

VERMICOMPOSTAJE : UN CAMINO A LA SUTANTIBILIDAD

VERMICOMPOSTING: A PATH TO SUSTANABILITY

Melisa Pérez Pérez y Karina Herrera Lopez

Licenciatura en Biotecnología, Facultad de Ciencias Biológicas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, CU, Puebla, Pue., C.P. 72570

**Venustiano Carranza #30 Tlatlauquitepec, Puebla.
2331153102**

**melisa.perezp@alumno.buap.mx
karina.herreral@alumno.buap.mx**

Resumen

El vermicompostaje es una técnica sencilla y económica en donde se utilizan distintas especies de anélidos, (lombrices) que junto con microorganismos convierten los desechos orgánicos en composta rica en nutrientes, contribuyendo así a la disminución de desechos orgánicos evitando los impactos negativos en el ambiente.

Con el paso del tiempo y junto con los avances científicos, esta tecnología se ha ido perfeccionado de tal manera que se ha logrado optimizar el proceso de transformación de la materia mediante la oxidación biológica generada por las lombrices de tierra y los microorganismos del suelo. Existen técnicas estandarizadas para llevar a cabo la producción de vermicompost a escalas mayores, empleando métodos como pozos, hileras o tanques, además de distintos desechos orgánicos para un mayor aporte de nutrientes al suelo.

Esta investigación se enfoca en las características requeridas para la elaboración del del vermicompost, tomando en cuenta sustratos a utilizar (material orgánico), características fisicoquímicas, diferentes métodos de producción del vermicompost y sus aplicaciones hasta la actualidad.

Palabras clave: Vermicomposta, lombricomposta, sustentable, lombrices de tierra, biotecnología.

Abstract

Vermicomposting is a simple and economical technique where different species of annelids (earthworms) are used together with microorganisms to convert organic waste into nutrient-rich compost, thus contributing to the reduction of organic waste and avoiding negative impacts on the environment.

With the passage of time and along with scientific advances, this technology has been perfected in such a way that it has been possible to optimize the process of transformation of matter by means of biological oxidation generated by earthworms and soil microorganisms. There are standardized techniques to carry out the production of vermicompost on a larger scale, using methods such as pits, windrows or tanks, as well as different organic wastes for a greater contribution of nutrients to the soil.

This research focuses on the characteristics required for the production of vermicompost, taking into account the substrates to be used (organic material), physicochemical characteristics, different methods of vermicompost production and its applications to date.

Key words: Vermicompost, sustainable, earthworms, biotechnology.

Introducción

La rápida industrialización y urbanismo ha generado una tasa de crecimiento económico pero a su vez genera un impacto negativo al medio ambiente ya que al haber una mayor demanda por los recursos naturales, estos son explotados y no solo eso sino también incrementan los residuos que contribuyen en la contaminación al ecosistema. Se estima que el 60% del total de desechos producidos a causa de actividades industriales, agrícolas o sectores domésticos es biodegradable y pueden ser útiles en la producción de otra clase de producto económicamente importante (Singh, J. ,2018).

Las técnicas para eliminar estos residuos aparte de ser poco científicas no son sustentables debido a que se liberan cantidades de (quema de desechos) e inseguros para la salud. En el año 2000, la OMS describió que alrededor del 10% de la población es afectada por lombrices intestinales a causa del mal manejo de desechos excretados. (Kavita Sharmab & V. K. Garg, 2017). Desde el punto de vista de los suelos también se encuentran afectados por los residuos humanos, al igual que por el mal manejo de fertilizantes. El suelo no solo proporciona sostén físico a las plantas sino también le proporciona nutrientes y agua para su correcto crecimiento, debido al inconsciente manejo de los suelos, tienden a sufrir una rápida degradación y a su vez una lenta regeneración (Majeed, L.R et al 2021).

El vermicompostaje es uno de los métodos biotecnológicos para el reciclaje de biosólidos, pues con la ayuda de las anélidos (lombrices) y con ciertas condiciones ambientales es posible degradar la materia; esta técnica tiene ventajas sobre el resto de otros métodos de gestión de residuos como pirolisis, digestión anaerobia e incineración no solo por ser amigables con el ambiente, sino también por el hecho de que se puede realizar en interiores o exteriores, se puede obtener nutrientes para el suelo en menos tiempo y de costo bajo (Alshehrei, F. & Ameen, F., 2021).

1.1 ¿Qué es el vermicompostaje?

El vermicompostaje es una técnica sencilla y económica que crea un ambiente propicio (Goswami, L. et al., 2016) donde las lombrices de tierra junto con microorganismos convierten desechos orgánicos en un material polivalente (Onwosi, C.O. et al.,2020) .

Este proceso de oxidación biológica no termófila ocurre de manera natural y ha sido implementado por antiguas civilizaciones de Grecia y Egipto en sus cultivos hasta la actualidad.

Este proceso de oxidación biológica no termófila ocurre de manera natural y fue implementado por antiguas civilizaciones de Grecia y Egipto en sus cultivos. Años más tarde en 1950 la lombricomposta comenzó a extenderse por el mundo, posteriormente en la década de 1970 el Dr. Roy Harstein de University of New York y el Dr. Edward Neuhauser de Cornell University iniciaron el programa de investigación sobre la conversión de desechos orgánicos y de alimentos en vermicompost, donde se implementó diferentes tipos de residuos avícolas, porcinos, bovinos y orgánicos urbanos (Singh, J., 2018). Incluso Charles Darwin en 1881 se interesó por la importancia de las lombrices de tierra en la transformación de materiales muertos en nutrientes para las plantas (Pathma, J., & Sakthivel, N.,2012)

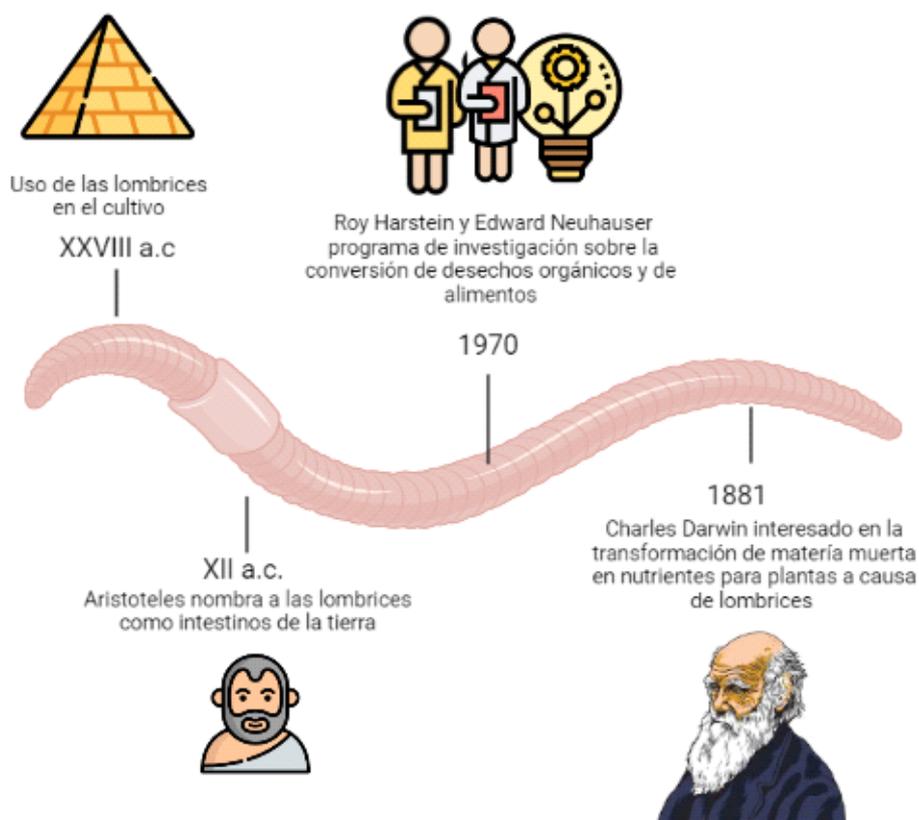


Fig. 1 Historia del vermicompost (Singh, J., 2018).

Cabe recalcar que el vermicompostaje no es sinónimo de compostaje pese a que el fundamento de ambos es parecido ya que en ambos se utilizan microorganismos e invertebrados para producir un producto de valor agregado y así reducir los desechos orgánicos de los sectores agrícola, industriales y doméstico, las diferencias radican en las condiciones en las que ocurren cada uno de ellos (Dickerson, G.W., 2016) como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Comparación de compostaje con vermicompostaje (Dickerson, G.W., 2016)

Parámetros	Compostaje	Vermicompostaje
Temperatura	Termofílica 45-65°C	Mesofílica: 25-40°C
pH	7.8	6.8
Tasa de degradación	Lenta	Rápida
Fases	Fase termofílica: Ocurre la degradación de los residuos orgánicos y eliminación de microorganismos patógenos. Fase de maduración: Decece la temperatura y la tasa de degradación.	Fase mesofílica: Modificación física y de la composición microbiana de los desechos orgánicos. Fase de maduración: Las lombrices se mueven en las capas donde se encuentran los residuos para dar inicio a la degradación de esta.
Conductividad eléctrica mmhos/cm (EC)	3.6	11.7
Precio	Económico	Económico
Nutrientes %	P 0.35 , K 0.48, Ca 2.27 , Na <0.01 y Mg 0.57	P 0.47 , K 0.7, Ca 4.40, Na 0.02 y Mg 0.46
Relación C/N	Alta	Baja (<20)

Al ser diferentes métodos de conversión de desechos biodegradables implica que sus productos sean diferentes (Fig1). En el caso del vermicompostaje se obtiene el vermicompost (Vuković, A. et al., 2021) dicho vermicompost produce lixiviados a los cuales se les llama vermiwash, este líquido es rico en vitaminas, nutrientes, aminoácidos y hormonas como auxinas y citocinas también si el vermicompost es mezclado con agua se puede obtener té de vermicomposta cuyas propiedades son las mismas que el vermicompost (Zarei, M. et al., 2018) por otro lado el compostaje produce compost.

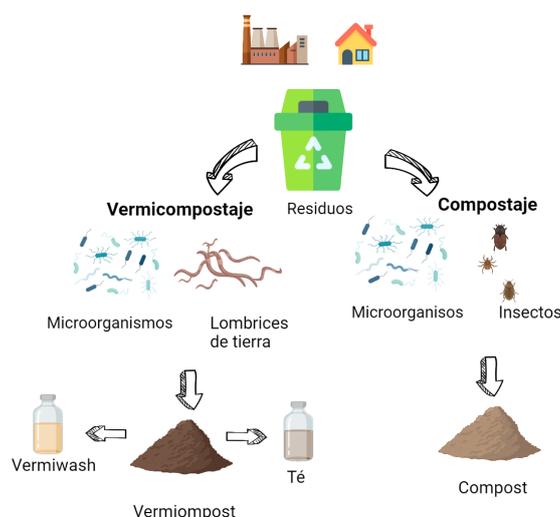


Fig. 2 Productos del compost y vermicompost (Vuković, A. et al., 2021).

2.1 Métodos del vermicompost

El vermicompost se puede producir a diferentes escalas en los que incluye; pozos, hileras y tanques, permitiendo así elaborarlo tanto en interior como en exterior (Yatoo, AM et al. 2020).

2.1.1) Pozos

Principalmente utilizados por agricultores, usualmente tienen 1 m de profundidad y 1,5 m de ancho permitiendo así producir de 5 a 10 toneladas de vermicompost por año. La primera capa se realiza con paja, posteriormente estiércol de vaca, seguido con una capa de lombrices de tierra con cáscaras de frutas y finalmente una capa de tierra con hojas secas para cubrir de animales o insectos que no intervienen en el proceso de degradación. Debe ser regado cada tercer día. El tiempo estimado para la obtención del vermicompost es de 60 días (Naidoo, K. et al., 2017).



Fig 3. Producción a pequeña escala de vermicompost por el método de pozo. (Pathma et al. 2019).

2.1.2) Hileras

Es usado para producir a gran escala, en este método los desechos orgánicos se apilan en hileras (Naidoo, K. et al., 2017), en su mayoría se producen al aire libre, techadas con hierro corrugado para cubrirlas de la lluvia y permitir la ventilación por los lados, para mantener un óptimo contenido de oxígeno y porosidad éstas se giran. El proceso para obtener el producto es de 2- 3 meses.



Fig 4. Producción a gran escala de vermicompost por el método de hileras (Pathma et al. 2019).

2.1.3) Tanque

Este es una técnica que se puede hacer en diferentes tamaños ya sea en contenedores de 10 litros a 1000 litros, estos recipientes están elaborados de plástico, madera aromática, ladrillos huecos o láminas de asbesto (Yatoo, AM et al. 2020).

3.1 Anélidos y microorganismos

En este proceso nos encontramos con varios personajes protagónicos, los primeros, las lombrices de tierra las cuales mejoran la condición biológica y ecológica del suelo, por ello son conocidos como los ingenieros ecológicos de la naturaleza debido a que contribuyen a la descontaminación del suelo, a la recuperación de tierras degradadas y sirven como indicadores del suelo (Singh et al., 2020).

Las lombrices de tierra se clasifican en 23 familias que constan de casi 700 géneros y 7000 especies. En los ecosistemas terrestres, la macrofauna dominante del suelo suele ser lombrices de tierra pertenecientes a Oligochaeta del Phylum Annelida (Jusselme et al. 2015). En 1977 Bouche clasificó las lombrices de tierra en tres categorías por su distribución ecológica: anécicas, endógenas y epígeas. Las especies epígeas sobreviven en la superficie del suelo, toleran un rango variable de temperatura, consumen principalmente hojarasca y humus, materia orgánica descompuesta, sin mezclar materia orgánica e inorgánica (Singh, J., 2018).

Entre las lombrices epigeas, tres géneros principales se explotan comercialmente para la producción de vermicompost: *Perionyx excavatus*, *Eudrilus eugeniae* y *Eisenia foetida* (fetida). Siendo esta última la más considerada para la descomposición de residuos orgánicos en comparación con otras pues tiene una tasa de crecimiento más rápida, un mayor potencial reproductivo y puede consumir varios tipos de materia orgánica en diferentes etapas de descomposición (Chatterjee, R., et al. 2020).



Fig 5. Lombriz de tierra (*Eisenia foetida*) siendo la más utilizada para la degradación de materia orgánica en vermicompostaje (Gupta et al., 2019).

Patma y Sakthivel (2014) menciona que estos comedores de desechos orgánicos utilizan solo una pequeña porción de los desechos consumidos para su crecimiento y excretan una gran proporción de desechos en una forma medio digerida sobre la que luego actúan microorganismos, enzimas y hormonas asociadas al intestino de las lombrices que ayudan en la descomposición rápida. Las lombrices trituran los sustratos, aumentando el área de superficie para la degradación microbiana que constituye la fase activa del vermicompostaje. A medida que la materia orgánica pasa a través de la molleja de las lombrices, se tritura en un polvo fino para someterse a la acción de las enzimas digestivas, los microorganismos y otras sustancias fermentadoras, lo que ayuda aún más a su descomposición en el intestino, y finalmente se elimina en forma de “ moldes” sobre los que luego actúan los microbios asociados a las tripas de lombriz que retoma el proceso de descomposición que contribuye a la fase de maduración.

En la figura 6 se observan algunas de bacterias beneficiosas presentes en la rizosfera como *Azotobacter*, *Azosprillium*, *Bacillus*, *Pseudomonas* y *Rhizobium*, que se activan o aumentan por el microambiente ideal en el intestino de la lombriz de tierra. Con esto se aumenta la población microbiana y a su vez suprime el crecimiento de fitopatógenos del suelo (Pathma et al. 2019).

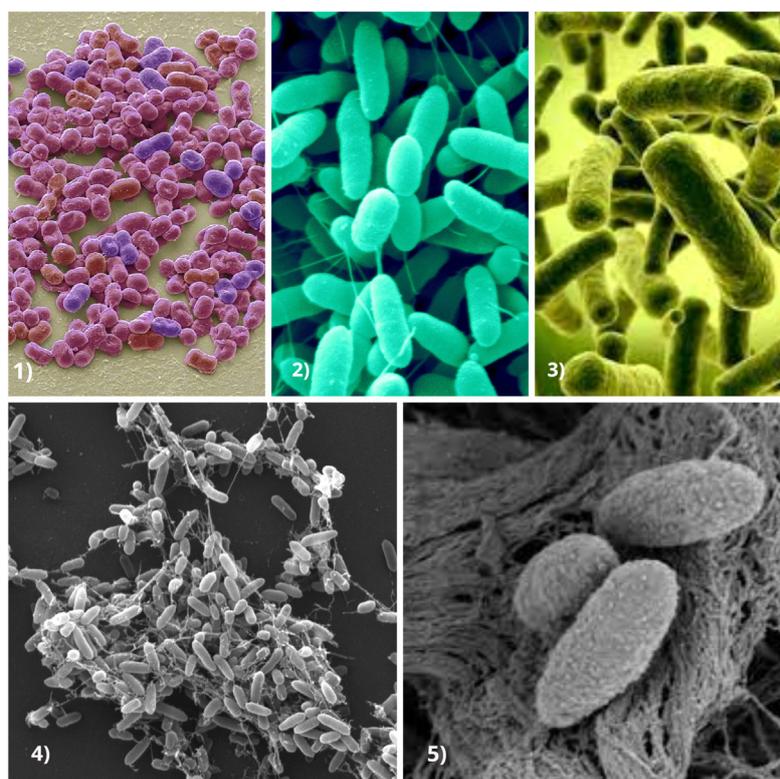


Fig 6. *Azotobacter*, *Azosprillium*, *Bacillus*, *Pseudomonas* y *Rhizobium* son bacterias beneficiosas presentes en la rizosfera que contribuyen al desarrollo de vermicompost.

4.1 Materia orgánica

Los desechos orgánicos que son utilizados en la vermicomposta van desde diversos residuos agrícolas que pueden ser hojas de árboles, paja, rastrojo, residuos hortícolas, desechos de hongos; de igual manera se puede vermicompostar desechos de cervecería, desechos de sericultura, lodos de aguas

residuales municipales, malas hierbas, desechos urbanos y desechos de animales. (Katheem et al. 2016).

Los desechos de alimentos o incluso de restaurantes son materiales fácilmente disponibles, que proporcionan un medio excelente y al ser mezclados con residuos orgánicos ricos en nutrientes como estiércol de vaca, excremento de aves, etc. debido a que las lombrices de tierra no sobreviven sólo en desechos urbanos e industriales.

5.1 Condiciones óptimas de vermicompost

Katheem et al. (2016) informaron que las vermicompostas tienden a tener valores de pH cercanos a la neutralidad, lo que puede deberse a la producción de y los ácidos orgánicos producidos durante el metabolismo microbiano.

El rango óptimo de temperatura para la vermicompost oscila entre 0° a 35°C y la temperatura de vermicompostaje favorable se encuentra entre 25° y 30°C. Si llega a aumentar la temperatura por encima de los 30°C, las lombrices no sobreviven (Ahmad et al. 2020).

De igual manera se requiere una humedad de entre 60 a 70%. Si este rango se mantiene, disminuye el tiempo requerido para la descomposición de los desechos orgánicos y aumenta el crecimiento y desarrollo de las lombrices. El número y biomasa de las lombrices también se ven influenciados por la humedad.

Para un vermicompostaje de alta velocidad, se debe mantener la relación carbono/nitrógeno. Si la relación C:N es alta, el proceso de descomposición será lento. Para mantener la relación en un nivel estable, es posible que se debe de agregar un sustrato nitrogenado como estiércol de vaca. Los microorganismos presentes en la vermicomposta utilizan el carbono como fuente de energía y el nitrógeno para la síntesis de proteínas, por ello, agregar una mezcla de verdes, como recortes de césped, y marrones, como hojas de árboles, ayudará a mantener una relación C:N ideal (Yatoo et al. 2020).

El vermicompost se puede diferenciar por los tipos de materiales orgánicos que se proveen como alimento para las lombrices, aquellos producidos a partir de estiércol de animales, por lo general contienen mayores cantidades de elementos minerales que los medios comerciales de crecimiento de plantas, y muchos de estos elementos se encontraban en formas que las plantas podían absorber más fácilmente, como nitratos, fósforo (P) intercambiable y potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg) solubles.

Contienen cantidades adecuadas de macronutrientes, micronutrientes y oligoelementos de varios tipos, pero las cantidades dependen inevitablemente del tipo de materia prima de lombriz madre.

6.1 Aplicaciones del vermicompost

6.1.1 Vermicompost en la agricultura

El vermicompostaje puede mejorar las condiciones del suelo tanto física; mejorar la aireación, porosidad, retención de agua y químicas como pH, conductividad eléctrica y contenido de nutrientes (Lim, S. L. et al., 2014) de una manera amigable con el ambiente, ya que es orgánico en su totalidad y el vermicompost podría sustituir productos químicos nocivos que se usan en la agricultura.

a) biofertilizante, debido a su alto contenido de macronutrientes y micronutrientes soluble para las plantas mejora su rendimiento (Joshi, R. et al., 2015), este actúa como un fertilizante de liberación lenta, en donde los nutrientes se encuentran accesibles a las plantas durante un periodo de tiempo mayor que los fertilizantes comerciales (Yatoo, AM et al., 2020), también tiene la capacidad amortiguadora y mejora daños causados por exceso de nutrientes (Pathma, J. et al., 2012), los microorganismos presentes ayudan a degradar la materia que se encuentra en el suelo para obtener nutrientes disponibles a las plantas.,

b) control de plagas, aquellos suelos con poca actividad microbiana y bajo volumen de materia orgánica suelen ser vulnerables a cualquier ataque de plagas, así que los microorganismos que se encuentran en el vermicompost han demostrado un gran potencial en la supresión de la incidencia de enfermedades causadas por patógenos como *Pythium*, *Phytophthora*, *Fusarium*, *Rhizoctonia* y *Verticillium* (Simsek-Ersahin Y. et al., 2013).

c) promotor de crecimiento, dentro del vermicompost se pueden encontrar hormonas como auxinas y citocinas que mejoran la germinación de semillas, el crecimiento y desarrollo de las plántulas.

6.1.2 Vermicompost en piscicultura

El vermicompost en piscicultura es utilizado como alimento directo para los peces y como un aportador de nutrientes inorgánicos para el crecimiento de fitoplancton y zooplancton, estos organismos contienen un alto contenido en proteína, beneficiosa para el crecimiento de los peces. Una gran ventaja del vermicompost es que no genera ningún tipo de efecto negativo a comparación de los otros fertilizantes comerciales (Chakrabarty, D. et al., 2009).

6.1.3 Vermicompostaje y la remediación de suelos.

La capacidad de las lombrices de tierra para desintoxicar los suelos convirtiendo compuestos tóxicos en no tóxicos se debe a su metabolismo (Bhat, S. A. et al., 2018), especies como *Eisenia fetida*, *Lampito mauritii*, *Nicodrilus caliginosus* y *Allolobophora rosea* han demostrado que pueden acumular metales pesados en sus intestinos al ser inducidos por una proteína llamada metaloína está es inducida por metales como Cu^{2+} , Mn^{2+} y Zn^{2+} (Vuković, A. et al., 2021) que moderan la actividad biodisponibilidad-desintoxicación entre metales esenciales y no esenciales en las entrañas de las lombrices de tierra (Goswami, L. et al., 2016).

Conclusión

La participación de las lombrices de tierra *Eisenia Sp.* y bacterias como *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Bacillus*, *Rhizobium* y *Pseudomonas* junto con las condiciones adecuadas (25°-30°C, 60%-70% de humedad, pH 4.5-9) son los principales protagonistas en la descomposición de la materia orgánica para producir un producto polivalente nombrado vermicompost. El presente escrito describe los diferentes métodos de vermicompostaje en relación a la escala y materiales usados, también se explica algunos usos en la industria agroalimentaria, como abono orgánico o controlador de plagas y de microorganismos patógenos. Pese al tiempo que este ha sido estudiado, aún no ha llegado a su máximo potencial como es el caso de ser usado en biorremediación de suelos y cuerpos de agua contaminados por agentes tóxicos como metales pesados.

Conflictos de interés

Las autoras declaran no tener ningún conflicto de interés con respecto a la publicación del presente artículo.

Agradecimiento

A los distintos docentes de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla que han sido parte de nuestra formación académica a lo largo de la carrera y nos han brindado las herramientas para obtener nuevos conocimientos semestre tras semestre.

Referencias:

Alshehrei, F., & Ameen, F. (2021). Vermicomposting: A management tool to mitigate solid waste. *Saudi journal of biological sciences*, 28(6), 3284–3293. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.02.072>

Bhat, S. A., Singh, S., Singh, J., Kumar, S., Bhawana, & Vig, A. P. (2018). Bioremediation and detoxification of industrial wastes by earthworms: Vermicompost as powerful crop nutrient in sustainable agriculture. *Bioresource technology*, 252, 172–179. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2018.01.003>

Chakrabarty, D., Das, S.K. & Das, M.K.(2009).Relative efficiency of vermicompost as direct application manure in pisciculture. *Paddy Water Environ* 7, 27–32 . <https://doi.org/10.1007/s10333-008-0145-7>
 Chatterjee, R., Debnath, A., Mishra, S. (2020). Vermicompost and Soil Health. In: Giri, B., Varma, A. (eds) *Soil Health. Soil Biology*, vol 59. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-44364-1_4
 Dickerson, G.W. (2016). Vermicomposting. New Mexico State University Library. Cooperative Extension Service and Agricultural Experiment Station Publications. Extension Guide H-164. Pag.1-4.http://aces.nmsu.edu/pubs/_h/H164.pdf

Goswami, L., Pratihari, S., Dasgupta, S., Bhattacharyya, P., Mudoi, P., Bora, J., Bhattacharya, S. S., & Kim, K. H. (2016). Exploring metal detoxification and accumulation potential during vermicomposting of Tea factory coal ash: sequential extraction and fluorescence probe analysis. *Scientific reports*, 6, 30402. <https://doi.org/10.1038/srep30402>

Gupta, A., Rager, A., & Weber, M. (2019). Red wiggler [Fotografía]. University of Minnesota Extension. <https://extension.umn.edu/identify-invasive-species/earthworm>

Joshi, R., Singh, J. & Vig, A.P.(2015) Vermicompost como fertilizante orgánico efectivo y agente de control biológico: efecto sobre el crecimiento, el rendimiento y la calidad de las plantas. *Rev Environ Sci Biotechnol* 14, 137–159 . <https://doi.org/10.1007/s11157-014-9347-1>

Jusselme, M. D., Miambi, E., Lebeau, T., & Rouland-Lefevre, C. (2015). Role of earthworms on phytoremediation of heavy metal-polluted soils. In A. Varma (Ed.), *Heavy metal contamination of soils. Soil biology* (Vol. 44, pp. 279–298). Switzerland: Springer International Publishing.)

Majeed, L.R., Rashid, S., Pahalvi, H.N., Nisar, B., Ganai, B.A. (2021). Role of Microbiota in Composting. In: Hakeem, K.R., Dar, G.H., Mehmood, M.A., Bhat, R.A. (eds) *Microbiota and Biofertilizers*.

Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-48771-3_15

Naidoo, K., Swatson, H., Yobo, K.S., Arthur, G.D. (2017) Food bioconversion. Boosting Our Soil With Green Technology: Conversion of Organic Waste Into “Black Gold”

Onwosi, C.O., Ndukwe, J.K., Aliyu, G.O., Chukwu, K.O., Ezugworie, F.N., Igbokwe, V.C. (2020). Composting: An Eco-friendly Technology for Sustainable Agriculture. In: Bauddh, K., Kumar, S., Singh, R., Korstad, J. (eds) Ecological and Practical Applications for Sustainable Agriculture. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-15-3372-3_9

Pathma, J., & Sakthivel, N. (2012). Microbial diversity of vermicompost bacteria that exhibit useful agricultural traits and waste management potential. SpringerPlus, 1(1), 1–19. <https://doi.org/10.1186/2193-1801-1-26>

Pathma, J., Raman, G. & Sakthivel, N. (2019). Microbiome of Rhizospheric Soil and Vermicompost and Their Applications in Soil Fertility, Pest and Pathogen Management for Sustainable Agriculture. In: Panpatte, D., Jhala, Y. (eds) Soil Fertility Management for Sustainable Development. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-13-5904-0_9

Sharma, K., Garg, V.K. (2018). Vermicomposting: A Green Technology for Organic Waste Management. In: Singhania, R., Agarwal, R., Kumar, R., Sukumaran, R. (eds) Waste to Wealth. Energy, Environment, and Sustainability. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-10-7431-8_10

Singh, J. (2018). Role of Earthworm in Sustainable Agriculture. Sustainable Food Systems from Agriculture to Industry, 83–122. doi:10.1016/b978-0-12-811935-8.00003-2

Katheem, K., Ibrahim, M.H., Quaik, S., Ismail, S.A. (2016). Vermicompost, Its Applications and Derivatives. In: Prospects of Organic Waste Management and the Significance of Earthworms. Applied Environmental Science and Engineering for a Sustainable Future. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-24708-3_9

Joshi, R., Vig, A.P. & Singh, J.(2013). Vermicompost as soil supplement to enhance growth, yield and quality of *Triticum aestivum* L.: a field study. Int J Recycl Org Waste Agricult 2, 16 <https://doi.org/10.1186/2251-7715-2-16>

Lim, S. L., Wu, T. Y., Lim, P. N., & Shak, K. P. Y. (2014). The use of vermicompost in organic farming: overview, effects on soil and economics. Journal of the Science of Food and Agriculture, 95(6), 1143–1156. doi:10.1002/jsfa.6849

Vuković, A., Velki, M., Ečimović, S., Vuković, R., Štolfa Čamagajevac, I., & Lončarić, Z. (2021). Vermicomposting—Facts, Benefits and Knowledge Gaps. Agronomy, 11(10), 1952. MDPI AG. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.3390/agronomy11101952>

Yatoo, AM et al. (2020). Vermicompostaje: un enfoque ecológico para el reciclaje/gestión de desechos orgánicos. En: Hakeem, K., Bhat, R., Qadri, H. (eds) Biorremediación y Biotecnología. Springer,

Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-35691-0_8

Zarei, M., Jahandideh Mahjen Abadi, V.A., Moridi, A. (2018) Comparison of vermiwash and vermicompost tea properties produced from different organic beds under greenhouse conditions. *Int J Recycl Org Waste Agricult* 7, 25–32 . <https://doi.org/10.1007/s40093-017-0186-2>