

LA PRODUCCIÓN DE ABONO ORGÁNICO CON LA APLICACIÓN DE LA LOMBRICULTURA COMO PRÁCTICA AGROECOLÓGICA EN LA FINCA "LOS TORRES", BRIONES MONTOTO, PINAR DEL RÍO

THE PRODUCTION OF ORGANIC FERTILIZER USING VERMICULTURE AS AN AGROECOLOGICAL PRACTICE ON THE "LOS TORRES" FARM, BRIONES MONTOTO, PINAR DEL RÍO

Jesús Torres Domínguez¹, Nurian Valdés García², Elida Fredesvinda Cordero Peña³, Aislin González Cabrera⁴, Yurisleysi Álvarez Gómez⁵

¹*Doctor en Ciencias Pedagógicas, Profesor Titular, Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saiz Montes de Oca", Facultad de Ciencias Forestales y Agropecuarias, Pinar del Río, Cuba. <https://orcid.org/0000-0002-9322-3902>. E-mail: jesus.torres@upr.edu.cu

²Ingeniera Agrónoma, Empresa Tabaco Pinar del Río, Cuba. <https://orcid.org/0009-0001-4724-1712>. E-mail: ecanal@geleca.pri.minag.cu

³Doctora en Ciencias Pedagógicas, Profesora Titular, Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saiz Montes de Oca", Facultad de Ciencias Forestales y Agropecuarias, Pinar del Río, Cuba. <https://orcid.org/0000-0002-1807-9904>. E-mail: elidacordeopena@gmail.com

⁴Profesora Instructora, Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saiz Montes de Oca", Facultad de Ciencias Forestales y Agropecuarias, Pinar del Río, Cuba. <https://orcid.org/0009-0003-1039-5720>. E-mail: aislin368@gmail.com

⁵Profesora, Centro Politécnico Pedro Concepción Tamargo, Consolación del Sur, Cuba. <https://0009-0009-6460-865X>. E-mail: yurialvarez@gmail.com

*Autor para la correspondencia (e-mail): jesus.torres@upr.edu.cu

Recibido para su publicación: 01/04/2026 - Aceptado para su publicación: 20/04/2026

Resumen

La búsqueda de prácticas agrícolas sostenibles para restaurar y mejorar la salud del suelo es crucial. Este artículo presenta una investigación experimental realizada en la finca del productor Willian Torres en la Cooperativa de Crédito y Servicios "Celestino Pacheco", que evaluó la producción de abono orgánico con la aplicación de la lombricultura como práctica agroecológica en el mejoramiento de la fertilidad del suelo. La densidad de siembra de lombrices fue la establecida según las normas para el desarrollo de la lombricultura (1kg/m²) en cada recipiente, distribuidos según un experimento factorial (4x3) diseñado en bloque al azar con 4 tratamientos y 3 réplicas por tratamiento. Los sustratos alimenticios fueron estiércol vacuno, estiércol porcino, estiércol porcino + cal y estiércol vacuno + cascarilla de arroz. Los mejores resultados se presentaron en el tratamiento del sustrato de excretas vacuno + cascarilla de arroz teniendo diferencias significativas respecto al testigo en cuanto a la calidad y supervivencia de la lombriz a los 30, 45 y 60 días después de la pre-descomposición de las excretas. Los datos obtenidos se analizaron mediante un análisis de varianza (ANOVA), utilizando el software estadístico SPSS21. Los resultados evidenciaron una mejora significativa en las propiedades del suelo, incluyendo el pH, la materia orgánica, la disponibilidad de nutrientes esenciales (nitrógeno, fósforo, potasio), la densidad aparente, aumento de la capacidad de intercambio catiónico y la retención de la humedad.

Palabras claves: abono; orgánico; fertilidad; lombricultura.

Abstract

The search for sustainable agricultural practices to restore and improve soil health is crucial. This article presents and experimental research carried out on the farm of the producer Willian Torres in the Credit and Services Cooperative "Celestino Pacheco", which evaluated the production of organic fertilizer with the application of earthworming as an agroecological practice in the improvement of soil fertility. The sowing density of worms was that established according to the rules for the development of the shadowing in each container, distributed according to factorial experiment (4x3) designed in a random block with four treatments and three replicas per treatment. The food substrates were beef manure, porcine manure, porcine manure + lime and beef manure+ rice husk. The best results were presented in the treatment of the bovine excretory substrate + rice hust having significant differences with respect to the witness in terms of the quality and survival of the pre-decomposition on the excreta. The data obtained were analyzed by an analysis of variance (ANOVA), using the statistical software SPSS21. The results showed a significant improvement in soil properties, including pH, organic matter, availability of essential nutrients

(nitrogen, phosphorus, potassium), apparent density, increased cationic, exchange capacity and moisture retention.

Keywords: *fertilizer; organic; fertility; earthworming.*

INTRODUCCIÓN

El suelo presenta un valor económico y ecológico creciente y ha pasado a ser un elemento valioso en la concepción contemporánea de desarrollo, pues su grado de deterioro a nivel global es extremadamente alarmante. La pérdida de su cobertura vegetal contribuye al proceso de degradación y la disminución del rendimiento de la cosecha (Pirrera y Ferrara, 2017).

La degradación del suelo es una amenaza creciente a la seguridad alimentaria y a la sostenibilidad ambiental a nivel global. Este fenómeno, caracterizado por la pérdida de la capacidad del suelo para sustentar la vida vegetal y animal, se ve exacerbado por prácticas agrícolas intensivas, la expansión de la frontera agrícola y el cambio climático (Guhl Nannetti, 2022).

Para mantener la productividad biológica, la calidad ambiental y la vida vegetal y animal en la fase de la tierra, es necesario introducir modificaciones en los sistemas de manejo para con ello evitar y controlar la degradación de los suelos, y en todo lo concerniente a este postulado, la materia orgánica es de particular interés.

Los abonos orgánicos son fertilizantes de origen natural; cumplen un papel fundamental en la mejora de las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos, siendo además una buena opción para el funcionamiento ecológico de los desperdicios contaminantes como basura orgánica, desechos de cocina, estiércoles de establos.

La disponibilidad de materia orgánica transformada y estable se ha convertido en una alternativa concreta e importante para elevar las producciones agrícolas. La aplicación de abonos orgánicos constituye una necesidad y tiene significativa importancia para conservación de los suelos agrícolas y prevenir su degradación, ya que la materia orgánica y particularmente el humus de los suelos, constituyen el sostén básico para la vida en este medio llegando a definir su potencial productivo.

La búsqueda de soluciones que permitan la recuperación y el reciclaje racional de desechos y subproductos orgánicos constituye una imperiosa necesidad para un adecuado desarrollo tecnológico y el cuidado y conservación del medio ambiente.

El reciclaje de desechos agrícolas condiciona una menor dependencia de los recursos externos y esto, a su vez, aumenta la autonomía de los productores Sumiyati *et al.* (2024). La lombricultura constituye un ejemplo de ello, como técnica de reciclaje de desechos reduce el empleo de fertilizantes químicos, ayuda a recuperar la fertilidad del suelo, a mejorar la retención de agua y la nutrición de las plantas.

Las sustancias húmicas presentes en el humus de lombriz aumentan la capacidad de intercambio catiónico del suelo, lo que le permite retener y liberar nutrientes de manera más eficiente, mejorando la fertilidad de este (Pati Limachi, 2021).

El humus de lombriz, producto de la descomposición de la materia orgánica por lombrices de tierra, es un material rico en nutrientes, con propiedades físicas y biológicas que favorecen la salud del suelo (Villegas y Canepa,

2017). Es rico en nutrientes esenciales para las plantas, como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y micronutrientes, en formas fácilmente disponibles para su absorción (Aruquipa, 2021).

La materia orgánica y las sustancias húmicas presentes en el humus de lombriz actúan como esponjas, absorbiendo y reteniendo el agua en el suelo. Esto reduce la pérdida de agua por evaporación, especialmente en zonas áridas y semiáridas, y aumenta la disponibilidad de agua para las plantas (Bravo y Loor, 2021).

Puede contribuir a la supresión de enfermedades del suelo y a mejorar la resistencia de las plantas a plagas, a través del aumento de la actividad microbiana benéfica y la producción de sustancias bioactivas (Fuentes, 2022).

Uno de los principales problemas que enfrenta la lombricultura es la falta de conocimientos y habilidades técnicas entre los agricultores. Muchos agricultores carecen de la experiencia necesaria para criar y mantener adecuadamente las poblaciones de lombrices, lo que genera bajos rendimientos y fertilizantes de mala calidad.

En una primera etapa exploratoria en la finca “Los Torres” en la Cooperativa de Crédito y Servicio “Celestino Pacheco” (CCS) del municipio de Pinar del Río, se pudo constatar limitaciones en la utilización de la diversidad de fuentes de obtención de materia orgánica para el mejoramiento de la fertilidad del suelo y el poco aprovechamiento de los contextos para la adopción de la lombricultura como prácticas agroecológicas, lo que conduce a la necesidad de este estudio y se propone como objetivo evaluar la producción de abono orgánico con la aplicación de la lombricultura como práctica agroecológica en el mejoramiento de la fertilidad del suelo en el referido sector productivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Caracterización de la Cooperativa de Créditos y Servicio “Celestino Pacheco”

El objeto social de la CCS con un área cultivable de 65 ha, de ellas dedicadas a 2,5 ha a producir y comercializar tabaco negro de sol ensartado (*Nicotiana tabacum*) y 62,5 a la producción de cultivos varios. Prevalce los suelos ferralítico amarillento lixiviado, de textura franco arenoso (Hernández *et al*, 2015), con una profundidad media de la capa arable de 20 cm y un contenido de materia orgánica de 1,00 a 1,3 %. El relieve es predominantemente llano.

Ubicación y características del área de estudio

La investigación se desarrolló en la finca del productor Wilian Torres de la CCS “Celestino Pacheco”, esta tiene un área de 2.7 ha. Sus límites son: Norte con la finca de la productora Yeny Paredes, al Sur Camino Vecinal, al Este Caserío y al Oeste con la finca del productor Agapito Hernández. Posee un clima tropical con temperatura media anual de 24,5 °C y un acumulado anual de precipitaciones de 486 mm. Los principales factores limitantes: el grado de acidez, baja fertilidad natural, bajos contenidos de materia orgánica, y compactación.

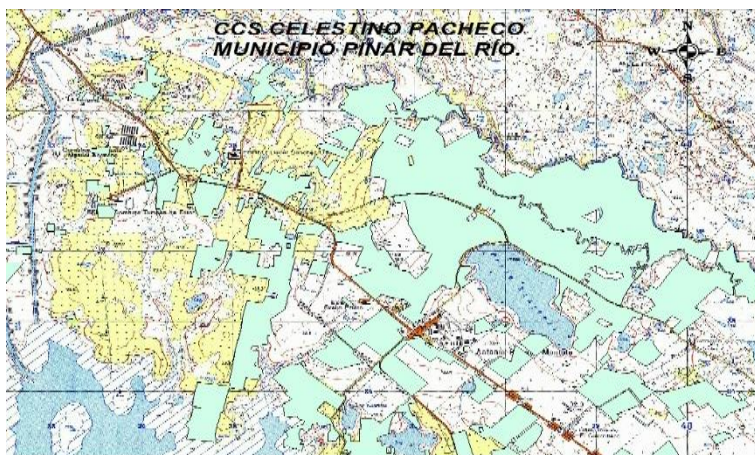


Figura 1. Vista satelital de la unidad. Tomada de Google
Figure 1. Satellite view of the unit. Taken from Google.

Materiales empleados en el proceso de investigación

- Estiércol de ganado vacuno y porcino.
- Cascarilla de arroz, procedentes de molinos de la comunidad.
- Lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) procedente del pie de cría del CP "Pedro Concepción Tamargo".
- Madera para la confección de cajas rústica para la prueba de caja.
- Cajas rústicas con dimensión de 40 cm de ancho x 4 cm de largo y 25 cm de alto.
- Cal
- Cepa de plátano
- Agua para el riego
- Pala, azada y tamiz.

Métodos y técnicas aplicadas en la investigación.

El enfoque de la investigación es predominantemente cualitativo y cuantitativo y tiene una fundamentación dialéctico-materialista.

Se utilizaron tres recipientes de madera de 1 m x 0.25 m x 0.30 m con una maya en el fondo para permitir el drenaje, esta se divide en cuatro para los diferentes tratamientos. La densidad de siembra de lombrices fue la establecida según las normas para el desarrollo de la lombricultura (1kg/m²) en cada recipiente, distribuidos según un experimento factorial (4x3) diseñado en bloque al azar con 4 tratamientos y 3 réplicas por tratamiento.

Los efectos considerados fueron: tipos de sustratos alimenticios (excreta vacuna, excreta porcina, excreta porcina con inclusión de cal y excreta vacuna con la inclusión de cascarilla de arroz) y el agua para humedecer el sustrato (agua utilizada para riego). Las mezclas de los productos se llevaron a cabo en proporción 70%: 30% de excreta porcina y fuente de fibra (cachaza, respectivamente) en base seca y por último se mezcló excreta porcina con cal a razón de 75 g en 0.25 m² de excretas respectivamente, en base seca.

El sustrato utilizado proveniente de fincas propias y aledañas en la comunidad productiva, el cual fue recogido a 30, 45 y 60 días después de secado, la excreta vacuna fue previamente almacenado durante 21 días antes de su utilización en una nave rústica.

Para el cálculo de la producción de humus de lombriz en función de la cantidad de residual disponible se aplicó la fórmula $CS \times (N/100)$

Donde:

CS es cantidad de sustrato.

N=45% se convierte en humus de lombriz (media nacional de la cantidad de humus de lombriz que se puede obtener en dependencia de la cantidad de sustrato).

Se aplicaron entrevistas para recopilar información útil en la valoración de determinados elementos necesarios acerca del proceso de obtención de abono orgánico, además diagnosticar en los productores los índices de satisfacción con el proceso. Los datos obtenidos se analizaron mediante un análisis de varianza (ANOVA), utilizando el software estadístico SPSS21.

Variables de la hipótesis, dimensiones e indicadores medibles.

Variable Dependiente: Elaborar abonos orgánicos a través de la lombricultura para incrementar la fertilidad de los suelos de la finca

Dimensión I. Biotransformación de los desechos sólidos: excretas de vacuno, porcina, porcina + cal y excreta vacuno mezclado con cascarilla de arroz, en la formación de humus en un sistema de vermicultura.

Indicadores a evaluar en excretas de vacuno, porcina, vacuno + de vacuno cascarilla de arroz

1. Peso total, kg (BH)
2. Peso total, kg
3. Contenido de humus, kg.
4. Biomasa final, kg
5. Pérdidas, kg
6. Composición del humus con el empleo de varios sustratos s.

Dimensión II. Evaluar la influencia de los diferentes factores

1. La temperatura en el proceso de transformación de la biomasa.
2. La humedad en el proceso de transformación de la biomasa.
3. El pH en el proceso de transformación de la biomasa.
4. La supervivencia y desarrollo reproductivo de la lombriz en los diferentes sustrato

Dimensión III. Pertinencia

1. Impacto social de los resultados.

2. Impacto económicos.

3. Impacto ambiental.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El experimento se realizó en un área techada a temperatura ambiente con las condiciones adecuadas. Se utilizó un pie de cría de la especie *Eisenia foetida* (Lombriz Roja Californiana).

En la tabla 1 se expone la composición bromatológica de todos los sustratos, se incluyen las determinaciones de materia seca (MS), proteína bruta (PB, Nx6,25) y cenizas (Cz), según la AOAC (1980). El extracto etéreo (EE) acidificado se determinó empleándose como solvente una mezcla de éter de petróleo y ácido acético glacial tal como fue recomendado por Ly y Avila (1990), mientras que la fibra dietética insoluble (FDI) se analizó según el método de Asp *et al* (1990).

Tabla 1. Composición bromatológica de los sustratos alimenticios (% BS).

Table 1. Bromatological composition of the feed substrates (% DM).

	Excreta Vacuna	Excreta porcina	Excreta vacuno Cascarilla de arroz
MS	20.6	43.6	45.9
PB	12.9	15.9	17.2
Cz	18.9	39.5	42.9
EE	3.7	4.0	0.7

La humedad es un parámetro de suma importancia que se tuvo presente con un porcentaje lo que significó más viable el crecimiento y reproducción de la lombriz Roja Californiana. Por lo tanto este fue un parámetro que se analizó durante el lombricomposteo.

La tendencia del porcentaje de humedad se puede ver en la Figura 2. Se observó que el material para lombricomposteo no estuvo bien humedecido durante la etapa de pre composteo, sin embargo, a partir del tercer muestreo la humedad se mantuvo en una tendencia constante. La humedad dista de la determinada por Constanza (2014) en casi el doble.

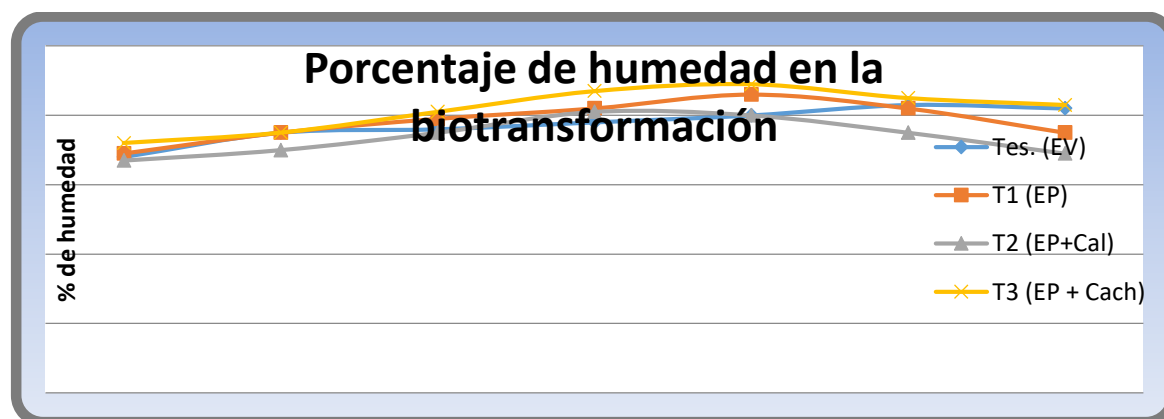


Figura 2. Tendencia del porcentaje de humedad durante el lombricomposteo

Figure 2. Trend of moisture percentage during vermicomposting.

La oferta de sustrato en base fresca fue igual para todos los tratamientos, según criterio de alimentación empleado en este experimento. Debido a que la excreta vacuna + cascarilla de arroz tenía una mayor concentración de materia seca que la excreta porcina (20.6 vs 45.9%), lo que (BS) fue menor que en los tratamientos restantes.

En esta forma de expresión de los indicadores analizados (%), el humus obtenido también fue menor ($P < 0.05$) al compararse la excreta porcina con la excreta vacuna + cascarilla de arroz.

Se encontraron valores intermedios al mezclarse la excreta porcina con cal respectivamente, los cuales a su vez no difirieron de los encontrados para la excreta vacuna y excreta vacuna + cascarilla de arroz.

En cuanto a producción de biomasa de lombriz (%), se obtuvieron diferencias significativas a favor de la excreta vacuna + cascarilla de arroz ($P < 0.01$) sobre los tratamientos restantes; no obstante, con la mezcla de excreta vacuna con fuentes fibrosas se lograron índices de producción de biomasa de lombriz superiores a los obtenidos con excreta porcina sola.

En la tabla 2 se expone el balance de la materia seca de los productos involucrados en todo el proceso de biotransformación, por la acción de las lombrices de tierra.

Tabla 2. Balance de la materia seca de los sustratos biotransformados y la biomasa obtenida al final del proceso.

Table 2. Dry matter balance of the biotransformed substrates and the biomass obtained at the end of the process.

Índices, %	Excreta vacuna	Excreta porcina	Excreta porcina +		ES±
			Cal	Cascarilla de arroz	
Peso total, kg (BH)	58.8	58.6	58.8	58.8	-
Peso total, kg	12.1	27.4	25.9	27.0	-
Humus, kg.	7.8 ^a	23.6 ^b	22.3 ^{bc}	20.0 ^{ad}	1.2***
Biomasa final, kg	0.11	0.07	0.10	0.15	0.02
Pérdidas, kg	4.2	3.8	6.4	6.8	1.2
Humus, %	64.75 ^b	74.20 ^a	77.28 ^{ac}	86.01 ^{ad}	3.38*
Biomasa final, %	0.87 ^a	0.24 ^a	0.45 ^{ac}	0.57 ^{ad}	0.09**

* $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$, a, b, c letras diferentes en la misma línea difieren significativamente (Duncan 1955)

* $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$; different letters (a, b, c) in the same row indicate significant differences (Duncan 1955).

La oferta de sustrato en base fresca fue igual para todos los tratamientos, según criterio de alimentación empleado en este experimento. Debido a que la excreta vacuna + cascarilla de arroz tenía una mayor concentración de materia seca que la excreta porcina (20.6 vs 45.9%) la cantidad de excreta vacuna (BS) fue menor que en los tratamientos restantes.

Estas diferencias iniciales motivaron que la cantidad de humus obtenida al final del proceso en la excreta vacuna fuera menor ($P < 0.001$). Para eliminar la posible influencia de las diferencias en cuanto a ofertas del sustrato

total en base seca en los distintos tratamientos experimentales, los indicadores estudiados se analizaron expresados como por ciento (%).

En esta forma de expresión de los indicadores analizados (%), el humus obtenido también fue menor ($P<0.05$) al compararse la excreta vacuna con la excreta porcina. Se encontraron valores intermedios al mezclarse la excreta porcina con cal o cachaza respectivamente, los cuales a su vez no difirieron de los encontrados para la excreta vacuna y porcina.

En cuanto a producción de biomasa de lombriz (%), se obtuvieron diferencias significativas a favor de la excreta vacuna+ cascarilla de arroz ($P<0.01$) sobre los tratamientos restantes; no obstante, con la mezcla de excreta porcina con fuentes fibrosas se lograron índices de producción de biomasa de lombriz superiores a los obtenidos con excreta porcina sola.

Estos resultados parecen estar estrechamente relacionados con la proporción proteína bruta: carbohidratos de los diferentes sustratos experimentales.

Estos resultados corroboran lo informado por Neuhauser *et al* (1982) y Barcelo (1986), quienes obtuvieron mayor crecimiento de biomasa de lombriz en excreta vacuna que en excreta porcina.

De acuerdo a los resultados mostrados en la tabla 2 se considera que no se encontraron diferencias significativas al emplearse los diferentes tipos de sustratos en cuanto a pérdidas en el proceso de biotransformación coincidiendo con lo planteado por González. (2003).

En la tabla 3 se muestra la producción de biomasa de lombriz de tierra en número de individuos y número de adultos en la población al final del proceso de bio-transformación de los sustratos.

Tabla 3. Efecto del sustrato alimentario en el desarrollo de la población de lombriz de tierra

Table 3. Effect of food substrate on earthworm population development.

Índices, %	Excreta vacuna	Excreta porcina	Excreta vacuno +cascarilla de arroz	ES±
Número total, #	3.85 ^a	3.40 ^b	3.89 ^a	0.12*
Número adultos, #	3.16 ^a	2.72 ^b	3.15 ^a	0.10*
Población adulta, %	82	80	82	-

* $P<0.05$ a, b letras diferentes en la misma línea difieren significativamente (Duncan 1955)

* $P<0.05$; different letters (a, b) in the same row indicate significant differences (Duncan 1955).

En cuanto al desarrollo de la biomasa de lombriz en número de individuos no hubo diferencias significativas entre la excreta vacuna y la excreta vacuna+ cascarilla de arroz, no así para la excreta porcina sola que si difirió ($P<0.05$) con respecto a los tratamientos restantes.

Esto demostró que las mezclas de excreta vacuna + cascarilla de arroz, lograron aumentar la reproducción de las lombrices de forma comparable a la excreta porcina, aunque no hubo un comportamiento similar entre dichos sustratos para el crecimiento en peso de los individuos.

Se comprobó además que al final del período de cultivo, la población adulta superaba el 80% en los cuatro sustratos utilizados. Lo que se corrobora por lo planteado por González *et al* (2003) para condiciones similares.

Como se aprecia en la tabla 4, contiene la composición en macroelementos de los humus obtenidos en los cuatro tratamientos, al final del experimento.

Tabla 4. Composición del humus de lombriz %MS

Table 4. Composition of earthworm humus (% DM)

Indices, %	Excreta vacuna	Excreta porcina	Excreta vacuna + Cascarilla de arroz	ES±
MO	46.7 ^a	49.2 ^b	52.1 ^{ab}	2.56
N	2.41 ^a	2.04 ^b	2.44 ^{ab}	0.09*
P	1.22	1.23	1.39 ^{ab}	0.21
K	0.11 ^a	0.12 ^b	0.91 ^{ab}	0.09***
Ca	1.23 ^a	1.99 ^b	2.29 ^{ab}	0.05
Mg	2.40	2.46 ^b	2.48 ^{ab}	0.48

*P<0.05; *** P<0.001 a, b, letras diferentes en la misma línea difieren significativamente (Duncan 1955)

*P<0.05; ***P<0.001; a, b: different letters in the same row indicate significant differences (Duncan 1955).

Las concentraciones de MO, P y Mg no difirieron entre ninguno de los sustratos utilizados. Por el contrario, hubo diferencias significativas en el caso del N (P<0.05) el cual fue significativamente superior para todos los sustratos que contenían excreta vacuna+cascarilla de arroz, en comparación con la excreta porcina. Esto coincidió con el contenido de N del sustrato inicial debido a que la excreta porcina utilizada fue pobre en este nutriente debido a que la calidad del alimento que consume un cerdo como animal monogástrico es inferior a la del ganado bovino.

Lo contrario fue lo ocurrido en cuanto a la concentración de K, que fue superior al emplearse la excreta vacuna+cascarilla de arroz, debido fundamentalmente al sistema de tratamiento de las excretas vacuno y la solubilidad del potasio en agua lo que debió provocar una pérdida considerable de K en esta excreta.

En cuanto al calcio (Ca) esto coincidió con el contenido inicial del sustrato, debido a que la excreta vacuna utilizada fue ligeramente superior en este nutriente debido a que la calidad del alimento que consume el ganado vacuno es superior a la del ganado bovino.

Desde el punto de vista económico, la eficiencia de bio-transformación de la excreta vacuna, excreta porcina + cal 60:40 (BS) y excreta de vacuno + cascarilla de arroz 70:30 (BS), en humus y biomasa de lombriz se tiene que por cada tonelada de cada uno de estos sustratos se obtuvo: 0.86 t de humus y 0.09 t de biomasa de lombriz; 0,72 t de humus y 0,10 t de biomasa de lombriz; 0,74 t de humus y 0,11 t de biomasa de lombriz respectivamente. Estos

resultados tienen gran importancia económica debido a que a partir del proceso de biotransformación de residuales agresivos que constituyen contaminantes del medio ambiente de alto riesgo se pueden producir humus (fertilizante orgánico) de calidad comparable a la informada por la literatura.

La tonelada de humus se comercializa en el mundo a un precio aproximado que oscila entre \$70 y \$120 USD, en dependencia de su calidad. Por otra parte la biomasa de lombriz de tierra es de elevada calidad nutricional, fundamentalmente como fuente de proteína, el nutriente más costoso y escaso en la alimentación animal.

La fertilidad de los suelos con el uso de abonos orgánicos productos de la lombricultura contribuyeron a los ingresos de 6847,80 \$.ha-1, con una disminución en los costos de producción en 1141,85 \$.ha-1. La inclusión de los cultivos del frijol y el maíz en la asociación ahorran al país 1126,00 y 700,00 USD.t-1 por la sustitución de importación de estos granos.

En relación a la producción adecuada de humus de lombriz, Briceño (2017) consideró importante que se monitoreen ciertos parámetros tales como la temperatura, humedad y pH, de tal manera que se pueda llevar un control del estado físico químico de la materia orgánica que se ha degradado, aspectos considerados en el proceso de esta investigación.

Los resultados obtenidos coinciden con Álvarez (2023) al considerar que el humus de lombriz puede ayudar a regular el pH del suelo, amortiguando la acidez o la alcalinidad, creando un ambiente más favorable para el desarrollo de las plantas y la actividad microbiana.

Por otra parte, se asume criterios de Kalita *et al.* (2017) al reconocer que las aplicaciones constantes de la lombricomposta en diferentes sistemas de cultivo generan diversos efectos benéficos relacionados con el mejoramiento de las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos lo cual favorece el crecimiento y desarrollo de los cultivos.

Los daños causados por el cambio climático han generado la necesidad de desarrollar infraestructuras resilientes que mitiguen los riesgos de desastres naturales en países tropicales y la adopción de soluciones basadas en estrategias de uso de materiales naturales sostenibles (Tóala *et al.*, 2025). En este sentido, los resultados alcanzados en la obtención de abonos orgánicos desde el uso de la tecnología de lombricultura se constituyen en una oportunidad para mejorar la eficiencia de los cultivos, reducir la dependencia de fertilizantes químicos y fomentar la economía circular.

Se plantea por Cotrina *et al.* (2020) que los abonos orgánicos como compost y humus de lombriz, ha representado una alternativa viable en diferentes experiencias para reducir la contaminación, aspecto que coincide con lo observado en la finca.

Oportuno señalar que en el desarrollo de la investigación se contribuyó con la capacitación, resultando significativo el nivel de satisfacción de los productores con los manuales de procedimiento, instructivos técnicos, talleres de capacitación, lo que incidió notablemente en la toma de decisiones en cuanto al uso del abono orgánico obtenido de la lombricultura para el mejoramiento de la fertilidad del suelo.

CONCLUSIONES

La aplicación de humus de lombriz demostró ser una estrategia efectiva para mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo agrícola en el estudio realizado en la Finca "Los Torres".

En la producción de biomasa de lombriz el número de individuos no hubo diferencias significativas entre la excreta vacuna y la excreta vacuna+ cascarrilla de arroz, no así para la excreta porcina sola que sí difirió ($P < 0.05$) con respecto a los tratamientos restantes.

La utilización del humus de lombriz como enmienda orgánica se alinea con los principios de la agricultura sostenible, que busca producir alimentos de manera eficiente, conservando los recursos naturales y protegiendo el medio ambiente.

AGRADECIMIENTOS

Este resultado pertenece al Proyecto Territorial: Fortalecimiento Agroecológico y Extensionista de la Producción Local de Alimentos en Pinar del Río (FAEPLA) (PT131PR001-014)

ÉTICA Y CONFLICTO DE INTERESES

Las personas autores del manuscrito en cuestión, declaran que han cumplido totalmente con todos los requisitos éticos y legales pertinentes, tanto durante el estudio como en la producción del manuscrito; que no hay conflictos de intereses de ningún tipo y que están totalmente de acuerdo con la versión final editada del artículo.

REFERENCIAS

- Alvarez, H. A. (2023). Estudio comparativo en la estructura físico química de los suelos de sistemas agroforestales instalados por los proyectos de desarrollo alternativo en el Valle del Monzón–Tingo María. (Tesis de maestría Universidad Nacional Agraria de la Selva) <https://repositorio.unas.edu.pe/server/api/core/bitstreams/982ffd5d-654b-4929a69e-904c5b068a8c/content>.
- Aruquipa, O. (2021). Comportamiento agronómico de dos variedades de col rizada (*brassica oleracea* var. sabellica) bajo dos frecuencias de aplicación de caldo de humus de lombriz en el municipio de El Alto (Tesis de grado - Universidad Mayor de San Andrés). <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/25865>
- Barcelo, P. (1986). Production, harvesting and processing of earthworms and the evaluation of its nutritional value on broilers. En: IFS, Workshop on "Swine and Poultry husbandry". Provisional Report No. 22, University of Udazona, Indonesia, p 87-98.
- Bravo Macay, L. M. y Loor Zambrano, J. J. (2021). Efecto del hidrogel y vermicompost sobre la productividad del pasto cuba OM-22 (*Pennisetum purpureum* x *P. Glaucum*) en época seca (Tesis de grado - ESPAM MFL). <https://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/1437>
- Briceño, A. (2017). Utilización del humus Lombriz Roja Californiana (*EISENIA FOETIDA*) como alternativa amigable al medio ambiente para el cultivo del café, finca Santa Dolores, Municipio el Crucero (en línea). Disponible en <https://core.ac.uk/download/pdf/84460624.pdf?%0Ahttps://repositorio.unan.edu.ni/3795/1/51771.pdf>.
- Cotrina Cabello, V. R., Alejos Patiño, I. W., Cotrina Cabello, G. G., Córdova Mendoza, P., & Córdova-Barrios, I. C. (2020). Efecto de abonos orgánicos en suelo agrícola de Purupampa Pano, Perú. *Centro Agrícola*, 47(2), 31-40. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852020000200031

- Fuentes Córdova, M. (2022). Efecto del biochar y niveles del humus de lombriz en el comportamiento productivo del tomate (*Lycopersicum esculentum* Miller) variedad cherry bajo ambiente protegido en el Centro Experimental Cota Cota (Tesis de grado- Universidad de San Andrés). <http://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/35779>.
- Guhl Nannetti, E. (2022). Antropoceno: la huella humana: La frágil senda hacia un mundo y una Colombia sostenibles. Editorial Pontificia Universidad Javeriana.
- González.MD; Pedro L. (2003). Estudios de integración de la vermicultura a la producción porcina en Cuba. Tesis presentada en opción al título Académico de Master en Producción Porcina Mención: Nutrición y Alimentación Porcina, La Habana, Cuba.
- Kalita, R. R., Duta, M. & Bora, S. (2017). Knowledge, attitude and practices of farmers towards vermiculture technology. Indian Research Journal of Extension Education, 17(4): 78-82.
- Neuhauser, E.F., Harteinstein, R. y Kaplan, D.L. (1982). Growth of the earthworm *Eisenia foetida* relation topopulation density and food nationing. En: Vermiculture, Handbook I, Philippines, Philippines Earthworm Center.
- Pati Limachi, A. (2021). Transformación de residuos biodegradables de la industria cervecera mediante la lombricultura en el municipio de Viacha del departamento de La Paz (Tesis doctoral - Universidad Mayor de San Andrés). <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/26788>
- Pirrerá, G., & Ferrara, M. L. (2017). Applications of woodworms and materials for prevention the desertification risk and technosoils.p.31.In: International Symposium on Soil and Water Bioengineering in Changing Climate. Glasgow, Scotland, UK. 70.
- Sumiyati, S., Samadikun, B. P., Widiyanti, A., Budihardjo, M.A., Al Qadar, S., & Puspita, A.S. (2024) Life cycle assessment of agricultural waste recycling for sustainable environmental impact. Global Journal of Environmental Science and Management, 10(2): 907-938, 2024. <https://doi.org/10.22034/gjesm.2024.02.30>
- Tóala, R. A. S., Soledispa, B. P. V., Guamán, D. F. A., Calle, V. A. L., & Rivadeneira, D. D. C. (2025). Infraestructuras resilientes al cambio climático: Análisis textual discursivo sobre adaptación, mitigación y sostenibilidad en la construcción.: Climate change resilient infrastructures: discursive textual analysis on adaptation, mitigation and sustainability in construction. *Revista Científica*
- Villegas Cornelio, V. M. y Laines Canepa, J. R. (2017). I avances y estrategias en el tratamiento de residuos sólidos orgánicos. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 8(2), 393-40