



SERVICIO
DE EXTENSIÓN
AGRÍCOLA™

UPR - RUM - CCA



Composta



- residuos orgánicos
+ suelos y alimentos saludables



UPR
Recinto Universitario de Mayagüez

Universidad de Puerto Rico
Recinto Universitario de Mayagüez
Colegio de Ciencias Agrícolas
Servicio de Extensión Agrícola

Preparado por:

Prof. Nicolás M. Cartagena Romero
Coordinador Estatal del Programa SARE Puerto Rico
Agente Servicio de Extensión Agrícola Caguas-San Lorenzo
Universidad de Puerto Rico de Mayagüez, UPRM
nicolas.cartagena@upr.edu

Sra. Bertha M. Taboada Castro
Asistente del Programa SARE Puerto Rico
Servicio de Extensión Agrícola, UPRM
sare.uprm.sea@outlook.com

Revisado por:

Dr. Aníbal II Ruiz Lugo
Decano Auxiliar a/c Programas Educativos
Especialista Asociado en Metodologías y Programas
Universidad de Puerto Rico, Mayagüez

Dr. Alfredo Aponte Zayas PhD
Especialista Auxiliar en Forrajes
Servicio de Extensión Agrícola
Colegio de Ciencias Agrícolas
Universidad de Puerto Rico de Mayagüez, UPRM

Edición / Arte / Fotos:

Medios Educativos e Información (MEI)

Área Programática de Agricultura, Mercadeo y Recursos Naturales

Este manual fue realizado por el Servicio de Extensión Agrícola, SEA, de la Universidad de Puerto Rico de Mayagüez, con una subvención de Sustainable Agriculture Research and Education, SARE. Subaward No. SUB00003948

© **Servicio de Extensión Agrícola 2026**



**SERVICIO
DE EXTENSIÓN
AGRÍCOLA™**
UPR - RUM - CCA

Publicado para la promoción del trabajo cooperativo de Extensión según lo dispuesto por las leyes del Congreso del 8 de mayo y del 30 de junio de 1914, en cooperación con el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio de Extensión Agrícola, Colegio de Ciencias Agrícolas, Universidad de Puerto Rico.

*El Servicio de Extensión Agrícola es un patrono con Igualdad de oportunidades en el empleo - M/F/V/I
The Agricultural Extension Service is an Equal Opportunity employer - M/F/V/I*

Contenido

Introducción.....	4
Los residuos orgánicos proveen nutrientes al suelo y las plantas	5
Reglamento para el diseño y operación de instalaciones del compostaje	6
La composta: ENMIENDA orgánica para la sostenibilidad agrícola	7
Origen de la composta	7
Beneficios de la composta	8
La composta: nutriente para el suelo y las plantas.....	10
¿Cuáles residuos orgánicos se pueden compostar y cuáles no?	10
Procesos de la elaboración de la composta.....	12
Fases de la transformación de los residuos orgánicos a composta.....	13
Elementos básicos que requiere la composta.....	14
Herramientas básicas para preparar composta.....	15
Tipos de composteras	16
A. Compostar sin compostera	16
B. Compostar con compostera	20
Uso de la composta.....	23
Cantidad de composta que se necesita por cuerda de terreno	25
Aplicación de la composta	26
Almacenamiento y caducidad	26
Productos relacionados con la composta:.....	26
A. Compostaje con lombrices: vermicomposta	27
B. Estiércol en la finca.....	28
C. Compostaje con pulpa de café	29
Análisis económico básico del compostaje.....	30
Diseño del Sistema de Compostaje	31
Registro básico de la preparación de composta	31
Conclusión.....	33
Referencias bibliográficas.....	35

Introducción

El Servicio de Extensión Agrícola (SEA), establecido en Puerto Rico en el año 1934, bajo la ley Smith Lever, es una parte integral del Colegio de Ciencias Agrícolas (CCA) de la Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez (UPRM). Su misión es mejorar la calidad de vida de individuos, familias y comunidades socioeconómicamente desfavorecidas mediante un proceso educativo no formal, basado en la investigación científica y centrado en las necesidades específicas de sus clientes y en asuntos de interés público (Servicio de Extensión Agrícola, 2026).

El SEA ofrece un programa educativo diversificado y organizado en cuatro áreas programáticas:



1. **Agricultura, Mercadeo y Recursos Naturales (AMRN)**- Promueve el desarrollo agrícola y la gestión sostenible de los recursos naturales.



2. **Juventud y Clubes 4-H** - Fomenta el desarrollo de habilidades en los jóvenes mediante proyectos educativos y actividades prácticas.



3. **Ciencias de la Familia y del Consumidor (CFC)** - Proporciona herramientas para mejorar el bienestar familiar, el manejo de recursos y la calidad de vida.



4. **Desarrollo de los Recursos de la Comunidad (DRC)** - Apoya iniciativas comunitarias que fortalecen la cohesión social y el desarrollo económico local.

Para más información sobre estos programas, pueden visitar la página oficial del SEA <https://www.uprm.edu/sea/> o seguir su página en Facebook.

En el sector agrícola, el SEA, Southern Sustainable Agriculture Research and Education (SARE) y Natural Resources Conservation Service (NRCS) impulsan el **desarrollo sostenible**, promoviendo **prácticas** que benefician tanto a la producción agrícola como al medio ambiente. El contenido de este manual se enfoca en presentar de manera práctica la importancia de **preparar composta**.

La creciente conciencia ambiental ha impulsado la búsqueda de alternativas sostenibles para la gestión de residuos orgánicos. En Puerto Rico, el clima cálido y húmedo favorecen el proceso de compostaje. La composta se ha convertido en un componente de valor añadido para quienes trabajan la tierra de manera sostenible. El propósito de preparar una composta de calidad es:

- **Mejorar** la calidad del suelo.
- **Aumentar** la productividad de los cultivos.
- **Producir** alimentos más saludables sin depender de fertilizantes químicos.
- **Retrasar** la saturación de los vertederos locales.

Preparar composta es un principio fundamental de la **agricultura regenerativa**, y puede ser adoptada por cualquier persona que cultive para el consumo de alimentos



desde un huerto en el hogar hasta una finca a nivel comercial. Aprender a compostar es una forma práctica de **contribuir al cuidado del planeta** mientras se aprovechan al máximo los **residuos orgánicos** (G.A. 2024).

Ante los retos actuales de la calidad de la producción de alimentos en el sector agrícola en Puerto Rico, el **Servicio de Extensión Agrícola (SEA)**, con el respaldo del programa **Sustainable Agriculture Research and Education (SARE)**, ha desarrollado este manual, el cual resulta de una revisión de literatura sobre la **preparación de composta** en la Isla como en otros países del Caribe, Latinoamérica y Estados Unidos.

Es de suma importancia continuar **familiarizando a los agricultores, agrónomos, educadores, estudiantes, profesionales de la agricultura y otros interesados** con la aplicación de prácticas agrícolas sostenibles en Puerto Rico, es el propósito de este manual. De esta forma, se continúa respondiendo a los desafíos actuales del sector, como también se sigue fomentando la **sostenibilidad** y la **resiliencia** de los sistemas agrícolas, garantizando una agricultura que sea viable a largo plazo.



Los residuos orgánicos proveen nutrientes al suelo y a las plantas



Imagen de melGreenFR en Pixabay.com

En las décadas pasadas, en Puerto Rico se botaba en los vertederos un promedio anual 3.6 millones de toneladas de **residuos orgánicos con potencial para producir composta**. Esto representa 52.6 % de los residuos llevados al vertedero (ADS, Wehran – Puerto Rico, Inc. And Shaw EMCON/OWT, Inc. 2003). Esto se ha convertido en una de las preocupaciones ambientales. En años más recientes, el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA), estimó que en Puerto Rico se generó más del 35 % de residuos orgánicos que llegaron a los sistemas de relleno sanitario (SRS), (DRNA, 2019).

Estos se caracterizan por ser **vegetativos y putrescibles**, y son **omnipresentes**, por ejemplo:

- **Residuos agrícolas:** generados por los propios cultivos y animales, restos de poda, de cosecha, de postcosecha, estiércol, pasto, fruta caída, entre otros.
- **Residuos de comida de origen vegetal:** generados en el hogar, cáscaras y restos de frutas y vegetales, borras de café, bolsitas de té y filtros de café de papel.
- **Residuos de plantas:** generados en jardines y zonas verdes, flores muertas,

hojas, tallos, ramas, restos de frutos secos y otros desechos como aserrín o corcho.

Los residuos orgánicos se generan en los hogares, las actividades agrícolas y las industrias convirtiéndose en basura. Para evitar que lleguen a los SRS, inclusive a los basureros clandestinos, playas, ríos, quebradas, caminos y carreteras, y se aprovechen adecuadamente, hay una alternativa enriquecedora que es **preparar y usar composta**, para abonar el suelo y que las plantas puedan usar esos nutrientes en su crecimiento y desarrollo.

Normalmente, debido al desconocimiento, a la falta de un espacio adecuado, o de tiempo, las prácticas habituales con estos residuos son la quema, el enterramiento o el abandono del material a la intemperie hasta su pudrición (FAO, 2013).

Estas reglas establecen criterios mínimos de manejo adecuado de residuos sólidos compostable:

- **diseño y operación;**
- **sistema de permisos y registro para instalaciones;**
- **y otras medidas para proteger la salud, la seguridad pública y el medio ambiente.**

El propósito de este reglamento es que sea utilizado para el proceso de producir composta. Aplica a individuos, dueños y operadores de instalaciones y no aplicará a otro material compostable diferente a los **residuos sólidos**.

El Reglamento contiene unas **exclusiones de instalaciones** para obtener un permiso para operar el proceso de compostaje:

- **Compostaje agrícola.**
- Compostaje que no exceda de más de 50 yardas cúbicas entre residuos compostable almacenado, compostaje activo y final.
- Compostaje de patio.
- Compostaje en escuelas, instituciones educativas y universidades como parte del programa de educación y reciclaje.
- Compostaje de restos de comida de origen vegetativo.

Además, tiene como propósito promover la reducción del efecto ambiental de los residuos orgánicos y cumplir con una mayor fiscalización del cumplimiento de las Leyes. Se puede acceder a todo el reglamento en el enlace de las referencias al final de este manual.



Reglamento para el diseño y operación de instalaciones del compostaje



La Junta de Calidad Ambiental (JCA) del gobierno de Puerto Rico ha dispuesto unas reglas para el diseño y operación de instalaciones del compostaje en el **Reglamento número 8881 del 22 de diciembre del 2016**. En cumplimiento de la política pública establecida en la **Ley para la Reducción y el Reciclaje de Desperdicios Sólidos de Puerto Rico** (JCA, 2016). *Es importante anotar que en el momento de la preparación de este manual el reglamento 8881 se encontraba en un proceso de revisión por parte de la JCA.*



La composta: ENMIENDA orgánica para la sostenibilidad agrícola



Imagen de Ben Kerckx en Pixabay.com

La composta es una **enmienda orgánica**, producto de la descomposición de residuos orgánicos por macro y microorganismos. (Hernández, Chong y Bair 2020). El compostaje es una tecnología biológica y aerobia, de estabilización y tratamiento de residuos orgánicos que **permite su retorno al suelo y su reinserción en los ciclos naturales** (Grima 2013).

El proceso de compostaje **es el arte y la ciencia** de combinar los residuos orgánicos disponibles para que se descompongan y formen un producto final uniforme y estable. **La composta es un excelente agregado orgánico para ENMENDAR el suelo.** Reduce significativamente el volumen de los residuos orgánicos, estabiliza los nutrientes solubles y acelera la formación de **humus**, la fracción más estable de la materia orgánica y de color oscuro. La mayoría de los residuos orgánicos se pueden compostar, y el proceso ofrece una oportunidad beneficiosa para mejorar la estructura del suelo (Magdoff and Van Es 2021). En palabras simples, **repone los nutrientes extraídos por los cultivos agrícolas.**

En el proceso de compostaje se maneja el ciclo natural del reciclaje de los residuos orgánicos. La intervención humana acelera la descomposición de estos residuos y el producto que se obtiene se le conoce como **composta**. La base de todo sistema agrícola sostenible es un suelo fértil y saludable, para hacer frente al reto de mejorar la seguridad alimentaria en todo el mundo (FAO, 2013).



Origen de la composta



Imagen de magnific.com

La palabra “composta” proviene del latín “componere”, que significa “juntar”, poner juntas varias cosas. Históricamente, los residuos orgánicos fueron usados desde el principio para fertilizar cultivos. En excavaciones arqueológicas, se han hallado poblados que utilizaban sus residuos en tierras de cultivo. Las culturas prehispánicas en América valoraban estos materiales para enriquecer suelos y mejorar cosechas (EAT, 2022).

En Asia, hace más de 4,000 años, se cree que ya se practicaba el reciclaje de residuos agrícolas como nutrientes. Durante la Roma de Augusto, los residuos urbanos eran recolectados para la agricultura. La primera referencia europea del procesamiento de composta se encontró en un manuscrito

de 1182 en Trujillo, España, atribuido al maestro templario Gualdim Pais, que incluía recetas para obtener nutrientes llamado **humus viviente u oro fértil**. En el siglo XV, en Florencia, los agricultores recolectaban residuos para nutrir sus tierras (EAT, 2022).

Se cree que la producción de composta fue desarrollada por el inglés Sir. Albert Howard, considerado el padre del compostaje moderno mientras trabajaba en la India (1905-1934). Howard observó la agricultura tradicional y desarrolló el método Indore, un sistema de capas marrones (carbono) y capas verdes (nitrógeno) que es la base de la mayor parte del compostaje moderno. Su éxito radicó en combinar su conocimiento científico con los tradicionales de los campesinos (Addison K., s.f.).

Después, en Estados Unidos, surgieron sistemas que controlaban parámetros del compostaje, como el de la Universidad de Beltsville en 1970, que regulaba la oxigenación, y el de la Universidad de Rutgers, que se centraba en la temperatura (EAT, 2022).

En **Puerto Rico** la incorporación de distintos tipos de enmiendas a los suelos era una práctica ya establecida y común para ciertas cosechas desde mediados del **siglo XX**. La preparación de composta a base de residuos de las fincas y su utilización se comenzó a hacer más común en la década de los 1990. Esta práctica comenzó con las fincas orgánicas y agroecológicas, que se privilegiaban con el intercambio de conocimiento y saberes, de agricultor a agricultor, por medio de experiencias prácticas en fincas. (Carro, V. y Guptill, A. 1999).

También, para esa misma década, había sido creada la Ley Núm. 70 de 18 de septiembre de

1992, conocida como «Ley para la Reducción y el Reciclaje de los Desperdicios Sólidos en Puerto Rico». Esta estableció que será política pública del Gobierno de Puerto Rico el desarrollo e implantación de estrategias económicamente viables y ambientalmente seguras que resulten en la disminución del volumen de desperdicios sólidos y que requieran una disposición final.

No obstante, para algunos “el huracán María que pasó en el mes de septiembre del año 2017, fue el impulso para empezar a tomar en serio el compostaje”, ya que se obtuvieron muchos restos vegetativos que se convirtieron en viruta de madera, materia prima para la composta, según indicó Arache (Padilla, C. 2022).



Algunos de los beneficios de la composta para mantener la fertilidad del suelo y la sostenibilidad de la producción agrícola (Arriaga, J. 2015; CCAC-ONU, 2021):

Agrícolas:

- **Agrega materia orgánica**, proporciona estabilidad de agregados del suelo y disminuye la lixiviación o lavado de minerales si las plantas no los utilizan de inmediato.
- **Recicla y reduce los desperdicios** del huerto, las hojas y los residuos orgánicos

de la cocina, transformándolos en alimento para el suelo.

- **Reduce la dependencia** de fertilizantes sintéticos.
- **Aumenta** la capacidad de retención de **humedad** del suelo.
- **Disminuye** los cambios bruscos de **temperatura**.
- **Mejora la estructura del suelo**, haciéndolo más fácil de trabajar.
- **Incrementa** la porosidad del suelo para retener la **humedad y el aire**.
- **Reduce** la posibilidad de erosión.
- **Estimula el desarrollo radicular**, las semillas germinan más rápidamente en un suelo.
- **Promueve la actividad de millones de microorganismos del suelo**.
- **Aporta nutrientes** para la producción de alimentos saludables.
- **Atrae** a las lombrices.

Ambientales:

- **Reduce** el volumen de residuos orgánicos que van a los vertederos y en consecuencia hay menor generación de lixiviados, líquidos que se generan al descomponerse restos de comida y vegetación, para procesar en los sistemas de tratamiento. Es decir, mantiene la comida y la vegetación fuera de los vertederos.
- **Disminuye** la generación de gases contaminantes, incluidos los gases de efecto invernadero como el metano.
- **Producir composta**, sirve como enmienda de suelos, que a su vez ayuda al secuestro del carbono y mitigar los cambios del clima extremo.

Sociales:

- **Evita problemas de salud** en las personas, ya que previene enfermedades transmitidas por organismos, cuando hay una inadecuada gestión de los residuos.
- **Evita enfermedades** respiratorias asociadas a la quema de residuos y a la mala calidad del aire.
- **Brinda a la comunidad** la oportunidad de participar en actividades de protección ambiental.
- **Reduce los riesgos** de seguridad y molestias que pueden ocasionar los vertederos.

Económicos:

- **Extensión** de la vida útil de los vertederos municipales.
- **Menores** costos asociados al transporte de desechos.
- **No es necesario** comprar composta, ya que se puede obtener de un proceso muy sencillo que se puede realizar en la finca o en el hogar.
- **Ingresos** adicionales por la venta de composta.
- **Proporciona** nuevas oportunidades de empleo.
- **Reducción de** los costos de mantenimiento a largo plazo de los proyectos agrícolas y paisajismo.



La composta: nutriente para el suelo y las plantas

La composta provee los tres **macronutrientes** esenciales para la vida de las plantas (FAO, 2013):



- **El Nitrógeno (N)** es el **motor del crecimiento de la planta**, ya que está involucrado en todos los procesos principales de su desarrollo. Es importante una buena absorción de nitrógeno para el desarrollo saludable de las plantas.
- **El Fósforo (P)** es importante en la **transferencia de energía**, por lo que es esencial en la eficiencia de la fotosíntesis. El fósforo es deficiente en la mayoría de los suelos, de forma natural. En suelos agrícolas donde el pH, es un indicador de acidez o alcalinidad, se encuentra limitada su disponibilidad. La composta ayuda a regular el pH a rangos más neutros.
- **El Potasio (K)** es esencial para la **síntesis de carbohidratos y proteínas**, y, por lo tanto, para el desarrollo y la estructura de las plantas. Además, contribuye a regular el balance hídrico, aumentando la tolerancia de las plantas a condiciones de sequía, heladas y salinidad. Las plantas con niveles adecuados de K, también, presentan mayor resistencia a enfermedades.

Además, provee otros **macronutrientes** secundarios como **el Magnesio, Azufre y Calcio**. De igual manera, aporta **micronutrientes**, como **el hierro, el zinc, el manganeso, el boro, el cobre, el molibdeno y el cloro** los cuales, aunque requeridos en cantidades muy pequeñas, son indispensables e importantes para el metabolismo vegetal y animal (FAO, 2013).

En algunos establecimientos se encuentran kits de análisis de suelo, que permiten evaluar la calidad del suelo y conocer, de manera sencilla, elementos básicos como el pH, nitrógeno, fósforo y potasio entre otros. No obstante, se recomienda realizar pruebas en laboratorios especializados como se menciona más adelante en la página 22 de este manual en **pruebas y consideraciones especiales**.



¿Cuáles residuos orgánicos se pueden compostar y cuáles no?

Se debe tener presente que el **tamaño** de los residuos orgánicos que se añaden debe ser reducido de 1" a 2" pulgadas, para generar calor y acelerar la descomposición. A continuación, se presenta una lista de los residuos orgánicos que se pueden y no se deben compostar (Picó, G. 2002; U of A, 2025).



Cuadro 1

Residuos orgánicos que se pueden y no se pueden compostar

Descomposición rápida. Material VERDE. Aportan NITRÓGENO. Tipo 1, según el reglamento del 2016.	✓ Frutas y vegetales estropeados o caducados, ✓ hojas frescas, ✓ cáscara de guineo y de otras frutas, ✓ grama recién cortada, ✓ estiércol de animales de corral (aves, conejos, ovejas y cabras), ✓ malezas frescas que no han producido semillas, ✓ y plantas de raíces grandes o abono verde como la crotalaria juncea.
Descomposición más lenta: Tipo 2, según el reglamento del 2016.	✓ Bolsas de té y borras de café, ✓ paja y heno, ✓ restos de plantas y flores secas, ✓ estiércol de caballos y vacas, ✓ y yerbajos.
Descomposición mucho más lenta. Material MARRÓN. Aportan CARBONO.	✓ Cáscaras de huevo, ✓ ramas de la poda y trituradas, ✓ hojas secas, ✓ aserrín y virutas de madera no tratada, ✓ y hueso/Semillas de frutos (melocotón, aguacate, aceitunas) y frutos secos.
Otros materiales:	✓ Cenizas de madera (no tratada), ✓ cartón corrugado, periódicos, ✓ bolsas y envases de papel, ✓ rollos de papel de cocina y baño, ✓ y pelos y plumas.
Mejor evitar:	✓ Carne y pescado, ✓ alimentos grasos o lácteos: productos derivados de la leche como el queso, ✓ y productos que contengan levaduras o grasas: aderezo de ensaladas, aceite de cocina, etc.
No utilizar:	✓ Plantas y frutos enfermos, ✓ recortes de grama tratados con herbicidas, ✓ y ceniza de carbón. ✓ Desechos de humanos, perros y gatos, ✓ materiales no orgánicos: plástico, vidrio, gomas, filtros etc., ✓ revistas ilustradas con papel brillante, ✓ telas de material sintético, ✓ residuos de madera tratada, ✓ y colillas de cigarrillo o tabaco.



Procesos para la elaboración de la composta

La elaboración de la composta se puede realizar mediante dos procesos: **aeróbico** y **anaeróbico**. ¿Cuál es la diferencia? (GEME, 2024):

Cuadro 2

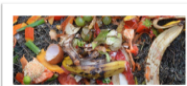
Comparativa del proceso aeróbico y anaeróbico

PROCESO	COMPOSTAJE AERÓBICO	COMPOSTAJE ANAERÓBICO
REQUERIMIENTO DE OXÍGENO	Requiere oxígeno (aire) para su descomposición.	Ocurre sin oxígeno.
MICROORGANISMOS IMPLICADOS	Bacterias y hongos aerobios.	Bacterias anaerobias (p. ej., bacterias productoras de metano)
VELOCIDAD DE DESCOMPOSICIÓN	Descomposición más rápida (de semanas a meses).	Descomposición más lenta (de meses a un año).
OLOR	Olor mínimo o nulo si se maneja adecuadamente.	Puede producir olores fuertes (por ejemplo, olor a huevo podrido).
SUBPRODUCTOS	Produce dióxido de carbono (CO ₂), agua (H ₂ O) y calor.	Produce metano (CH ₄), dióxido de carbono (CO ₂) y ácidos orgánicos.
TEMPERATURA	Genera calor, alcanzando hasta 140°F (60°C) o más.	Produce muy poco calor.
TIPOS DE MATERIALES UTILIZADOS	Principalmente desechos de jardín, restos de comida y productos de papel.	Puede incluir una mayor variedad, como carne y lácteos.
MANTENIMIENTO	Requiere volteo o aireación regular para suministrar oxígeno.	No hace falta darle la vuelta, solo sellarlo y dejarlo descomponer.
PRODUCTO FINAL	Composta totalmente descompuesta, similar al humus.	Material parcialmente descompuesto, a menudo requiere procesamiento adicional.
ENTORNO ADECUADO	Ideal para espacios exteriores amplios.	Ideal para interiores y zonas urbanas con espacio limitado.
PRODUCCIÓN DE ENERGÍA	No produce energía.	Puede producir biogás (metano), que puede utilizarse como combustible.
EFFECTO AMBIENTAL	Reduce las emisiones de gases de efecto invernadero si se hace correctamente.	Produce metano, un potente gas de efecto invernadero , si no se captura para su uso energético.



Fases de la transformación de los residuos orgánicos a composta

PREFERMENTACIÓN (mesófila)
2 a 8 días / 45°C (113°F)



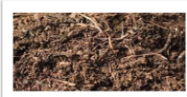
FERMENTACIÓN (termófila)
1 a 3 Semanas / 70°C (158°F)



ENFRIAMIENTO (mesófila II)
2 a 5 Semanas / 40-45°C (104-113°F)



MADURACIÓN
3 a 6 meses / Menos de 40°C (104°F)



El proceso de compostaje que se presenta en este manual es el **aeróbico** y consta de cuatro (4) fases para obtener una composta de excelente calidad, las cuales son (EAT, 2022):

1. Prefermentación (mesófila):

Es la primera fase del proceso. Comienza bajo el efecto de **bacterias termófilas** a temperatura ambiente. Estas son aquellas bacterias capaces de crecer a mayores temperaturas y actúan facilitando la descomposición. Luego, **la temperatura aumenta rápidamente** hasta los 45°C (113°F), debido a la actividad microbiana, comienza el proceso de biodegradación. Esta fase se lleva a cabo durante los primeros días, **entre dos y ocho días**.

2. Fermentación (termófila):

La **temperatura sigue manteniéndose en un nivel relativamente más alto**, 70°C (158°F) por causa del calor generado por los microorganismos. Esta fase puede durar desde **una a tres semanas**, dependiendo de los residuos orgánicos utilizados y la humedad que contienen, así como de las condiciones climáticas y de la ubicación.

También, se conoce con el nombre de “**fase de higienización**” debido a que, por el calor generado, se destruyen algunas bacterias y posibles contaminantes de origen fecal que puedan estar presentes en el material inicial.

3. Enfriamiento (mesófila II):

La **temperatura comienza a descender de nuevo** hasta los 40-45°C (104°F-113°F), por lo que el proceso de biodegradación se desarrolla más despacio y las emisiones también disminuyen. En general, no hay necesidad de aireación o humedecimiento durante esta fase, pero sí puede ser conveniente continuar la mezcla y el movimiento del material para obtener un producto homogéneo e higiénico. Esta fase requiere de **dos a 5 semanas** y puede dar lugar a confusión con la última fase del proceso.

4. Maduración:

Requiere **de tres a seis meses a temperatura ambiente o al menos un mes**, tiempo en el cual se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización de compuestos carbonados para la formación de ácidos húmicos y fúlvicos. Durante esta fase hay ciertos **parámetros** que se deben estar monitoreando para llevar a cabo una composta de excelente calidad. Algunos de ellos son: **oxígeno, dióxido de carbono, humedad, temperatura y pH**. En esta etapa **la exposición a la precipitación excesiva** puede causar el lavado o pérdida de nutrientes en la composta. Por lo tanto, debe **taparse o almacenar** en un lugar cubierto.

En síntesis, los rangos óptimos de temperatura para cada fase se indican a continuación:

Cuadro 3

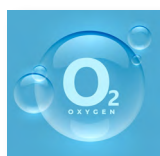
Rangos óptimos de temperatura

Fase	Rango Ideal
Pre fermentación (Mesófila)	15 °C-45 °C (59 °F -113 °F)
Fermentación (Termófila)	45 °C-70 °C (113 °F-158 °F)
Enfriamiento (Mesófila II)	40 °C-45 °C (104 °F-113 °F)
Maduración	Menor a 40 °C (104 °F)



Elementos básicos que requiere la composta

Hay unos elementos básicos que deben monitorearse durante las fases para obtener una composta de calidad (CCAC-ONU, 2021):



Oxígeno

El proceso de compostaje aeróbico, con presencia de oxígeno, **es necesario para la respiración de los microorganismos**, que a su vez liberan CO₂, dióxido de carbono, a la atmósfera. El propósito es lograr la descomposición de los materiales orgánicos utilizados. El **rango ideal es de 5 % - 15 %**.



Humedad

El agua es un elemento estrechamente vinculado a los microorganismos, ya que, como todos los seres vivos, usan el agua como medio

de transporte de los nutrientes y elementos energéticos a través de la membrana celular. El **rango ideal es de 45 % - 60 %**.



Temperatura

Este es uno muy importante, durante la fase de fermentación (termófila) puede llegar hasta los 65 °C (149 °F), destruyendo los parásitos y patógenos que pudieran estar presentes en los residuos utilizados. Es por eso por lo que hay que poner especial atención si ésta no aumenta o baja demasiado rápido, ya que, a mayor temperatura y tiempo, mayor es la velocidad de descomposición y mayor higienización.

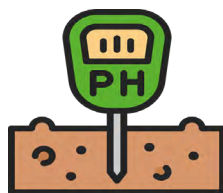
La **temperatura** es un factor clave en la evolución de la actividad de los microorganismos y esta depende en gran parte de los residuos compostados (Jones and Martin, 2003) (ver cuadro 4).

Cuadro 4

Temperatura y tiempo de exposición para los microorganismos

Microorganismo	TEMPERATURA	Tiempo de exposición
Salmonella spp	55 °C (131 °F)	1 hora
	65 °C (149 °F)	15 - 20 minutos
Escherichia coli	55 °C (131 °F)	1 hora
	65 °C (149 °F)	15 - 20 minutos
Brucella abortus	55 °C (131 °F)	1 hora
	62 °C (143 °F)	3 minutos
Parvovirus bovino	55 °C (131 °F)	1 hora
Huevos de Ascaris lumbricoides	55 °C (131 °F)	3 días

Jones and Martin, 2003



pH

El pH del compostaje depende de los residuos de origen y varía en cada fase del proceso desde 4.5 a 8.5. En las primeras fases del proceso, el pH se acidifica por la formación de ácidos orgánicos. En la fase de fermentación (termófila), debido a la conversión del amonio en amoníaco, el pH sube y se alcaliniza el medio, para finalmente estabilizarse en valores cercanos al **pH neutro**.

El pH **define la supervivencia de los microorganismos** y cada grupo tiene pH óptimos de crecimiento y multiplicación. La mayor actividad bacteriana se produce a **pH 6,0-7,5**, mientras que la mayor actividad fúngica, descomposición de residuos orgánicos por hongos, se produce a pH 5,5 – 8,0. El **rango ideal es de 5,8 a 7,2** (FAO, 2013).



Herramientas básicas para preparar composta

Las herramientas básicas para preparar la composta incluyen

(FAO, 2013; Picó, G. 2002; EAT 2021):

- **Palas**, para agregar material, mezclar, voltear y sacar el composta terminado.
- **Tubos PVC de 4"**, para la aireación.
- **Tijeras o podaderas de jardín o machete o trituradora**, para conseguir un tamaño de partícula adecuado.



- **Guantes de jardinería**, para la seguridad ocupacional, protegen las manos de la suciedad y microbios.
- **Termómetro para composta**, con vástago de hasta 36", para medir la temperatura del compostaje.
- **Sensor de nutriente o sonda** de N, P, K.
- **Sensor o sonda de pH o papel de pH** (tiras medidoras).
- **Sensor de humedad** para monitorear los rangos adecuados.
- **Plástico** de tamaño variable para cubrir la pila de composta.
- **Manguera o regadera**, para mantener una correcta humedad en el material en compostaje.
- **Cernidor o tamiz de tierra**, para cernir o tamizar el producto final.
- **Paila o envase** de 20 litros (5 galones) con tapa, para recolectar restos de comida, antes de llevar a la mezcla principal.
- **Rastrillos**, para preparar el área donde se preparará la composta y apilará el material.
- **Carretillas**, útil para transportar grandes cantidades de material.
- **Ventiladores** (abanicos, aireadores de ser necesario).
- **Aireadores** manuales.
- **Compostador**, para métodos cerrados.



Tipos de Composteras

La compostera es una estructura que facilita un ecosistema microbiano aeróbico para la descomposición del estiércol, otros materiales orgánicos o ambos, en un producto final lo suficientemente estable para: **su almacenamiento, uso en la producción agrícola y aplicación al suelo como enmienda** (USDA, 2020).

Además, es el lugar donde ocurrirá la transformación de los residuos orgánicos en composta. Puede prepararse en espacios **abiertos, sin compostera**, como el patio, terreno o en la finca. O en espacios reducidos donde la compostera toma forma de contenedor, ya sea de madera, metal o plástico. En cualquiera de los casos, se debe permitir el ingreso de aire y favorecer el drenaje de los líquidos lixiviados que se producen a lo largo del proceso.

También, se recomienda techarlas para evitar el contacto con el **agua de escorrentías** y se lleve los nutrientes. La composta presenta fugas naturales, especialmente en climas húmedos, deben mantenerse alejados de cursos de agua, sumideros, llanuras aluviales, filtraciones estacionales, pozos y otras áreas con mal drenaje (Magdoff and Van Es 2021).

A. Compostar sin compostera



Es un método **abierto**, donde los residuos orgánicos están expuesto a cielo abierto o bajo techo o cubierto con lona.

1. Pila o montículo

Existen diferentes métodos de maduración para el compostaje en pilas, estos son:

a. Pila Estática aireada pasiva

Es uno de los métodos más fáciles para compostar residuos agrícolas. Consiste en colocar **capas** de residuos orgánicos en una pila sobre **tubos PVC** con orificios.

La actividad microbiana aumenta las temperaturas, las cuales autorregulan la aireación, sin requerir volteo hasta que el material se estabiliza (Chong, J., 2019). En este proceso el aire ingresa por los extremos del tubo y por convección, propagación del calor, llega a la parte superior de la pila de los residuos. Este sistema es apropiado para cantidades mínimas de **180 p3 o más**. (Chong, J., 2019).



Foto por Crystalclear CC BY-SA 3.0

Idealmente, **se recomienda ubicarla a la sombra y en un sitio donde no haya riesgo de encharcamiento**. Sin embargo, al no tener contención es propensa a ser esparcida por animales domésticos y suele requerir riego. Este método está aprobado para sistemas de agricultura orgánica.

Es recomendable revisar la **Regla 19** del Reglamento para el Diseño y Operación de Instalaciones de Compostaje de la JCA del 22 de diciembre de 2016, sobre la exclusión agrícola, que permite el compostaje agrícola por el mismo dueño en la finca y para uso propio sin requerir de permiso.

Para el compostaje apropiado de residuos agrícolas y lograr una buena enmienda del suelo, el Dr. Joaquín Chong sugiere tener en cuenta los siguientes puntos de referencia:

Un componente importante es el **tubo de aireación**, el cual permitirá que fluya el aire durante las diferentes fases de descomposición aeróbica de los residuos orgánicos. Para preparar los tubos de PVC, se recomienda:

- Utilizar tubos de 10"x 4".
- Marcar dos líneas paralelas a una distancia entre sí de 3 ¾" en el tubo.
- Cada 12" sobre estas líneas barrenar huecos de 1.0" a 1.5" de diámetro.



Una pila de composta base es de 8' x 10' de largo y aproximadamente y de 4.5' de alto. Requiere **dos tubos** colocados paralelamente a 2' o 3' pies uno al lado del otro con los orificios hacia el suelo, techada o sino cubierta con lona impermeable (Chong, J., 2019).

Durante el proceso de este método debe ser una constante **monitorear** la temperatura y el control de patógenos:

Temperatura



El principal propósito de enmendar los residuos orgánicos es poder alcanzar temperaturas activas de degradación.

Una temperatura ambiente de 27 °C (80 °F) a 38 °C (100 °F) indica poca o ninguna actividad microbiana, una temperatura de 38 °C (100 °F) a 54 °C (129 °F) indica actividad medio activa y de 54 °C (129

°F) a 71 °C (160 °F) indica caliente degradación activa (Chong, J., 2019).

Control de patógenos



La composta estática aireada pasiva cumple con los requisitos de reducción de patógenos y es un método aprobado por reglamentación. La reducción de patógenos ocurre por temperaturas y manejo adecuado durante el

compostaje. Es un proceso de reducción de patógenos en un lugar, con método específico y control, además provee posibilidades de proceso de nutrientes a formas más estables y orgánicas (Chong, J., 2019).

¿Cuándo está lista y estable la composta en la pila aireada estática?

Es importante **registrar las temperaturas** para poder ver en qué fase está el proceso de compostaje. Una composta puede estar bien degradada y estable cuando pasa por las diferentes fases y está a temperatura ambiente.



Según Chong, J., (2019). cuando:

- el residuo original ya no se puede reconocer y se ve homogéneo;
- la composta se va secando;
- la composta huele agradable y lleno de nutrientes, no apesta;
- el residuo al ser humedecido no se vuelve a calentar;
- la relación de Carbono (C) / Nitrógeno (N) es baja (30:1), es decir, 30 partes de

- Carbono, 1 parte de Nitrógeno;
- no hay semillas visibles;
- hay una reducción de patógenos;
- hay una reducción en volumen hasta un 80 % del residuo orgánico original, entre otras características;
- y cuando es un abono desmenuzable.
- **Importante:** evitar usar la composta antes de que esté lista.

Pruebas y consideraciones adicionales

El Concilio de Compostaje de Estados Unidos (USCC por sus siglas en inglés) es una organización no gubernamental que promueve el compostaje y promociona el programa “Seal of Testing Assurance” que hace pruebas a compostas para (Chong, J., 2019):

- nutrientes,
- respiración y estabilidad,
- bioensayo,
- patógenos (coliformes fecales y salmonella),
- EPA 402 metales y
- distribución de tamaño de particulado .



STA Certified™
COMPOST
A program of the US Composting Council

El USCC con su programa Sello de Garantía de Pruebas (STA, por sus

siglas en inglés) provee una metodología de estandarización de compostas y auto reglamentación de la industria. No obstante, las compostas agrícolas por lo general tienen bajas cantidades de metales pesados ya que son residuos orgánicos no industriales.

Hay otros métodos más complejos y costosos que existen para degradar residuo orgánico agrícola. Esto ocurre si se tiene mucha cantidad recurrente, por, ejemplo estiércol de gallinas ponedoras, donde la producción de estiércol puede ser semanal. Es posible

que se deba utilizar otros métodos de degradación/compostaje como compostas en pila que son agitadas y mezcladas con maquinaria o métodos de fermentación con Microorganismos Efectivos (EM 1®). Por esto es recomendable que antes de planificar estos sistemas se verifique si requieren de un permiso de compostaje de la JCA y se tomen en consideración los equipos, sus costos y requerimientos de tiempo (Chong, J., 2019).

b. Pila con aireación forzada

Se suministra aire a la pila de composta utilizando ventiladores y/o conductos que proporcionan aire para así mantener los niveles óptimos de oxígeno, evitando así la necesidad de voltear el material (FAO, 2013).



Volteo

Consiste en el uso de una pala o maquinaria para voltear el material, de manera que se favorezca la aireación pasiva. Antes de comenzar este método, se debe calcular el área que se utilizará y el volumen de la pila (FAO, 2013).



Normalmente, se hace **un volteo semanal durante las 3 a 4 primeras semanas**, y luego se **pasa a hacer un volteo quincenal**. Esto depende de las condiciones climáticas, la humedad y el aspecto del material que se está compostando. Es recomendable realizar un control de aspecto visual, olor y temperatura para decidir cuándo hacer el volteo (FAO, 2013).



→ Si solo hay una pila en la finca, se utilizan los dos espacios de los lados para el volteo.



→ Si hay solo **dos pilas** en la finca, se utiliza el espacio entre pilas alternativamente para el volteo.



→ Si hay **tres pilas o más**, entonces se hace de forma avanzado, disponiendo de las pilas nuevas en el espacio dejado por la pila volteada.

Retos comunes y soluciones

El proceso de la preparación de composta tiene sus retos comunes, causados por algunos factores que se presentan en el cuadro 5, sin embargo, hay soluciones para no estropear el esfuerzo de la preparación (Picó, G., 2002; Grama, 2005).

Cuadro 5

Retos en la preparación de composta

Retos	Causa	Solución
Proceso muy lento 	• Muchos residuos secos. • Falta de humedad.	• Agregar residuo fresco. • Riego.
Olor desagradable 	• Humedad en exceso. • Mucho residuo fresco. • Fallas de aireación. • Residuos cárnicos o grasa.	• Adicionar residuo seco. • Airear la pila. • Retirar restos de carne y grasa.
Pila muy húmeda 	• Exceso de lluvia. • Exceso de riego.	• Tapar la compostera. • Mejorar el drenaje. • Agregar material seco: hojas, aserrín, paja.
Presencia de hormigas 	• Falta de humedad.	• Mantener pila húmeda.
Presencia de roedores 	• Restos de comida.	• Eliminar los restos de comida y voltear.

B. Compostar con compostera

La compostera es un contenedor **cerrado** en donde se lleva a cabo la transformación de los residuos orgánicos en composta. Este se puede utilizar en lugares reducidos, tales como: patios, balcones, jardines y en el campo (Picó, G., 2002; MAPB., 2022)

Aunque la composta de residuos orgánicos se puede preparar en una pila **estática aireada pasiva**, puede resultar más práctico por cuestión de espacio el uso de una **compostera** que se trata de una “herramienta” para realizar el proceso. Esta debe cumplir con una serie de requisitos, como son (AT, s.f.):

- **Ventilación** para permitir la entrada de oxígeno.
- **Cierre lateral** para mantener las condiciones de temperatura.
- **Cierre superior**, para evitar la inundación por lluvia.
- **Facilidad** de apertura y manejo.
- **Sin base**, para permitir la entrada de aire y el acceso de los organismos que habitan en el suelo y se encargan de la descomposición de los residuos.

Las composteras deben ser ubicadas donde (Picó, G., 2002):

- haya **agua** disponible;
- sea **accesible** para añadir y remover materiales;
- reciba unas 6 horas de **luz solar** al día,
- y **no afecte** el paisaje general del área.

El proceso para preparar la composta en composteras, también, consiste en colocar

capas de residuos orgánicos para asegurar una mezcla adecuada, comenzando de abajo hacia arriba, por ejemplo:



Por lo tanto, teniendo en cuenta lo mencionado, la compostera se puede construir de manera casera con materiales accesibles como:

- Tablas / paletas de madera (plataformas o tarima de madera).
- Caja de madera de frutas.
- Madera plástica fabricada a partir de plásticos reciclado.
- Bloques/Ladrillos.
- Malla metálica o de gallinero.
- Envase o paila plástica de 20 litros.
- Envase o paila metálica de 20 litros.
- Zafacones plásticos.
- Cajas plásticas de almacenamiento.
- Tanque plástico de 200 litros.
- También, se requerirá clavos, tornillos, bisagras de libro, pasadores metálicos, manijas, entre otros.

A continuación, se incluye la lista de los tipos de composteras más utilizadas:

Composteras de madera

Se recomienda de al menos 3'x3'x3'x3' hasta 5'x5'x5'x5' (Picó G., 2002).



- Limpiar la zona seleccionada y dejar la superficie más o menos llana para montar la compostera más fácilmente.
- La compostera no debe contener ni clavos ni madera deteriorada.
- Puede reutilizarse maderas que se van a desechar, tablas sueltas o paletas de madera.
- Montar las paredes y unir las.
- Construir tapa superior y frontal, estas pueden ser fijas a mitad para poder abrir y cerrar, y tener acceso a la composta.
- Se pueden construir 2 o 3 cubículos continuos de composteras, dependerá de la cantidad de residuos orgánicos.

Composteras de bloque



Esta es una compostera sencilla y resistente de bloques de hormigón, ladrillos o incluso piedras.

- Es una robusta, duradera y de fácil acceso.

- Se agrupan los bloques formando tres lados o paredes de un cuadrado de al menos 3'x3'x3'x3'.
- Debe dejarse pequeños espacios de aproximadamente 2' y ½" de separación entre cada bloque para facilitar el flujo de aire.
- El frente abierto o a media altura para facilitar el acceso al relleno o el volteo y el uso de la composta.
- También, se pueden construir 2 o 3 cubículos continuos de composteras, dependerá de la cantidad de residuos orgánicos.

Compostera de malla



Para la compostera de malla:

- Se comienza clavando postes de madera o metal en el suelo en forma de un rectángulo o un círculo o de la forma o tamaño que se requiera.
- La separación entre postes puede ser de un (1) pie entre sí.
- Luego se envuelven los postes con malla.
- Mejor asegurarlas pasando alambre de acero flexible, alrededor de los postes y la malla.
- Cuando llegue el momento de voltear la pila de composta, se corta o desenrosca el alambre que sujeta la malla a los postes.

- Dependiendo del tamaño, es posible que solo necesite retirar un lado al voltear la pila y luego se puede volver a colocar la malla.
- También, se pueden construir 2 o 3 cubículos continuos de composteras de malla, dependerá de la cantidad de residuos orgánicos.

Compostera de rejilla

Para la compostera de rejilla:

- Se comienza con la unión de los cuatro lados. Este tipo de compostera es práctica, ya viene lista para armar, no necesita otro tipo de herramientas.
- Se puede adquirir online o en comercios locales.



Composteras de zafacón plástico, caja plástica de almacenamiento o pailas plásticas

- Es la solución para preparar composta en espacios reducidos.
- Solo se requiere comprar un zafacón con tapa de al menos de 20 litros.
- Se debe agujerear en la base y paredes, para el flujo de aire.
- Se inicia la colocación de capas de los residuos orgánicos.
- La mezcla se voltea cada pocos días.



Compostera en tanque plástico de 200 litros

Se aplica el mismo proceso de los zafacones: se debe agujerear en la base y paredes, para el flujo de aire y se inicia la colocación de capas de los residuos orgánicos.

Las composteras, también, se pueden **adquirir en línea o en comercios locales**, de diferentes formas:

cuadradas o cilíndricas, como las de tambor giratorio, en materiales como plásticos o metal y funcionan de manera similar.



Compostera de tambor giratorio

El **tambor giratorio** de plástico reciclado, para residuos orgánicos, es de fácil operación y conlleva solo girar el cilindro unas cuantas veces por semana, eliminando la necesidad de voltear manualmente la pila de composta. Algunas de sus ventajas son:

- Es de **fácil aireación**, el giro crea bolsas de aire en los residuos en descomposición.
- El compostaje **es más rápido**.
- Hay **control de las plagas y los olores**, al ser un sistema cerrado.
- Es **cómodo** y más **limpio** que las pilas de composta abiertas.





Sin embargo, este tipo de compostador puede ser algo costoso, aunque, se puede construir, por menos dinero y en poco tiempo. Los materiales mínimos necesarios son:

- Tambor de plástico reciclado de al menos 5 galones.
- Tubo de PVC de 3", el cual debe ser perforado para el flujo de aire.
- Tablas para construir un caballete para sostener el barril de composta.
- Tubo galvanizado para construir una paleta que ayude a mover la composta dentro del barril.
- Taladro, bisagras, pestillos, tornillos, entre otros.



Uso de la composta

La composta puede utilizarse en diversos entornos donde la salud del suelo, el crecimiento de las plantas, la calidad y conservación del agua, y la resiliencia climática son objetivos importantes. Los beneficios ambientales del uso de la composta son numerosos. Un mayor uso de la composta puede impulsar el aumento de su producción, lo que a su vez puede fomentar el desvío de residuos orgánicos de los vertederos hacia el compostaje, evitando las emisiones de metano de estos, apoyando una economía circular y creando empleos verdes a lo largo del proceso (US-EPA, 2025).

La composta ayuda a reducir los residuos orgánicos y es universalmente beneficioso para el suelo si se aplica en cantidades adecuadas y se gestiona correctamente. Se puede usar en **césped, jardines de**

flores, árboles y cultivos hortícolas y agronómicos. La composta se puede esparcir y dejar en la superficie o incorporar al suelo mediante arado o labranza rotativa. La composta, también, se utiliza para cultivos de invernadero y constituye la base de algunas mezclas de tierra para tiestos. Ésta no debe aplicarse anualmente en cantidades elevadas. Esto podría sobrecargar el suelo de nutrientes (Magdoff and Van Es, 2021).

La US-EPA (2025) señala que la composta se puede utilizar en diversos entornos y sectores económicos donde la salud del suelo, el crecimiento vegetal, la calidad y conservación del agua, y la resiliencia climática son objetivos importantes:

A. Agricultura, huertos y jardinería

El uso de composta en la agricultura, los huertos y la jardinería mejora el rendimiento de cultivos y la salud de las plantas al incrementar la fertilidad del suelo, la absorción de agua y promover microorganismos beneficiosos.

- **Las hortalizas, el plátano, el maíz, calabaza, coliflor, apio, la papa, los árboles frutales, leguminosas, los pastos, cultivos forrajeros, las flores, las plantas ornamentales, tiestos o huertos en el hogar** entre otros cultivos se benefician del uso de la composta.
- Aporta materia orgánica esencial, contrarrestando el empobrecimiento del suelo causado por prácticas agrícolas intensivas y el cambio de uso del suelo.



- La composta suministra nutrientes esenciales como **nitrógeno, fósforo y potasio**, lo que disminuye la dependencia de fertilizantes sintéticos que contaminan aguas por su uso excesivo.

Aunque la composta no siempre proporciona concentraciones adecuadas de nutrientes para todos los cultivos, **como muchos cultivos anuales**, su uso permite reducir la cantidad de fertilizantes inorgánicos requeridos. La lenta liberación de nutrientes de **la composta ayuda a acumular reservas en el suelo, minimizando la necesidad de fertilización adicional con el tiempo**. Así, la composta se convierte en una valiosa alternativa sostenible frente a prácticas agrícolas convencionales, fomentando la salud y la sostenibilidad del ecosistema agrícola.

B. Infraestructura verde y gestión de aguas pluviales

La composta mejora la infiltración y retención de agua en suelos y sistemas de infraestructura verde, como zanjas de infiltración y jardines de lluvia, aumentando la captación de agua pluvial y reduciendo la escorrentía y la erosión.

- Además, filtra contaminantes del agua cuando se integra al suelo.
- Es útil para revitalizar suelos compactados tras la construcción y es valiosa en la revegetación, ayudando a mantener el suelo y restaurar ecosistemas.



- Las prácticas con composta pueden ser más eficaces que métodos convencionales, aunque se debe vigilar la posible saturación de nutrientes.

C. Conservación y restauración de ecosistemas

- La composta es valiosa en proyectos de restauración de ecosistemas y el paisajismo, enmendando los suelos y aumentando la calidad del agua.
- Su rica materia orgánica, se utiliza para restaurar humedales y rescatar los suelos degradados, acelerando así la rehabilitación de áreas afectadas por actividades humanas.
- Favorece la recuperación de ecosistemas tras incendios forestales, devuelve materia orgánica al ecosistema ayudando a estabilizar los agregados del suelo para reducir la erosión en lo que se restablece la cubierta vegetal, enmendando los suelos.
- La composta contribuye a reducir la escorrentía, la erosión y el riesgo de contaminación del agua.





Cantidad de composta que se necesita por cuerda de terreno

El método más preciso para conocer la cantidad de composta que se necesita en el terreno se basa en hallar el **balance de nutrientes**. Como se explicó anteriormente en este manual la composta contiene **macro y micronutrientes** que ayudan al desarrollo y crecimiento de los cultivos. Por lo tanto, es crucial determinar mediante un **análisis de suelo** el contenido de éstos en la composta preparada.

Por otra parte, se debe hallar el **requisito nutricional** o los niveles de extracción de nutrientes de o los cultivos que van a ser sembrados. Resumiendo, **el balance de nutrientes, el requisito nutricional y el análisis de suelo** son una información que indicará que cantidad de composta es la adecuada para aplicar al suelo.

Aritméticamente, se puede calcular cuánta composta es necesaria para suplir la demanda nutricional del cultivo y no agotar las reservas del suelo:

$$\text{Cantidad de composta} = \frac{(\text{demanda del cultivo kg N /metros} - \text{suministro del suelo kg N /metros})}{\text{Factor de disponibilidad real (fdr) kg composta}}$$

Fdr ya integra:

- contenido de N total
- eficiencia de mineralización
- disponibilidad real esperada

La forma más correcta científicamente sería:

$$\text{fdr} = \left(\frac{\%N}{100} \right) \times \text{fracción mineralizable}$$

Nota: 1 m³ de composta con 40% de humedad pesa en promedio 700 kg.

Ejemplo:

- Demanda del cultivo: 100 kg N/cuerda
- El suelo puede suministrar, según análisis de suelo: 50 kg N/cuerda
- En este ejemplo la composta es de **estiércol animal** que tiene un fdr de 0.012 o 1.2% o 12 kg N por tonelada.

$$\text{Cantidad de composta} = \frac{100 \text{ kg N/cuerda} - 50 \text{ kg N/cuerda}}{0.0012 \text{ kg N composta}}$$

Por lo tanto:

- 100 kg N / cuerda demanda - 50 kg N/ cuerda que suministra suelo = 50 kg N/ cuerda que necesito proveer de la composta.

$$\text{Cantidad de composta} = \frac{50 \text{ kg N/cuerda}}{0.0012 \text{ kg N composta}} = 4,166.6 \text{ kg (aproximado a 4.2 toneladas cuerda)}.$$

Para calcular el **factor de disponibilidad real** (fdr) se utiliza la tasa de mineralización de la composta y el nitrógeno total presente en la misma. Los valores aceptados para factores de disponibilidad real (fdr) son:

- Composta de residuos orgánicos 0.0015 fdr (Sullivan, D., Datta, R., Andrews, N., and Pool, K., 2004).
- Vermicomposta 0.007 fdr (Arancon, N., Edwards, C., Bierman, P., Welch, C., and Metzger, J., 2004).
- Estiércol compostado 0.012 fdr (Pettygrove, S., 2009).

de la primavera si el período seco lo permite (ATTRA, 2017).

Es una buena idea tener una evaluación anual del suelo, para determinar la necesidad de nutrientes y para asegurar que la composta no está añadiendo demasiado fósforo al suelo (Rodale Institute, 2025).

La composta se aplica como:

- **Acolchado** (fresco, 3 meses de maduración aproximadamente).
- **Mezclado con tierra** (para la preparación del terreno, 6-9 meses de maduración).
- **Abono** (Mantillo, 1-2 años de maduración).



Aplicación de la composta

De forma sencilla, la composta se mezcla con la tierra para sembrar las plantas, se aplica en los huertos de vegetales y alrededor de los árboles ornamentales y frutales (Picó, G. 2002).



El momento de aplicar la composta varía según el cultivo, el tipo de suelo y la ubicación. Muchos agricultores esparcen la composta en **otoño**, es decir, entre septiembre y diciembre, para que, al llegar la **primavera**, es decir, entre los meses de marzo y mayo, se integre al suelo. Lo anterior haciendo referencia al **hemisferio norte**. En otoño el clima puede permitir su aplicación antes de la siembra a principios de la primavera. Para reducir la lixiviación de nutrientes, se puede realizar una aplicación a finales del **invierno**, es decir, entre diciembre y febrero o principios



Almacenamiento y caducidad

La composta se puede guardar en sacos o sin empaque en un lugar bajo techo, donde quede protegida del sol y de la lluvia o el sereno. No tiene fecha de caducidad. Lo ideal es aplicarla en cuanto el proceso de compostaje haya terminado (EAT, 2022).



Productos relacionados con la composta

Existen opciones excelentes para compostar los residuos orgánicos, éstas son: **la vermicomposta, la pulpa de café y el estiércol de animales**. Cada uno requiere residuos orgánicos, pero lo hacen con procesos distintos.

El **compostaje tradicional** es un proceso que se basa en **microorganismos con calor** que descompone materia, necesita volteo y aireación. Es más recomendable cuándo se posee una gran cantidad de residuos orgánicos.

Mientras, que la **vermicomposta** usa **lombrices, especialmente la lombriz californiana Eisenia fétida**, para que digiera los residuos a temperatura ambiente, resultando un producto rico en nutrientes y con mejor estructura. Este es adecuado cuando no se disponga de tantos residuos orgánicos.

El **estiércol de animales** puede ser mezclado con material vegetal como paja, heno o material de cama de los animales. Aunque el estiércol es rico en nitrógeno, fósforo y potasio, sus contenidos son menores y se encuentran en forma orgánica. Para alcanzar las cantidades que necesita el cultivo puede aplicarse en mayor cantidad, pero en general, el nitrógeno es menos estable y está disponible por menos tiempo en el suelo. Es **rico** en materia orgánica, por lo que aumenta la fertilidad del suelo y mejora su capacidad de absorción y retención de agua.

La composta de **pulpa de café** requiere un pretratamiento para equilibrar su acidez y nitrógeno en ambos procesos. No es un método, **es un ingrediente** rico en nitrógeno que se incorpora a una pila de compostaje tradicional o vermicompostaje.

A. Composta con lombrices: Vermicomposta

La composta de lombrices resulta de un proceso de descomposición de residuos orgánicos en la presencia y con la participación de éstas, que se alimentan de los residuos vegetativos, son animales invertebrados del tipo anélidos, o sea, gusanos segmentados, que transforman los residuos en un subproducto estable denominado **vermicomposta** (Moreno, G., 2008).



Las lombrices son hermafroditas y depositan sus huevos protegidos en una cápsula llamada cocón. Se conocen entre 6 y 7 mil especies diferentes de lombrices. Una de estas es la Lumbricus terrestris (lombriz de tierra), la cual se alimenta de la materia orgánica descompuesta presente en los suelos. No todas las especies son aptas para la cría; la mayoría, requiere condiciones muy precisas y difíciles de lograr. Sin embargo, la que mejor se ha adaptado al cautiverio es la **lombriz californiana, Eisenia foetida** (Moreno, G., 2008).

El vermicompostaje es un proceso **aeróbico** libre de malos olores transformador de los residuos orgánicos, cáscaras, pedazos de viandas y frutas, periódico y hojas trituradas. Estas a través de su tubo digestivo, y con la acción combinada de microorganismos, transforman la materia orgánica en vermicomposta (o humus de lombriz), aún **con mayor contenido de nutrientes** y mejor estructura que la composta tradicional, que mejora la fertilidad y estructura del suelo, y aumenta la resistencia de las plantas a plagas (AT s.f.).

Además, producen **abono líquido**, lixiviado de vermicomposta. Al regar las plantas con este líquido diluido en una proporción de una parte de lixiviado en tres partes

iguales de agua, se enriquecen aportando nutrientes. Con una concentración aún más diluida, se pueden pulverizar las hojas como insecticida natural (AT s.f.).



Este proceso, también, se puede realizar en lugares pequeños. Las lombrices se colocan en recipientes medianos plásticos o de madera, se deben hacer perforaciones para la entrada de aire, debe estar oscuro, ya

que son sensitivas a la temperatura y, húmedo y con los residuos para el compostaje. Una libra de lombrices maduras, 800 a 1,000 lombrices aproximadamente, pueden consumir hasta media libra de residuos orgánica por día. Pueden producir vermicomposta en cuatro meses. Esta tiene más valor nutricional que la composta convencional, ya que las lombrices transforman el nitrógeno y otros elementos químicos de forma más útil para el crecimiento de las plantas o los cultivos (DRNA, 2019).

B. Estiércol de animales

Existen materiales naturales, que actúan como aceleradores en el proceso de preparación de composta, como son **los estiércoles de los animales herbívoros** como **ganado vacuno, caprino y ovino**. Si se tiene acceso a este tipo de materiales en la finca, es conveniente aportarlos, de manera periódica, en cantidades no muy abundantes, AT (s.f.). **El estiércol es rico en materia orgánica**, por lo que aumenta la fertilidad del suelo y mejora su capacidad de absorción y retención de agua. **No** es recomendado **utilizar** estiércoles de



animales domésticos como de perros o gatos.

El **estiércol** contiene normalmente mucho material de cama, es decir, capas gruesas de material vegetal como paja, aserrín, virutas de madera o heno derramado. El estiércol de caballos, cabras, vacas lecheras o vacas de carne, así como la cama de aves de corral, se composta fácilmente, es más húmedo. El de los cerdos o gallinas ponedoras, requiere mezclarse con otros materiales para que se composte correctamente (USDA-NRCS 2022).

Además, suele contener niveles relativamente altos de sales solubles, que pueden ser perjudiciales para las plantas, en algunas situaciones. Los niveles de sal se pueden reducir durante el proceso de compostaje mediante la lixiviación o la mezcla con materias primas con menor contenido de sal. Al igual que los restos de poda, el estiércol animal, también, puede contener herbicidas persistentes (US-EPA, 2025).

Uno de los **retos** del estiércol animal es que suele albergar bacterias potencialmente dañinas como *Escherichia coli* y *Salmonella* (ver cuadro 4), así como parásitos, fármacos veterinarios y pesticidas, algunos de los cuales pueden persistir durante el proceso de compostaje. Un proceso de compostaje adecuado puede reducir considerablemente o eliminar los niveles de estos patógenos y sustancias en la composta (US-EPA, 2025).

Es por eso por lo que, la Administración de Alimentos y Medicamentos de EE. UU. (FDA) aprobó el 4 de enero del 2011 la Ley de Modernización de la Inocuidad de los Alimentos (FSMA), que es una normativa enfocada en **prevenir la contaminación alimentaria** en lugar de **reaccionar** a ella. **Regula más cautelosamente el uso de composta, especialmente de origen**

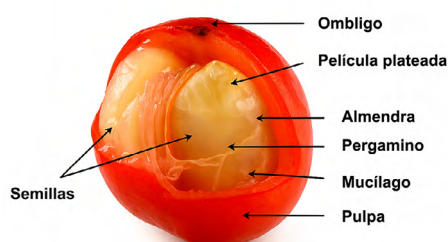
animal. Esta Ley representa la reforma más significativa en la **seguridad alimentaria** en más de **70 años**, cambiando de un enfoque reactivo a uno preventivo, en respuesta a los cambios drásticos en el sistema alimentario mundial. Abarca toda la cadena alimentaria, desde la **producción hasta el consumidor** (FSMA,2026).

En Puerto Rico, aplica a los agricultores que comercializan frutas, hortalizas y productos frescos, para consumo humano. **FSMA establece criterios** para el manejo de la composta, incluyendo estándares para reducir o eliminar patógenos, regulación temperaturas y prácticas de transporte y almacenamiento, con el objetivo de prevenir contaminaciones por E. coli y Salmonella (ver cuadro 4) (FSMA,2026).

En general, la US-EPA (2025) señala que la composta a base de estiércol mejora la retención de agua del suelo y sus funciones fertilizantes debido a su alto contenido de materia orgánica, nutrientes para las plantas y su textura más fina. Su uso es más práctico en las zonas agrícolas donde se origina la materia prima, y se pueden minimizar los costos asociados con la recolección y su distribución.

C. Composta de pulpa de café

La cereza del café contiene el grano de donde se obtiene la bebida del café, la película plateada, el pergamino, el mucílago y **la pulpa**. Cuando madura, su color es rojizo y **la pulpa representa el 41 % del total de la fruta**, conteniendo hasta un **90 % de agua**. Durante



el **beneficiado**, proceso de post-cosecha que transforma la cereza del café en el grano verde listo

para tostar, elimina sus capas externas: **pulpa, mucílago, pergamino**, que se separan y, al degradarse, se convierte

en un **residuo orgánico estable para las enmiendas de suelos**, proporcionando, también, nutrientes vitales y reduciendo la contaminación. El procesamiento adecuado genera composta con alto valor nutricional. La composta de café es un excelente residuo orgánico para las fincas



Aunque en muchas fincas la pulpa del café se desperdicia, esta tiene un **alto potencial** para la enmienda de suelos, por lo que hay suficiente disponibilidad de materia prima para aprovechar. Investigaciones han demostrado que, de los desechos del beneficio del café, la pulpa es la más contaminante en las fuentes de agua si no se le da un uso adecuado. En este contexto, una de las mejores alternativas es utilizar la pulpa para el **compostaje** (PDG, 2024).

En la Estación Experimental Agrícola de Adjuntas se ha demostrado la efectividad de diferentes métodos, incluyendo el compostaje en pilas y el compostaje en contenedores utilizando la pulpa del café. La elección del método dependerá de una evaluación preliminar que proporciona información vital al agricultor como: **volumen de residuos de café, espacio disponible, equipos, condiciones del material, expectativas de uso y tiempo**. Esta evaluación permite elegir alternativas adecuadas para la reducción y estabilización de la pulpa de café (Chong J., and Dumas J., 2023).

El **compostaje en pilas** es ideal para **grandes cantidades de pulpa de café**. Consiste en apilarla con otros materiales orgánicos, como restos de vegetales, hojas secas, ramas

pequeñas, trozos de madera para: **equilibrar la relación carbono - nitrógeno, reducir la humedad y facilitar el intercambio de gases aérobicos**. Esto permite a los microorganismos aeróbicos respirar, elevando la temperatura y promoviendo un buen proceso de compostaje. Es crucial mantener la pila húmeda y aireada para facilitar la descomposición.

Una composta de pulpa de café madura y estable debe parecer tierra oscura, sin olores desagradables y con residuos mínimos de pulpa, aunque es usual que queden algunos restos de pergamino (Chong J., and Dumas J., 2023).



Ejemplo estimado de costos a pequeña escala:

Cuadro 6

Costos Estimados

Estructura básica	\$150 – \$400
Herramientas	\$100 – \$250
Mano de obra inicial	\$100 – \$300
Total, estimado inicial	\$350 – \$950

**Costos estimados en dólares*

Costos operacionales

Estos costos incluyen:

- Mano de obra para volteo y manejo de la composta.
- Transporte interno de materiales.
- Agua (mínimo en la mayoría de los casos).
- Mantenimiento del sistema.

En muchos casos, estos costos son bajos porque:

- Se utilizan residuos disponibles en la finca.
- No requiere maquinaria compleja.

Ahorros potenciales

El compostaje permite reducir significativamente:

- Compra de fertilizantes químicos.
- Compra de enmiendas orgánicas externas.
- Manejo de residuos orgánicos.

Cuadro 7

Ejemplo práctico

Si un agricultor gasta: (costos en dólares)	El uso de composta puede reducir:
Entre \$200 –\$600 por cuerda en fertilizantes	Entre el 25 % – 70 % de ese costo



Análisis económico básico del compostaje



El compostaje, además de ser una práctica ambientalmente sostenible, representa una alternativa económicamente viable para los agricultores, al permitir la reducción de **costos** de producción y la generación potencial de **ingresos** adicionales.

A. Costos iniciales de implementación

Los costos pueden variar dependiendo de la escala, pero en un sistema típico de pequeña a mediana escala en Puerto Rico, se consideran:

- Materiales para las composteras (madera, bloques, malla o estructuras recicladas).
- Herramientas básicas (pala, rastrillo, carretilla).
- Área de trabajo.
- Mano de obra inicial para establecimiento.

B. Potencial de generación de ingresos

En algunos casos, el compostaje puede convertirse en una actividad económica adicional mediante:

- Venta de composta.
- Producción de sustratos.
- Elaboración de té de composta.

Precio estimado de la composta:

- Composta: \$3 –\$8 por saco, depende de la calidad y el mercado (precio en dólares).

Área de compostaje	• Ubicación de pilas o composteras. • Espacio para volteo y aireación.
Área de lixiviados	• Drenaje controlado. • Recolección de líquidos.
Área de secado y maduración	• Reducción de humedad. • Estabilización del producto.
Área de almacenamiento	• Almacenaje del producto final. • Protección contra lluvia.



Diseño del Sistema de Compostaje

Para garantizar un proceso eficiente, es fundamental

organizar el sistema de compostaje como una unidad funcional dentro de la finca, considerando el flujo de materiales, el manejo del espacio y las condiciones ambientales.



<https://www.earthgreen.com.co/sistemas-de-compostaje/>

A. Componentes del sistema de compostaje

Un sistema básico debe incluir las siguientes áreas:

Cuadro 7

Áreas

Área de acopio	• Recepción de materiales (residuos verdes y marrones). • Clasificación inicial.
Área de mezcla	• Preparación de la relación carbono/nitrógeno. • Homogeneización de materiales.

B. Consideraciones de diseño

- Ubicar en un terreno con buen drenaje.
- Evitar áreas inundables.
- Considerar el acceso para el manejo de materiales.
- Proveer sombra parcial o techado.
- Mantener la distancia adecuada de los cuerpos de agua.

Debido a las condiciones tropicales de la Isla, se debe considerar:

- **Alta precipitación** se recomienda techado.
- **Alta humedad** se necesita mayor control de aireación.
- **Temperaturas altas** el proceso es más rápido.



Registro básico de la preparación de composta

El Registro es como un documento físico o electrónico que sirve de evidencia de una actividad agrícola. Con esto se puede tener una mejor idea de la situación real de la preparación de la composta y tomar decisiones.

A continuación, se presenta un ejemplo de un registro básico que ayuda a registrar datos, observaciones del proceso y las fases de la preparación de la composta hasta obtener un producto de calidad.

Cuadro 8

Registro básico de la preparación de composta (Picó, G. 2002).

Registro básico en la preparación de composta		
Fecha de inicio:		
Componentes		
Material (verde y marrón, ver cuadro 1)	Unidad en libras	
Indicadores básicos en la preparación		
Fechas de volteo	Tiempo dedicado en horas	Temperatura
Producto Final: Composta		
Unidad en libras		

Observaciones: _____



Conclusión

Cuando se piensa en cómo contribuir al cuidado del planeta, preparar composta surge como una de las acciones más accesibles y transformadoras que se puede adoptar. Es una forma de regenerar suelos. Así mismo, es una práctica eficaz para acercar más a los agricultores, agrónomos, educadores, estudiantes, profesionales de la agricultura y otros interesados a aumentar el conocimiento sobre sus beneficios para la sostenibilidad de la agricultura, el medio ambiente y la seguridad alimentaria.

De igual forma, es una herramienta para ayudar a reducir la cantidad de residuos orgánicos enviados a la basura y a los vertederos. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2026), aproximadamente un tercio de los alimentos producidos en el mundo se desperdician y este desperdicio no solo representa una pérdida económica, sino que también tiene un efecto negativo en el medio ambiente.

Aunque la composta es un proceso valioso para reducir los residuos orgánicos, no es la solución total al problema del desperdicio de alimentos. La verdadera raíz del problema radica en los hábitos de consumo y en la forma en que se manejan los alimentos en la vida diaria.

Por tal razón, la composta:

- Reduce la cantidad de basura que acaba en vertedero o incineradora.
- Devuelve al suelo materia orgánica, enriqueciéndolo de esta manera.
- Obtiene enmienda agrícola de muy alta calidad sin compuestos químicos y libre de patógenos, ya que en el proceso de fermentación aeróbica se llega a los 80°C, una especie de “pasteurización” de la materia orgánica.

Para más información puede visitar cualquier oficina del Servicio de Extensión Agrícola, USDA-NRCS y SARE.





Referencias bibliográficas

- Addison, K (s.f.). Journey to Forever Albert Howard.
https://journeytoforever.org/farm_library/howard.html
- Amigos de la Tierra, AT (s.f.). Manual del compostaje.
https://www.compostaenred.org/documentacion/Manuales/6Manual_Compostaje_AdT.pdf
- Amigos de la Tierra, AT (s.f.). Manual básico para hacer compost.
https://www.tierra.org/wp-content/uploads/2015/03/compost_esp_v04.pdf
- Arancon, N., Edwards, C., Bierman, P., Welch, C., and Metzger, J. (2004). Influencia del vermicompost en las fresas de campo: 1. Efectos sobre el crecimiento y los rendimientos. University of Hawaii en Hilo, Universidad de Minnesota y Universidad Estatal de Ohio.
https://www.researchgate.net/publication/8650037_Influences_of_vermicomposts_on_field_strawberries_1_Effects_on_growth_and_yields
- Arriaga, J., (2015). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO. Abono Orgánico Compost.
<https://www.fao.org/family-farming/detail/es/c/1133254/>
- ATTRA, NCAT, University of California, (2017). Cómo agregar compost en su pequeña granja.
<https://attra.ncat.org/es/publication/como-agregar-compost-en-su-pequena-granja/>
- Autoridad de Desperdicios Sólidos, ADS, Wehran – Puerto Rico, Inc. and Shaw EMCON/OWT, Inc. 2003). Final Report Waste Characterization Study.
https://estadisticas.pr/files/BibliotecaVirtual/estadisticas/biblioteca/ADS_Waste_Characterization_Study_2003.pdf
- Carro, V. y Guptill, A. (1999). Pioneros de la Sustentabilidad Agrícola: Caracterización de Algunos Proyectos Agroalimentarios Alternativos en Puerto Rico. Informe preparado para la Iniciativa sobre Desarrollo Agrícola Sostenible del Servicio de Extensión Agrícola de la Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez
- Chong, J., (2019) Composta Estática Aireada Pasiva: Degradación Apropriada de Residuos Agrícolas.
<https://www.uprm.edu/wp-content/uploads/sites/292/2019/05/Comp-Serv-Ex-Agricola.pdf>
- Chong J., and Dumas J. (2023). Revista SEA: Métodos para degradar la pulpa de café: Compostaje y Fermentación.
<https://www.uprm.edu/sea/revista-sea-ed-30-3-3/>
- Coalición de Clima y Aire Limpio, CCAC., Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, ONU, programa para el medio ambiente (2021). Guía de Compostaje Municipal.
<https://www.ccacoalition.org/sites/default/files/resources/Guia%20Compostaje%20-%20publicar.pdf>

- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales, DRNA, Gobierno de Puerto Rico (2019).
<https://www.drna.pr.gov/programas-y-proyectos/manejo-residuos/residuos-organicos/>
- Estrategia de Acompañamiento Técnico, EAT (2022). Manuales Prácticos para la Elaboración de Bioinsumos: Composta.
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/737324/9_Composta.pdf
- Green America, G.A. (2024). Métodos de agricultura regenerativa: #4 Compostaje.
<https://greenamerica.org/blog/methods-regenerative-agriculture-4>
- GEME (2024). What is Anaerobic Composting and What are the Pros and cons?
<https://www.geme.bio/blog/what-is-anaerobic-composting-and-what-are-the-pros-and-cons>
- Gobierno de la Provincia de Buenos Aires GPBA, (2020). Catálogo de Diseños y Construcción de Composteras
<https://www.ambiente.gba.gob.ar/sites/default/files/006%20CATALOGO%20DE%20DISE%C3%91O%20Y%20CONSTRUCCI%C3%93N%20DE%20COMPOSTERAS.pdf>
- Grima, A., Masanas, M., Nohales, G., Vila, M., Amlinger, F., Puig Ventosa, I., Jofra Sora, M., Giró, F., Muñoz Llobera, J. (2013). Gestión de biorresiduos de competencia municipal: Guía para la implantación de la recogida separada y gestión de biorresiduos de competencia municipal. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA)
https://www.miteco.gob.es/content/dam/mitesco/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/publicaciones/GUIA_MO_DEF_tcm30-185554.pdf
- Grupo de Acción para el Medio Ambiente, GRAMA, (2005). Guía básica para hacer compost: Manual del Buen Compostador.
<https://www.asociaciongrama.org/documentacion/manuales/Manual%20del%20Buen%20Compostador%20GRAMA.pdf>
- Hernández, E., Chong, J. y Bair, D. (2020). Composta para la Producción de Hortalizas a Pequeña Escala. Departamento de Ciencias Ambientales, Universidad de Puerto Rico, Mayagüez., U.S. Department of Agriculture, USDA.
https://www.uprm.edu/sea/wp-content/uploads/sites/351/2025/03/Gui%CC%81a_Composta-para-la-produccion-de-hortalizas-a-pequen%CC%83a-escala_Aprobada-CEE-1.pdf
- Jones, P. and Martin, M., (2003). A Review of the Literature on the Occurrence and Survival of Pathogens of Animals and Humans in Green Compost.
<https://ucanr.edu/sites/default/files/2016-05/240557.pdf>
- Junta de Calidad Ambiental (JCA) del Gobierno de Puerto Rico, (22 de diciembre del 2016). Reglamento 8881 para el diseño y operación de instalaciones del compostaje.
<https://www.reciclamospri.org/uploads/9/6/3/0/9630382/8881.pdf>

- Ley de Modernización de la Seguridad Alimentaria, FSMA (2026)
www.fda.gov/Food/GuidanceRegulation/FSMA/.<https://www.fda.gov/food/food-safety-modernization-act-fsma/what-produce-safety-rule-means-consumers>
- Magdoff, F., and Van Es, H., (2021). Fourth Edition Building Soils for Better Crops Ecological Management for Healthy Soils. The Sustainable Agriculture Research and Education, SARE program, National Institute of Food and Agriculture, U.S. Department of Agriculture, USDA.
<https://www.sare.org/resources/building-soils-for-better-crops/>
- Ministerio de Ambiente de la Provincia de Buenos Aires, MAPBA (2022). Catálogo de diseño y construcción de composteras. <https://www.ambiente.gba.gob.ar/sites/default/files/Catalogo%20de%20compostaje%20y%20fichas%20para%20construcci%C3%B3n%20de%20composteras.pdf>
- Moreno, G., (2008). Manejo de Lodos Residuales y Pulpa de Café para reducir la Contaminación Ambiental.
https://documento.uagm.edu/cupey/biblioteca/biblioteca_tesisamb_morenosotog2008.pdf
- Municipalidad de Rosario, Argentina. MRA, (s.f.) Guía de Compost y Composteras: Materialidades y Tipos.
https://www.rosario.gob.ar/inicio/sites/default/files/2022-06/Manual_Como-hacer-una-compostera.pdf
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO (2013). Manual de Compostaje del Agricultor: Experiencias en América Latina <https://www.fao.org/4/i3388s/i3388s.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO (2026). Plataforma técnica sobre la medición y la reducción de las pérdidas y el desperdicio de alimentos
<https://www.fao.org/platform-food-loss-waste/es>
- Padilla, C. (2022). Cómo una comunidad de Vieques está respondiendo a la crisis de los vertederos en Puerto Rico
<https://www.9millones.com/en/story/como-una-comunidad-en-vieques-responde-a-la-crisis-de-vertederos-en-puerto-rico>
- Perfect Daily Grind, PDG (2024). Guía sobre el compostaje de la pulpa del café.
<https://perfectdailygrind.com/es/2024/03/04/guia-compostaje-pulpa-cafe/>
- Pettygrove, S. (2009). Development of Certified Crop Adviser Specialty Certification and Continuing Education in Manure Nutrient Management. University of California
<https://www.cdafa.ca.gov/is/ffldrs/frep/pdfs/completedprojects/07-0405Pettygrove.PDF>

Picó, G. (2002) Especialista en Agricultura Urbana. Servicio de Extensión Agrícola, UPRM., Forest Service Department of Agriculture.

<https://www.uprm.edu/cms/index.php/page/4410>

Rodale Instituto, R.A. (2025). Compost.

<https://rodaleinstitute.org/es/why-organic/organic-farming-practices/composting/>

<https://rodaleinstitute.org/?s=compost>

Servicio de Extensión Agrícola, SEA (2026)

<https://www.uprm.edu/sea/>

Sullivan, D., Datta, R., Andrews, N., and Pool, K. (2004). Predicting Plant-Available Nitrogen Release from Cover Crop Residues. University North Willamette Research and Extension Center.

https://projects.sare.org/media/pdf/9/5/4/9540327-sullivan-wnmc-final-26-jan-2011.pdf?utm_source=chatgpt.com

US. Department of Agriculture, USDA. Natural Resources Conservation Service, NRCS, (2020). Composting Facility Code 317.

https://www.nrcs.usda.gov/sites/default/files/2022-09/Composting_Facility_317_CPS_9_2020.pdf

US. Department of Agriculture, USDA. Natural Resources Conservation Service, NRCS, (2022). Composting Manure: Small Scale Solutions for your farm.

<https://www.farmers.gov/sites/default/files/2022-12/farmersgov-small-scale-factsheet-composting-manure-12-2022.pdf>

U.S. Environmental Protection Agency, EPA, (2025). Environmental Value of Applying Compost: Improving Soil Health for Stormwater Management, Contaminated Site Remediation, Ecosystem Restoration, Landscaping and Agriculture. <https://www.epa.gov/system/files/documents/2025-01/environmental-value-of-applying-compost.pdf>

U.S. Environmental Protection Agency, EPA, (2025). Compostaje.

<https://www.epa.gov/sustainable-management-food/benefits-using-compost#Green>
<https://www.epa.gov/sustainable-management-food/benefits-using-compost>

University of Arkansas System, UofA, (2025). Division of Agriculture, Research & Extension. Compost Resources - How to Compost.

<https://www.uaex.uada.edu/yard-garden/vegetables/compost.aspx>



Fuentes de apoyo:

- Oficinas del **Servicio de Extensión Agrícola (SEA)**.
<https://www.uprm.edu/sea>
- **USDA-NRCS** (Servicio de Conservación de Recursos Naturales).
<https://www.nrcs.usda.gov/conservation-basics/conservation-by-state/caribbean-area>
- **SARE** (Programa de Investigación y Educación para la Agricultura Sostenible). <https://southern.sare.org/>



Junio 2026

© Derechos Reservados
Servicio de Extensión Agrícola,
Universidad de Puerto Rico

Publicado para la promoción del trabajo cooperativo de Extensión según lo dispuesto por las leyes del Congreso del 8 de mayo y del 30 de junio de 1914, en cooperación con el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio de Extensión Agrícola, Colegio de Ciencias Agrícolas, Universidad de Puerto Rico.

Diseño gráfico: Federico Estrada Del Campo
Medios Educativos e Información, S.E.A. 