciales para las plantas, promueve la actividad microbiana, aumenta la capacidad del suelo para retener agua, contribuye a la mitigación del cambio climático y reduce el impacto ambiental porque permite que se disminuya el uso de fertilizantes de síntesis química.

Para promover la producción de compost de calidad y sus beneficios, Agrosavia y Kolfaci presentan a los agricultores esta cartilla que describe paso a paso el proceso para elaborarlo utilizando subproductos agroindustriales. Además, explica las principales acciones que se deben realizar para solucionar los problemas de temperatura, humedad, ventilación, plagas y malos olores que se puedan presentar. Diseñada con un lenguaje claro e ilustraciones explicativas, esta guía le permitirá aprovechar los materiales disponibles en su cultivo para mejorar su productividad y cuidar el medioambiente.