

Capítulo 1

Compostaje urbano: una solución verde para comunidades sostenibles y equitativas

Angélica Geovanna Zea Cobos

Universidad Politécnica Salesiana Cuenca, Ecuador

azea@ups.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-6293-0735>

El compostaje urbano es una estrategia clave para la gestión sostenible de los residuos orgánicos en las ciudades. Ante el aumento de la población urbana y el impacto ambiental causado por la disposición de desechos, el compostaje doméstico surge como una solución efectiva para reducir la huella ecológica, mejorar la calidad del suelo y promover la biodiversidad.

Este proceso biológico permite transformar restos de alimentos y residuos de jardín en un fertilizante natural. De este modo, se evita la acumulación de desechos en vertederos y la emisión de gases de efecto invernadero, tales como el metano.

En el capítulo se analizan diferentes tipos de compostaje: doméstico, comunitario e industrial, destacando el método *Takakura* como una alternativa innovadora y de bajo costo, aplicada en Ecuador. Asimismo, se abordan los beneficios del compostaje en términos de equidad social, ya que permite a comunidades de bajos recursos gestionar sus propios residuos y mejorar la fertilidad de sus suelos. También se enfatiza la importancia de la educación ambiental y la participación comunitaria como elementos fundamentales para el éxito de estas iniciativas.

Desde un enfoque metodológico, el capítulo se basa en una revisión bibliográfica rigurosa y en el análisis de estudios de caso. Se examinan experiencias en ciudades como Cuenca (Ecuador) y en países como Alemania y Japón, donde el compostaje ha sido integrado en políticas públicas.

A pesar de sus múltiples beneficios, la implementación del compostaje en entornos urbanos enfrenta desafíos como la falta de espacio, el desconocimiento técnico y la resistencia cultural. No obstante, soluciones innovadoras —como compostadores compactos y plataformas digitales para el intercambio de compost— pueden facilitar su adopción.

En conclusión, el compostaje urbano no solo contribuye a reducir la cantidad de residuos, sino que también promueve la sostenibilidad ambiental, la agricultura urbana y la equidad social. Su integración en programas gubernamentales y comunitarios puede fortalecer la resiliencia de las ciudades y fomentar una auténtica cultura de economía circular.

Introducción

En el contexto actual de urbanización acelerada y cambio climático, las ciudades enfrentan desafíos significativos relacionados con la gestión de residuos y la sostenibilidad. La creciente población urbana, junto con el consumo masivo, ha incrementado la cantidad de desechos sólidos, especialmente los orgánicos. Según datos de la ONU (2018), las ciudades generan más del 70 % de los residuos globales, de los cuales una gran proporción corresponde a residuos orgánicos que podrían ser reciclados o reutilizados. Este fenómeno no solo afecta la calidad ambiental, sino que también presiona sobre los sistemas de disposición de residuos existentes, contribuyendo a la contaminación y a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

En particular, los residuos orgánicos, como restos de comida, residuos de jardín y hojas secas, constituyen una gran parte del total de desechos generados en los hogares urbanos. De acuerdo con la Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA) de

Ecuador, se estima que aproximadamente el 40 % de los residuos sólidos en las áreas urbanas son orgánicos (ARCSA, 2021). Esta cifra es aún más alta en áreas rurales, donde la proporción de residuos orgánicos puede llegar al 60 %. En la ciudad de Cuenca, por ejemplo, el 50 % de los residuos recolectados son orgánicos, lo que resalta la oportunidad de gestionar estos desechos de manera más eficiente.

El compostaje doméstico surge como una de las soluciones más viables y sostenibles para gestionar estos residuos a nivel local. Esta práctica, que consiste en descomponer los residuos orgánicos mediante un proceso biológico para convertirlos en abono natural, permite cerrar el ciclo de los nutrientes y evita que los residuos terminen en vertederos. Al realizar el compostaje, se reduce la cantidad de residuos sólidos, se previenen emisiones de gases de efecto invernadero, y se mejora la calidad del suelo, promoviendo la agricultura urbana y la biodiversidad (Onwosi *et al.*, 2017). En este sentido, el compostaje no solo constituye una herramienta de gestión de residuos, sino también un elemento clave en el fomento de prácticas más sostenibles dentro de la ciudad.

Dentro de los residuos orgánicos, se pueden clasificar según su nivel de compostabilidad:

1. Altamente compostables (60-80 %)
 - Restos de frutas y verduras.
 - Cáscaras de huevo.
 - Residuos de café y té.
 - Restos de jardinería, como hojas y césped.
2. Compostables con precaución (10-20 %)
 - Cáscaras de cítricos, restos de cebolla y ajo (pueden alterar el pH y afectar la actividad microbiana).
 - Huesos pequeños.
 - Productos lácteos en pequeñas cantidades.
3. No recomendados para compostaje doméstico (5-10 %)
 - Carnes y pescados.
 - Grasas y aceites.

- Excrementos de mascotas.
- Maderas tratadas (pueden contener sustancias tóxicas).
- Restos de comida cocinada con sal y especias.

Existen diversos tipos de compostaje, que se diferencian según el lugar y la técnica utilizada. El compostaje doméstico, realizado en pequeñas cantidades en jardines o en contenedores, es el más común. Este tipo de compostaje puede llevarse a cabo con una mezcla de residuos de cocina y de jardín, y no requiere de equipos sofisticados ni de grandes espacios. Sin embargo, debe evitarse la contaminación con residuos procedentes de la cocción de alimentos (como aceites, grasas, entre otros), ya que estos pueden alterar el proceso de degradación y afectar la calidad del compost o del biogás producido.

Además, se encuentra el compostaje comunitario, que se realiza a mayor escala en áreas urbanas, y el compostaje industrial, utilizado por empresas y organismos municipales para procesar grandes volúmenes de residuos. En todos los casos, los principios son similares, ya que se basan en la descomposición aeróbica de los materiales orgánicos (Cerdeira *et al.*, 2018).

Una técnica innovadora que ha ganado relevancia en Ecuador, especialmente en áreas rurales, es el método *Takakura*. Este proceso de compostaje permite la descomposición de residuos orgánicos mediante el uso de microorganismos naturales y materiales orgánicos como tierra, paja y ceniza. Según Gualan Tene y Pacheco Pacheco (2024), el uso de la técnica *Takakura* en el cantón Sucúa ha demostrado ser una alternativa efectiva para el manejo de residuos orgánicos en pequeña escala. Esta técnica es accesible, económica y permite que las comunidades produzcan compost de alta calidad para mejorar los suelos y fomentar la agricultura sostenible. Además, promueve la participación comunitaria y reduce la dependencia de sistemas de disposición de residuos costosos y contaminantes.

A nivel nacional, el compostaje ha sido identificado como una práctica clave para reducir la cantidad de residuos sólidos generados en las ciudades y contribuir a la sostenibilidad ambiental. En Cuenca, específica-

mente en la Universidad Politécnica Salesiana y su carrera de Ingeniería Ambiental, se han desarrollado proyectos comunitarios y municipales que promueven el compostaje doméstico como estrategia para mitigar la acumulación de residuos y mejorar la calidad del suelo en huertos urbanos. La implementación de estos programas también ha generado efectos positivos en la educación ambiental de los ciudadanos, quienes se han involucrado activamente en la gestión de sus residuos.

Además, la política pública en Ecuador ha comenzado a reconocer el compostaje como una alternativa viable dentro de las estrategias de gestión de residuos. Según el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE), el país promueve la implementación de programas de compostaje tanto a nivel urbano como rural. Estos programas buscan generar conciencia sobre la reducción de residuos y el aprovechamiento de estos para la mejora de suelos agrícolas (MAATE, 2022).

Metodología

Este capítulo se basa en el análisis del compostaje como herramienta para reducir la huella ecológica y promover la equidad social. La revisión se llevó a cabo mediante la consulta de fuentes científicas relevantes, informes de organismos internacionales y estudios de caso desarrollados en diversas ciudades.

Para garantizar la calidad y actualidad de la información recopilada, se hizo una búsqueda sistemática en bases de datos científicas y buscadores de búsqueda académicos, incluyendo *Google Scholar*, *Scopus*, *Web of Science*, *PubMed* (para estudios relacionados con salud pública), *ScienceDirect*, *SpringerLink*, así como sitios institucionales como FAO, IPCC y ONU Medio Ambiente, especializados en sostenibilidad y gestión de residuos.

Se emplearon palabras clave como: ‘compostaje’, ‘huella ecológica’, ‘análisis de ciclo de vida’, ‘metano’, ‘equidad social’, ‘educación ambiental’, ‘método *Takakura*’, ‘gestión de residuos urbanos’.

Asimismo, se aplicaron filtros para seleccionar artículos publicados en los últimos diez años, priorizando aquellos sometidos a revisión por pares.

Criterios de inclusión y exclusión

- *Inclusión*: artículos científicos, revisiones sistemáticas, informes elaborados por organismos internacionales y estudios de caso que aportaran datos relevantes y actualizados sobre el compostaje, la huella ecológica y sus impactos sociales y ambientales.
- *Exclusión*: estudios con información desactualizada, fuentes no verificadas o que presentaran un sesgo comercial evidente, así como documentos sin respaldo metodológico riguroso.

Resultados y discusión

Compostaje como herramienta para reducir la huella ecológica

La huella ecológica es una medida que evalúa el impacto ambiental de las actividades humanas, particularmente en términos de la cantidad de recursos naturales utilizados y la cantidad de residuos generados. Esta métrica se expresa, por lo general, en unidades de hectáreas globales (gha) y representa el área de tierra y agua que sería necesaria para producir los recursos consumidos y absorber los residuos generados, incluidos los gases de efecto invernadero, como el dióxido de carbono (CO₂) y el metano (CH₄). En términos sencillos, la huella ecológica indica cuán sostenibles son nuestras prácticas en relación con la capacidad regenerativa del planeta (Wackernagel *et al.*, 2002).

La medición de la huella ecológica se realiza utilizando una metodología conocida como análisis de ciclo de vida (LCA, por sus siglas en inglés), que examina todas las etapas de un producto, proceso o actividad, desde la extracción de recursos naturales hasta la disposición final de los residuos. Esto incluye la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), como el metano, un gas 25 veces más potente que el CO₂ en su capacidad

de atrapar calor en la atmósfera (IPCC, 2014). En este contexto, el compostaje de residuos orgánicos tiene un papel fundamental en la reducción de dicha huella ecológica.

El compostaje doméstico, como forma eficiente de manejo de residuos, reduce significativamente la cantidad de desechos que terminan en vertederos, donde los residuos orgánicos, al descomponerse de forma anaeróbica, generan metano. Este gas es uno de los principales contribuyentes al cambio climático. Al optar por compostar los residuos orgánicos en el hogar, se evita esta liberación de metano y, en su lugar, los desechos se transforman en compost: un fertilizante natural que mejora la calidad del suelo y promueve la agricultura urbana sostenible (Fillot *et al.*, 2015).

Además, el compostaje tiene beneficios directos sobre el medioambiente, ya que la creación de compost mejora la estructura del suelo, favorece la retención de agua, reduce la erosión y aumenta la biodiversidad microbiana. El compost también puede utilizarse para enriquecer huertos urbanos, lo que fomenta una producción agrícola local más sostenible y disminuye la necesidad de fertilizantes químicos, cuyos efectos son perjudiciales para el ecosistema (Fillot *et al.*, 2015).

En resumen, al practicar el compostaje doméstico, los ciudadanos no solo reducen su huella ecológica al evitar la generación de metano, sino que también contribuye al fortalecimiento de los ecosistemas urbanos, a la recuperación de suelos degradados y a la reducción de la dependencia de insumos agrícolas artificiales. Así, el compostaje se configura como una práctica integral con impacto ambiental, social y económico positivo.

El compostaje puede ser una herramienta valiosa para mejorar la equidad social, pero debe implementarse de manera inclusiva y complementarse con acciones del Estado para abordar las necesidades básicas de todos. Sin embargo, el compostaje domiciliario puede ser una herramienta clave para avanzar hacia la equidad social, una de las metas fundamentales para construir comunidades sostenibles. En muchas ciudades, la gestión de residuos es un servicio que no siempre llega a todos los sectores de la

población, especialmente en barrios marginados. A menudo, las comunidades de bajos recursos enfrentan barreras para acceder a servicios adecuados de reciclaje y compostaje.

En este sentido, los programas de compostaje doméstico pueden ser una forma de empoderar a las comunidades a través de la educación y la formación en prácticas de gestión sostenible. Según el informe de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2020), la capacitación en compostaje y la provisión de los recursos necesarios para implementarlo, como compostadores caseros, son fundamentales para promover la participación de los sectores más vulnerables. Estos programas no solo educan sobre el reciclaje de residuos, sino que también fomentan la cooperación comunitaria y el fortalecimiento de la identidad local.

Además, el compostaje domiciliario puede ser especialmente beneficioso en comunidades de alta densidad de población, como áreas urbanas con escasos espacios verdes. En estos entornos, la creación de compost no solo contribuye a la gestión de residuos, sino que también mejora el ambiente urbano, ya que permite que los habitantes de zonas residenciales utilicen el compost para crear huertos urbanos o jardines comunitarios, promoviendo la seguridad alimentaria y la autosuficiencia local.

La participación comunitaria como pilar del compostaje urbano

El éxito del compostaje en las ciudades depende en gran medida de la participación de los ciudadanos. En este contexto, el compostaje comunitario juega un papel crucial. Este modelo consiste en la creación de espacios comunes donde los residentes pueden llevar sus residuos orgánicos para compostarlos de manera colectiva. El compostaje comunitario fomenta la colaboración entre los vecinos y la creación de redes de apoyo mutuo.

Un ejemplo exitoso de compostaje comunitario se puede encontrar en algunas ciudades de América Latina, como Bogotá y Buenos Aires, donde las autoridades locales han promovido el compostaje a nivel barrial. Este modelo no solo mejora la gestión de residuos, sino que también fomenta la integración social, reduce el aislamiento y mejora la cohesión entre diferentes grupos demográficos (Nordahl *et al.*, 2023).

Educación ambiental: el motor del cambio

La educación ambiental es fundamental para el éxito de cualquier programa de compostaje en las ciudades. Sin una correcta sensibilización y formación, las personas pueden desconocer los beneficios del compostaje y cómo implementarlo de manera efectiva. Por lo tanto, es necesario integrar el compostaje como parte de los programas educativos en las escuelas, centros comunitarios y programas de salud pública. La capacitación en compostaje debe incluir no solo el aspecto técnico, sino también los beneficios sociales, económicos y medioambientales. Además, la colaboración entre gobiernos, instituciones educativas y organizaciones no gubernamentales es clave para asegurar la efectividad de estas iniciativas.

Según García *et al.* (2022), la formación sobre compostaje en comunidades vulnerables contribuye significativamente a la adopción de prácticas de reciclaje y mejora la calidad de vida de los habitantes. Este enfoque educativo es esencial para cambiar las actitudes hacia la gestión de residuos y promover un cambio cultural en las comunidades, particularmente en aquellas con menor nivel educativo o con menor acceso a información ambiental.

Además, las experiencias de gestión ambiental en Ecuador muestran cómo la falta de capacitación en áreas relacionadas con el uso adecuado de pesticidas puede tener efectos negativos en la salud humana y el medioambiente. Un estudio realizado en el cantón Paute, Ecuador, reveló que muchos agricultores, principalmente con educación primaria, enfrentan riesgos para la salud debido al uso inapropiado de pesticidas,

incluyendo irritaciones oculares, dolores de cabeza e irritación nasal (Zea *et al.*, 2024). Estos riesgos se ven agravados por la falta de medidas de seguridad adecuadas, como el uso insuficiente de equipo de protección personal (EPP). Este estudio resalta la urgencia de implementar programas de formación en la gestión segura de pesticidas, lo que no solo es relevante para la agricultura, sino también para los programas educativos orientados al compostaje, ya que ambos comparten la necesidad de concienciación y educación para promover prácticas sostenibles.

El fomento de la educación ambiental, tanto en el uso adecuado de pesticidas como en el compostaje, puede resultar en la mejora de la calidad de vida de las comunidades. La capacitación adecuada en ambas áreas ayudará a reducir los impactos negativos en la salud humana y el medioambiente, fortaleciendo los sistemas de producción agrícola y gestionando los residuos de manera más efectiva.

Desafíos y soluciones innovadoras

Aunque el compostaje domiciliario es una práctica con beneficios claros, su implementación enfrenta ciertos desafíos, especialmente en áreas urbanas de alta densidad poblacional. Los principales obstáculos incluyen la falta de espacio, el desconocimiento sobre cómo iniciar el proceso y la falta de incentivos económicos para hacerlo. Sin embargo, existen soluciones innovadoras que pueden superar estos obstáculos.

Los compostadores automáticos y los sistemas de compostaje de pequeña escala son tecnologías que pueden hacer que el compostaje sea más accesible, incluso en apartamentos y viviendas con poco espacio. Además, las aplicaciones móviles y plataformas digitales pueden facilitar la educación y el intercambio de compost entre vecinos (City of San Francisco, 2021) Estas tecnologías permiten un manejo más eficiente de los residuos orgánicos y pueden acelerar la adopción de prácticas sostenibles en las ciudades.

Casos de éxito: ejemplos de ciudades que lo están haciendo bien

Numerosas ciudades en todo el mundo han implementado con éxito programas de compostaje urbano. Un caso notable es el de San Francisco, que desde 2009 ha establecido políticas de compostaje obligatorias para los residentes, logrando una tasa de reciclaje de residuos orgánicos superior al 80 % (City of San Francisco, 2021). Otros ejemplos incluyen a Portland (Oregón), donde se han implementado iniciativas de compostaje comunitario con excelentes resultados, mejorando la calidad de vida urbana y reduciendo los costos de gestión de residuos.

Procedimiento de compostaje urbano a nivel doméstico: paso a paso

Paso 1: Preparación del espacio de compostaje

- Selección del lugar. El primer paso es elegir un espacio adecuado dentro del hogar o cerca de él (en caso de viviendas con jardín o patio). El compostaje puede hacerse en exteriores (jardín, terraza) o interiores (cocina o balcón) con compostadores cerrados. La ubicación debe ser ventilada, de fácil acceso y alejada de fuentes de contaminación (como el tránsito vehicular).
- Contenedor adecuado. Para el compostaje a nivel domiciliario se recomienda el uso de compostadores cerrados o cubículos de madera o plástico, que pueden ser comprados o contruidos de forma casera.

El éxito del compostaje urbano depende en gran medida de la calidad del compostador utilizado, ya que este debe proporcionar las condiciones óptimas para la descomposición de la materia orgánica de manera eficiente y sostenible.

Un compostador adecuado debe cumplir con tres funciones esenciales:

1. **Facilitar la circulación de aire.** La presencia de oxígeno es fundamental para que los microorganismos aeróbicos descompongan la materia orgánica sin generar malos olores. Para ello, los compostadores deben contar con orificios o ranuras de ventilación estratégicamente ubicados que permitan una adecuada aireación y eviten la compactación del material. Algunos modelos incluyen sistemas de volteo o mecanismos de mezcla para mejorar la oxigenación del compost.
2. **Retener la humedad.** La descomposición eficiente requiere un nivel de humedad adecuado, generalmente entre el 40 % y el 60 %. Un compostador bien diseñado debe evitar la pérdida excesiva de agua, lo que se logra con materiales que reduzcan la evaporación y con tapas o cubiertas que protejan el contenido de la exposición directa al sol o al viento. En zonas de alta pluviosidad, es importante contar con un sistema de drenaje que impida la acumulación de exceso de agua.
3. **Proteger la materia orgánica de la intemperie y las plagas.** Un compostador urbano debe estar diseñado para evitar que el contenido quede expuesto a lluvias intensas, heladas o temperaturas extremas que puedan alterar el proceso de compostaje. Además, debe contar con estructuras que impidan el acceso de roedores, insectos y otros animales que puedan contaminar el compost o dispersar los residuos. Para ello, se recomienda el uso de mallas o cierres herméticos en las aberturas de ventilación y tapas seguras para restringir el acceso.

El diseño de los compostadores urbanos debe considerar también la facilidad de uso y mantenimiento para fomentar su adopción en la comunidad. Modelos modulares, de fácil acceso para la recolección del compost maduro y fabricados con materiales reciclables o reutilizables, son opciones ideales para una gestión sostenible de los residuos orgánicos en entornos urbanos.

En conclusión, un compostador bien diseñado no solo mejora la eficiencia del proceso de compostaje, sino que también contribuye a la reducción de residuos, la producción de abono de calidad y el fortalecimiento de prácticas ecológicas en las ciudades.

Paso 2: Recopilación de materiales orgánicos

- **Materiales “verdes”.** Estos materiales son ricos en nitrógeno y proporcionan la humedad necesaria para el proceso de descomposición. Incluyen restos de frutas, verduras, cáscaras de huevo, café molido, restos de hierba, hojas frescas, recortes de plantas jóvenes, entre otros.
- **Materiales “marrones”.** Estos materiales son ricos en carbono y proporcionan la estructura que facilita la aireación y evita la compactación del compost. Incluyen hojas secas, ramas pequeñas, paja, cartón, papel sin tinta, madera triturada y aserrín.
- **Evitar materiales no recomendados.** Es crucial evitar agregar carne, huesos, lácteos, grasas, aceites, restos de comida cocida, excrementos de animales y materiales plásticos, ya que pueden generar malos olores, atraer plagas o dificultar el proceso de descomposición.

Según la FAO (2020), una proporción ideal para el compostaje es de dos partes de materiales “marrones” por cada una de materiales “verdes” (relación C: N de 25:1 a 30:1). Esta proporción favorece la actividad microbiana y acelera el proceso de compostaje.

Paso 3: Preparación de los materiales para el compostaje

- **Tamaño y corte.** Los materiales orgánicos deben ser cortados o triturados para acelerar el proceso de descomposición. Por ejemplo, las ramas o el cartón deben ser desmenuzados en trozos pequeños. Las cáscaras de frutas y verduras pueden ser picadas para facilitar

su descomposición. Los materiales más grandes ralentizan el proceso, por lo que es recomendable mantener tamaños pequeños.

- **Evitar la contaminación.** Asegúrate de que los materiales no contengan pesticidas, fertilizantes químicos o residuos industriales. El compost debe ser completamente natural y libre de productos tóxicos.

Paso 4: Organización de las capas del compost

- **Alternancia de capas.** Para promover una descomposición adecuada, es importante alternar capas de materiales “verdes” y “marrones”. Comienza con una capa de material “marrón” en la base del compostador, seguida de una capa de material “verde”. Continúa alternando capas hasta llenar el compostador. Cada capa debe tener un espesor de entre 10 y 15 cm.
- **Aireación.** Asegúrate de que las capas estén bien aireadas. Los microorganismos que descomponen los materiales orgánicos requieren oxígeno. La aireación es crucial para evitar malos olores y que el compost se vuelva anaerobio. En el caso de compostadores cerrados, es necesario mezclar el contenido regularmente para garantizar una correcta ventilación.

Paso 5: Monitoreo de la humedad y la temperatura

- **Humedad.** El compost debe mantener una humedad constante. Si está demasiado seco, puede no descomponerse correctamente; si está demasiado húmedo, puede volverse pastoso y generar malos olores. Idealmente, la humedad debe ser comparable con la de una esponja exprimida (50 %-60 % de humedad).
- **Temperatura.** El proceso de compostaje genera calor. A medida que los materiales se descomponen, la temperatura interna del compost puede subir entre 45 °C y 65 °C. Esta temperatura favorece la actividad de los microorganismos y asegura que los patógenos

y semillas indeseadas sean eliminados (Rastegari Kopaei *et al.*, 2021). Si la temperatura cae demasiado, es recomendable voltear el compost para reactivarlo.

Paso 6: Volteo y mezcla regular

- **Volteo del compost.** Para asegurar una descomposición uniforme, el compost debe ser volteado cada 2 a 4 semanas. Esto ayuda a mezclar los materiales, introduce oxígeno y acelera el proceso de descomposición. El volteo también permite que la temperatura aumente nuevamente.
- **Tiempo de descomposición.** El compostaje domiciliario suele tardar entre dos y seis meses, dependiendo de las condiciones (temperatura, humedad, tamaño de los materiales). En áreas más cálidas, el proceso puede ser más rápido, mientras que en climas fríos puede tomar más tiempo.

Paso 7: Cosecha del compost

- **Madurez del compost.** El compost estará listo cuando se haya descompuesto completamente, adquiriendo una textura oscura, suelta y con un olor a tierra fresca. La materia original (restos de comida y materiales orgánicos) ya no deberá ser reconocible.
- **Uso del compost.** El compost maduro puede ser utilizado para enriquecer el suelo de jardines, huertos urbanos o incluso para macetas. El abono orgánico aumenta la retención de agua, mejora la aireación del suelo y promueve la actividad biológica, beneficiando la salud del ecosistema local (Xu *et al.*, 2023).

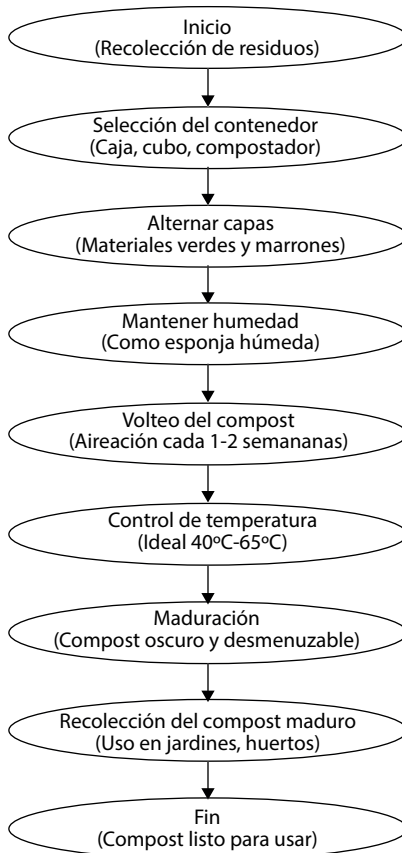
Paso 8: Mantenimiento a largo plazo

- **Manejo continuo.** Una vez que el compost está en uso, el proceso puede continuar con nuevos restos orgánicos. Si el compostador es de tipo abierto, es importante mantener el espacio limpio y sin exceso de humedad para evitar la presencia de plagas.

- **Evaluación y ajustes.** Es importante evaluar el compost periódicamente. Si se producen malos olores, podría ser un indicio de que el compost está demasiado húmedo o carece de suficiente aireación. En ese caso, se debe mezclar y ajustar la proporción de materiales. En la figura 1 se puede observar el diagrama del proceso de compostaje.

Figura 1

Diagrama de proceso de compostaje



Pruebas y observaciones para evaluar la madurez del compost

Para saber si el compost a nivel domiciliario está listo para ser utilizado, existen varias pruebas y observaciones que se pueden realizar. Estas pruebas permiten verificar si el compost ha alcanzado el nivel adecuado de descomposición y madurez. A continuación, se detallan algunos métodos sencillos y efectivos para evaluar la calidad del compost:

1. Prueba del olor

- **Descripción.** El compost maduro debe tener un olor fresco y terroso, similar al de la tierra húmeda. Un compost bien descompuesto no debe tener olores desagradables ni fétidos.
- **Qué buscar.** Si el compost huele a amoníaco, podría tener demasiados materiales ricos en nitrógeno (como restos de frutas y verduras). Si el olor es fétido o de descomposición anaerobia, es probable que el compost no esté completamente descompuesto y necesite más aireación o tiempo (FAO, 2020).
- **Acción.** Si el compost huele mal, mezclarlo bien, voltearlo para permitir la circulación de aire y controlar la humedad.

2. Prueba visual

- **Descripción.** Observar el aspecto del compost. El compost maduro debe ser de color oscuro, uniforme y con una textura que se asemeje a la tierra rica.
- **Qué buscar.** Si aún se puede reconocer los materiales originales (trozos de cáscaras de huevo, restos de frutas, etc.), el compost no está listo. Además, si el compost contiene materiales como ramas enteras o trozos grandes, significa que la descomposición no se ha completado (Cruz, 2015).

- **Acción.** Si se encuentran materiales no descompuestos, seguir volteando y manteniendo el compost en condiciones adecuadas (humedad, oxigenación) durante más tiempo.

3. Prueba de la temperatura

- **Descripción.** Durante el proceso de compostaje, el compost genera calor debido a la actividad microbiana. La temperatura del compost debe disminuir cuando está casi listo.
- **Qué buscar.** Si la temperatura interna del compost ha bajado a niveles cercanos a la temperatura ambiente (aproximadamente 20-30 °C), significa que el proceso de compostaje está finalizando. Si la temperatura sigue siendo alta, probablemente aún esté descomponiéndose (Amato-Lourenço *et al.*, 2024).
- **Acción.** Si la temperatura sigue alta (por encima de 40 °C), seguir volteando el compost para ayudar a enfriarlo y acelerar el proceso de maduración.

4. Prueba de la textura

- **Descripción.** El compost debe tener una textura suelta, esponjosa y homogénea.
- **Qué buscar.** Cuando se toque el compost, debe desmenuzarse fácilmente, como tierra de jardín. Si el compost está pegajoso, compacto o pastoso, es probable que aún esté demasiado húmedo o que los materiales no se hayan descompuesto completamente (FAO, 2020).
- **Acción.** Si el compost está demasiado húmedo, agregarle materiales secos (hojas secas, cartón) y mezclarlo bien para mejorar la textura.

5. Prueba de la germinación de semillas

- **Descripción.** Esta prueba es una de las más efectivas para verificar si el compost está completamente maduro y libre de sustancias tóxicas o semillas no descompuestas.

- **Cómo hacerlo.** Tomar una pequeña cantidad de compost y colocarla en una maceta con tierra. Sembrar algunas semillas (por ejemplo, frijoles o lechugas) y observar si germinan y crecen bien.
- **Qué buscar.** Si las semillas germinan y crecen sin problemas, el compost está listo para usar. Si las semillas no germinan o muestran señales de toxicidad, es posible que el compost contenga sustancias no descompuestas que podrían afectar el crecimiento de las plantas (Amato-Lourenço *et al.*, 2024).
- **Acción.** Si el compost no pasa la prueba de germinación, continuar con el proceso de compostaje, volteando el material y asegurándose de que esté bien aireado.

6. Prueba de la humedad

- **Descripción.** El compost debe estar lo suficientemente húmedo como para mantener la actividad microbiana, pero no debe estar empapado.
- **Cómo hacerlo.** Tomar un puñado de compost y apretarlo con la mano. Si el compost está correctamente hidratado, debe liberarse un poco de agua, pero no debe gotear en exceso.
- **Qué buscar.** Si el compost se deshace fácilmente y no libera agua, está demasiado seco. Si el compost gotea agua, está demasiado húmedo. El compost debe sentirse como una esponja húmeda (alrededor del 50 %-60 % de humedad) (FAO, 2020).
- **Acción.** Si el compost está muy seco, añadir algo de agua. Si está demasiado húmedo, agrega materiales secos y airea bien.

7. Prueba de la temperatura con termómetro de compostaje

- **Descripción.** Los termómetros de compostaje son herramientas especialmente diseñadas para medir la temperatura interna del compost.
- **Cómo hacerlo.** Insertar un termómetro en el centro del compost. Durante las fases activas del compostaje, la temperatura puede

llegar a ser de hasta 65 °C. A medida que el compost madura, la temperatura debería reducirse.

- **Qué buscar.** Si la temperatura se mantiene por debajo de 35 °C, el compost está casi maduro y listo para usar. Si sigue siendo superior a 40 °C, aún está en proceso de descomposición (Portilla *et al.*, 2023).
- **Acción.** Si la temperatura sigue alta, sigue volteando el compost hasta que se estabilice.

Compostaje urbano

El compostaje urbano es una práctica creciente que promueve la gestión sostenible de residuos orgánicos en áreas urbanas. Implica la descomposición controlada de materiales orgánicos en el hogar, generando compost que puede ser utilizado para mejorar la calidad del suelo en jardines y huertos urbanos. Aunque tiene numerosas ventajas, el compostaje urbano también conlleva ciertos riesgos.

Implementación del método *Takakura* en Ecuador: un enfoque sostenible

El método *Takakura* ha demostrado ser una técnica eficiente y accesible para el compostaje en Ecuador, especialmente cuando se adapta a las condiciones locales. Su implementación ha permitido a diversas comunidades gestionar sus residuos orgánicos de manera sostenible, produciendo compost de alta calidad sin necesidad de infraestructura costosa.

Un ejemplo clave de aplicación del método *Takakura* se encuentra en la ciudad de Cuenca, donde programas municipales han promovido su uso para mejorar la gestión de residuos urbanos y reducir la carga de desechos orgánicos en los vertederos (Municipio de Cuenca, 2021). Loja también ha implementado esta técnica en el Centro de Gestión Integral de Residuos Sólidos (CGIRS), optimizando el compostaje con microorganismos eficientes (Caballero Pérez y Zea Cobos, 2023). En Quito, el método se ha probado en mercados y comunidades a través de proyectos

piloto que buscan mejorar la eficiencia del compostaje sin necesidad de grandes inversiones en infraestructura (Ministerio del Ambiente de Ecuador, 2020).

Aportes académicos sobre el método *Takakura*

Dentro de la investigación académica, la tesis de Pacheco y Gualan (2023), titulada *Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos destinados a la planta de bioinsumos del cantón Sucúa mediante tratamientos biológicos: Takakura y lombricultura*, representa un importante estudio sobre la implementación del método *Takakura* en Ecuador. Este trabajo se enfocó en la aplicación de tratamientos biológicos para optimizar la gestión de residuos orgánicos, comparando la técnica *Takakura* con la lombricultura en términos de eficiencia, tiempo de descomposición y calidad del compost producido.

Los resultados del estudio indicaron que el método *Takakura* agiliza la biodegradación de los residuos orgánicos sin generar malos olores ni atraer plagas, lo que lo convierte en una alternativa viable para el manejo sostenible de desechos. Además, se evidenció que este método puede integrarse exitosamente en plantas de bioinsumos, como en el caso del cantón Sucúa, para producir abonos orgánicos de alta calidad que pueden ser utilizados en la agricultura local.

El estudio también resaltó la importancia de la implementación de programas educativos y de sensibilización ambiental en las comunidades, ya que la correcta aplicación del método *Takakura* depende del conocimiento y compromiso de los actores involucrados. Asimismo, la investigación identificó beneficios económicos y ambientales de esta técnica, como la reducción de residuos enviados a los vertederos, la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero y la generación de un recurso valioso para la agricultura sostenible. Los hallazgos sirven como base para la replicación del método *Takakura* en otras localidades, promoviendo una gestión eficiente y ecológica de los residuos orgánicos en Ecuador.

Ventajas del compostaje urbano

Reducción de residuos y huella ecológica. El compostaje en entornos urbanos contribuye a la disminución de residuos sólidos urbanos, reduciendo la presión sobre los vertederos y minimizando las emisiones de gases de efecto invernadero, especialmente el metano, que se genera cuando los residuos orgánicos se descomponen de forma anaerobia en los vertederos (Caballero y Zea, 2023).

Mejora del suelo y agricultura urbana. El compost, como resultado del proceso de compostaje, mejora la estructura del suelo, aumenta su capacidad para retener agua, promueve la biodiversidad microbiana y aporta nutrientes esenciales para las plantas. Esto es particularmente beneficioso para la agricultura urbana, que depende de suelos saludables para producir alimentos de calidad (Caballero y Zea, 2023).

Educación ambiental y conciencia social. El compostaje domiciliario en zonas urbanas actúa como una herramienta educativa que sensibiliza a las comunidades sobre la importancia de reducir, reutilizar y reciclar. Además, fomenta la conciencia ecológica y la responsabilidad ambiental, impulsando la participación de los ciudadanos en la protección del medioambiente (Portilla *et al.*, 2023).

Riesgos del compostaje urbano

1. **Contaminación y propagación de enfermedades.** Si no se maneja adecuadamente, el compostaje puede generar riesgos sanitarios. Patógenos como bacterias, virus y parásitos pueden proliferar si los residuos orgánicos no se descomponen de manera adecuada o si se manipulan sin las precauciones necesarias. La amebiasis, por ejemplo, es una enfermedad transmitida por el contacto con heces contaminadas, que pueden estar presentes en los residuos orgánicos si no se realiza un manejo correcto (Caballero y Zea Cobos, 2023; Cruz, 2015). Esto es particularmente riesgoso en

entornos urbanos con alta densidad poblacional y vulnerabilidad a enfermedades intestinales.

2. **Mal manejo de residuos alimentarios contaminados.** El uso de restos de alimentos mal lavados o contaminados puede ser una vía para la propagación de parásitos y enfermedades. En áreas urbanas, la falta de educación sobre prácticas adecuadas de higiene en la manipulación de residuos orgánicos puede ser un factor contribuyente en la propagación de infecciones gastrointestinales, especialmente en niños (Instituto Nacional de Investigación en Salud Pública, 2023).
3. **Riesgos respiratorios.** En los entornos urbanos, donde las viviendas suelen ser más pequeñas y la ventilación limitada, el compostaje mal manejado puede liberar esporas de moho y otros alérgenos. Estas partículas pueden afectar a las personas con problemas respiratorios, agravando condiciones como el asma, especialmente en ambientes húmedos o cálidos (Cruz, 2015).

La importancia de la educación ambiental en la prevención de riesgos

El compostaje urbano debe estar acompañado de programas educativos que enseñen a la población las buenas prácticas en la gestión de residuos orgánicos. La educación ambiental es crucial para prevenir los riesgos asociados al compostaje, como la contaminación y la propagación de enfermedades. Es fundamental que las personas conozcan los principios básicos del compostaje, como la correcta selección y preparación de los residuos, el mantenimiento adecuado de las pilas de compost y las medidas de higiene necesarias para evitar la transmisión de patógenos.

En el caso específico de enfermedades como la amebiasis, los programas de educación ambiental pueden ser clave para reducir la propagación de parásitos intestinales. Enseñar a las comunidades la importancia de la higiene en la manipulación de residuos, el acceso al agua potable y la desinfección de alimentos puede mejorar la calidad de vida de las per-

sonas, especialmente de los niños, que son más vulnerables a los efectos de enfermedades transmitidas por los residuos (Cruz, 2015).

Conclusión

El compostaje domiciliario es una práctica que no solo tiene beneficios ambientales, sino que también constituye una herramienta clave para la justicia social y la sostenibilidad urbana. A través de la participación de los ciudadanos, la educación ambiental y el apoyo a las comunidades vulnerables, el compostaje puede convertirse en una de las soluciones más efectivas para construir ciudades más resilientes, equitativas y sostenibles.

El compostaje urbano se presenta como una estrategia efectiva para reducir la cantidad de residuos orgánicos generados en las ciudades, disminuyendo así el impacto ambiental y contribuyendo a la sostenibilidad urbana. A lo largo de este capítulo, se ha demostrado que el compostaje domiciliario, comunitario e industrial son estrategias fundamentales para la gestión eficiente de residuos, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la mejora de la calidad del suelo en entornos urbanos.

Uno de los hallazgos más relevantes es que la implementación del compostaje en los hogares no solo disminuye la presión sobre los sistemas de disposición de residuos, sino que también fomenta una mayor conciencia ambiental y la participación ciudadana. La experiencia de diversas ciudades en el mundo ha demostrado que el compostaje domiciliario es viable y puede integrarse con éxito en la vida cotidiana de los habitantes urbanos, especialmente cuando se acompaña de programas de educación y apoyo gubernamental.

El caso del método *Takakura* en Ecuador evidencia que las técnicas adaptadas a las condiciones locales pueden ser altamente eficientes y accesibles. La aplicación de esta técnica ha permitido a diversas comunidades gestionar sus residuos de manera sostenible, generando un compost de alta calidad sin necesidad de infraestructura costosa.

La comparación con experiencias internacionales confirma la viabilidad del compostaje en los domicilios. En países como Alemania, Suecia y Japón, el compostaje domiciliario ha sido exitosamente integrado en estrategias de gestión de residuos gracias a incentivos fiscales, normativas claras y campañas educativas. Estos modelos destacan la importancia del apoyo gubernamental y la concienciación ciudadana para garantizar el éxito de la iniciativa.

En conclusión, la implementación del compostaje domiciliario es factible y beneficiosa en contextos urbanos, siempre que se cuente con la infraestructura adecuada, programas de educación ambiental y respaldo institucional. Su adopción no solo contribuye a la reducción de residuos y emisiones contaminantes, sino que también promueve una mayor equidad social al empoderar a comunidades marginadas y fomentar la agricultura urbana sostenible.

En este sentido, el compostaje urbano se consolida como una alternativa ecológica para la construcción de comunidades más sostenibles y equitativas.

Referencias bibliográficas

- Amato-Lourenço, L. F., França, G. C., Seckler, M. M., y Mauad, T. (2024). Enhancing urban waste sustainability through community-driven composting in São Paulo megacity. *Environmental Challenges*, 14, Article 100864. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2024.100864/>
- Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA). (2021). *Estudio sobre la gestión de residuos sólidos en el Ecuador*. ARCSA.
- Caballero Pérez, P., y Zea Cobos, A. G. (2023). Prácticas higiénico-sanitarias en niños escolares: A nivel urbano y rural de la ciudad de Cuenca. En *La educación ambiental y su impacto: Experiencias de la Universidad Politécnica Salesiana* (pp. 81-92). Editorial Universitaria Abya-Yala. <http://bit.ly/44oKX9h/>
- Cerda, A., Artola, A., Font, X., Barrera, R., Gea, T., y Sánchez, A. (2018). Composting food wastes: Status y challenges. *Bioresource Technology*, 248, 57-67. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2017.06.133/>

- City of San Francisco. (2021). *Zero Waste program: Annual report*. San Francisco Department of Environment. <http://bit.ly/467aJSb/>
- Cruz, M. (2015). Factores higiénico-sanitarios y su impacto en la salud pública: Un enfoque sobre la amebiasis. *Revista Ecuatoriana de Salud Pública*, 12(3), 45-58.
- Fillot, J., García, P., y Herrera, L. (2015). *Efectos de la amebiasis en la salud infantil en comunidades rurales*. Instituto Nacional de Investigación en Salud Pública.
- García, M., Jaramillo, J. F., Ddiba, D., Páez, D., Rueda, H., Andersson, K., y Dickin, S. (2022). Governance challenges y opportunities for implementing resource recovery from organic waste streams in urban areas of Latin America: Insights from Chía, Colombia. *Sustainable Production y Consumption*, 30, 53-63. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.11.025/>
- Gualan Tene, M. L., y Pacheco Pacheco, L. R. (2024). *Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos destinados a la planta de bioinsumos del cantón Sucúa mediante tratamientos biológicos: Takakura y lombricultura*. [Tesis de licenciatura]. Universidad Politécnica Salesiana. <http://bit.ly/4krPjCM/>
- Hernández-Gómez, A., Calderón, A., Medina, C., Sánchez-Torres, V., y Oviedo-Ocaña, E. R. (2021). Implementation of strategies to optimize the co-composting of green waste y food waste in developing countries: A case study Colombia. *Environmental Science y Pollution Research*, 28(19), 24321-24327. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-08103-w/>
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE). (2022). *Estrategias de compostaje para la sostenibilidad urbana en Ecuador*. MAATE.
- Nordahl, S. L., Preble, C. V., Kirchstetter, T. W., y Scown, C. D. (2023). Greenhouse gas y air pollutant emissions from composting. *Environmental Science y Technology*, 57(6), 2235-2247. <https://doi.org/10.1021/acs.est.2c05846/>
- Onwosi, C. O., Igbokwe, V. C., Odimba, J. N., Eke, I. E., Nwankwoala, M. O., Iroh, I. N., y Ezeogu, L. I. (2017). Composting technology in waste stabilization: On the methods, challenges y prospects. *Journal of Environmental Management*, 190, 140-157. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.12.051/>
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2018). *Perspectivas de la gestión de residuos en áreas urbanas*.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2020). *Manual sobre compostaje doméstico: Cómo hacer compost en casa*. FAO. <http://bit.ly/4lRslpE/>

- Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC). (2014). *Cambio climático 2014: Mitigación del cambio climático. Informe del Grupo de Trabajo III del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático*. Cambridge University Press. <http://bit.ly/4ewt3pZ/>
- Portilla, M., Zea, D., y Avilés, A. (2023). Educación ambiental y su impacto en la gestión de residuos sólidos en Ecuador. *Revista Ecuatoriana de Educación Ambiental*, 4(1), 33-46. <http://bit.ly/40xqzS9/>
- Rastegari Kopaei, H., Nooripoor, M., Karami, A., Petrescu-Mag, R. M., y Petrescu, D. C. (2021). Drivers of residents' home composting intention: Integrating the Theory of Planned Behavior, the Norm Activation Model, and the moderating role of composting knowledge. *Sustainability*, 13(12), 6826. <https://doi.org/10.3390/su13126826/>
- Wackernagel, M., Onisto, L., Bello, P., Callejas-Linares, A., López, I. S., Méndez García, J., Suárez Guerrero, A. I., y Suárez Guerrero, M. G. (1999). National natural capital accounting with the ecological footprint concept. *Ecological Economics*, 29(3), 375-390. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(98\)90063-5/](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(98)90063-5/)
- Xu, M., Sun, H., Chen, E., Yang, M., Wu, C., Sun, X., y Wang, Q. (2023). From waste to wealth: Innovations in organic solid waste composting. *Environmental Research*, 229, 115977. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.115977/>
- Zea, A., Robles, Y., Portilla, F., y Caballero, P. (2024). Evaluation of pesticide contamination risks and sustainable practices in Ecuadorian agriculture. *Scientific Reports*, 14, 26034. <http://bit.ly/3TPMmAQ/>