

Subproductos agrícolas (cáscara de yuca y arroz) para compost como alternativa de valoración económica

Agricultural by-products (cassava and rice husks) for compost as an economic valuation alternative

José Calderón ¹, Elvis Mero ² & Franklin Barreiro ³

¹ Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, campus politécnico El Limón, Calceta, Ecuador

² Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López

Recibido 30 agosto 2022, aceptado 10 noviembre 2022, en línea 10 de diciembre 2022.

Resumen

El objetivo de esta investigación fue analizar el uso de subproductos agrícolas (cáscara de yuca y cascarilla de arroz) para compost como alternativa de valoración económica. La metodología aplicada contempló un diseño completamente al azar bifactorial para determinar los efectos de los dos factores de investigación (proporciones de subproductos y sistemas de compostaje) en seis tratamientos; las variables físicas analizadas fueron: temperatura, pH y conductividad eléctrica (CE). Los resultados, revelaron que los tratamientos 5 y 6, mostraron mayor temperatura en las fases iniciales del compostaje; no obstante, al alcanzar la maduración la temperatura descendió hasta 21 °C. El pH, fue muy similar en todos los tratamientos con un rango de 5 a 9. Se observó una distribución heterogénea de la CE en la fase final del compostaje, con valores desde 5,65 dS/m (T_6) a 0,38 dS/m (T_2). En conclusión, los subproductos analizados presentan un gran potencial como materia prima para compost.

Palabras clave: compostaje, valoración económica, subproductos.

Abstract

The objective of this research was to analyze the use of agricultural by-products (cassava and rice husks) for compost as an alternative for economic valuation. The applied methodology contemplated a completely randomized bifactorial design to determine the effects of the two research factors (proportions of by-products and composting systems) in six treatments; the physical variables analyzed were: temperature, pH and electrical conductivity (EC). The results revealed that treatments 5 and 6 showed higher temperatures in the initial phases of composting; however, upon reaching maturation, the temperature dropped to 21 °C. The pH showed a very similar pattern in all treatments with a range from 5 to 9. A heterogeneous distribution of EC was observed in the final phase of composting; with values from 5.65 dS/m (T_6) to 0.38 dS/m (T_2). The by-products analyzed have great potential as raw material for compost.

Keywords: composting, economic valuation, by-products

Introducción

La generación de residuos orgánicos está aumentando a nivel mundial y se deben desarrollar y optimizar estrategias para su impacto ambiental y costo (Rashwan *et al.*, 2021). Ante tal problemática, las tecnologías de conversión altamente eficientes, económicas y respetuosas con el medio ambiente se vislumbran como la solución más acertada; en tal sentido, el compostaje tiene una alta capacidad para transformar diversos desechos orgánicos en un

producto valioso para fines agrícolas, como medio de crecimiento hortícola para mejorar la estructura del suelo aumentando su contenido de materia orgánica y su fertilidad (Sánchez, 2022; Peralta *et al.*, 2019).

El compostaje es un proceso dinámico de rápidas reacciones sucesivas que involucran la descomposición de la materia orgánica en condiciones aeróbicas o anaeróbicas y los efectos del compost sobre la calidad del suelo y, en consecuencia, sobre la productividad de los cultivos están determinados por las

* Correspondencia del autor:

E-mail: jose.calderon@espam.edu.ec



Esta obra está bajo una licencia de creative commons: atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0. Los autores mantienen los derechos sobre los artículos y por tanto son libres de compartir, copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra.

propiedades del compost aplicado, las cuales varían mucho según la materia prima y los procedimientos de compostaje (Mengistu *et al.*, 2018; Karanja *et al.*, 2019). Existe una amplia variedad de productos que pueden considerarse aptos como materia prima para el compost, de los cuales, es de destacar los residuos orgánicos o subproductos por el volumen que representan (Peralta *et al.*, 2019).

Los subproductos de origen vegetal, incluidos la cascarilla de arroz y la cáscara de yuca, constituyen una cantidad de residuos significativa a nivel nacional. Y es que, según el Sistema de Información Pública Agropecuaria (2021), en Manabí la producción de arroz es de 41.075 t, en el caso de la yuca, se producen 140.005 t con un rendimiento de 8,12 t/ha; los desechos de ambos cultivos son quemados sobre el suelo y desechados en vertederos de agua en las localidades de San Pablo de Tarugo y Rocafuerte sin aprovecharse en la cadena de valor agregado, minimizando la posibilidad de su utilización como materia prima en la producción de compost. Por tanto, el objetivo de esta investigación fue analizar el uso de cáscara de yuca y cascarilla de arroz como subproductos agrícolas para compost como alternativa de valoración económica.

Materiales y Métodos

Mediante un diseño completamente al azar (DCA), bifactorial, se analizaron los efectos de los dos factores de investigación: i) proporciones de subproductos y, ii) sistemas de compostaje, en seis tratamientos (tabla 1) con tres repeticiones, obteniéndose 18 unidades experimentales: cada una de las cuales estuvo conformada por 45 kg de compost, para cumplir criterios establecidos por la Román *et al.* (2013), el detalle de los sistemas se muestra en la figura 1.

Referente a las variables físicas, se realizaron mediciones diarias de los parámetros detallados en la tabla 2.

Para obtener un proceso de descomposición homogéneo y mantener una temperatura uniforme en el sistema de pilas, se efectuó un volteo manual una

Tabla 1. Detalle de los tratamientos aplicados.

Tratamiento	Factor A		Factor B
	Cascarilla de arroz (%)	Cáscara de yuca (%)	Sistema
T ₁	75	25	Pila
T ₂	75	25	Tanque
T ₃	50	50	Pila
T ₄	50	50	Tanque
T ₅	25	75	Pila
T ₆	25	75	Tanque

Tabla 2. Variables físicas medidas.

Parámetro	Unidad	Método
Temperatura	°C	Termómetro en suelo
pH	-	Potenciométrico
Conductividad eléctrica (CE)	dS/m	Conductímetro

vez a la semana por un período de tres meses; en el sistema de tanques, se llenaron los recipientes con los subproductos y se dejó reposar durante tres meses (Román *et al.*, 2013).

Resultados

La temperatura de todos los tratamientos presentó una fluctuación acorde al proceso de fermentación aerobio en las fases de compost: mesofílica, termofílica, enfriamiento y maduración (Vargas *et al.*, 2019). Los tratamientos 5 y 6, presentaron valores más elevados en las tres primeras fases, llegando a un máximo de 54,43°C en T6; aunque los tratamientos 1, 2, 3 y 4 presentaron menores temperaturas en las fases antes mencionadas, al alcanzar la maduración todos mostraron un descenso de temperatura en un rango de 21 a 26°C (fig. 2). Es de indicar que, la diferencia de temperatura presentó más influencia por el factor A que por el factor B; lo cual es atribuible a la naturaleza de los subproductos bajo análisis, la cascarilla de arroz presenta menor humedad disminuyendo el metabolismo de los microorganismos y con ello la temperatura; en contrapartida, el nivel de temperatura en los tratamientos con mayor proporción de cáscara de yuca (T5 y T6) fue mayor debido a la humedad que contiene este subproducto favoreciendo la proliferación y metabolismo de los microorganismos.

Resultados similares se obtuvieron al analizar la

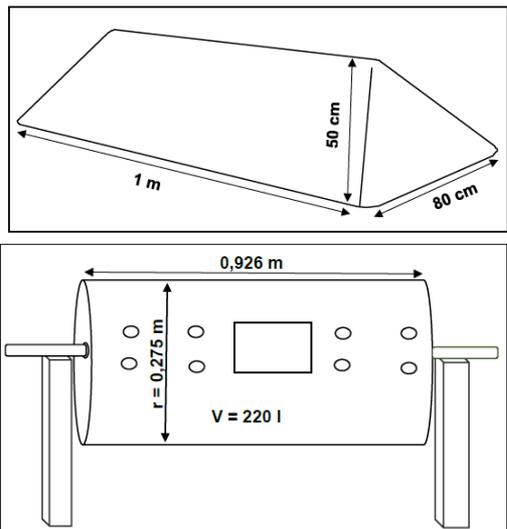


Figura 1. Detalle de los sistemas empleados a) pila y b) tanque.

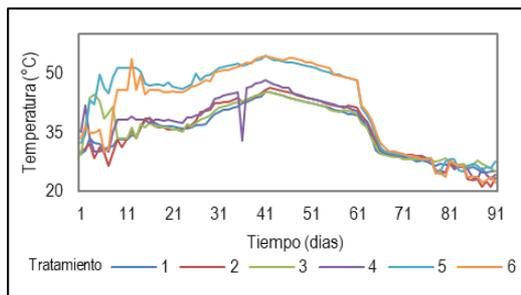


Figura 2. Variación de la temperatura en cada uno de los tratamientos.

variación de temperatura (de 50 a 20°C en 91 días) en un compost a base de gallinaza y microorganismos benéficos (Álvarez *et al.*, 2019). Por otra parte, la temperatura en un compost a base de subproductos de caña de azúcar presentó un máximo de 55°C, que fue vinculado a la descomposición aeróbica de la mezcla y en la maduración llegó a los 30°C marcando el equilibrio de la actividad biológica con la reserva de nutrientes disponibles en la mezcla (López *et al.*, 2017).

En lo referente al pH, se evidencia un patrón muy similar en todos los tratamientos con un rango de 5 a 9 (fig. 3). Tanto el valor más alto (8,97) como el más bajo (5,05) se obtuvieron en T₅. Durante la última semana, fase de maduración, la fluctuación del pH se mantuvo entre 7,02 y 8,97, siendo un rango considerado como indicador de una adecuada descomposición de los residuos orgánicos en el compost (Márquez, 2018).

De manera semejante, López *et al.* (2017) obtuvieron un pH con tendencia a la alcalinización, indicando que este parámetro es afectado por la pérdida de ácidos orgánicos y la generación de amoníaco, originadas por la descomposición de las proteínas. Existen criterios compartidos con Campos *et al.* (2016), quienes acotan que el pH influye directamente en el proceso de compostaje, al marcar la dinámica de los procesos microbiológicos, donde las reacciones anaeróbicas liberan ácidos orgánicos que provocan su reducción.

El comportamiento de la conductividad eléctrica (CE)

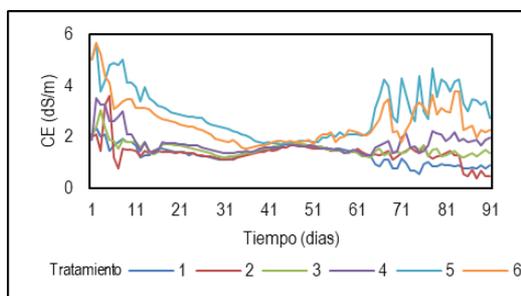


Figura 4. CE medida durante el proceso de compostaje de los tratamientos aplicados.

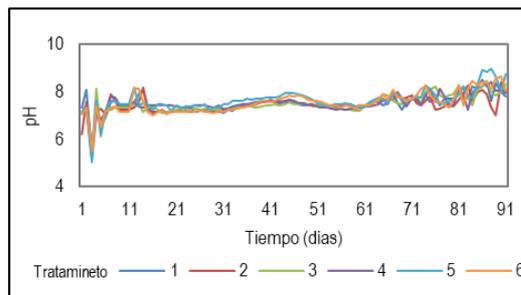


Figura 3. Fluctuación del pH de cada tratamiento aplicado.

muestra una distribución heterogénea en la fase final del compostaje. El valor más elevado (5,65 dS/m) fue para T₆ durante la primera semana, mientras que, T₂ denotó el nivel más bajo de CE (0,38 dS/m) en la fase de maduración (fig. 4).

La CE es directamente proporcional a la concentración de sales, dada su función conductora de corriente eléctrica (Barbaro *et al.*, 2019). La variabilidad de la CE se asocia a fenómenos de lixiviación del material compostado, es decir, a la disolución de sales, cuyo incremento es influenciado por el riego de las pilas y los tanques de compostaje (Pereira, 2017).

Rashwan *et al.* (2021), obtuvieron un rango de CE de 2,67 a 4,53 dS/m, atribuyendo el aumento de la CE a la pérdida neta de peso y liberación de sales solubles a través de la actividad de descomposición y degradación de la materia orgánica durante el proceso de compostaje. El compost con una alta concentración de sal puede ser una buena fuente de nutrientes cuando se aplica en dosis bajas, no obstante, una CE aceptable para el compost usado en situaciones de campo depende de la CE del suelo antes de la aplicación, la tasa de aplicación del compost, la profundidad del compost en la incorporación (labranza), la textura del suelo y el manejo del agua de riego (Pereira, 2017; Karanja *et al.*, 2019).

De este modo, el compost obtenido en cada uno de los tratamientos mostró características apropiadas; por lo que resulta pertinente que los subproductos estudiados alcancen un valor monetario para usarse como materia prima en la elaboración de compost. Sin embargo, resulta muy complejo realizar un análisis económico total de la materia prima que se utilice debido a la cantidad de variables a considerar: tipo de compostaje, residuos empleados, nutrientes del compost, volumen de producción, entre otros; de ahí que, las valoraciones económicas del compostaje se limiten a casos específicos en lugares y condiciones puntuales; aunque las aproximaciones realizadas son positivas (Jara, 2016).

La investigación sobre la estimación monetaria del compost, sobre todo en países en vías de desarrollo, se muestra descuidada; no obstante, se ha indicado que el componente principal para la estimación de la

demanda real de compost es su uso en la agricultura, el cual considera calendarios de cultivos, asignaciones de tierras agrícolas y tasas de aplicación de compost para cada cultivo; de este modo, la demanda de compost podría presentar una fluctuación estacional considerable en función de los cultivos sembrados en cada estación del año y en los diferentes períodos de cosecha (Cherki, y Kitawaki, 2022).

En adición, también se ha considerado que el precio de mercado de un material orgánico utilizado en la agricultura depende de su valor potencial de fertilización, es decir, su contenido de NPK. En este caso, podría calcularse el valor del compost en base al contenido de N, P₂O₅ y K₂O de los materiales orgánicos utilizados como materia prima para su elaboración (Thuriès et al., 2019).

Conclusión

Los subproductos de cascarilla de arroz y cáscara de yuca, presentan un gran potencial para ser aprovechados como materia prima en la elaboración de compost, pues las variables físicas monitoreadas (temperatura, pH y CE) durante el proceso de compostaje mostraron un rango favorable en los seis tratamientos aplicados. La variación del porcentaje de subproductos, según cada tratamiento, provocó diferentes curvas de temperatura; el pH, mostró un rango de 5 a 9, con valores similares para todos los tratamientos; por último, se observó una distribución heterogénea de la CE en la fase final del compostaje, con un valor máximo de 5,65 dS/m (T6) durante la primera semana, y un valor mínimo de 0,38 dS/m (T2) en la fase de maduración. Para realizar investigaciones futuras, es importante considerar los aspectos enmarcados en cuanto a la valoración económica del compost, lo cual contribuirá a implementar estrategias de mercado que permitan conocer su valor monetario y por ende la utilidad neta de los subproductos que se usen como materia prima en su elaboración.

Recomendaciones

- Evaluar la calidad del compost obtenido a partir de subproductos agrícolas como cascarilla de arroz y cáscara de yuca.
- Efectuar la valoración económica del compost obtenido a partir de subproductos agrícolas.
- Difundir el potencial de la cascarilla de arroz y la cáscara de yuca para la elaboración de compost.

Referencias

Álvarez, M., Largo, A., Iglesias, S., y Castillo, J. 2019. Calidad de compost obtenido a partir de estiércol de gallina, con aplicación de microorganismos benéficos. *Scientia Agropecuaria* 10(3): 353-361. <http://www.scielo.org.pe/pdf/agro/v10n3/a05v10n3.pdf>

Barbaro, L., Karlanian, M., Rizzo, P., y Riera, N. 2019.

Caracterización de diferentes compost para su uso como componente de sustratos. *Chilean J. Agric. Anim. Sci., ex Agro-Ciencia*, 35(2):126-136. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/chjaasc/v35n2/0719-3890-chjaasc-00309.pdf>

Campos, R., Brenes, L., y Jiménez, M. 2016. Evaluación técnica de dos métodos de compostaje para el tratamiento de residuos sólidos biodegradables domiciliarios y su uso en huertas caseras. *Revista Tecnología en Marcha, Encuentro de Investigación y Extensión*: 25-32. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5761473.pdf>

Cherki, M., y Kitawaki, H. 2022. Development of a model for the evaluation of compost supply-demand dynamics: theory and case study in an area of Rabat region, Morocco. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 24: 712-724. <https://doi.org/10.1007/s10163-022-01356-2>

Jara, L. 2016. *Oportunidades de valoración mediante compostaje de los residuos orgánicos de origen urbano y afines en Ecuador: propuesta de gestión para la provincia de Chimborazo*. Universidad Miguel Hernández de Elche, España. <http://dspace.umh.es/bitstream/11000/2770/1/TD%20Jara%20Samaniego%2C%20Lourdes%20Janneth.pdf> Consulta Junio 2022.

Karanja, A., Njeru, E. y Maingi, J. 2019. Assessment of physicochemical changes during composting rice straw with chicken and donkey manure. *Int. J. Recycl. Org. Waste Agriculture*, 8: 65-72. <https://doi.org/10.1007/s40093-019-0270-x>

López, E., Andrade, A., Herrera, M., Gonzalez, O., y García, A. 2017. Propiedades de un compost obtenido a partir de residuos de la producción de azúcar de caña. *Centro Agrícola*, 44(3): 49-55. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852017000300007&lng=es&ytng=es

Márquez, N. 2018. *A review of the literature on the occurrence and survival of pathogens of animals and humans in green compost*, Editor Oxon, Reino Unido. http://www.gwmc.ca/pdf_files/Literature%20Review%20-%20Human%20and%20Animal%20Pathogens%20in%20Compost.pdf Consulta Junio 2022.

Mengistu, T., Gebrekidan, H., Kibret, K. Woldetsadik, K., Shimelis, B., y Yadav, H. 2018. Comparative effectiveness of different composting methods on the stabilization, maturation and sanitization of municipal organic solid wastes and dried faecal sludge mixtures. *Environ. Syst. Res.*, 6(5). <https://doi.org/10.1186/s40068-017-0079-4>

Peralta, N., Bernardo de Freitas, G., Watthier, M., y Silva, R. 2019. Compost, bokashi y microorganismos eficientes: sus beneficios en cultivos sucesivos de brócolis. *Idesia (Arica)*, 37(2): 59-66. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292019000200059>

Pereira, M. 2017. *Conductividad Eléctrica en las enmiendas orgánicas (compost): Importancia, efecto y recomendaciones*. FOSAC, Perú. <https://www.fosacperu.com/conductividad-electrica-en-las-enmiendas-organicas-compost-importancia-efecto-y-recomendaciones/> Consulta Enero 2022.

Rashwan, M., Fahad, N., Abdel, H., Blanqueza, R., y Mansour, N. 2021. Maturity and stability assessment of composted tomato residues and chicken manure using a rotary drum bioreactor. *Journal of the Air and Waste Management Association*. DOI: 10.1080/10962247.2020.1859416

Román, P., Martínez, M., y Pantoja, A. 2013. Manual de compostaje del agricultor. Experiencias en América Latina, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Chile. <https://www.fao.org/3/i3388s/I3388s.pdf> Consulta Junio 2022.

Sánchez, A. 2022 Decentralized Composting of Food Waste: A Perspective on Scientific Knowledge. *Front. Chem. Eng.* 4:850308.doi: 10.3389/fceng.2022.850308

Sistema de Información Pública Agropecuaria. 2021. Cifras agroproductivas. SIPA, Ecuador. <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/cifras-agroproductivas>. Consulta Junio

2022.

Thuriès, L., Garry, F., Sotamenou, J. Oliver, R., Parrot, L., Simon, S., Montange, D., y Fernandes, P. 2019. Cash for trash: an agro-economic value assessment of urban organic materials used as fertilizers in Cameroon. *Agronomy for Sustainable Development*, 39(52). <https://doi.org/10.1007/s13593-019-0598-7>

Vargas O., Trujillo, J., y Torres, M. 2019. El compostaje, una alternativa para el aprovechamiento de residuos orgánicos en las centrales de abastecimiento. *Orinoquia* 23(2):123-129. <http://www.scielo.org.co/pdf/rori/v23n2/0121-3709-rori-23-02-123.pdf>