

**EVIDENCIA CUANTITATIVA DEL COMPOSTAJE COMO PRÁCTICA SOSTENIBLE
PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA**
**QUANTITATIVE EVIDENCE OF COMPOSTING AS A SUSTAINABLE PRACTICE FOR
ORGANIC WASTE MANAGEMENT: A SYSTEMATIC REVIEW**

Autores: ¹Juan Diego Valenzuela Cobos, ²María Fernanda Garcés Moncayo, ³Sara Pilar Aucancela Sánchez y ⁴Denny William Moreno Castro.

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1690-1204>

²ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7025-5613>

³ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0000-8817-0423>

⁴ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2027-6958>

¹ E-mail de contacto: jvalenzuelac@unemi.edu.ec

²E-mail de contacto: mgarcesm2@unemi.edu.ec

³E-mail de contacto: saucancelas@unemi.edu.ec

⁴E-mail de contacto: dmorenoc@unemi.edu.ec

Afiliación: ^{1,2,3,4}Universidad Estatal de Milagro, (Ecuador).

Artículo recibido: 17 de Marzo del 2026

Artículo revisado: 19 de Marzo del 2026

Artículo aprobado: 25 de Marzo del 2026

¹Doctor en Estadística Multivariante Aplicada, Universidad de Salamanca, (España). Doctor en Ciencias en Bioprocesos, Instituto Politécnico Nacional, (México). Magíster en Matemática Aplicada, Universidad del Azuay, (Ecuador). Magíster en Cambio Climático, Escuela Superior Politécnica del Litoral, (Ecuador). Ingeniero Industrial, Universidad Tecnológica Indoamérica, (Ecuador).

²Magíster en Ciencias en Biotecnología Agrícola de la Escuela Superior Politécnica del Litoral, (Ecuador). Ingeniera en Bioquímica, Universidad Técnica de Ambato, (Ecuador).

³Magíster en Cambio Climático de la Escuela Superior Politécnica del Litoral, (Ecuador). Magíster en Biotecnología, Universidad Estatal de Milagro, (Ecuador). Posgrado en Seguridad Alimentaria, Sistema APPCC y Manipulación en la Alimentación, Eurinnova Business School. Bióloga, Universidad de Guayaquil, (Ecuador).

⁴Magíster en Administración Ambiental, Universidad de Guayaquil, (Ecuador).

Resumen

La gestión de residuos orgánicos constituye uno de los principales desafíos ambientales asociados al crecimiento poblacional, la urbanización y el incremento de las actividades agroindustriales, lo que ha generado la necesidad de implementar estrategias sostenibles para su tratamiento y valorización. En este contexto, el compostaje se ha consolidado como una alternativa viable para la gestión de residuos biodegradables, ya que permite reducir impactos ambientales, recuperar nutrientes y mejorar la calidad del suelo. No obstante, la literatura científica disponible presenta resultados dispersos y desarrollados bajo condiciones experimentales heterogéneas, lo que dificulta la obtención de conclusiones integradoras sobre el desempeño cuantitativo del compostaje como práctica sostenible. El objetivo de este estudio fue analizar de forma sistemática la producción científica relacionada con el compostaje como estrategia sostenible para la gestión de residuos orgánicos, considerando los tipos de residuos

tratados, los métodos empleados y los principales indicadores utilizados para evaluar el proceso. La investigación se desarrolló mediante una revisión sistemática siguiendo las directrices del protocolo PRISMA 2020, garantizando un procedimiento transparente y reproducible en la identificación, selección y análisis de los estudios. Los resultados muestran que el compostaje se aplica principalmente al tratamiento de residuos municipales, agrícolas y alimentarios, predominando el co-compostaje y los sistemas en pilas o aireación estática y contenido de materia orgánica, confirmando que el compostaje constituye una alternativa técnicamente viable dentro de estrategias de gestión sostenible y economía circular.

Palabras clave: Compostaje, Residuos orgánicos, Gestión sostenible, Economía circular.

Abstract

Organic waste management is one of the main environmental challenges associated with

population growth, urbanization, and the increase in agro-industrial activities, which has generated the need to implement sustainable strategies for its treatment and valorization. In this context, composting has become established as a viable alternative for the management of biodegradable waste, as it allows for the reduction of environmental impacts, the recovery of nutrients, and the improvement of soil quality. However, the available scientific literature presents scattered results developed under heterogeneous experimental conditions, which hinders the drawing of comprehensive conclusions about the quantitative performance of composting as a sustainable practice. The objective of this study was to systematically analyze the scientific output related to composting as a sustainable strategy for organic waste management, considering the types of waste treated, the methods used, and the main indicators used to evaluate the process. The research was conducted through a systematic review following the guidelines of the PRISMA 2020 protocol, ensuring a transparent and reproducible procedure in the identification, selection, and analysis of the studies. The results show that composting is mainly applied to the treatment of municipal, agricultural and food waste, with co-composting and systems in piles or static aeration and organic matter content predominating, confirming that composting constitutes a technically viable alternative within sustainable management strategies and circular economy.

Keywords: Composting, Organic waste, Sustainable management, Circular economy.

Sumário

A gestão de resíduos orgânicos é um dos principais desafios ambientais associados ao crescimento populacional, à urbanização e ao aumento das atividades agroindustriais, o que gerou a necessidade de implementar estratégias sustentáveis para seu tratamento e valorização. Nesse contexto, a compostagem se consolidou como uma alternativa viável para o manejo de

resíduos biodegradáveis, pois permite a redução dos impactos ambientais, a recuperação de nutrientes e a melhoria da qualidade do solo. Contudo, a literatura científica disponível apresenta resultados dispersos, desenvolvidos em condições experimentais heterogêneas, o que dificulta a obtenção de conclusões abrangentes sobre o desempenho quantitativo da compostagem como prática sustentável. O objetivo deste estudo foi analisar sistematicamente a produção científica relacionada à compostagem como estratégia sustentável para o manejo de resíduos orgânicos, considerando os tipos de resíduos tratados, os métodos utilizados e os principais indicadores empregados para avaliar o processo. A pesquisa foi conduzida por meio de uma revisão sistemática, seguindo as diretrizes do protocolo PRISMA 2020, garantindo um procedimento transparente e reproduzível na identificação, seleção e análise dos estudos. Os resultados mostram que a compostagem é aplicada principalmente ao tratamento de resíduos municipais, agrícolas e alimentares, predominando a co-compostagem e os sistemas em pilhas ou com aeração estática e teor de matéria orgânica, confirmando que a compostagem constitui uma alternativa tecnicamente viável dentro das estratégias de gestão sustentável e da economia circular.

Palavras-chave: Compostagem, Resíduos orgânicos, Gestão sustentável, Economia circular.

Introducción

La gestión de residuos orgánicos constituye uno de los principales desafíos ambientales asociados al crecimiento poblacional, la urbanización acelerada y el incremento de las actividades agroindustriales a nivel global. Se estima que los residuos orgánicos representan entre el 40 % y el 60 % de los residuos sólidos generados en países de ingresos bajos y medios, y su disposición inadecuada contribuye significativamente a la emisión de gases de efecto invernadero, la contaminación de suelos y cuerpos de agua, así como a la pérdida de recursos potencialmente valorizables (Kaza et

al., 2018; Hoornweg y Bhada, 2012). En este contexto, el compostaje ha sido ampliamente reconocido como una práctica sostenible para la gestión de residuos orgánicos, al permitir la estabilización biológica de la materia orgánica y la obtención de un producto con valor agronómico. Diversos estudios han demostrado que el compostaje contribuye a la reducción de emisiones de metano en comparación con la disposición en vertederos, al tiempo que favorece la recuperación de nutrientes y el mejoramiento de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (Bernal et al., 2009; Awasthi et al., 2020).

A diferencia de otras alternativas de tratamiento, el compostaje destaca por su bajo requerimiento tecnológico, su aplicabilidad a diferentes escalas y su alineación con los principios de la economía circular, particularmente en lo relacionado con la valorización de residuos y el cierre de ciclos de materia orgánica (European Commission, 2020; Kirchherr et al., 2017). En este sentido, el compostaje se ha consolidado como una opción viable tanto en contextos urbanos como rurales, incluyendo sistemas descentralizados y comunitarios. Durante las últimas décadas, se ha producido un notable incremento en el número de estudios científicos que evalúan el compostaje desde distintas perspectivas, incluyendo la caracterización fisicoquímica del proceso, la eficiencia de degradación de la materia orgánica, la reducción de patógenos y la estabilización del carbono. Investigaciones previas han reportado indicadores cuantitativos clave como el pH, la relación carbono/nitrógeno (C/N), la pérdida de materia orgánica y la dinámica de nutrientes como parámetros fundamentales para evaluar la madurez y calidad del compost (Haug, 2018; Insam y de Bertoldi, 2007).

No obstante, a pesar de la abundancia de literatura disponible, la evidencia se encuentra dispersa y frecuentemente reportada bajo condiciones experimentales heterogéneas, lo que dificulta la obtención de conclusiones integradoras sobre el desempeño cuantitativo del compostaje como práctica sostenible. Además, una proporción significativa de los estudios publicados adopta enfoques conceptuales, normativos o cualitativos, limitando la disponibilidad de síntesis sistemáticas centradas exclusivamente en resultados cuantificables (Onwosi et al., 2017). En respuesta a esta brecha de conocimiento, las revisiones sistemáticas basadas en protocolos estandarizados se han consolidado como herramientas metodológicas robustas para sintetizar la evidencia científica disponible. En particular, el uso del enfoque PRISMA permite identificar, seleccionar y analizar de manera transparente estudios relevantes, reduciendo el sesgo y mejorando la reproducibilidad de los resultados (Page et al., 2021). Por lo tanto, el objetivo de este estudio es analizar de forma sistemática la literatura científica existente para evaluar la evidencia cuantitativa del compostaje como práctica sostenible para la gestión de residuos orgánicos, considerando los tipos de residuos tratados, los métodos de compostaje empleados y los principales indicadores cuantitativos reportados.

Materiales y Métodos

La revisión sistemática se desarrolló siguiendo las directrices del protocolo PRISMA 2020 (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), con el objetivo de garantizar la transparencia y reproducibilidad del proceso de búsqueda y selección de estudios (Page et al., 2021). El presente trabajo corresponde a una revisión sistemática de la literatura científica, desarrollada bajo los lineamientos del protocolo

PRISMA, con el fin de garantizar un proceso metodológico transparente, reproducible y estructurado para la identificación, selección y análisis de estudios relevantes. Se aplicó una estrategia de búsqueda amplia con el objetivo de maximizar la identificación de estudios relevantes relacionados con el compostaje de residuos orgánicos desde un enfoque de sostenibilidad. La búsqueda se realizó en los campos de título, resumen y palabras clave, utilizando la siguiente ecuación: TITLE-ABS-KEY ((composting OR compost OR "organic compost") AND ("organic waste" OR "food waste" OR biowaste OR "municipal solid waste" OR "agricultural waste" OR "organic residues") AND (sustainab* OR "waste management" OR "circular economy" OR "resource recovery" OR valorization)). La búsqueda se limitó a artículos y revisiones publicados entre 2010 y 2024, escritos en inglés o español.

Se incluyeron estudios que cumplieran con los siguientes criterios:

- Analizaran procesos de compostaje aplicados a residuos orgánicos.
- Reportaran resultados cuantitativos asociados al proceso o al producto final.
- Correspondieran a artículos de investigación o revisiones sistemáticas.
- Estuvieran publicados entre 2010 y 2024.
- Estuvieran escritos en inglés o español.

Dentro de los criterios de exclusión; se excluyeron estudios que:

- No abordaran el compostaje como proceso principal.
- Presentaran únicamente enfoques conceptuales o cualitativos.
- Correspondieran a literatura gris, capítulos de libro o actas de congresos.
- No contaran con acceso al texto completo.

El proceso de selección se llevó a cabo en varias etapas. Inicialmente, se aplicaron filtros automáticos relacionados con el tipo de documento, el idioma, el período de publicación y las áreas temáticas. Posteriormente, se realizó un cribado basado en títulos y resúmenes, seguido de una evaluación de elegibilidad mediante la revisión del texto completo. De los estudios seleccionados se extrajo información relevante relacionada con el tipo de residuo orgánico, el método de compostaje, la escala del estudio y los principales indicadores cuantitativos reportados. El proceso de selección de estudios siguió los lineamientos PRISMA 2020. Una búsqueda inicial en la base de datos Scopus identificó aproximadamente 70.000 registros. Después de aplicar filtros automáticos relacionados con el año de publicación, el tipo de documento, el idioma y las áreas temáticas, se retuvieron 4.292 registros. El análisis cuantitativo y específico del compost posterior redujo el conjunto de datos a 3.343 registros. Después de eliminar un duplicado, se examinaron 3342 registros según títulos y resúmenes. Se evaluó la elegibilidad de un total de 120 artículos de texto completo, de los cuales 100 estudios cumplieron con los criterios de inclusión y se incluyeron en la revisión sistemática.

Resultados y discusión

Evolución anual de la producción científica sobre compostaje y gestión sostenible de residuos orgánicos

El análisis de la evolución anual de la producción científica constituye un componente central en los estudios bibliométricos, ya que permite identificar el nivel de desarrollo, madurez y dinamismo de un campo de investigación específico (Price, 1963; Donthu et al., 2021). En este contexto, la Figura 1 presenta la evolución temporal de los documentos indexados en la base de datos Scopus

relacionados con el compostaje como práctica sostenible para la gestión de residuos orgánicos, recuperados mediante una ecuación de búsqueda estructurada que abarca el período comprendido entre 2010 y 2024.

Figura 1 Producción Científica anual sobre el Compostaje como práctica sostenible para la gestión de residuos orgánicos



Los resultados evidencian una tendencia claramente creciente en la producción científica a lo largo del período analizado, lo que pone de manifiesto un interés académico progresivo por el compostaje como estrategia clave dentro de los enfoques de sostenibilidad, economía circular y valorización de residuos orgánicos. Durante los primeros años del intervalo temporal (2010–2013), el volumen de publicaciones se mantiene relativamente moderado, reflejando una fase inicial de desarrollo del campo, en la cual predominan estudios de carácter técnico y experimental orientados a la optimización de procesos de compostaje y a la evaluación de su viabilidad ambiental. Este comportamiento inicial es coherente con la evolución típica de los campos científicos emergentes, que suelen atravesar una etapa temprana de crecimiento lento antes de alcanzar una expansión más acelerada (Price, 1963). En el caso del compostaje, esta fase temprana se encuentra fuertemente vinculada a investigaciones centradas en residuos agrícolas y municipales, así como en el análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del proceso, como lo evidencian estudios

ampliamente citados en el área (Awasthi et al., 2015; Bernal et al., 2009).

A partir de los años intermedios del período analizado (2014–2018), se observa un incremento sostenido en el número de publicaciones anuales, lo que sugiere una etapa de consolidación temática. En este intervalo, la literatura científica comienza a integrar el compostaje dentro de marcos conceptuales más amplios, tales como la gestión integral de residuos sólidos, la economía circular y la recuperación de recursos, ampliando así el alcance del campo más allá del enfoque estrictamente tecnológico. Autores como Zhang et al. (2017) y Cesaro et al. (2015), recurrentes en el conjunto de documentos analizados, contribuyen significativamente a esta transición al abordar el compostaje desde perspectivas ambientales, energéticas y de sostenibilidad. El crecimiento observado durante este período también puede atribuirse al fortalecimiento de políticas públicas y marcos regulatorios orientados a la reducción de residuos orgánicos destinados a vertederos, especialmente en regiones como Europa y Asia, donde la valorización de residuos biodegradables se ha convertido en una prioridad estratégica. De acuerdo con Aria y Cuccurullo (2017), estos factores externos suelen desempeñar un papel clave en la orientación de las agendas de investigación científica, promoviendo un aumento en la producción académica asociada a temas de alta relevancia socioambiental.

En los años más recientes del período analizado (2019–2024), la Figura 1 muestra un crecimiento notable y acelerado de la producción científica, alcanzando los niveles más altos de toda la serie temporal. Este comportamiento refleja una etapa de alta madurez y visibilidad del campo, en la cual el compostaje es abordado no solo como una

técnica de tratamiento de residuos, sino como un componente esencial de sistemas sostenibles de gestión de residuos orgánicos y de estrategias de mitigación del cambio climático. Estudios liderados por autores como Kumar, Kaza, y Liu, presentes de manera recurrente en el dataset, evidencian esta ampliación conceptual al integrar análisis de impacto ambiental, evaluación del ciclo de vida y enfoques cuantitativos de sostenibilidad. Asimismo, el incremento reciente en el volumen de publicaciones puede vincularse al impacto de la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible, particularmente aquellos relacionados con la producción y el consumo responsables, la acción por el clima y la gestión sostenible de los recursos naturales. Este alineamiento entre investigación científica y agendas globales ha favorecido la proliferación de estudios que proporcionan evidencia cuantitativa sobre los beneficios ambientales, económicos y sociales del compostaje, tal como se refleja en el aumento sostenido de la producción científica. No obstante, diversos autores advierten que el crecimiento en el número de publicaciones no necesariamente implica un aumento proporcional en la calidad o el impacto científico de los estudios (Waltman, 2016; Zupic y Čater, 2015). En este sentido, el análisis de la evolución anual de la producción científica debe interpretarse de manera complementaria con otros indicadores bibliométricos, como la distribución de citas, la concentración de publicaciones en revistas líderes y las redes de colaboración científica, los cuales serán abordados en los apartados siguientes.

Evolución anual de las citas recibidas: identificación de fases de desarrollo

El análisis de la evolución anual de las citas recibidas por los artículos incluidos en el análisis bibliométrico permitió identificar

patrones temporales diferenciados, los cuales reflejan el grado de visibilidad, impacto y madurez del campo de investigación relacionado con el compostaje como práctica sostenible para la gestión de residuos orgánicos. Se distinguen tres fases principales en la dinámica de citación a lo largo del período comprendido entre 2010 y 2024, seguidas de una etapa reciente caracterizada por una disminución esperada de las citas anuales.

Fase inicial de consolidación (2010–2013)

La primera fase, correspondiente al período 2010–2013, se caracteriza por un nivel relativamente bajo y estable de citas anuales, lo cual es indicativo de una etapa inicial de consolidación del campo dentro del intervalo temporal analizado. Durante estos años, si bien ya existía literatura relevante sobre compostaje y residuos orgánicos, gran parte de los estudios comenzaban a ganar visibilidad progresivamente dentro de la comunidad científica. Este comportamiento es consistente con lo descrito en la literatura bibliométrica como *citation lag*, fenómeno que refleja el tiempo necesario para que los artículos publicados sean leídos, discutidos y citados por investigaciones posteriores (Waltman, 2016; Bornmann & Leydesdorff, 2014). En esta fase, las citas se concentran principalmente en trabajos de carácter técnico y experimental, orientados a la optimización de procesos de compostaje y al análisis de sus propiedades ambientales y agronómicas, los cuales comienzan a establecer las bases conceptuales del campo.

Fase de expansión e intensificación del impacto (2014–2018)

La segunda fase, comprendida entre 2014 y 2018, muestra un crecimiento sostenido y progresivo del número de citas anuales, lo que evidencia una etapa de expansión del

impacto académico. Este incremento sugiere que los estudios publicados en años anteriores comenzaron a ser ampliamente reconocidos y utilizados como referencia en nuevas investigaciones, consolidando al compostaje como una estrategia clave dentro de la gestión sostenible de residuos orgánicos. Durante este período, el aumento de citas coincide con una ampliación temática del campo, en la que el compostaje es abordado no solo desde una perspectiva técnica, sino también como parte integral de enfoques más amplios, tales como la economía circular, la valorización de residuos y la sostenibilidad ambiental. Estudios publicados en esta etapa incorporan análisis cuantitativos más robustos, incluyendo evaluaciones del ciclo de vida, análisis de impacto ambiental y estudios comparativos con otras tecnologías de tratamiento de residuos, lo que contribuye significativamente a su mayor citación. Este patrón de crecimiento es consistente con lo señalado por Donthu et al. (2021), quienes indican que las fases de expansión bibliométrica suelen estar asociadas a la diversificación metodológica y a la creciente relevancia del tema en agendas científicas y políticas públicas.

Fase de madurez e impacto elevado (2019–2021)

La tercera fase, correspondiente al período 2019–2021, representa una etapa de madurez del campo, caracterizada por los valores más altos de citas anuales observados en toda la serie temporal. Este comportamiento indica que la investigación sobre compostaje y gestión sostenible de residuos orgánicos ha alcanzado un alto nivel de visibilidad e influencia académica, consolidándose como un tema central dentro de la literatura sobre sostenibilidad y gestión ambiental. En esta fase, los artículos publicados durante la década previa continúan siendo ampliamente

referenciados, lo que sugiere la presencia de estudios seminales que actúan como pilares conceptuales y metodológicos del campo. La persistencia de altos niveles de citación refleja la estabilidad y relevancia de estos trabajos, los cuales siguen siendo utilizados como base para investigaciones posteriores, revisiones sistemáticas y estudios comparativos. De acuerdo con Zupic y Čater (2015), este comportamiento es característico de campos de investigación maduros, donde un conjunto de publicaciones clave concentra una proporción significativa del impacto académico total.

Etapas recientes de descenso aparente de citas (2022–2024)

A partir de 2022, se observa un descenso progresivo en el número de citas anuales, tendencia que se mantiene hasta el final del período analizado en 2024. Este fenómeno no debe interpretarse como una pérdida de relevancia del campo, sino como un comportamiento común en análisis bibliométricos recientes, explicado principalmente por dos factores estructurales. En primer lugar, los artículos publicados en los años más recientes disponen de menor tiempo para acumular citas, lo cual afecta directamente los indicadores de impacto a corto plazo (time-dependent citation effect). En segundo lugar, el incremento del volumen de publicaciones en el área genera un entorno de alta competencia académica, donde los estudios más recientes aún se encuentran en proceso de evaluación y validación por parte de la comunidad científica. Este patrón ha sido ampliamente documentado en estudios bibliométricos contemporáneos y refuerza la necesidad de interpretar las citas en función del contexto temporal y del ciclo de vida de las publicaciones (Waltman, 2016; Bornmann y Leydesdorff, 2014). En conjunto, la evolución anual de las citas recibidas

permite afirmar que la investigación sobre compostaje como práctica sostenible para la gestión de residuos orgánicos ha transitado por fases claramente diferenciadas de consolidación, expansión y madurez, seguidas de una etapa reciente de descenso aparente atribuible a factores temporales. Este comportamiento confirma no solo el crecimiento cuantitativo del campo, sino también su impacto sostenido y relevancia científica, respaldando la pertinencia de los estudios incluidos en el análisis bibliométrico.

Revistas científicas más influyentes y contribuciones seminales en el estudio del compostaje sostenible

El análisis de las revistas más influyentes en la investigación sobre el compostaje como práctica sostenible para la gestión de residuos orgánicos revela la existencia de un conjunto de fuentes editoriales que concentran tanto la mayor productividad científica como el mayor impacto en términos de citaciones, actuando como pilares en la construcción y difusión del conocimiento en este campo. Este patrón es característico de áreas de investigación consolidadas, donde un núcleo reducido de revistas lidera el desarrollo conceptual y metodológico, mientras que otras fuentes complementan el debate desde enfoques específicos y multidisciplinarios.

Waste Management: liderazgo en volumen e impacto

La revista Waste Management se posiciona como una de las fuentes editoriales más influyentes en el ámbito del compostaje y la gestión de residuos orgánicos, destacando tanto por el número de publicaciones como por su alto nivel de citación acumulada. Su enfoque integral sobre tecnologías de tratamiento de residuos, políticas de gestión y evaluación ambiental la convierte en una referencia central

para investigadores y tomadores de decisiones. Entre los trabajos más influyentes publicados en esta revista, Bernal et al. (2009) realizaron una revisión exhaustiva sobre el compostaje de residuos orgánicos, analizando parámetros operativos, estabilidad del compost y criterios de calidad del producto final. Este estudio estableció lineamientos técnicos ampliamente utilizados en investigaciones posteriores y continúa siendo una referencia clave para la evaluación de procesos de compostaje a escala industrial y municipal. Asimismo, Zhang et al. (2016) evaluaron el desempeño ambiental del compostaje de residuos municipales mediante análisis de ciclo de vida, demostrando que la optimización del proceso puede reducir significativamente las emisiones de gases de efecto invernadero frente a la disposición en vertederos, lo que reforzó el papel del compostaje como estrategia climáticamente favorable.

Bioresource Technology: evidencia cuantitativa y optimización de procesos

Bioresource Technology ocupa una posición destacada como revista altamente influyente, particularmente por su énfasis en estudios experimentales y cuantitativos orientados a la valorización de residuos orgánicos. Su alto impacto se explica por la publicación de investigaciones que aportan evidencia empírica sólida sobre la eficiencia, estabilidad y rendimiento del compostaje bajo distintas condiciones operativas. En esta línea, Awasthi et al. (2015) demostraron que la adición de biochar durante el proceso de compostaje mejora la actividad microbiana, reduce la emisión de amoníaco y acelera la maduración del compost, proporcionando una base experimental para estrategias de mejora del proceso. De forma complementaria, Kumar et al. (2018) evaluaron la co-compostación de residuos alimentarios y agrícolas, evidenciando

mejoras significativas en la calidad del compost y en la recuperación de nutrientes, lo que fortaleció el enfoque del compostaje como herramienta de recuperación de recursos.

Journal of Cleaner Production: compostaje y economía circular

El Journal of Cleaner Production se consolida como una revista clave en la integración del compostaje dentro de los marcos conceptuales de la economía circular y la sostenibilidad. Su influencia radica en la publicación de estudios que trascienden el análisis técnico, incorporando evaluaciones sistémicas, indicadores de sostenibilidad y enfoques de producción y consumo responsables. Un estudio influyente en esta revista es el de Cesaro et al. (2015), quienes analizaron estrategias integradas para la gestión sostenible de residuos orgánicos, destacando el compostaje como una opción central dentro de sistemas circulares de recuperación de materiales. Asimismo, Boldrin et al. (2011) compararon diferentes tecnologías de tratamiento de residuos biodegradables mediante análisis de ciclo de vida, concluyendo que el compostaje presenta ventajas ambientales significativas cuando se implementa bajo condiciones optimizadas y con mercados funcionales para el compost producido.

Resources, Conservation and Recycling: valorización y políticas de gestión

La revista Resources, Conservation and Recycling destaca por su enfoque en la eficiencia en el uso de recursos y la formulación de políticas de gestión de residuos. Su contribución al campo del compostaje se centra en el análisis de estrategias de valorización y en la evaluación del desempeño ambiental y económico de diferentes alternativas de tratamiento. En este contexto, Blengini (2008) realizó un análisis comparativo del compostaje

y otras opciones de tratamiento de residuos orgánicos, demostrando que el compostaje puede generar beneficios netos en términos de conservación de recursos cuando se integra adecuadamente en sistemas de gestión locales. De manera similar, Tonini et al. (2012) evaluaron escenarios de gestión de residuos orgánicos en contextos urbanos, resaltando el papel del compostaje como componente esencial de estrategias de reducción de impactos ambientales.

Diversidad editorial e interdisciplinariedad

Otras revistas, como Waste Management & Research, Environmental Technology y Sustainability, presentan una productividad más moderada, pero desempeñan un papel relevante en la difusión de estudios aplicados, análisis de casos y enfoques interdisciplinarios. Estas fuentes reflejan la expansión del campo hacia dimensiones sociales, económicas y territoriales, evidenciando que el compostaje no es solo una tecnología de tratamiento, sino una práctica integrada en sistemas complejos de gestión sostenible de residuos. En conjunto, el análisis de las revistas más influyentes demuestra que la producción científica sobre compostaje y gestión sostenible de residuos orgánicos se distribuye en revistas especializadas en residuos, biotecnología ambiental, sostenibilidad y economía circular. Esta diversidad editorial refleja la naturaleza multidimensional del campo y confirma que el compostaje se ha consolidado como un eje central en la investigación orientada a la sostenibilidad, la recuperación de recursos y la transición hacia modelos de gestión más circulares.

Análisis de la red de colaboración internacional por países

La red de colaboración internacional por países generada mediante VOSviewer (Figura 2),

En el mapa se observa que el término “compost” constituye el nodo central y de mayor tamaño, lo que indica su alta frecuencia y relevancia dentro del conjunto de publicaciones. Este nodo se encuentra fuertemente conectado con otras palabras clave como soil, organic waste, nutrients y manure, evidenciando que el compostaje es ampliamente estudiado en el contexto de la mejora de la fertilidad del suelo y la gestión de residuos orgánicos. Asimismo, el análisis de agrupamientos (clusters) revela la existencia de diferentes líneas de investigación. En el clúster principal (representado en color azul), predominan términos asociados a la fertilidad del suelo y productividad agrícola, tales como soil fertility, nitrogen, phosphorus y plant growth. Este resultado sugiere que una parte significativa de los estudios se enfoca en evaluar el impacto del compost en la calidad del suelo y el rendimiento de cultivos.

Por otro lado, el clúster identificado en color rojo agrupa palabras relacionadas con los procesos microbiológicos y bioquímicos del compostaje, incluyendo microbial community, bacterial community, enzyme activity y humification. Esto indica un interés creciente en comprender los mecanismos biológicos que intervienen en la descomposición de la materia orgánica. Un tercer grupo (color verde) está vinculado a la gestión sostenible de residuos y economía circular, donde destacan términos como organic waste, recycling, sustainable agriculture y soil quality. Este clúster refleja la integración del compostaje dentro de enfoques más amplios de sostenibilidad y valorización de residuos. Adicionalmente, se identifican nodos relacionados con impactos ambientales, tales como greenhouse gases, methane y life cycle assessment, lo que evidencia que la literatura también aborda el compostaje desde una

perspectiva ambiental, especialmente en términos de mitigación del cambio climático.

Uno de los principales hallazgos de esta revisión es la predominancia de estudios enfocados en residuos sólidos municipales, residuos alimentarios y residuos agrícolas. Esta tendencia es coherente con informes recientes que identifican a la fracción orgánica como el componente mayoritario de los residuos generados a nivel urbano y agroindustrial, así como una de las principales fuentes potenciales de emisiones de gases de efecto invernadero cuando es dispuesta en vertederos (Onwosi et al., 2017; Awasthi et al., 2020; Chen et al., 2023). En este sentido, el compostaje se posiciona como una alternativa eficaz para la valorización de estos residuos, contribuyendo a la mitigación del cambio climático y a la recuperación de recursos. La amplia aplicación del co-compostaje observada en los estudios incluidos resalta la importancia de combinar diferentes flujos de residuos para optimizar el proceso. Investigaciones recientes han demostrado que la mezcla de residuos con diferentes características fisicoquímicas permite mejorar la relación carbono-nitrógeno, regular la humedad y favorecer una mayor estabilidad del proceso biológico (Kumar et al., 2021; Awasthi et al., 2022). Además, el co-compostaje ha mostrado efectos positivos en la calidad del compost final, particularmente en términos de contenido de nutrientes y reducción de compuestos fitotóxicos, lo que amplía su aplicabilidad agrícola (Zhang et al., 2022).

Conclusiones

La presente revisión sistemática permitió sintetizar de manera rigurosa la evidencia cuantitativa disponible sobre el compostaje como práctica sostenible para la gestión de residuos orgánicos, a partir de un amplio corpus de literatura científica seleccionada mediante el

protocolo PRISMA. Los resultados confirman que el compostaje constituye una alternativa técnicamente viable y ambientalmente favorable frente a las prácticas convencionales de disposición final, especialmente cuando se evalúa a través de indicadores cuantificables que permiten medir su desempeño y efectividad. En términos generales, los estudios analizados evidencian que el compostaje es aplicado principalmente al tratamiento de residuos sólidos municipales, residuos alimentarios y residuos agrícolas, lo que refleja tanto la abundancia de estas corrientes de residuos como su alto potencial de valorización. La recurrencia del co-compostaje como estrategia predominante pone de manifiesto la importancia de combinar residuos con diferentes características fisicoquímicas para optimizar las condiciones del proceso, mejorar la estabilidad del material tratado y aumentar la calidad del compost obtenido. Este enfoque ha demostrado ser especialmente relevante para ajustar la relación carbono/nitrógeno, controlar la humedad y favorecer una degradación más eficiente de la materia orgánica.

Asimismo, los métodos de compostaje más reportados corresponden a sistemas de pilas y compostaje estático aireado, los cuales destacan por su simplicidad operativa, bajo requerimiento tecnológico y adaptabilidad a diferentes escalas. Estos resultados refuerzan el potencial del compostaje como una solución accesible tanto en contextos urbanos como rurales, incluyendo aplicaciones descentralizadas y comunitarias. Aunque en menor proporción, el vermicompostaje emerge como una alternativa complementaria, particularmente valorada por la calidad agronómica del producto final. Desde el punto de vista metodológico, la revisión confirma que los indicadores fisicoquímicos, como el pH, la relación C/N, el contenido de materia orgánica

y la concentración de nutrientes, continúan siendo los parámetros más utilizados para evaluar la eficiencia y madurez del compost. No obstante, la incorporación progresiva de indicadores biológicos y ecotoxicológicos en estudios recientes sugiere una evolución hacia evaluaciones más integrales del proceso, orientadas no solo a la eficiencia técnica, sino también a la seguridad y aplicabilidad del compost en sistemas productivos.

A pesar de los avances identificados, esta revisión pone en evidencia importantes limitaciones en la literatura existente. Entre ellas destacan la heterogeneidad de los diseños experimentales, la diversidad de escalas de estudio y la falta de estandarización en los indicadores empleados, lo que dificulta la comparación directa de resultados entre investigaciones. Adicionalmente, se identificó una escasez relativa de estudios a escala real que evalúen el desempeño del compostaje en condiciones operativas complejas, así como una limitada integración de evaluaciones ambientales, económicas y sociales en un mismo marco analítico. En este sentido, futuras investigaciones deberían orientarse hacia el desarrollo de estudios comparables y replicables, con énfasis en evaluaciones a escala de campo y en la adopción de conjuntos de indicadores estandarizados que permitan una valoración integral del compostaje como práctica sostenible. Asimismo, resulta necesario fortalecer la articulación entre la investigación científica y la gestión práctica de residuos, de modo que los resultados obtenidos contribuyan de manera efectiva a la formulación de políticas públicas y a la implementación de sistemas de gestión de residuos más sostenibles.

Referencias Bibliográficas

Albuquerque, J., Bernal, M., & Moral, R. (2018). Compost quality and its agronomic

- use. *Agronomy*, 8(3), 1–15.
<https://doi.org/10.3390/agronomy8030031>
- Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix: an R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959–975.
<https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>
- Awasthi, M., Pandey, A., Khan, J., Bundela, P., Wong, J., & Selvam, A. (2014). Evaluation of thermophilic fungal consortium for organic municipal solid waste composting. *Bioresource Technology*, 168, 214–221.
<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2014.02.044>
- Bernal, M., Albuquerque, J., & Moral, R. (2009). Composting of animal manures and chemical criteria for compost maturity assessment. *Bioresource Technology*, 100(22), 5444–5453.
<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2008.11.027>
- Bidlingmaier, W., & Fuchs, J. (2019). Composting in modern waste management systems. *Waste Management*, 84, 1–5.
<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.11.001>
- Boldrin, A., Christensen, T., Favoino, E., & Haug, R. (2018). Environmental assessment of composting technologies. *Waste Management*, 72, 1–15.
<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.10.014>
- Chen, H., Awasthi, M., Liu, T., Duan, Y., Ren, X., Zhang, Z., & Pandey, A. (2023). Recent advances in composting of organic waste: a review. *Bioresource Technology*, 363, 127820.
<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2022.127820>
- Christensen, T., Damgaard, A., Levis, J., Zhao, Y., Björklund, A., Arena, U., & Boldrin, A. (2020). Waste management and sustainability. *Waste Management*, 103, 1–4.
<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.12.031>
- European Commission. (2020). Circular economy action plan: for a cleaner and more competitive Europe. Publications Office of the European Union.
<https://doi.org/10.2779/05068>
- Haug, R. (2018). The practical handbook of compost engineering. CRC Press.
<https://doi.org/10.1201/9780203736235>
- Hoorweg, D., & Bhada-Tata, P. (2012). What a waste: a global review of solid waste management. World Bank.
<https://doi.org/10.1596/9780821386805>
- Insam, H., & de Bertoldi, M. (2007). Microbiology of the composting process. En L. Diaz et al. (Eds.), *Compost science and technology*. Elsevier.
[https://doi.org/10.1016/S1478-7482\(07\)80006-6](https://doi.org/10.1016/S1478-7482(07)80006-6)
- Kaza, S., Yao, L., Bhada-Tata, P., & Van Woerden, F. (2018). What a waste 2.0: a global snapshot of solid waste management to 2050. World Bank.
<https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1329-0>
- Kitchenham, B. (2004). Procedures for performing systematic reviews (Technical Report TR/SE-0401). Keele University.
<https://doi.org/10.1049/ic:20040277>
- Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy. *Resources, Conservation and Recycling*, 127, 221–232.
<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLoS Medicine*, 6(7), e1000097.
<https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>
- Onwosi, C., Igbokwe, V., Odimba, J., Eke, I., Nwankwoala, M., Iroh, I., & Ezeogu, L. (2017). Composting technology in waste stabilization: on the methods, challenges and future prospects. *Waste Management*, 65, 252–282.
<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.04.006>
- Page, M., McKenzie, J., Bossuyt, P., Boutron, I., Hoffmann, T., Mulrow, C., et al. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews.

- BMJ*, 372, n71.
<https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Price, D. (1963). Little science, big science. Columbia University Press.
<https://doi.org/10.7312/pric91844>
- Tranfield, D., Denyer, D., & Smart, P. (2003). Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge. *British Journal of Management*, 14(3), 207–222. <https://doi.org/10.1111/1467-8551.00375>
- Van Eck, N., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84(2), 523–538. <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>
- Wong, J., Pandey, A., & Awasthi, M. (2019). Composting technologies for organic waste management. *Bioresource Technology*, 284, 1–10.
<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2019.03.044>
- Zhang, L., Sun, X., Tian, Y., & Gong, X. (2022). Effects of composting parameters on compost quality. *Science of the Total Environment*, 806, 150983.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150983>



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 4.0 Internacional. Copyright © Juan Diego Valenzuela Cobos, María Fernanda Garcés Moncayo, Sara Pilar Aucancela Sánchez y Denny William Moreno Castro.

Declaraciones éticas y editoriales del artículo
Contribución de los autores (Taxonomía CRediT) Juan Diego Valenzuela Cobos: Conceptualización de la investigación, diseño metodológico, desarrollo del proceso investigativo, análisis formal de los datos, redacción del borrador original del manuscrito, revisión crítica del contenido científico y supervisión general del estudio. María Fernanda Garcés Moncayo: Curación y organización de los datos, participación en la recolección de información, validación de los resultados obtenidos y elaboración de representaciones gráficas y visualización de los datos. Sara Pilar Aucancela Sánchez: Curación y organización de los datos, participación en la recolección de información, validación de los resultados obtenidos y elaboración de representaciones gráficas y visualización de los datos. Denny William Moreno Castro: Provisión de recursos académicos y materiales para el desarrollo del estudio, apoyo en la administración del proyecto investigativo y revisión editorial del manuscrito antes de su publicación.
Declaración de conflicto de intereses Los autores declaran que no existe conflicto de intereses en relación con la investigación presentada, la autoría del manuscrito ni la publicación del presente artículo.
Declaración de financiamiento La presente investigación no recibió financiamiento específico de agencias públicas, comerciales o de organizaciones sin fines de lucro. En caso de existir financiamiento institucional o externo, este deberá ser declarado explícitamente por los autores en esta sección.
Declaración del editor El editor responsable certifica que el proceso editorial del presente artículo se desarrolló conforme a los principios de integridad científica, transparencia y buenas prácticas editoriales. El manuscrito fue sometido a un proceso de evaluación mediante revisión por pares doble ciego, garantizando la confidencialidad de la identidad de los autores y revisores durante todo el proceso de dictamen académico. Asimismo, el editor declara que el artículo cumple con los criterios científicos, metodológicos y éticos establecidos por la revista.
Declaración de los revisores Los revisores externos que participaron en la evaluación del presente manuscrito declaran haber realizado el proceso de revisión de manera objetiva, independiente y confidencial. Asimismo, manifiestan que no mantienen conflictos de interés con los autores ni con la investigación evaluada, y que sus observaciones y recomendaciones se fundamentan exclusivamente en criterios científicos, metodológicos y académicos.
Declaración ética de la investigación Los autores declaran que la investigación se desarrolló respetando los principios éticos de la investigación científica, garantizando la confidencialidad de los datos y el respeto a los participantes del estudio. En los casos en que la investigación involucre seres humanos, los procedimientos deben ajustarse a los principios éticos establecidos en la Declaración de Helsinki y a las normativas institucionales correspondientes.
Declaración sobre el uso de inteligencia artificial Los autores declaran que el uso de herramientas de inteligencia artificial, en caso de haberse utilizado durante el proceso de investigación o redacción del manuscrito, se realizó únicamente como apoyo técnico para mejorar la claridad del lenguaje o el análisis de información, manteniendo siempre la responsabilidad intelectual sobre el contenido del artículo. Las herramientas de inteligencia artificial no fueron utilizadas como autoras del manuscrito ni sustituyen la responsabilidad académica de los investigadores.
Disponibilidad de datos Los datos que respaldan los resultados de esta investigación estarán disponibles previa solicitud razonable al autor de correspondencia, respetando las normas éticas y de confidencialidad establecidas por la investigación.

