

RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

Crecimiento, reproducción y producción de vermicompost de la lombriz roja africana (*Eudrillus eugeniae*) en estiércol bovino precompostado

Growth, reproduction and vermicompost production of the African red worm (*Eudrillus eugeniae*) in pre-composted bovine manure

Carlos Roberto González Soza¹, Álvaro José González Martínez²

¹ Ingeniero Agrónomo, Instituto de Protección y Sanidad Agropecuaria (IPSA-Masaya), ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-9881-9219> / cgonzalezsoza@gmail.com

² MSc. Agroforestería tropical, Docente Titular Universidad Internacional Antonio de Valdivieso (UNIAV-Rivas), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4194-2363> / algonzalez.inves@uniav.edu.ni

Autor de correspondencia: algonzalez.inves@uniav.edu.ni



RESUMEN

El estiércol bovino constituye una de las principales fuentes de contaminación en sistemas agropecuarios, debido a la emisión de gases de efecto invernadero, la proliferación de patógenos y la acumulación de nutrientes que pueden afectar suelos y cuerpos de agua, su aprovechamiento a través de procesos biotecnológicos como el vermicompostaje, ofrece una alternativa con enfoque sostenible para transformar este residuo en un recurso de alto valor agronómico. Desde esta perspectiva, se evaluó la influencia del estiércol bovino con y sin precompostar sobre el crecimiento, reproducción y producción de la lombriz africana (*Eudrillus eugeniae*) en la finca Guadalupe de Universidad Internacional Antonio de Valdivieso en el departamento de Rivas, al sur de Nicaragua, en el período de marzo a junio del 2024, bajo un diseño completamente al azar, con dos tratamientos y cuatro repeticiones (ocho unidades experimentales); se colocaron 100 lombrices adultas para el período de adaptación y para el estudio 85 en cada unidad experimental y se alimentaron cada siete días de acuerdo al consumo por día de las lombrices. Durante el precompostado (7 días), se realizó diariamente el volteo y monitoreo de la temperatura, humedad y pH del estiércol, en cada unidad experimental se seleccionaron al azar 10 lombrices para la

ABSTRACT

Bovine manure is one of the main sources of pollution in agricultural systems, due to the emission of greenhouse gases, the proliferation of pathogens and the accumulation of nutrients that can affect soils and bodies of water. Its use through biotechnological processes such as vermicomposting offers a sustainable alternative to transform this waste into a resource of high agronomic value. From this perspective, the influence of bovine manure with and without pre-composting on the growth, reproduction and production of the African earthworm (*Eudrillus eugeniae*) was evaluated at the Guadalupe farm of the Antonio de Valdivieso International University in the department of Rivas, in southern Nicaragua, from March to June 2024, under a completely randomized design, with two treatments and four replications (eight experimental units); 100 adult earthworms were placed for the adaptation period and 85 for the study in each experimental unit and were fed every seven days according to the daily consumption of the earthworms. During the pre-composting period (7 days), the manure was turned daily, and its temperature, humidity, and pH were monitored. In each experimental unit, 10 earthworms were randomly selected for length and weight measurements. The remaining variables were evaluated in 100% of

Recibido: 27 de enero del 2026
Aceptado: 13 de abril del 2026



Los artículos de la revista La Calera de la Universidad Nacional Agraria, Nicaragua, se comparten bajo términos de la licencia Creative Commons: Reconocimiento, No Comercial, Compartir Igual. Las autorizaciones adicionales a las aquí delimitadas se pueden obtener en el correo donald.juarez@ci.una.edu.ni

© Copyright 2026. Universidad Nacional Agraria (UNA).

RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

medición de la longitud y peso, el resto de las variables se evaluaron en el 100 % del sustrato. Se realizó un análisis de varianza y separación de medias por diferencias mínimas significativas de Fischer con un 5 % de margen de error. El precompostaje del estiércol fresco no afecta significativamente la longitud de las lombrices ni la producción de vermicompost, sin embargo, ejerce un efecto temporal sobre variables biológicas como la ganancia de peso, la cantidad de cocones, el índice de reproducción y la población de lombrices, promoviendo incrementos en etapas iniciales que tienden a disminuir en fases posteriores del desarrollo; este proceso no genera variaciones sustanciales en la mayoría de los parámetros evaluados; no obstante, se observa un aumento en la disponibilidad de fósforo y, más notable, en el contenido de calcio.

Palabras clave: vermicompost, precompostaje, humus de lombriz, estiércol, cocones, sistemas agropecuarios.

the substrate. An analysis of variance and mean separation using Fischer's least significant difference test were performed with a 5% margin of error. Pre-composting of fresh manure did not significantly affect earthworm length or vermicompost production. However, it did have a temporary effect on biological variables such as weight gain, number of cocoons, reproduction rate, and earthworm population, promoting increases in initial stages that tended to decrease in later phases of development. This process did not generate substantial variations in most of the evaluated parameters; however, an increase in phosphorus availability and, more notably, in calcium content was observed.

Keywords: Vermicompost, pre-composting, worm humus, manure, cocoons, agricultural systems.

El crecimiento, reproducción y producción óptima de vermicompost de la lombriz roja africana (*Eudrillus eugeniae*), requiere de condiciones que favorezcan su actividad y eficiencia. Según Bollo (2001), la adaptabilidad, el estado y la multiplicación de las diferentes especies de lombriz, se ven afectados directamente por las características del sustrato o material de crecimiento, mismo que debe pasar por un periodo previo de maduración para que se desarrollen los microorganismos que integran la dieta de las lombrices. El precompostaje agrega algo más de tiempo al proceso, pero podría salvaguardar el crecimiento y sobrevivencia de las lombrices, no obstante, este proceso podría decrecer la cantidad de alimento disponible para el crecimiento y reproducción de la lombriz (Gunadi *et al.*, 2002).

La ganadería intensiva genera cantidades importantes de estiércol, que pueden ser contaminantes de aguas superficiales; según Rivera (2007), contienen antibióticos, metales pesados, hormonas y residuos de productos usados en el manejo sanitario.

Boxall (2005), plantea que los productos de farmacia veterinaria que se usan para el tratamiento de animales de pastoreo son vertidos directamente a los suelos o aguas superficiales, en otros casos, es probable que estos medicamentos se incorporen al ambiente indirectamente a través de la aplicación de los purines y del estiércol (abono orgánico). Otras rutas de menor importancia de contaminación incluyen los gases emitidos por el manejo inadecuado de fármacos y envases.

Fulhage (2000) y Restrepo (1998), afirman que el estiércol bovino es rico en nitrógeno y carbono, contiene cenizas, celulosa, magnesio, calcio, zinc y oligoelementos, en términos porcentuales sus valores aproximados corresponden a 83 % humedad, 1.67 % de nitrógeno, 1.08 % de fósforo y 0.56 % de potasio. Steinfeld *et al.* (2006), afirman que las pérdidas de nutrientes en tierras abonadas con estiércoles

son significativas, lo que representa un potencial impacto ambiental. Se estima que a nivel global cada año 8.3 millones de toneladas de nitrógeno y 1.5 millones de toneladas de fósforo contenidos en estiércoles, contaminan las fuentes de agua dulce. El estiércol de ganado puede contribuir de manera determinante a la carga de metales pesados en tierras cultivables.

Toda alternativa que permite la reducción de contaminantes aporta al manejo adecuado de los suelos y el agua. Funes *et al.* (2011) plantean que los fertilizantes nitrogenados pueden sustituirse por lixiviados de humus de lombriz u otras enmiendas orgánicas que pueden ser menos costosas y favorables para el ambiente.

Como estrategia de la agricultura circular para el aprovechamiento del estiércol bovino, la lombricultura como biotecnología, tiene sus particularidades, así lo plantea Bollo (2001), al indicar que la adaptabilidad, el estado y la multiplicación de las diferentes especies de lombriz, se ven afectados directamente por las características del sustrato o material de crecimiento, el que debe pasar por un periodo previo de maduración para que se desarrollen los microorganismos que integran la dieta de las lombrices; dicho proceso permite también superar la etapa termófila, para impedir la mortalidad de las lombrices. Desde la necesidad de reducir la acumulación de estiércol bovino y su potencial impacto como fuente de contaminación en las unidades productivas, a través de su aprovechamiento en la crianza y manejo de lombrices de tierra en condiciones de cautiverio y con la finalidad de obtener vermicompost de uso agrícola, el objetivo de esta investigación es evaluar el crecimiento, producción y reproducción de la lombriz africana por influencia del precompostaje del estiércol bovino.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación y descripción del área de estudio. Este estudio se realizó durante en el periodo de marzo a junio del 2024, en la

RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE RURAL

finca Guadalupe, propiedad de la Universidad Internacional Antonio de Valdivieso (UNIAV), ubicada en el municipio de Rivas al sur de Nicaragua (Figura 1), en las coordenadas 11°26'17" de latitud Norte y 85°50'02" de latitud Oeste, a una altitud de 67.11 msnm (Google, 2024). Según Weather Spark (2024), la temporada de lluvia en Rivas, es nublada; la temporada seca es parcialmente nublada y muy caliente, opresivo y ventoso durante todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 23 °C a 32 °C.

Tamaño de la muestra. Se determinó para las variables longitud y peso de lombriz mediante la fórmula propuesta por Mayor Gallego (2011) usando un muestreo aleatorio simple. El tamaño muestral fue de 84, el que se dividió entre el número de repeticiones (ocho). La cantidad de lombrices por repetición fue de 10.

La cantidad de lombrices, cocones y humus sólido (rendimiento de vermicompost), no se requirió de la determinación de una muestra debido a que se evaluó en el 100 % del sustrato de cada unidad experimental.

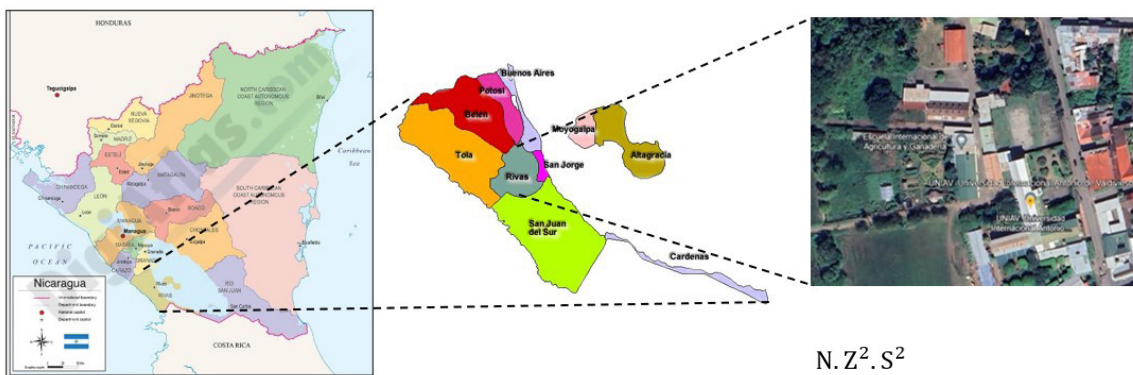


Figura 1. Ubicación del área del experimento.
Fuente: DigiAtlas.com (2026) / INIDE (2026) / Google (2024).

Establecimiento del experimento. Se estableció en el área de lombricultura de la Universidad Internacional Antonio de Valdivieso (UNIAV-Rivas); se utilizaron contenedores plásticos de 37 cm de largo, 23 cm de ancho y 14 cm de alto, para una capacidad volumétrica de 11 914 cm³ (0.012 m³). Cada contenedor fue protegido con tapas de marcos de madera y malla sarán, y ubicados con un desnivel de 3 %, con el objetivo de favorecer el drenaje del material lixiviado por la acción de la aplicación del riego. La cantidad de lombrices por unidad experimental [contenedor de 851 cm² (0.085m²)] fue de 85 lombrices. El estiércol bovino se recolectó directamente del corral de la unidad productiva del módulo bovino de la UNIAV y, para el precompostado del estiércol, se depositó sobre un plástico bajo sombra en el módulo de lombricultura y diariamente durante siete días en la mañana y en la tarde, se removió y humedeció.

Tipo de estudio. La investigación es de tipo experimental, de enfoque cuantitativo, prospectivo, de nivel relacional. El fundamento teórico se centra en la teoría del positivismo, ya que los resultados se derivan del conocimiento científico (Hernández *et al.*, 2014).

Diseño experimental. Se utilizó un arreglo unifactorial en diseño completo al azar (DCA) con dos tratamientos y cuatro repeticiones, para un total de ocho unidades experimentales. Los tratamientos fueron estiércol fresco precompostado durante siete días y estiércol fresco sin precompostar.

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot S^2}{(N - 1) \cdot E^2 + Z^2 \cdot S^2}$$

N: Población total (680 lombrices: 85 lombrices x ocho repeticiones).
Z²: Valor Z para el nivel de confianza (1.96 para 95 %).
S²: Varianza esperada del carácter (0.25).
E²: Error máximo permitido (10 % de la media).
n: Muestra.

Precompostaje del estiércol fresco y establecimiento del experimento. Durante siete días se registró por la tarde, alrededor de las 15:00 h, la temperatura, pH y humedad del estiércol, los valores promedio fueron de 28.5 °C, 7.1 de pH y se logró manejar la humedad entre 50 % y 60 %. Para la siembra de las lombrices en cada contenedor, primero se colocó una capa de tierra (compost) de 1 cm de espesor, luego se depositaron 100 lombrices con clitelo desarrollado (adultas) las que fueron evaluadas durante una semana desde su adaptación; finalmente se depositó en cada unidad experimental 980 gramos de alimento (estiércol) para siete días, considerando a Ferruzzi (2001), quien plantea que una lombriz consume diariamente el equivalente a su peso corporal.

Cantidad de lombrices y alimento. En consideración al porcentaje de migración de las lombrices después de la semana de adaptación (7 días), se decidió utilizar 85 lombrices por unidad experimental con un suministro de 833 gramos de alimento.

RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

VARIABLES EVALUADAS

Peso (g) y longitud de lombriz (cm). Ambas variables se evaluaron al momento de la siembra (iniciación del lombricultivo), así como a los 45 y 90 días después de la siembra, seleccionando al azar, en cada unidad experimental, 10 lombrices adultas, identificadas por la presencia de una banda segmentada engrosada de color más claro, que se asemeja a un collar; esta banda está ubicada en el primer tercio de las lombrices y se conoce como clitelo (Contreras, 2020). En el caso del peso corporal, se utilizó una balanza digital de precisión marca Diotronic Digital 5kg, y con margen de error de ± 0.5 g. La longitud se midió con una regla milimétrica desde el extremo anterior (prostomio) hasta el extremo posterior (ano). Para facilitar la medición de la longitud, las lombrices primero se sumergieron brevemente (40 - 60 segundos) en agua con alcohol al 20 %, posteriormente se colocaron sobre una superficie plana con papel absorbente humedecido, para finalmente hacer la medición (González Quingaluisa, 2026).

Número de cocones (capsulas de incubación). Con el propósito de determinar el índice de reproducción se realizó el conteo de cocones a los 45 y 90 días, para ello se utilizó la metodología propuesta por Dominguez y Edwads (2011), Edwards y Arancon (2004) y Ordóñez (2011), que consistió en colocar el vermicompost total, de cada contenedor en bandejas y se dejó airear bajo sombra durante cinco días, con volteos dos veces por día para reducir el contenido de humedad, para el conteo de cocones, primero se realizó la separación mecánica haciendo uso de un tamiz de 4 mm y con ayuda de una pinza se contabilizó y registro la cantidad de cocones que quedaron retenidos en el tamiz; posteriormente también se revisó y registró la cantidad de cocones en el material tamizado, para ello se dispuso este material en forma de volcán y se expuso al sol durante 15 minutos, ya que esto permitió que los cocones se acumularán en la parte superior y el contraste de color y textura entre el material y los cocones facilitó la separación y conteo; para la identificación y conteo de los cocones eclosionados y no eclosionados, se utilizó un estereoscopio y lupas electrónicas.

El índice de reproducción se determinó con la fórmula propuesta por Moreno Reséndez y Cano Ríos (2004):

$$IR = \frac{Nc}{Na \times T}$$

IR: Índice de reproducción

Nc: Número de cocones producidos

Na: Número de lombrices adultas con clitelo

T: Tiempo de observación (en días)

Cantidad de lombrices. Con el propósito de evaluar el comportamiento migratorio y el índice de reproducción de las

lombrices, en cada contenedor se evaluó a los 45 y 95 días, la cantidad de lombrices por categoría o etapa, considerándolas pequeñas cuando son menores a 1 cm de longitud, presentan color pálido translucido y con ausencia del clitelo (Edwards y Arancon, 2004), juveniles aquellas lombrices con una longitud entre 2 cm y 5 cm, de coloración rojiza incipiente y sin clitelo (Hernández *et al.*, 2008) y adultas a las lombrices con longitud superior a los 6 cm u 8 cm, de color rojo oscuro y con presencia clara del clitelo (Díaz, 2002); la sumatoria de ellas correspondió al total de las lombrices.

Migración. Con el propósito de evaluar la eficiencia del precompostaje como técnica de acondicionamiento del sustrato a través del grado de preferencia y adaptación de las lombrices al estiércol precompostado frente al estiércol sin precompostar, se determinó el porcentaje de migración. Para ello, se registró la cantidad de individuos que se desplazaron fuera de cada uno de los contenedores durante los 45 y 90 días. El cálculo del porcentaje se realizó dividiendo el número de lombrices migradas entre el total de la población inicial, multiplicado por cien (Domínguez y Edwards, 2011).

Rendimiento de vermicompost (kg). Fue evaluado a los 90 días después de la siembra, considerando la granulometría del material, ausencia de mal olor y coloración oscura. Previo a la cosecha, se separaron las lombrices del sustrato y en cada unidad experimental se cosechó el 100 % del material. El peso fresco del vermicompost se determinó después de haber sometido el sustrato a un proceso de secado durante cinco días con el uso de una balanza digital. Para determinar el porcentaje de humedad y peso seco se tomó una muestra de 100 g de cada unidad experimental y se envió al laboratorio de suelo de la UNIAV. El peso seco final se calculó considerando el peso fresco (ph), peso seco (ps) y porcentaje de humedad para el cálculo del porcentaje de humedad y para el peso seco final.

$$H = \frac{(Ph - Ps)}{Ph} \times 100$$

H: Porcentaje de humedad

Ph: Peso de la muestra húmeda (g)

Ps: Peso de la muestra seca (g)

$$Psf = Ph \times \left(1 - \frac{H}{100}\right)$$

Psf: Peso seco final (kg)

Ph: Peso húmedo inicial (kg)

H: Porcentaje de humedad

Eficiencia de conversión. Fue evaluada a los 90 días considerando la cantidad de alimento (estiércol fresco con

RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE RURAL

y sin precompostaje) proporcionado durante el periodo de la investigación y el rendimiento de vermicompost en cada unidad experimental (Villegas-Cornelio y Laines Canepa (2017).

$$Ec = \frac{Rv}{Ca} \times 100$$

EC = Eficiencia de conversión (%)

Rv = Rendimiento de vermicompost (kg de vermicompost obtenido)

Ca = Consumo de alimento (kg de residuos orgánicos suministrados)

Parámetros químicos. Se determinó a partir de una muestra de 250 gramos obtenida del total de vermicompost cosechado de las repeticiones de cada tratamiento, previamente mezclado y homogenizado. El análisis se realizó en el laboratorio de suelos y agua de la Universidad Nacional Agraria en Mangua, considerando pH, materia orgánica, nitrógeno, fósforo disponible, potasio, calcio y magnesio.

Análisis de la información. Se elaboró una base de datos en Microsoft Excel (2016), información que fue exportada al programa estadístico Infostat, en el que se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) y comparación de medias por Diferencias Mínimas Significativas de Fisher con un $\alpha=0.05$.

Sobre la base de los resultados estadísticos se determinó la diferencia porcentual para establecer relaciones entre los mejores tratamientos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Peso (g) y longitud de la lombriz (cm). No se registran diferencias estadísticas en la longitud de la lombriz, pero sí, en el peso corporal en ambos momentos de muestreo (Cuadro 1); al relacionar el peso inicial con el obtenido a los 45 y 90 días después de la siembra, se observa un incremento de 13 % en el primer muestreo y 28.7 % en el segundo con el estiércol sin precompostar y de 22.4 % y 19 % con el estiércol precompostado; este último a pesar de que su incremento fue menor en el segundo momento. De acuerdo con Gunadi *et al.* (2002), uno de los factores que influye en este comportamiento es el agotamiento de los nutrientes fácilmente disponibles, liberados durante las primeras fases del precompostaje, es decir, en la etapa inicial, el sustrato ofrece compuestos solubles y una alta actividad microbiana que favorecen la ganancia de

biomasa, sin embargo, conforme avanza el tiempo, la materia orgánica se transforma en fracciones más recalcitrantes (celulosa y lignina), reduciendo la eficiencia de conversión en peso. El comportamiento del incremento del peso corporal de las lombrices con el estiércol fresco precompostado fue similar a lo reportado por Acosta-Durán *et al.* (2013), quienes registraron un incremento del 24.24 % usando residuos de verduras y frutas del mercado, precompostado durante dos semanas.

Cantidad de cocones y lombrices. Se registran diferencias estadísticas en la cantidad total de cocones y en el índice de reproducción a los 45 días (Cuadro 2). En el estiércol precompostado la cantidad de cocones fue mayor, superando en más del 96 % al estiércol sin precompostar. Igual comportamiento ocurre para el índice de reproducción.

A los 90 días ambos tratamientos alcanzan sus mayores valores, aunque sin diferencias estadísticas. En este sentido Gunadi *et al.* (2002) plantean que al ocurrir un agotamiento de los nutrientes se reduce la ganancia de peso, en consecuencia, se afecta la eficiencia reproductiva. Acosta-Durán *et al.* (2013), reportan que la reproducción es favorecida cuando las lombrices son alimentadas con estiércol precompostado durante dos semanas.

Cuadro 1. Longitud y peso de lombrices en tres momentos de muestreo

Tratamiento	Long (cm)			Peso (g)		
	Siembra	45 dds	90 dds	Siembra	45 dds	90 dds
Estiércol fresco	13.45	13.89	15.41	1.15	1.30 b	1.48 a
Estiércol fresco precompostado	13.45	14.38	16.05	1.16	1.42 a	1.38 b
Diferencia mínima significativa	0.07	0.93	0.97	0.07	0.05	0.04

dds: Días después de la siembra

Estadísticamente, solo se encontró diferencia en la cantidad de lombrices pequeñas a los 90 días (Cuadro 3). El estiércol precompostado superó en más 784 % al estiércol sin precompostar. De acuerdo con Andrade Mendoza *et al.* (2025), esto, se debe a la proliferación de microorganismos descomponedores durante el precompostaje, donde se generan metabolitos y enzimas que mejoran la digestibilidad del sustrato para las lombrices, acelerando su reproducción y crecimiento poblacional. En este mismo sentido Acosta-Durán *et al.* (2013), afirman que también el precompostaje reduce la presencia de compuestos tóxicos como amoníaco y ácidos grasos volátiles, que afectan la supervivencia de lombrices jóvenes, lo que logra estabilizar la materia orgánica y permite generar condiciones más seguras para la colonización y reproducción de las lombrices. En términos generales la cantidad total de lombrices (pequeñas, jóvenes y adultos) a los 45 y 90 días, fue mayor con el estiércol precompostado, superando en un 12 % y 104 % al estiércol sin precompostar respectivamente.

RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

Cuadro 2. Cantidad de cocones e índice de reproducción de lombrices

Tratamientos	45 días después de la siembra		90 días después de la siembra	
	Cocones	IR	Cocones	IR
Estiércol fresco	12.50 b	0.003 b	169.50	0.04 a
Estiércol precompostado	24.50 a	0.009 a	209.80	0.03 a
Diferencia mínima significativa	15.22	0.004	62.71	0.07

IR: Índice de reproducción.

Migración. Se determinó que con el uso de estiércol precompostado, la migración fue mayor a los 45 días y nula a los 90 días; esto se explica con lo planteado por Aira *et al.* (2007) quienes afirman que al realizarse el precomposteo, la migración se vuelve nula dado que el sustrato ya está colonizado, se ha reducido los compuestos tóxicos y se ha estabilizado la materia orgánica, lo que disminuye la necesidad de desplazamiento. Lo contrario ocurrió en los criaderos alimentados con estiércol sin precompostar, la migración aumentó de los 45 a los 90 días después de la siembra (Cuadro 3).

Una de las particularidades de las lombrices del género *Eudrillus* es su comportamiento migratorio aún cuando las condiciones del medio les son favorables (Instituto Nacional Tecnológico [INATEC], 2017).

Cuadro 3. Cantidad de lombrices por etapa y migración a los 45 y 90 días según tipo de alimentación

Tratamientos	Siembra (LA)	45 días después de la siembra				Mig (%)	90 días después de la siembra				Mig (%)
		Lombrices					Lombrices				
		Peq	Jóv	Adu	Total		Peq	Jóv	Adu	Total	
Estiércol fresco	85	12.0	7.8	71.3	91.1	16.1	1.3 a	8.8	46.5	56.5	34.7
Estiércol precompostado	85	35.5	3.5	63.0	102.0	25.8	11.5 b	31.3	72.5	115.3	-
Diferencia mínima significativa		27.4	12.9	17.0			6.91	26.7	49.8		

LA: Lombrices adultas, Peq: Pequeñas, Jóv: Jóvenes, Adu: Adultas, Mig: Migración.

Rendimiento de vermicompost (kg). No se registra diferencia significativa entre los tratamientos, lo que sugiere que el precompostaje no incrementa la producción de vermicompost (Cuadro 4). Según Domínguez y Edwards (2011), esto se debe a que, independientemente del acondicionamiento inicial, las lombrices transforman la materia orgánica hasta alcanzar un punto de estabilización similar en términos de volumen y peso del vermicompost, es decir, el rendimiento depende más de la carga inicial de materia orgánica y de su tasa de mineralización que del pretratamiento (Aira *et al.*, 2007). Por consiguiente, aunque el precompostaje es una técnica valiosa para optimizar la eficiencia biológica y la estabilidad del sistema, no constituye una estrategia para maximizar el volumen de producción.

Al contrastar estos resultados, el rendimiento obtenido en la presente investigación fue inferior a los rangos entre 500 kg m⁻³ y 700

kg m⁻³ reportados por Hernández *et al.* (2008). Esta discrepancia se atribuye a que dichos autores mantuvieron niveles de humedad cercanos al rango óptimo (70 % - 80 %), mientras que en este estudio se registró un menor peso volumétrico, consecuencia directa de una reducción en la retención de agua dentro del sustrato.

Eficiencia de conversión. La eficiencia de conversión es ligeramente menor con el estiércol precompostado; de acuerdo con Aira *et al.* (2007), durante el precompostaje se liberan gases como dióxido de carbono y amoníaco, además de lixiviados, lo que reduce la masa inicial disponible para las lombrices. En consecuencia, aunque el precompostaje mejora la seguridad del sustrato, la eficiencia de conversión en términos de peso final de vermicompost puede ser menor que en el estiércol sin precompostar, ya que conserva mayor cantidad de materia orgánica bruta (Cuadro 5), lo que incrementa el rendimiento en volumen de vermicompost. Sin embargo, el producto puede presentar menor estabilidad y mayor riesgo de fitotoxicidad (Acosta-Durán *et al.*, 2013). Los valores obtenidos en este

estudio son próximos al valor inferior del rango (35 % - 45 %) determinado por Reynoso Peña (2021), quien indica que el precompostaje favorece la acción de las lombrices al reducir la carga de

patógenos y estabilizar la materia orgánica, lo que se traduce en una mayor eficiencia de conversión.

Parámetros químicos. Ambos tratamientos presentan valores similares en seis de los siete parámetros. No obstante, con el estiércol fresco se observa un ligero aumento de materia orgánica y nitrógeno, mientras que el estiércol precompostado mayor fósforo disponible, esto se debe a la acción microbiana que transforma el fósforo orgánico en formas inorgánicas más accesibles para las plantas, mejorando la calidad nutricional del vermicompost (Hernández *et al.*, 2008), también se registró mayor contenido en calcio y una ligera diferencia en potasio y magnesio; esto según Domínguez y Edwards (2011), permite

Cuadro 4. Rendimiento, humedad del vermicompost y eficiencia de conversión

Tratamiento	Estiércol suministrado (kg / 0.012 m ³)	Vermicompost (kg)		Humedad (%)	Eficiencia de conversión (%)
		0.012 m ³	m ³		
Estiércol fresco	12.60	4.30 a	390.90	57.50 a	34.10
Estiércol precompostado	12.60	4.20 a	381.80	57.90 a	33.30
Diferencia mínima significativa		1.09		3.21	

RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE RURAL

mejorar la capacidad del vermicompost, neutraliza la acidez y aportar nutrientes esenciales para las plantas, mejora la estructura y fertilidad del suelo.

Estos resultados concuerdan con lo reportado por Olivares-Campos *et al.* (2012), quienes señalan que el precompostaje mejora la estabilidad del material orgánico y favorece la disponibilidad de nutrientes. En el presente estudio, este efecto se manifiesta de manera más evidente en el incremento del fósforo disponible y, especialmente, del calcio.

Cuadro 5. Parámetros químicos del vermicompost obtenido del estiércol sin y con precompostaje

Parámetros químicos	Método de análisis	Estiércol fresco	Estiércol precompostado
pH	Potenciométrico	7.61	7.65
Materia orgánica	Walkley – Black	20.95	20.01
Nitrógeno	Digestión Kjeldahl	1.53	1.41
Fósforo disponible	Colorimétrico	0.93	1.04
Potasio (K)	Espectrofotometría AA	1.20	1.22
Calcio (Ca)	Espectrofotometría AA	5.45	9.14
Magnesio (Mg)	Espectrofotometría AA	1.12	1.18

AA: Absorción atómica.

CONCLUSIONES

El precompostaje del estiércol fresco no afecta la longitud de las lombrices ni la producción de vermicompost, pero sí influye temporalmente en la ganancia de peso, cantidad de cocones, índice de reproducción y cantidad de lombrices, favoreciendo un incremento inicial que no se mantiene en etapas posteriores del desarrollo. Este método no genera cambios sustanciales en los parámetros químicos, sin embargo, se presenta un incremento en el fósforo disponible y mayormente en el contenido de calcio.

AGRADECIMIENTOS

A las autoridades de la Universidad Internacional Antonio de Valdivieso (UNIAV-Rivas) por permitir realizar la investigación como parte del Módulo de Lumbricultura. Al Ingeniero Joseph Quiroz por sus orientaciones y facilitar equipos y herramientas durante el registro de información.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta-Durán, C. M., Solís-Pérez, O., Villegas-Torres, O. G. y Cardoso-Vigueros, L. (2013). Precomposteo de residuos orgánicos y su efecto en la dinámica poblacional de *Eisenia foetida*. *Agricultura Costarricense*, 37(1), 127-139. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43628796010>
- Aira, M., Monroy, F., & Domínguez, J. (2007). Earthworms strongly modify microbial biomass and activity triggering enzymatic activities during vermicomposting independently of the substrate. *Applied Soil Ecology*, 35(2), 319–329. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2006.07.001>
- Andrade Mendoza, D. Y., Campi Liuba, R. I., Carrera Andrade, J. J., Sánchez Zorrilla, D. G. y Calixto Gutiérrez, B. J. (2025). Microorganismos como aceleradores en el proceso de pre-compostaje para lombricultura. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(2). https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i2.17287
- Bollo T., E. (2001). *Lombricultura, una alternativa de reciclaje*. Soboc Grafic.
- Boxall, A. (2005). *Fate of veterinary medicines in the environment*. Umweltbundesamt. http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/leistungen/Umweltanalytik/Fate_of_Veterinary_Medicines_in_the_Environment.pdf
- Contreras, R. (15 de julio de 2020). *El clitelo y la reproducción en lombrices*. <https://biologia.laguia2000.com/zoologia/el-clitelo-y-la-reproduccion-en-lombrices>
- Díaz, E. (2002). *Lombricultura una alternativa de producción para emprendedores y productores del agro*. ADEX. https://drive.google.com/file/d/1A_s6ImTfYDrwndJOO67q8dgrqr2L_REX/view
- De Luna-Vega, A., García-Sahagún, M. L., Rodríguez-Guzmán, E. y Pimienta-Barrios, E. (2016). Evaluación de composta, vermicomposta y excreta de bovino en la producción de maíz (*Zea mays* L.). *Revista Agropecuarias*, 3(8), 46–52. https://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Ciencias_Naturales_y_Agropecuarias/vol3num8/Revista_Ciencias_Naturales_V3_N8_7.pdf
- DigiAtlas. (16 de febrero de 2026). *Mapa de Nicaragua*. <https://www.digiatlas.com/mapas/esp/mapa-de-nicaragua.html?srsId=AfmBOoq-USiR2EE8vNjzKEElz7L0uZnr8oCPKpONoNCobqOOCIS2->
- Domínguez, J., & Edwards, C. A. (2011). Biology and ecology of earthworm species used in vermicomposting. In C. A. Edwards, N. Q. Arancon, y R. Sherman (Eds.), *Vermiculture technology: Earthworms, organic wastes, and environmental management*. CRC Press.
- Edwards, C. A., & Arancon, N. Q. (2004). *Vermiculture technologies: Earthworms, organic wastes, and environmental management*. CRC Press.
- Ferruzzi, C. (2001). *Manual de lombricultura*. Ediciones Mundi-Prensa.
- Fulhage, C. D. (2000). *Reduce environmental problems with proper land application of animal manure*. University of Missouri Extension.
- Funes, F., Álvarez, C., y Pérez, R. (2011). *Innovación agroecológica, adaptación y mitigación del cambio climático*. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA).
- González Quingaluisa, Y. I. (14 de abril del 2026). *Práctica de anélidos*. Slideshare. <https://es.slideshare.net/slideshow/gonzalez-yessen-ia2alabanelidospdf/252389520>

RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

- Google. (2024). *Google Earth Pro* [Software]. <https://www.google.com/earth/versions/>
- Gunadi, B., Blount, C., & Edwards, C. A. (2002). The growth and fecundity of *Eisenia foetida* (Savigny) in cattle solids pre-composted for different periods. *Pedobiologia*, 46(6), 539–551. https://www.researchgate.net/publication/222589042_The_growth_and_fecundity_of_Eisenia_foetida_Savigny_in_cattle_solids_pre-composted_for_different_periods
- Hernández, J. A., Guerrero, F., Mármol, L. E., Bárcenas, J. M. y Salas, E. (2008). Caracterización física según granulometría de dos vermicompost derivados de estiércol bovino puro y mezclado con residuos de fruto de la palma aceitera. *Interciencia*, 33(9), 658–664. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442008000900010&lng=es&nrm=iso
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ª ed.). McGraw-Hill.
- Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE). (s.f.). *Tabulados departamentos/municipios*. <https://www.inide.gob.ni/docu/Cenagro/Mapasmunicipales/RivasMun.htm>
- Instituto Nacional Tecnológico. (2017). *Manual del protagonista: Hortalizas*. <https://www.tecnacional.edu.ni/media/Hortalizas.pdf>
- Mayor Gallego, J. A. (2011). *Muestreo en poblaciones finitas: Muestreo aleatorio simple*. Universidad de Sevilla.
- Moreno Reséndez, A. y Cano-Ríos, P. (2004). *Evaluación de la reproducción de Eisenia foetida en diferentes sustratos orgánicos*. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Olivares-Campos, M. A., Hernández-Rodríguez, A., Vences-Contreras, C., Jáquez-Balderrama, J. L. y Ojeda-Barrios, D. (2012). Lombricomposta y composta de estiércol de ganado vacuno lechero como fertilizantes y mejoradores de suelo. *Universidad y Ciencia*, 28(1), 27–37. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=15423170003>
- Ordóñez, C. (2011). *Costos de producción de la lombriz coqueta roja a través del método de órdenes específicas de engorde en una granja de lombricultura*. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Restrepo, R. J. (1998). *El suelo, la vida y los abonos orgánicos: Aportes y recomendaciones*. SIMAS.
- Reynoso Peña, J. D. (2021). *Elaboración de vermicompost con estiércol de vacuno utilizando la lombriz roja californiana (Eisenia foetida) y microorganismos eficientes en la granja ecológica Linderos, Tomayquichua, Ambo, Huánuco 2020* [Tesis de Licenciatura, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.udh.edu.pe/handle/20.500.14257/2807>
- Rivera Ferre, M. G. (2007). *Ganadería y cambio climático*. <http://www.ecologistasenaccion.org/article17918.html>
- Steinfeld, H., Gerber, P., Essrnaar, T., Castel, V., Rosales, M., & De Haan, C. (2006). *Livestock's long shadow: Environmental issues and options*. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/36ade937-4641-46ed-aac4-6162717d8a7f/content>.
- Villegas-Cornelio, V. M. y Laines Canepa, J. R. (2017). Vermicompostaje: I avances y estrategias en el tratamiento de residuos sólidos orgánicos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(2), 389–401. <https://doi.org/10.29312/remexca.v8i2.59>
- Weather Spark. (2024). *Weather Spark: Climate and weather data*. <https://weatherspark.com/map?pageType=4&yearNumber=2026&ids=14918>