

Technical evaluation for the production of compost based on waste from palm oil extraction

Evaluación técnica para la elaboración de compost a base de residuos de la extracción de aceite de palma

Autores:

Nieto-Chilán, Víctor Alcides
UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ
Estudiante de la Maestría en Agropecuaria Mención Agrícola
Jipijapa - Ecuador



victor.nieto@unesum.edu.ec



<https://orcid.org/0009-0006-5343-0823>

Pincay-Menéndez, Joffre Daniel
UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ
Ing. Agropecuario, Mg. en Agronomía
Docente Tutor de la Maestría en Agropecuaria Mención Agrícola
Jipijapa - Ecuador



joffre.pincay@unesum.edu.ec



<https://orcid.org/0009-0004-1917-1894>

Fechas de recepción: 03-FEB-2026 aceptación: 19-FEB-2026 publicación: 31-MAR-2026



<https://orcid.org/0000-0002-8695-5005>

<http://mqrinvestigador.com/>



Resumen

La industria de extracción de aceite de palma en el cantón San Lorenzo, Esmeraldas, Ecuador, genera grandes volúmenes de residuos lignocelulósicos, principalmente racimos vacíos (raquis) y fibra. La inadecuada gestión de estos subproductos, como su aplicación directa en el campo sin tratamiento, provoca problemas ambientales y la inmovilización de nutrientes, afectando la actividad biológica del suelo. El objetivo de este estudio fue realizar una evaluación técnica para la producción de compost a partir de estos residuos, utilizando la planta acuática *Spirodela polyrhiza* como bio-activador para acelerar el proceso de descomposición y generar un compost de alta calidad agronómica, que cumple con las normativas técnicas ecuatorianas, ofreciendo una solución sostenible para la gestión de los residuos de la palma de aceite.

Se establecieron dos tratamientos en pilas de compostaje, una utilizando raquis almacenado semi descompuesto y otra pila usando raquis y fibra fresca durante 90 días, con la adición de *Spirodela polyrhiza* y dependiendo de la humedad de cada material se aplicó efluente de las lagunas de remediación. Todos los tratamientos alcanzaron exitosamente la fase termófila ($>55^{\circ}\text{C}$), asegurando la higienización del producto, y lograron una estabilización de la C:N. La duración de procesos es de diez semanas en donde se consiguió por una tonelada procesada 0,6 tonelada de compost.

Según los resultados del análisis de laboratorio las muestras del compost obtenido a base de desechos semi descompuesto y el compost a base de desechos fresco no difieren en la composición nutricional.

Palabras clave:

Compostaje; *Spirodela polyrhiza*; raquis; palma aceitera.

Abstract

The palm oil extraction industry in San Lorenzo, Esmeraldas, Ecuador, generates large volumes of lignocellulosic residues, mainly empty fruit bunches (rachis) and fiber. Inadequate management of these by-products, such as their direct application to the field without treatment, causes environmental problems and nutrient immobilization, affecting soil biological activity. The objective of this study was to carry out a technical evaluation for the production of compost from these residues, using the aquatic plant *Spirodela polyrhiza* as a bio-activator to accelerate the decomposition process and generate compost of high agronomic quality that complies with Ecuadorian technical regulations, offering a sustainable solution for palm oil residue management.

Two treatments were established in composting piles: one using stored semi-decomposed rachis and another pile using fresh rachis and fiber for 90 days, with the addition of *Spirodela polyrhiza* and, depending on the moisture content of each material, effluent from remediation lagoons was applied. All treatments successfully reached the thermophilic phase ($>55^{\circ}\text{C}$), ensuring product sanitization, and achieved stabilization of the C:N ratio. The process duration was ten weeks, during which 0.6 tons of compost were obtained per ton of material processed.

According to laboratory analysis results, compost samples produced from semi-decomposed residues and compost produced from fresh residues did not differ in nutritional composition.

Keywords:

Composting; *Spirodela polyrhiza*; rachis; oil palm.

Introducción

La producción de aceite de palma se ha consolidado como una de las principales actividades agrícolas en el cantón San Lorenzo, Esmeraldas, donde se cultivan aproximadamente 116,430 hectáreas de palma aceitera, según Censo palmero 2017. Esta actividad no solo es crucial para la economía local, sino que también enfrenta desafíos significativos relacionados con la gestión de los subproductos generados durante el proceso de extracción (Asociación Nacional de Cultivadores de Palma Aceitera “ANCUPA”, 2018).

Según datos de Energy Palma (2021), se manejan en promedio 11,911.47 toneladas de racimos de fruta fresca al mes, de las cuales se generan aproximadamente 1,992.43 toneladas de racimos vacíos o raquis y fibra, además de 7,861 m³ de efluentes; aproximadamente el 55% de raquis más fibra son aplicados al campo sin descomponer y el 45% son acumuladas en áreas cercanas de cada lote que en algunos casos pasan varios años sin utilizarlos.

Investigaciones realizadas en Colombia sobre el compostaje de subproductos de la palma de aceite enfatizan la importancia de inocular microorganismos lignolíticos y celulolíticos autóctonos, es decir, originarios del agroecosistema palmero, debido a que las condiciones locales pueden influir significativamente en su actividad enzimática. Asimismo, se resalta la necesidad de realizar balances de masa para determinar con precisión las entradas y salidas de materia orgánica en el proceso de compostaje a escala industrial (Galindo y Romero, 2012).

Según Aini *et al* (2021), las plantaciones de palma aceitera en Indonesia generan una enorme cantidad de residuos, siendo los racimos vacíos de fruta (RV) uno de los más abundantes. Estos residuos, compuestos principalmente por celulosa, hemicelulosa y lignina, contienen nutrientes esenciales para las plantas. A pesar de su potencial como fertilizante orgánico, el RV suele ser desechado o quemado, lo que genera problemas ambientales. El compostaje, acelerado mediante la inoculación de bioactivadores, se presenta como una alternativa sostenible para valorizar estos residuos, transformándolos en un abono de alta calidad que mejora las propiedades físicas y químicas del suelo.

La acumulación de estos subproductos, que a menudo se aplican al campo sin un tratamiento adecuado, puede resultar en problemas económicos y ambientales, como la inmovilización de nutrientes en el suelo y la proliferación de microorganismos perjudiciales para los cultivos (Segura *et al*, 2000); si bien es cierto que aumenta el contenido de materia orgánica en la capa superficial del suelo, pero este incremento no se traduce en un aumento significativo de la actividad biológica del suelo (Sakiah *et al*, 2020).

La producción de aceite de palma, ha generado un creciente debate sobre su impacto ambiental. En busca de soluciones más sostenibles, evaluaron la potencialidad del compostaje para transformar los residuos de esta industria en un recurso valioso. Los resultados indican que el compostaje de una mezcla de racimos vacíos de fruta y efluente de la planta de aceite de palma con una relación 1:1.5 puede contribuir a la gestión sostenible de estos residuos, y una alta recuperación de nutrientes como fósforo, potasio y magnesio (Baron *et al.*, 2019)

El compostaje de subproductos vegetales de la palma aceitera es una alternativa para mitigar el impacto ambiental a que permite obtener un abono orgánico rico en nutrientes. Este abono puede sustituir parcialmente los fertilizantes químicos, mejorando la salud del suelo y la rentabilidad de los cultivos (Anaya y Molina, 2018).

Con lo planteado, es fundamental el desarrollo de un estudio técnico en la elaboración de compost a partir de los residuos de la extracción de aceite de la fruta fresca de palma.

Material y métodos

El presente trabajo se realizó en la provincia de Esmeraldas cantón San Lorenzo parroquia Carondelet vía San Lorenzo - Ibarra Km 27 en la Empresa Energy & Palma, sus operaciones se desarrollan del cultivo y explotación de palma de aceite que cuenta con la infraestructura y licencia ambiental para desarrollar 10.000 Ha de palma, con su respectivo módulo de procesamiento agroindustrial (Emis).

La investigación tiene un enfoque descriptivo-experimental que buscó detallar características de un fenómeno sin alterar o manipular las variables, limitándose únicamente a la observación de lo que ocurre, obteniendo datos numéricos convirtiéndola de tipo cuantitativa; el proceso experimental en su primera parte necesita la evaluación descriptiva que se utiliza para trazar el plan de trabajo a seguir en la investigación. (Mejía, 2020).

Se planteo realizar el ensayo en dos pilas, una utilizando raquis almacenado semi descompuesto y otra pila usando raquis y fibra fresca, para identificar el tiempo de descomposición y las proporciones de los materiales a utilizar; a las dos pilas se le colocó lenteja de agua dulce (*Spirodela polyrhiza*) como fuente de nitrógeno y dependiendo de la humedad de cada material se aplicó efluente de las lagunas de remediación.

Se determinó los insumos y materiales a utilizar en el proceso de compostaje en las diferentes etapas que son: fase mesófila, esta empezó desde el inicio del riego de los efluentes a la cama del raquis y fibra; la fase termófila, que duro siete semanas y finalmente se llegó a la fase de maduración que duro dos semanas donde se estabilizó la temperatura del compost (Corzo y Juracán, 2020).

Según Supriatna et al (2022), para obtener un compost de calidad en las primeras etapas del compostaje, los microbios mesófilos consumen rápidamente el oxígeno y los nutrientes fácilmente disponibles, lo que eleva la temperatura y el pH de la pila. Posteriormente, los termófilos dominan el proceso, manteniendo temperaturas elevadas (hasta 60°C) y acelerando la descomposición. Durante la fase de maduración, la temperatura se estabiliza alrededor de 40°C, mientras los microbios continúan su actividad. A través de procesos metabólicos aeróbicos, los microbios descomponen la materia orgánica en compuestos más simples como amonio, monóxido de carbono y vapor de agua, liberando energía en forma de calor. Conforme avanza el compostaje, se produce una reducción significativa en el volumen y la masa del material orgánico, lo que puede llegar a ser del 30 al 50% del peso inicial.

Procedimiento para la elaboración de compost a partir de desechos de la extracción de aceite de palma

El proceso de compostaje que se realizó se describe en el siguiente diagrama de procesos de la figura 1.

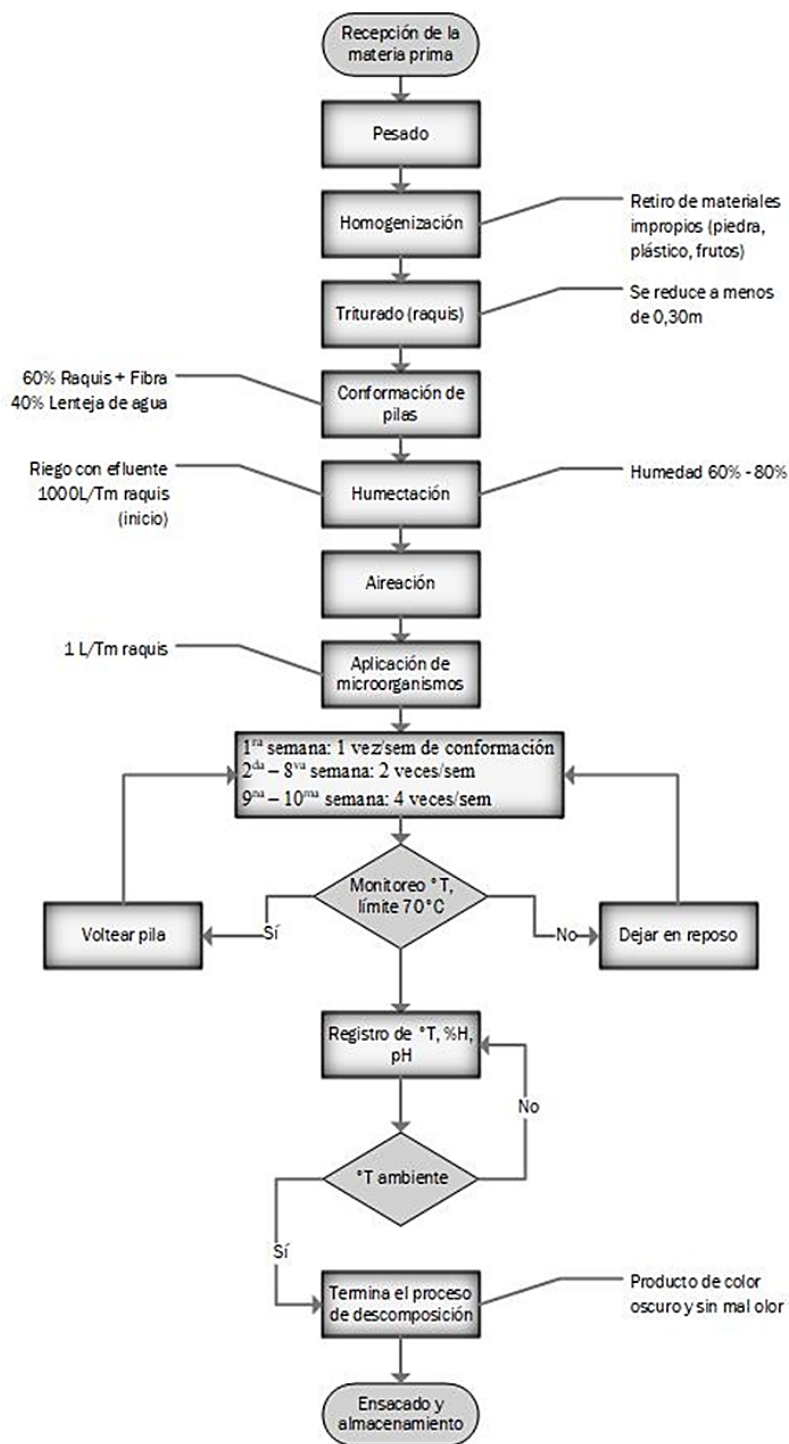


Figura 1

Diagrama de procesos para la elaboración de compost

a. Recepción de la materia prima

El proceso inició con la recepción de los desechos procedentes del proceso de extracción de aceite de palma, los materiales seleccionados son en este caso el raquis y la fibra (fibra del mesocarpio proveniente del fruto de la palma) y la especie acuática lenteja de agua (*Spirodela polyrhiza*) que se recolectó de las lagunas de fitorremediación y se dejó durante 24 horas para disminuir la humedad. El raquis más la fibra fresca fueron pesados y ubicados en el área de almacenamiento, se retiró todo material impropio como piedras, palos y restos de materiales duros.

b. Homogenización y trituración

Se debe homogenizar el tamaño de las partículas picando los materiales reduciéndolo a menos de 30 cm, esto con el objeto de facilitar el intercambio de oxígeno al interior de la pila e incrementar la superficie de contacto con los microorganismos. Si las partículas son muy grandes, se disminuye la superficie de contacto y si son muy pequeñas se compacta los materiales impidiendo un adecuado intercambio de aire (EMPROTEC, s.f.). Para el ensayo se realizó el picado manualmente, pero para grandes volúmenes se debe implementar una trituradora de materia orgánica.

c. Conformación de pilas

Los materiales triturados se ubicaron en pilas (montón de material biodegradable) de 1,50 m de ancho, 2,00 m de largo y 1,00 m de alto, se dejó un espacio pertinente entre las pilas para realizar los volteos y para no mezclar los materiales de cada pila, la conformación de las pilas se hizo en capas de 0,20 m, en proporción de 60% de raquis más fibra y 40% de lenteja de agua.

d. Humectación

Este proceso permitió acondicionar la masa a compostar, humectando con el efluente hasta un 60% para aumentar la masa microbiana y acelerar la descomposición. La humedad ideal del sustrato es entre 60 a 80%, humedades inferiores al 55% y superiores al 85% causan la muerte de los microorganismos (Torres et al., 2004). La tasa de aplicación ideal de efluentes respecto al raquis es 3:1 (3.000 L por cada Tm de raquis), pero esto puede variar por las condiciones climáticas (Galindo y Romero, 2012).

e. Aireación

Se realizaron volteos para mejorar la aireación de los materiales, en la primera semana se realizó un solo volteo, de la semana dos a la ocho se realizó dos veces por semana y en la semana nueve y diez se hizo tres veces por semana.

La temperatura en cada fase del proceso fue diferente, siendo en la fase mesófila en la primera semana de 35-40 °C, en la fase termófila fue de 45-70°C hasta la semana ocho y en la fase de maduración en la semana nueve y diez alcanza la temperatura ambiental 32°C (Galindo y Romero, 2012). Cuando se incrementó el límite de temperatura se procedió a realizar volteos y si no se dejó en reposo. Durante el proceso se realizaron monitoreos de temperatura, humedad y pH.

f. Aplicación de microorganismos

Trascurridas ocho semanas se procedió a la aplicación de microorganismos eficientes, que según Galindo y Romero (2012) “es importante tomar en cuenta que no hay productos microbiológicos específicos para compostar raquis, por lo que mencionan que es aconsejable utilizar microorganismos que provengan del agroecosistema de la palma de aceite”.

Según recomendación de EMPROTEC (2019) “por cada tonelada de desechos, se utilizan 2 litros de EM diluidos en 18 litros de agua y si durante el proceso presente putrefacción, se debe aplicar 1 litro de EM diluido en 10 litros de agua”.

g. Ensacado y almacenamiento

A las diez semanas de conformación de las pilas y a una temperatura ambiente de 32 °C del producto, los materiales estaban correctamente compostados. El material se tamizó para homogenizar y partes de materiales gruesos regresaron a las pilas, este producto no presentó mal olor y obtuvo una coloración oscura.

Una vez finalizado el proceso de compostaje se empacó en sacos de polipropileno con un peso de 35Kg, se almacenó y se aplicará en la plantación.

Identificación del costo-beneficio del proceso de obtención del compost.

Se estableció el costo-beneficio en la elaboración del compostaje a base de los desechos de la palma de aceite de la empresa Energy & Palma, considerando los costos de materiales e insumos para la elaboración del compost, mano de obra, costos y gastos indirectos, de esta forma se conocerá la tasa interna de retorno (TIR) para la empresa, con el fin de generar un ingreso adicional a la actividad principal.

Resultados

Los resultados entre las dos muestras no difieren en el aporte nutricional de los macroelementos primarios y secundarios con el mismo proceso alternativo comercial para la elaboración de compost con residuos (semi-descompuesto y frescos) de palma aceitera.

En los resultados el compost tendrá un aporte significativo de potasio con 2730 ppm, en calcio 2668 ppm, magnesio 1262 ppm, los demás parámetros como nitrógeno fósforo, y azufre poseen pocas cuantificaciones como aporte nutricional, con desecho semi-descompuesto

En cuanto al utilizar desechos frescos las cuantificaciones son variables potasio con 3295.50 ppm, calcio 2636 ppm, magnesio 1231.20 ppm y parámetros como nitrógeno fósforo, y azufre ostentan poco aporte nutricional (Figura 2).

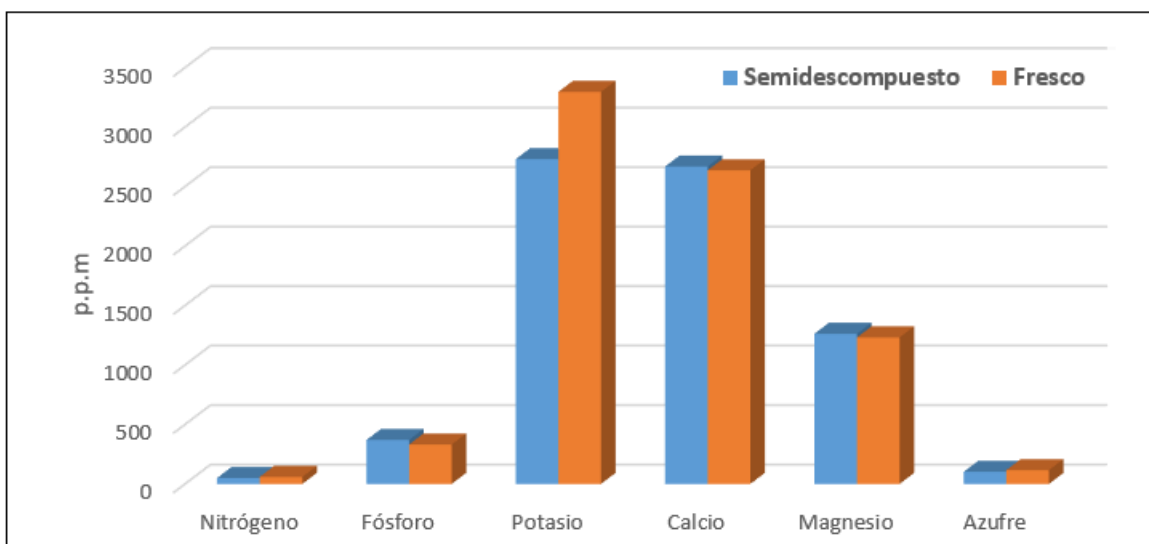


Figura 2

Cuantificaciones de los macroelementos primarios y secundarios

En la figura 3, se observa el aporte nutricional de los microelementos con el mismo proceso alternativo comercial para la elaboración de compost con residuos (semi-descompuesto y frescos) de palma aceitera.

En cuanto a estos parámetros esenciales (microelementos) como resultado el compost posee un aporte considerable con el hierro llegando a 117.38 ppm, no obstante parámetros como zinc con 6.40 ppm, cobre con 2.19 ppm, manganeso con 21.59 ppm y boro con 10.76 ostentan aportes menos considerables como aporte nutricional, con desecho semi-descompuesto

Al utilizar desechos frescos los valores nutricionales del compost son variables en donde el hierro posee 85.58 ppm, zinc con 4.76 ppm, cobre con 2.76 ppm, manganeso con 32.75 ppm y boro con 5.16 como contribución nutricional para cualquier cultivo.

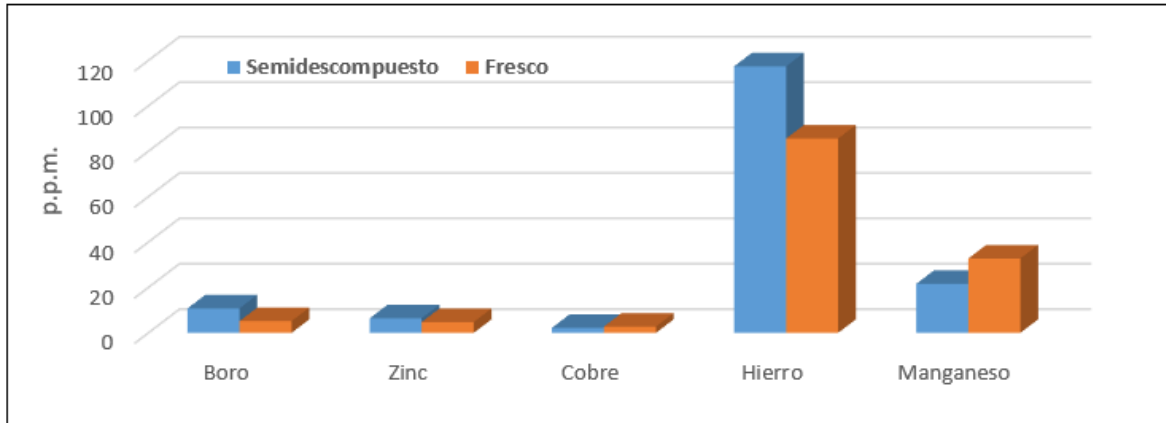


Figura 3
Cuantificaciones de los microelementos

En la figura 4, exhibe parámetros complementarios en la elaboración de procesos alternativo comercial del compost con residuos (semi-descompuesto y frescos) de palma aceitera. El pH está en 6.53 siendo prácticamente neutro, la CE 5.51 mS/m y la materia orgánica con valor representativo como 59.22% con desecho semi-descompuesto. Con desechos frescos el pH está en 7.10 siendo neutro, la CE 6.10 mS/m y la materia orgánica con cuantía de importancia agrícola de 61.90%.

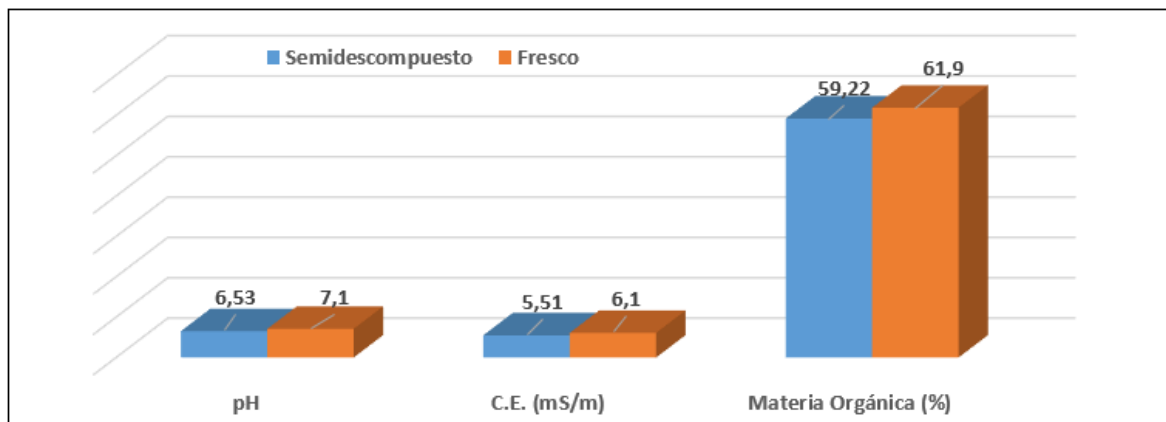


Figura 4
Cuantificaciones de parámetros complementarios

En la figura 5, presenta temperaturas en el proceso u obtención del compost con residuos (semi-descompuesto y frescos) de palma aceitera. La dinámica de la temperatura es evidente entre 36,78°C en la semana 9 a 64,00°C en la semana 3 siendo la más alta con desecho fresco.

Con desechos semidescompuesto fluctúan entre 31,75°C en la semana 1 a 49,17°C en la semana 4

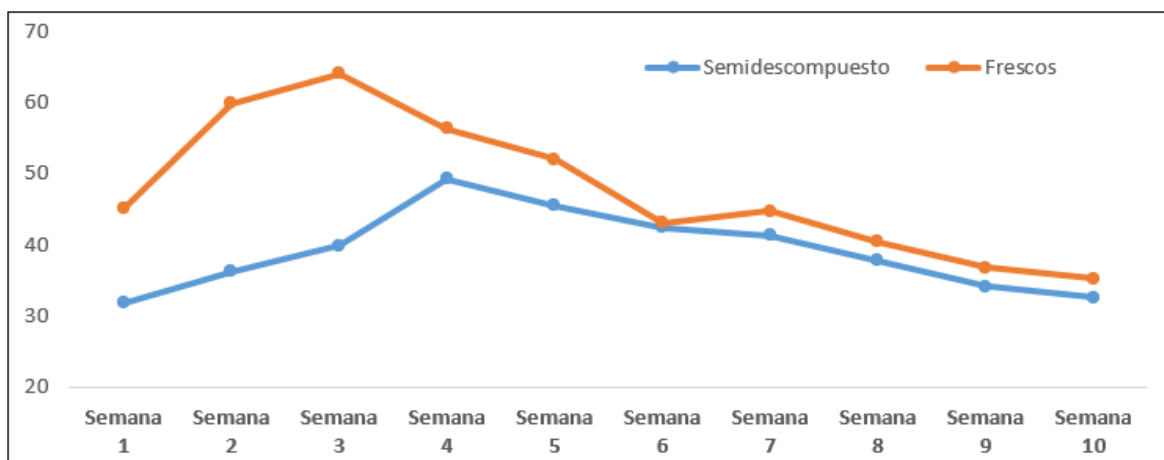


Figura 5

Temperatura promedio por semana en la elaboración de compost con residuos (semi-descompuesto y frescos) de palma aceitera

Discusión

La presente investigación se centró en la evaluación técnica de un método de compostaje para los residuos de la extracción de aceite de palma, incorporando la planta acuática lenteja de agua como bio-activador nitrogenado. Los resultados demuestran la viabilidad técnica de transformar el raquis y la fibra, residuos lignocelulósicos con alto potencial contaminante, en un fertilizante orgánico estable y de valor agronómico.

El proceso de compostaje fue exitoso en términos de duración y cumplimiento de las fases biológicas, completándose en diez semanas. La fase termófila es crucial para la higienización del producto, al asegurar la eliminación de patógenos y semillas de malezas.

Al comparar el desempeño térmico (Figura 5), se observan diferencias significativas entre los materiales de partida:

- El compost a base de desechos frescos alcanzó una temperatura máxima de 64.00°C en la semana 3. Este valor se encuentra dentro del rango óptimo (45–70°C) de la fase termófila establecido en la metodología, lo que garantiza una desinfección efectiva.
- El compost a base de desechos semi-descompuestos alcanzó un pico máximo inferior de 49.17°C en la semana 4. Si bien este valor entra en el rango termófilo, su menor intensidad térmica sugiere que la mayor parte de los compuestos fácilmente degradables ya habían sido consumidos en el almacenamiento, lo que resultó en una menor actividad microbiana y liberación de calor durante el ensayo. Este hallazgo respalda la conclusión de que utilizar material fresco permite un control más eficiente del proceso inicial de descomposición y sanitización.

El análisis de parámetros complementarios (Figura 4) indica que el producto final cumple con altos estándares de calidad para abonos orgánicos.

- El contenido de Materia Orgánica (MO) en ambas pilas fue significativamente alto (59.22% para semidescompuesto y 61.90% para fresco). Esta alta proporción de MO es fundamental para mejorar las propiedades físicas del suelo, como la retención de humedad y la estructura, un beneficio clave del uso de compost.
- El pH final, que osciló entre 6.53 (semidescompuesto) y 7.10 (fresco), es prácticamente neutro. Esta característica es ideal, ya que reduce el riesgo de toxicidad por acidez y facilita la disponibilidad de nutrientes para el cultivo.

Los resultados del análisis de macro y microelementos (Figura 2 y 3) demuestran que la adición del 40% de lenteja de agua como fuente de nitrógeno logró producir un compost con una composición nutricional similar, independientemente de si el raquis era fresco o semidescompuesto.

- El compost resultó ser particularmente rico en Potasio (K), con concentraciones de hasta 3295.50 ppm. Este alto contenido de K es una característica conocida de los residuos de la agroindustria de palma, lo que posiciona al compost como un excelente suplidor de este macroelemento, esencial para la producción del fruto.
- También se observaron aportes considerables de Calcio (Ca) y Magnesio (Mg), así como de Hierro (Fe) entre los microelementos.
- A pesar de la inclusión de lenteja de agua, los resultados indican que el N y P final poseen menor cantidad en ppm. Esto puede interpretarse de dos maneras: a) gran parte del nitrógeno fue liberado como amonio o volatilizado como gas, o b) el nitrógeno se integró exitosamente en las moléculas húmicas (Materia Orgánica), quedando en forma no mineralizada y de liberación lenta, lo cual es deseable en un abono orgánico.

El estudio establece una especificación técnica viable: la mezcla de 60% de raquis más fibra y 40% de lenteja de agua. Esta proporción permite un proceso de diez semanas y una eficiente reducción de volumen (0.6 ton de compost por cada ton de residuo). La reutilización de los subproductos (raquis, fibra, efluente) y la utilización de lenteja de agua de las lagunas de fitorremediación convierte este pasivo ambiental en un recurso valioso, mitigando el impacto ambiental y ofreciendo una alternativa a los fertilizantes químicos.

Conclusiones

Se establecieron las especificaciones técnicas para la elaboración de compost y según los resultados para la preparación de una tonelada, se utiliza en la relación 60% de raquis más fibra fresca, 40% de lenteja de agua (*Spirodela polyrhiza*), 1,8m³ de efluente y un litro de

microorganismos eficientes. La duración de procesos es de diez semanas en donde se consiguió por una tonelada procesada 0,6 tonelada de compost.

Según los resultados del análisis de laboratorio las muestras del compost obtenido a base de desechos semi descompuesto y el compost a base de desechos fresco no difieren en la composición nutricional.

Recomendaciones

Evaluar el tiempo de descomposición de los materiales al utilizar maquinaria mecanizada de volteos para aumentar los rendimientos de producción.

Realizar ensayos con metodologías de descomposición de compost vs bokashi para reducir costos en la implementación de la planta orgánica.

Realizar evaluaciones productivas del aporte nutricional en el cultivo de palma de aceite con la incorporación de compost en base a desechos de la extracción de aceite de palma.

Referencias bibliográficas

- Aini, D., Hanifa, H., Mulfa, D. y Linda, T. (2021). Pengaruh Bioaktivator Selulolitik untuk Mempercepat Pengomposan Tandan Kosong Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, 6(1), 1–7. <https://doi.org/10.24002/biota.v6i1.3023>
- Anaya, R. y Molina, D. (2018). Evaluación económica y financiera de las alternativas de uso de los residuos de la materia prima de una planta industrial de extracción de palma de aceite. *Dictamen Libre*, 1(22). <https://doi.org/10.18041/2619-4244/dl.22.5029>
- ANCUPA. (2018). Censo Palmero 2017. *Palma La Voz del Palmicultor*, 2. <http://ancupa.com/wp-content/uploads/2018/06/PALMA-Abril-ANCUPA-.pdf>
- Baron, V., Supriatna, J., Marechal, C., Sadasiban, R., y Bonneau, X. (2019). Waste reduction and nutrient recovery during the co-composting of empty fruit bunches and palm oil mill effluent. *Menara Perkebunan*, 87(2). <https://doi.org/10.22302/iribb.jur.mp.v87i2.338>
- Corzo, J y Juracán, R. (marzo, 2020). Elaboración de compost y su utilización en la fertilización del cultivo de palma de aceite. https://www.grepalma.org/wp-content/uploads/2020/03/BOLETIN14_ANIOS5_-MARZO-2020-1.pdf
- EMIS. (2021). *Energy & Palma Energypalma S.A.* https://www.emis.com/php/company-profile/EC/Energy_Palma_Energypalma_SA_es_3565956.html

- EMPROTEC. (s.f.). *Guía de la Tecnología de EM*.
<http://www.infoagro.go.cr/Inforegiones/RegionCentralOriental/Documents/BoletinTecnologiaEM.pdf>
- Galindo, T. y Romero, H. (2012). *Compostaje de subproductos de la agroindustria de palma de aceite en Colombia: estado del arte y perspectivas de investigación*.
<https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/boletines/article/view/10642/10629>
- Mejía, T. (2020). *Investigación descriptiva: características, técnicas, ejemplos*.
<https://www.lifeder.com/investigacion-descriptiva/>.
- Sakiah, S., Firmansyah, A., y Arfianti, D. (2020). Sifat Biologi Tanah Pada Lahan Aplikasi dan Tanpa Aplikasi Tandan Kosong Kelapa Sawit di Adolina PT. Perkebunan Nusantara IV. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 20(1), 11-17.
<https://doi.org/10.25181/jppt.v20i1.1493>
- Segura, M., Ramírez, C., Chinchilla, C. y Torres, R. (2001). Uso de dos bioensayos para estimar el efecto residual y el valor nutricional de un compost hecho de la fibra de racimos vacíos de la palma aceitera (*Elaeis guineensis*, Jacq). *ASD Oil Palm Papers* No. 22. <https://asd-cr.com/wp-content/uploads/2022/10/ASD-OPP-No22-2001.pdf>
- Supriatna, J., Rochimi, M., Sudirja, R., Suherman, C. y Bonneau, X. (2022). Composting for a more sustainable palm oil waste management: A systematic literature review. *The Scientific World Journal*, Volume 2022, Article ID 5073059.
<https://doi.org/10.1155/2022/5073059>
- Torres, R., Acosta, A. y Chinchilla, C. (2004). Proyecto comercial de compostaje de los desechos agroindustriales de la palma aceitera. *Palmas*, 25(especial), 377-387.
<https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/1103>

Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.

Financiamiento:

No existió asistencia financiera de partes externas al presente artículo.

Agradecimiento:

N/A

Nota:

El artículo no es producto de una publicación anterior.