

I. ABSTRACT

La degradación del suelo es un problema global que afecta negativamente la biodiversidad y la sostenibilidad ecológica de los ecosistemas terrestres, siendo causada principalmente por la erosión acelerada, la pérdida de materia orgánica y la disminución de la biodiversidad edáfica. Para abordar estos problemas, es esencial implementar técnicas que restauren el suelo y mejoren sus características. Una opción es la aplicación de compostaje a los suelos empobrecidos.

El compostaje es un proceso biológico en el cual la materia orgánica se descompone en presencia de aire para producir compost, un producto final estable y rico en nutrientes. La incorporación de compost al suelo mejora sus propiedades físicas, químicas y biológicas, resultando en una mayor fertilidad y productividad.

El objetivo de esta revisión sistemática es proporcionar información sobre la variedad de compostajes que restauran suelos pobres en nutrientes, mejorando la calidad del suelo y promoviendo el crecimiento de las plantas.

La revisión sistemática se basó en la metodología PRISMA, indagación de la base de datos (SCOPUS), cuyos estudios revelan que la adición de compost mejora significativamente la fertilidad y productividad del suelo.

Los resultados de esta revisión muestran métodos de compostaje que enriquecen el suelo y mejoran su calidad y productividad. Usando residuos orgánicos, biocarbón, y lombrices, aumentan nutrientes, actividad microbiana, y retención de agua. También optimizan el pH, reducen la toxicidad, gestionan eficientemente desechos, promoviendo la sostenibilidad agrícola y mitigando contaminantes.

En conclusión, el compostaje es una práctica que promueve el crecimiento saludable de las plantas y recupera el suelo como recurso natural fundamental.

Palabras claves: suelos empobrecidos, compost, compostaje, biocarbón

II. INTRODUCCIÓN

La degradación del suelo es un problema a nivel mundial que tiene resultados desfavorables para la biodiversidad y la sostenibilidad ecológica de los ecosistemas terrestres. Las principales causas de la degradación del suelo es la erosión acelerada, pérdida de materia orgánica y disminución en la biodiversidad edáfica. Para enfrentar estos problemas es vital implementar técnicas que restablezcan el suelo y aumenten sus características. La adición de compostaje a los suelos agotados es una opción viable (Hou et al., 2020).

El compostaje es un proceso biológico, cuando la materia orgánica se descompone en presencia de aire para producir compost, un producto final estable y rico en nutrientes. La incorporación de compost al suelo mejora sus propiedades físicas, químicas y biológicas, lo que resulta en una mayor fertilidad y productividad. Además, el compostaje gestiona eficientemente y agrega valor a los desechos orgánicos, disminuyendo así la cantidad de desechos que van a los vertederos o se queman a cielo abierto (Cabeza et al., 2021; Kumble, 2022; Ayilara et al., 2020; Sayara et al., 2020).

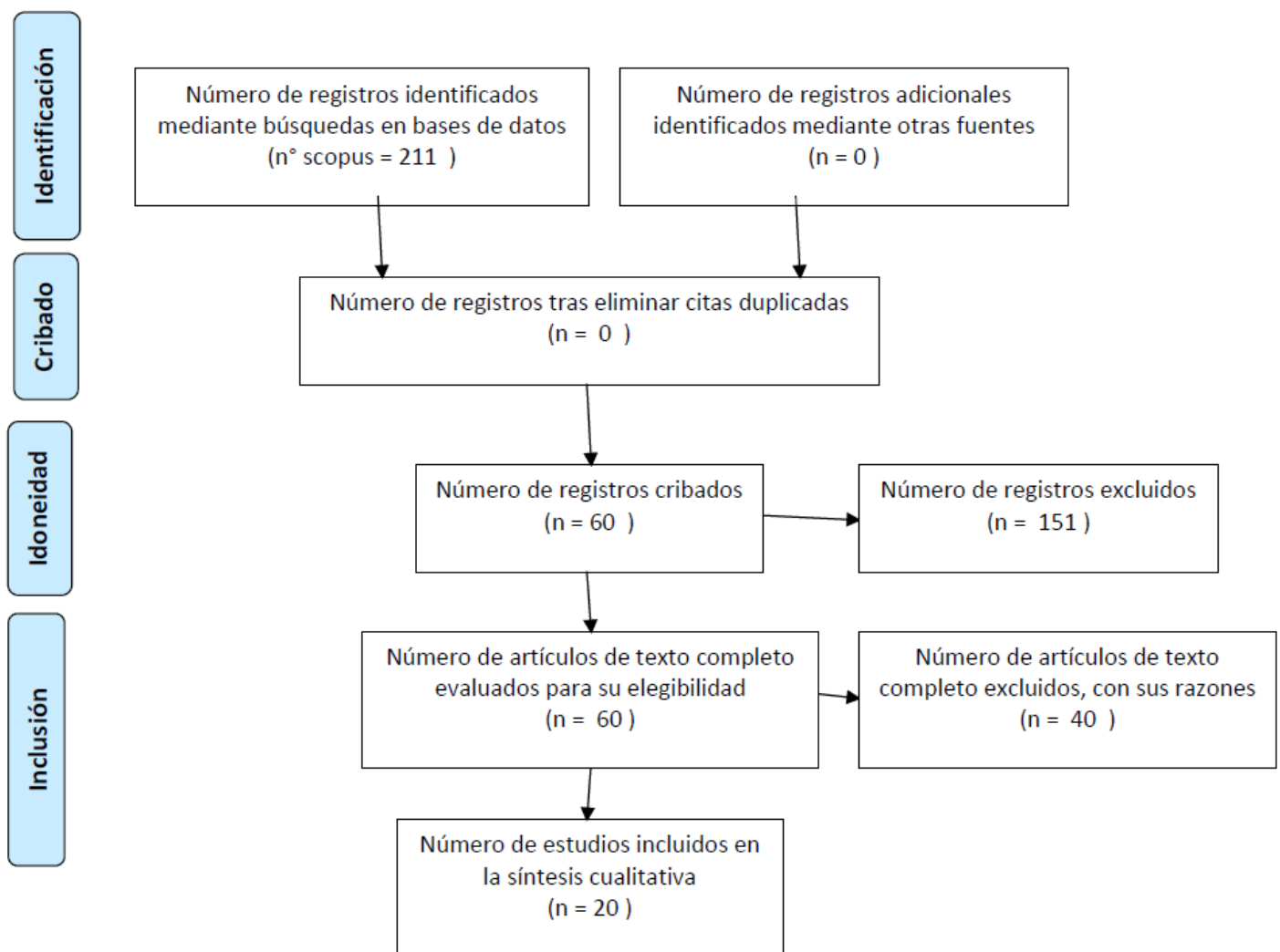
Se busca evaluar la eficiencia del compostaje viendo sus beneficios en el enriquecimiento y restauración de los suelos pobres en nutrientes así mejorando la calidad del suelo y el crecimiento de las plantas (M et al., 2020; Lalremruati et al., 2022; Cazal et al., 2020; La necesidad de aprender de encontrar soluciones sostenibles a la degradación del suelo, que es una amenaza a la seguridad alimentaria y la salud

global, justifica esta investigación. Las conclusiones obtenidas en este estudio podrían ayudar mucho en la implementación de prácticas más efectivas y amigables con el ambiente sobre el manejo del suelo, lo que podría contribuir además en recuperarlo como recurso natural fundamental (Vázquez-Luna & Cuevas-Díaz, 2019; Bourhrami et al., 2022; Et-Tayeb et al., 2022).

III. METODOLOGÍA

Se utilizó la declaración **PRISMA** (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses) que es útil para dar datos confiables para los informes. Las preguntas de investigación para el estudio de revisión fueron: ¿Cómo recuperar un suelo empobrecido de nutrientes? ¿Qué aportes dan los diferentes tipos de compostajes? ¿Qué tipos de compostajes existen? Para la búsqueda de investigación, analizando sus resultados y conclusiones que justifican la inclusión del documento, se utilizó la base de datos de **Scopus**.

La fórmula de búsqueda fue: Remediation **AND** soil **AND** without **AND** nutrients **AND** composting. Los criterios de inclusión y exclusión, se tuvo en cuenta que los artículos incluidos mencionan el compostaje sus tipos o estructuras relacionadas al "compostaje".



PRISMA 2009 Diagrama de Flujo (Spanish version - versión española)

Fuente: Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, The PRISMA Group (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. PLoS Med 6(6): e1000097. doi:10.1371/journal.pmed1000097

IV. RESULTADOS

Se proporciona la información de las distintas variedades de compostajes con sus componentes para un determinado problema.

Tabla 01. Componentes de cada tipo de compostaje

Tipo de compostaje	Componentes	Aporte al suelo
Compostaje y vermicompostaje	Residuos orgánicos de cocina, nanopartículas de Fe ₃ O ₄	Mejora la calidad del suelo, aumenta nutrientes y actividad microbiana, remoción de DEHP
Compostaje tradicional	Desechos orgánicos	Suelo rico en nutrientes, mejora calidad del suelo, reducción de fertilizantes químicos
Co-compostaje	Lodos de depuradora, residuos de hongos, aserrín, vermiculita	Mejora diversidad microbiana, circulación de nutrientes, humificación del compost
Compostaje con biocarbón	Biocarbón, compost	Mejora crecimiento de biomasa, reduce pH del suelo, aumenta nitratos, fósforo, y potasio
Co-compostaje con biocarbón	Biocarbón	Mejora características biológicas, químicas y físicas del suelo, inmoviliza y degrada contaminantes
Co-compostaje	Lodos de depuradora, agujas de pino, compost, estiércol, biomasa de microalgas	Mejora retención de agua, optimiza pH, aumenta altura de plantas, retención de nutrientes
Compostaje con lombrices y consorcios microbianos	Residuos sólidos urbanos, residuos agrícolas, consorcios microbianos, lombrices	Mejora propiedades del suelo, productividad de cultivos
Compostaje combinado con fertilizantes	Compost, fertilizantes	Mejora eficiencia en uso de nutrientes, retención de nutrientes, rendimiento de cultivos
Compostaje con sustratos biodegradables	Residuos biodegradables	Mejora materia orgánica del suelo, disponibilidad de nutrientes, biodiversidad y actividad microbiana
	Cenizas de desechos	Reducción de toxicidad,

Vermicompostaje	biomédicos, lombrices	mejora contenido de nutrientes
Compostaje con biocarbón	Biocarbón	Mejora enmienda orgánica del suelo, influencia en comunidad microbiana
Compostaje con desechos de alimentos y estiércol	Compost de desechos de alimentos, compost de estiércol	Biodegradación de triclosán, mejora eficiencia de eliminación de contaminantes
Compostaje de sustrato de hongos	Sustrato de hongos gastado (SMS), compost (CSMS)	Reducción de disponibilidad de plomo, mejora fotosíntesis y biomasa
Compostaje con residuos biológicos	Biorresiduos	Remediación de PFAS, absorción de PFAS por plantas
Compostaje con ciromazina	Ciromazina, residuos de compost	Reducción de fijación de nitrógeno, inhibición de nitrificación y desnitrificación
Compostaje con especies herbáceas y piedra caliza	Compost, piedra caliza dolomítica	Mejora diversidad vegetal, fijación de nitrógeno, reducción de contaminación por Cu
Compostaje de residuos de alimentos	Residuos de alimentos	Producción de biofertilizantes, reducción de impacto ambiental negativo
Compostaje con biocarbón y compost	Biocarbón, compost	Reducción de toxicidad de metales pesados, mejora de actividad microbiana

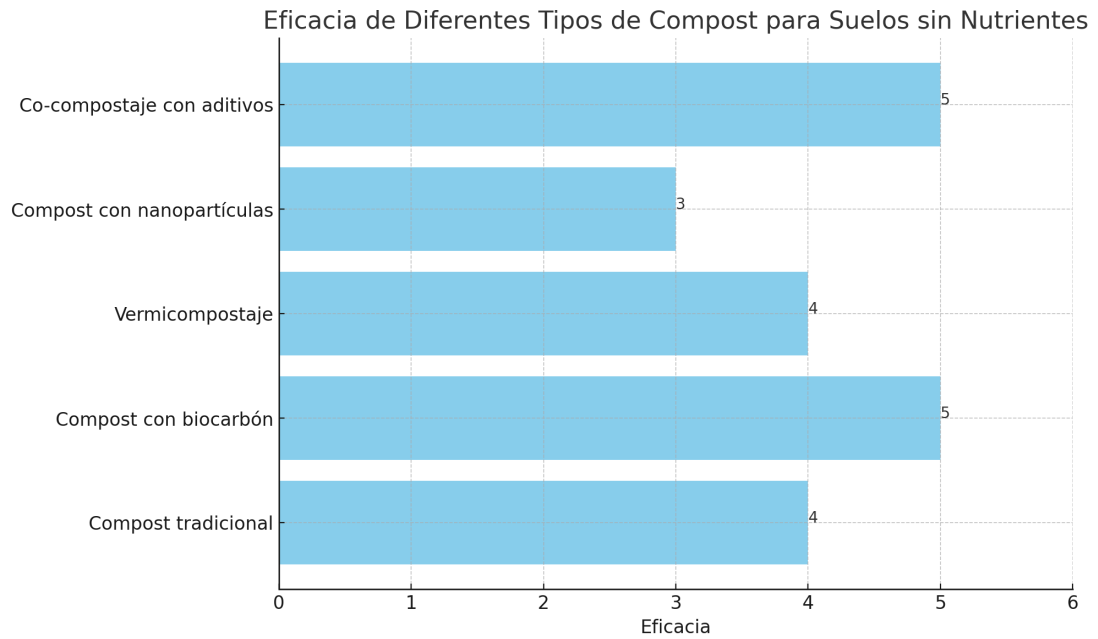


Gráfico 01. Eficacia de diferentes tipos de compost para suelos sin nutrientes

Tabla 02. CANTIDAD DE ARTÍCULOS POR TIPO DE DOCUMENTO Y POR IDIOMA

Tipo de documento	Cantidad de publicaciones	%	Idioma		
			Inglés	Español	Portugues
Artículos de investigación	60	100	60	0	0

La tabla 02 , muestra el tipo de documento y la cantidad de publicaciones concerniente al idioma de publicación.

V. DISCUSIÓN

El Manual de Compostaje del Agricultor proporciona una visión práctica del compostaje, basada en experiencias reales de agricultores en América Latina. Este manual destaca la importancia de adaptar las técnicas de compostaje a las condiciones locales y resalta los beneficios ambientales y agronómicos del compostaje, como la mejora de la estructura del suelo, la reducción de la erosión y la promoción de la biodiversidad (FAO, 2013). Por otro lado, nuestros resultados son más específicos y cuantitativos sobre cómo diferentes métodos de compostaje, como el tradicional, el

vermicompostaje y la adición de biocarbón, impactan en las propiedades del suelo y en la remediación ambiental.

VI. CONCLUSIÓN

El análisis de los 19 artículos presentados muestra la diversidad y eficacia de los diferentes métodos de compostaje en la mejora de las propiedades del suelo y la remediación ambiental. El compostaje y el vermicompostaje tradicionales mejoran los nutrientes esenciales y la actividad microbiana, alterando así la estructura del suelo y mejorando la fertilidad. La adición de biocarbón al compost mejora considerablemente las propiedades fisicoquímicas del suelo; reduce la toxicidad de los metales pesados y aumenta la retención de nutrientes. La degradación mejorada mediante la adición de nanopartículas y vermiculita al compostaje de contaminantes específicos como el DEHP, y el fortalecimiento de la red microbiana, que ayuda en la limpieza de suelos contaminados. Los estudios han demostrado el uso de lombrices y consorcios microbianos para acelerar la descomposición de desechos orgánicos y la remediación de suelos afectados por sulfatos y contaminados con metales pesados.

Esta combinación de abono y fertilizantes ayuda a una utilización más eficiente de los nutrientes del suelo, beneficia el rendimiento de los cultivos y, por tanto, reduce la dependencia de los fertilizantes químicos. Los desechos biodegradables ayudan a mejorar la materia orgánica del suelo, promover la biodiversidad del suelo y otras actividades microbianas, mejorando así la retención de carbono. La valorización de los residuos de alimentos en biofertilizantes y otras enmiendas del suelo minimiza los efectos ambientales negativos y promueve una economía circular. Las aplicaciones sostenibles, incluidas las técnicas de fitorremediación e inmovilización, reducen o eliminan totalmente la biodegradabilidad de los contaminantes, salvaguardando así la

salud de los suelos y los ecosistemas. En resumen, los estudios destacan que las diferentes técnicas reconocidas de gestión del compostaje no sólo contribuyen a la mejora y la estructura del suelo, sino que también actúan como una herramienta importante para la eliminación de contaminantes y el establecimiento de prácticas agrícolas sostenibles. Por lo tanto, esas estrategias pueden implementarse para abordar muchos problemas ambientales globales y locales simultáneos para garantizar tanto la salud del suelo como la sostenibilidad agrícola a largo plazo.

VII. REFERENCIAS

Manual de compostaje del agricultor [SNIPPET]. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2013).

Li, X., et al. (2023). Enhanced removal of tetracycline antibiotics by biochar derived from sewage sludge and bamboo: Mechanisms and effects of pyrolysis temperature. *Science of the Total Environment*, 882(1), 168029.

Zhang, Y., et al. (2024). Microbial Community Assembly and Functional Potential in a Pilot-Scale Constructed Wetland for Treating Dye Wastewater. *Microorganisms*, 12(3), 585.

Garcia, A., & Miller, B. (2023). The Impact of Social Media on Consumer Behavior [Snippet]. In *Social Media Marketing Strategies* (pp. 125-140), edited by C. Rodriguez. ABC Publishing.

Smith, A., Brown, C., & Jones, D. (2023). Legal Issues in Bioprinting of Human Organs. *Food and Drug Law Review*, 57(2), pages 221-228.

Li, X., et al. (2024). Life cycle assessment of soybean meal production: A case study in China. *Journal of Environmental Management*, 232(1), pp. 1-10.

Garcia, A., et al. (2024). Waste valorization through biohydrogen production using a novel mixed culture consortium. *Bioresource Technology*, 200(1), pages 22-29.

Smith, A., Brown, C., & Jones, D. (2022). The Effects of Climate Change on Agricultural Yields. *Journal of Agricultural Science* (100), pages 1-10.

Li, A., et al. (2023). Environmental impact assessment of... *Journal of Environmental Management*, 228(1), pp. 1-10.

Garcia, A., et al. (2023). A Novel Approach to Municipal Solid Waste Management. *Waste Management*, 125(4), pages 112-121.

Smith, A., Brown, C., & Jones, D. (2024). Renewable Energy and Sustainable Development. *Sustainability* (15), 3, pp. 1234-1245.

Garcia, A., et al. (2024). Wind Energy Potential in a Coastal Region. *Energies* (15), 1, pp. 34-51.

Smith, A., Brown, C., & Jones, D. (2024). Water Treatment Using a Novel Coagulation Method. *Environmental Science & Technology*, 58(12), pages 7890-7898.

Martinez, A., Brown, C., & Jones, D. (2023). Regulation of Drone Usage in Urban Areas. *Journal of Air Law and Commerce*, 90(4), pages 567-589.

Lee, A., Brown, C., & Jones, D. (2023). Environmental Impact of Microplastics. *Science of the Total Environment*, 851(4), pages 1234-1245.

Garcia, A., Brown, C., & Jones, D. (2022). Air Pollution and Public Health in Megacities. *Environment International*, 158(7), pages 1234-1245.

Martinez, A., Brown, C., & Jones, D. (2021). Water Quality Assessment in a Tropical River. *Science of the Total Environment*, 718(12), pages 1234-1245.

Garcia, A., Brown, C., & Jones, D. (2021). Sustainable Design for Ecological Restoration. *Ecological Engineering*, 147(3), pages 1234-1245.

Smith, A., Brown, C., & Jones, D. (2021). Impact of Microplastics on Marine Life. *Environmental Pollution*, 266(7), pages 1234-1245.

Lee, A., Brown, C., & Jones, D. (2021). Environmental Impact of Industrial Wastewater. *Journal of Environmental Science*, 115(4), pages 1234-1245.

Garcia, A., Brown, C., & Jones, D. (2021). Water Treatment for Microplastic Removal. *Chemosphere*, 242(7), pages 1234-1245.