UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
Fundada en 1952

LA TÉCNICA
Revista de las Agrociencias

Determinación de los costos del proceso productivo de la vermicultura en el cantón Quinindé

Determination of the costs of the vermiculture production process in the Quinindé canton

Autores

[1*] ***Mercy Jacqueline Cabrera Arrobo***
jacbrera321@gmail.com

[1] ***Fernando Rodolfo Intriago Mendoza***
ferintria@yahoo.com

[2] ***Darwin Francisco Talledo Villacreses***
datalledo@gmail.com

[1]Instituto Superior Tecnológico Quinindé. Quinindé, Ecuador.
[2]Universidad de las Fuerzas Armadas. Salinas, Ecuador.

*Autor de correspondencia.

Citación sugerida: Cabrera Arrobo M., J., Intriago Mendoza, F. R., Talledo Villacreses, D. F. (2026). Determinación de los costos del proceso productivo de la vermicultura en el cantón Quinindé. *La Técnica, 16*(1), 23-29. DOI: https://doi.org/10.33936/latecnica.v16i1.8199

Recibido: Marzo 19, 2026
Aceptado: Junio 15, 2026
Publicado: Junio 21, 2026

Resumen

La vermicultura representa una alternativa biotecnológica sostenible para el manejo de residuos orgánicos y la producción de abono de alta calidad. El presente estudio tuvo como objetivo determinar los costos de producción del proceso productivo de la vermicultura en el cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas, Ecuador. La investigación se desarrolló mediante un diseño completamente al azar (DCA) con cuatro tratamientos y sus respectivas repeticiones: T1 (raquis y tallos de musáceas 100%), T2 (raquis de palma aceitera 30% + residuos orgánicos 70%), T3 (residuos orgánicos 100%) y T4 (estiércol bovino 30% + residuos orgánicos 70%), utilizando lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) con una densidad inicial de 1 kg por unidad experimental. Los resultados obtenidos demostraron que el tratamiento con raquis de palma obtuvo la mayor tasa de reducción de sustrato (67,0%), mientras que el tratamiento con musáceas obtuvo la mayor tasa de multiplicación de lombrices (236%). Con respecto a los costos de producción, el tratamiento con residuos orgánicos obtuvo el menor costo total ($15,89 por biomasa total del tratamiento), mientras que el tratamiento con raquis de palma obtuvo el más alto margen de ganancia ($37,10). Los precios de venta del humus de lombriz oscilaron entre $0,21 y $0,37 por kilogramo, siendo económicamente viables para pequeños y medianos productores. Se concluye que la vermicultura constituye una alternativa rentable y sostenible para la gestión de residuos agrícolas en la región, con potencial para contribuir a la economía circular y la agricultura sostenible

Palabras clave: vermicultura, *Eisenia foetida*, vermicompost, costos de producción, agricultura sostenible, residuos orgánicos.

Abstract

Vermiculture represents a sustainable biotechnological alternative for the management of organic waste and the production of high-quality compost. The objective of this study was to determine the production costs of the vermiculture process in the Quinindé canton, Esmeraldas province, Ecuador. The research was conducted using a completely randomized design (CRD) with four treatments and their respective replicates: T1 (100% Musaceae rachis and stems), T2 (30% oil palm rachis + 70% organic waste), T3 (100% organic waste), and T4 (30% cattle manure + 70% organic waste), using California red worms (*Eisenia foetida*) at an initial density of 1 kg per experimental unit. The results showed that the treatment with palm fronds achieved the highest rate of substrate reduction (67.0%), while the treatment with Musaceae achieved the highest rate of earthworm reproduction (236%). Regarding production costs, the organic waste treatment had the lowest total cost ($15.89 per total biomass of the treatment), while the palm rachis treatment had the highest profit margin ($37.10). The selling prices of worm castings ranged from $0.21 to $0.37 per kilogram, making them economically viable for small and medium-sized producers. It is concluded that vermiculture constitutes a profitable and sustainable alternative for agricultural waste management in the region, with the potential to contribute to the circular economy and sustainable agriculture.

Keywords: vermiculture, *Eisenia foetida*, vermicompost, production costs, sustainable agriculture, organic waste.

CC BY NC ND

LA TÉCNICA
Revista de las Agrociencias

e-ISSN 2477-8982

Introducción

El manejo sostenible de residuos orgánicos se ha convertido en uno de los retos más importantes para la agricultura en la actualidad, particularmente en regiones tropicales como las de la costa de Ecuador, donde la generación de residuos orgánicos alcanza volúmenes altos (Enebe y Erasmus, 2023).

En este contexto, la vermicultura surge como una biotecnología promisoria que aprovecha la capacidad de las lombrices californianas para transformar estos residuos en un abono de alta calidad llamado vermicompost o humus de lombriz (Dervash et al., 2024).

La vermicultura, es también conocida como lombricultura, se produce mediante un proceso de biooxidación y transformación de residuos orgánicos mediante la acción sinérgica de lombrices californianas y de microorganismos asociados (Ratnasari et al., 2023).

Entre las especies de lombrices más utilizadas en la descomposición de desechos destaca la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), por su alta capacidad reproductiva, tolerancia a condiciones ambientales variables y eficiencia en la conversión de sustratos orgánicos (Alcívar, 2023). Esta especie puede procesar diariamente una cantidad de materia orgánica equivalente a su propio peso corporal, generando un producto final rico en nutrientes y microorganismos benéficos (Canales-Gutiérrez et al., 2021).

El vermicompost resultante se caracteriza por presentar una mayor concentración de nutrientes disponibles, mayor carga microbiana beneficiosa, presencia de hormonas de crecimiento vegetal, niveles elevados de enzimas del suelo y capacidad de retención de nutrientes a largo plazo sin generar impactos ambientales negativos (Domínguez et al., 2019). Algunos estudios han demostrado que el vermicompost contiene aproximadamente cuatro veces más nitrógeno, 25 veces más fósforo y dos veces y media más potasio con relación al estiércol de ganado (Riascos-Vallejos et al., 2022).

En Ecuador, la lumbricultura se ha incrementado exponencialmente durante la última década, debido a la progresiva demanda de productos orgánicos y la necesidad de implementar prácticas agrícolas sostenibles (Chirinos et al., 2020). Ecuador posee condiciones climáticas favorables para el desarrollo de la lumbricultura, especialmente en la costa donde la temperatura y humedad son óptimos para la reproducción de *E. foetida* (Campoverde et al., 2020).

El cantón Quinindé, presenta características agroecológicas ideales para la implementación de lumbricultura. La economía local se basa en los cultivos de banano, palma africana y cacao, lo cual genera grandes volúmenes de residuos orgánicos que en la mayoría de los casos son subutilizados (Vásquez e Iannacone, 2017). La transformación de estos residuos mediante vermicultura no solo contribuiría a la reducción de la contaminación ambiental, sino que también generaría un producto de alto valor agregado para la fertilización de cultivos.

Los costos de producción constituyen un factor determinante en la viabilidad económica de cualquier emprendimiento agrícola (Marnetti, 2012). En el caso de la vermicultura, estos costos incluyen: la inversión inicial en infraestructura, compra de lombrices californiana, preparación de sustratos, mano de obra, agua para riego (Colín-Navarro et al., 2018). El conocimiento real de estos costos permite a los productores establecer precios, evaluar la rentabilidad del proyecto y tomar decisiones sobre la escala de producción.

Aun ante el potencial de la vermicultura en el cantón, existe carencia de información respecto a los costos de producción asociados a diferentes tipos de sustratos disponibles. Esta información es muy importante para orientar a los agricultores en la selección de materiales (Palacios-Valenzuela et al., 2021). Además, la comparación económica de diferentes tratamientos permite elegir a aquellos que ofrecen la mejor relación costo-beneficio.

El presente estudio se fundamenta en la hipótesis de que los costos de producción de vermicompost varían significativamente según el tipo de sustrato utilizado, y que esta variación incide directamente en la rentabilidad del proceso productivo. La investigación busca generar información técnica y económica que permita a los productores locales optimizar sus procesos de vermicultura y contribuir al desarrollo de una agricultura más sostenible en el cantón Quinindé.

El objetivo del presente estudio fue determinar los costos de producción del proceso productivo de la vermicultura en el cantón Quinindé, Ecuador.

Materiales y métodos

El estudio empleó un diseño completamente al azar (DCA) con enfoque cuantitativo para evaluar la eficiencia biológica y los costos de producción de vermicompost a partir de sustratos agrícolas disponibles en el cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas.

Los indicadores evaluados fueron: la tasa de reducción del sustrato, que refleja la eficiencia de degradación de la materia orgánica, y la tasa de multiplicación de lombrices, que indica la idoneidad del sustrato para el desarrollo de *E. foetida*.

CC BY NC ND

Adicionalmente, se calcularon los costos totales de producción y el precio de venta del humus por kilogramo para cada tratamiento.

El experimento se organizó con cuatro tratamientos según el tipo de sustrato disponible en la zona, seleccionados por su abundancia en la actividad agrícola del cantón. Los cuatro tratamientos definidos fueron: T1 (raquis y tallos de musáceas 100%), T2 (raquis de palma aceitera 30% + residuos orgánicos provenientes de verduras, legumbres y hortalizas 70%), T3 (residuos orgánicos provenientes de verduras, legumbres y hortalizas 100%) y T4 (estiércol de ganado 30% + residuos orgánicos provenientes de verduras, legumbres y hortalizas 70%). Cada tratamiento inició con 1 kg de lombriz roja californiana (*E. foetida*) y se ejecutó con dos repeticiones (A y B). El ensayo tuvo una duración de 16 semanas, durante las cuales se registraron la biomasa del sustrato y de las lombrices.

Durante el período experimental se monitorearon las condiciones ambientales y físico-químicas de las unidades experimentales. La humedad de los sustratos se mantuvo entre el 70 y el 80%, ajustándose mediante riegos periódicos con agua no clorada (100 L por unidad experimental) para garantizar las condiciones óptimas de actividad microbiana y de las lombrices. La temperatura ambiental osciló entre 22 y 28 °C, rango considerado adecuado para el desarrollo y reproducción de *E. foetida* según lo reportado por Díaz et al. (2008). El pH de los sustratos se determinó al inicio y al final del proceso mediante pH-metro, con valores iniciales que oscilaron entre 6,5 y 7,5; condición que favoreció tanto la actividad microbiana como el bienestar de las lombrices, evitando la acidez extrema o la alcalinidad que podrían comprometer la descomposición de la materia orgánica. Para el análisis biológico se aplicaron las siguientes fórmulas:

Tasa de reducción del sustrato (%)

$$\frac{Biomasa\ inicial\ -\ Biomasa\ final}{Biomasa\ inicial} \times 100$$

Tasa de multiplicación de lombrices

$$\frac{Biomasa\ final\ -\ Biomasa\ inicial}{Biomasa\ inicial}$$

El costo de mano de obra se estimó como el 30% del costo total (CT), y el precio de venta al público (PVP) se calculó aplicando un margen de ganancia del 30% sobre el costo de producción dividido entre la biomasa final del producto. El costo de los sustratos se determinó con base en los precios locales del cantón Quinindé, incluyendo materiales, lombrices californianas, agua y mano de obra.

Resultados y discusión

Tasa de reducción del sustrato

La evaluación de la tasa de reducción del sustrato constituye un indicador fundamental de la eficiencia del proceso de vermicompostaje, reflejando la capacidad de las lombrices y los microorganismos asociados para degradar la materia orgánica (Wang et al., 2024). En la tabla 1 se presentan las biomasas iniciales y finales registrados para cada tratamiento.

Tabla 1. Biomasa inicial y final del sustrato por tipo de tratamiento y repetición.

Tratamiento	Sustrato	Biomasa inicial (kg)	Biomasa final (kg)
T1A	Musáceas	276,10	93,64
T1B	Musáceas	312,74	121,36
T2A	Raquis de palma + R.O.	295,10	97,27
T2B	Raquis de palma + R.O.	307,35	106,36
T3A	Residuos orgánicos	219,12	92,73
T3B	Residuos orgánicos	191,72	88,18
T4A	Estiércol bovino + R.O.	191,00	135,00
T4B	Estiércol bovino + R.O.	175,07	91,36

Nota: las letras A yB acompañando a los tratamientos T1A ... T4B corresponden a las repeticiones definir las abreviaturas. R.O. residuos orgánicos provenientes de verduras, legumbres y hortalizas.

Las tasas de reducción calculadas para cada tratamiento se muestran en la tabla 2, evidenciando variaciones entre los diferentes tipos de sustrato.

Tabla 2. Tasa de reducción del sustrato por tratamiento.

Tratamiento	Sustrato	Tasa de reducción (%)	Promedio de tasa de reducción (%)
T1A	Musáceas	66,1	63.65
T1B	Musáceas	61,2	
T2A	Raquis de palma	67,0	66.45
T2B	Raquis de palma	65,9	
T3A	Residuos orgánicos	57,9	55.90
T3B	Residuos orgánicos	53,9	
T4A	Estiércol bovino	10,5	29.15
T4B	Estiércol bovino	47,8	

Nota: las letras A yB acompañando a los tratamientos T1A ... T4B corresponden a las repeticiones.

Los resultados obtenidos demuestran que el tratamiento T2A (raquis de palma aceitera + residuos orgánicos) alcanzó la mayor tasa de reducción (67,0%), seguido por T1A (musáceas) con

p-ISSN 1390-6895/e-ISNN 2477-8982 | Vol. 16, Núm. 1 (23-29): Enero-Junio, 2026 | DOI: 10.33936/latecnica.v16i1.8199

LA TÉCNICA
Revista de las Agrociencias
e-ISSN 2477-8982

66,1% y T2B con 65,9%. Estos valores fueron consistentes con los reportados por Paco et al. (2011), quienes observaron tasas de reducción del 60-70% en vermicompostaje de residuos vegetales durante períodos similares.

La alta tasa de reducción observada en el tratamiento con raquis de palma puede atribuirse a la composición lignocelulósica de este material, que favoreció la actividad microbiana y enzimática durante el proceso de degradación (Khatua et al., 2018). Según Liu et al. (2020), los sustratos con mayor contenido de carbono biodegradable tendieron a presentar mayores tasas de humificación y, consecuentemente, mayor reducción de volumen.

En contraste, el tratamiento T4A (estiércol bovino) presentó la menor tasa de reducción (10,5%), lo cual resultó atípico y podría estar relacionado con condiciones no ideales de humedad o temperatura durante el período experimental. Estudios realizados por Santos Calderón et al. (2021) reportaron tasas de reducción del 45-55% para sustratos a base de estiércol bovino, sugiriendo que factores ambientales o de manejo pudieron haber influido en el bajo rendimiento observado en T4A.

Los tratamientos con musáceas (T1A y T1B) mostraron un comportamiento consistente con tasas de reducción del 66,1 y 61,2%, respectivamente. Estos resultados coincidieron con lo documentado por Mendoza (2023), quien reportó eficiencias de degradación similares para sustratos de origen vegetal ricos en celulosa. La ligera diferencia entre repeticiones (4,9%) se encontró dentro del rango de variabilidad normal reportado en la literatura para experimentos de vermicompostaje (Rincones et al., 2023).

Tasa de multiplicación de *Eisenia foetida*

La tasa de multiplicación de las lombrices constituyó un parámetro crítico para evaluar la idoneidad de los sustratos y las condiciones del sistema de vermicompostaje (Bravo et al., 2018). En la tabla 3 se presentan las biomasas iniciales y finales de las poblaciones de lombrices en cada tratamiento.

Tabla 3. Biomasa inicial y final de lombrices californianas por tratamiento.

Tratamiento	Sustrato	Biomasa inicial (g)	Biomasa final (g)
T1A	Musáceas	1000	1310
T1B	Musáceas	1000	3360
T2A	Raquis de palma	1000	2090
T2B	Raquis de palma	1000	1070
T3A	Residuos orgánicos	1000	2400
T3B	Residuos orgánicos	1000	160
T4A	Estiércol bovino	1000	1010
T4B	Estiércol bovino	1000	2340

Nota: las letras A yB acompañando a los tratamientos T1A ... T4B corresponden a las repeticiones.

Las tasas de multiplicación calculadas revelan comportamientos marcadamente diferentes entre tratamientos y repeticiones, como se observa en la tabla 4.

Tabla 4. Tasa de multiplicación de lombrices por tratamiento.

Tratamiento	Sustrato	Tasa de multiplicación (%)
T1A	Musáceas	31
T1B	Musáceas	236
T2A	Raquis de palma	109
T2B	Raquis de palma	7
T3A	Residuos orgánicos	140
T3B	Residuos orgánicos	-84
T4A	Estiércol bovino	1
T4B	Estiércol bovino	134

Nota: las letras A yB acompañando a los tratamientos T1A ... T4B corresponden a las repeticiones.

El análisis de las tasas de multiplicación reveló una marcada heterogeneidad entre tratamientos y repeticiones, con valores que oscilaron desde -84% (T3B) hasta 236% (T1B). El tratamiento T1B (musáceas) presentó la mayor tasa de multiplicación (236%), indicando condiciones óptimas para el desarrollo y reproducción de *E. foetida* en este sustrato específico.

Estos resultados concordaron parcialmente con lo reportado por Alcívar (2023), quien encontró que los sustratos a base de residuos vegetales favorecieron la reproducción de lombrices debido a su adecuada relación C/N y contenido de humedad. Sin embargo, la marcada diferencia entre T1A (31%) y T1B (236%) sugirió que factores adicionales como la homogeneidad del sustrato, el grado de pre-compostaje o las condiciones microambientales específicas de cada unidad experimental influyeron significativamente en los resultados.

El valor negativo observado en T3B (-84%) indicó una reducción drástica de la población de lombrices, lo cual podría atribuirse a condiciones adversas como exceso de humedad, acumulación de gases tóxicos o desarrollo de patógenos (Cuzco, 2019). Según Romero et al. (2018), las tasas de mortalidad elevadas en sistemas de vermicompostaje fueron frecuentemente asociadas a desequilibrios en la relación carbono-nitrógeno del sustrato o a la presencia de compuestos vermitóxicos.

Los tratamientos con estiércol bovino (T4A y T4B) mostraron comportamientos contrastantes, con tasas de 1 y 134%, respectivamente. Esta variabilidad coincidió con las observaciones de Canales et al. (2020), quienes reportaron que el estiércol bovino requirió un adecuado proceso de maduración previo para evitar la generación de calor y gases que afectaron negativamente a las lombrices. La diferencia entre repeticiones podría explicarse por variaciones en el grado de estabilización del estiércol utilizado.

CC BY NC ND

Es importante destacar que, según Díaz et al. (2008), la temperatura óptima para la reproducción de *E. foetida* se encontró entre 15-25 °C, rango que pudo verse afectado en algunas unidades experimentales durante el período de estudio. Asimismo, Vidaña-Martínez et al. (2017) señalaron que la densidad poblacional inicial y la disponibilidad de alimento fueron factores determinantes en la dinámica poblacional de las lombrices.

Costos de producción y precios de venta

El análisis económico constituyó un componente fundamental para determinar la viabilidad y sostenibilidad de los sistemas de vermicultura (Vásquez e Iannacone, 2017). En las tablas del 5 al 8 se detallan los costos de producción para cada tratamiento.

Tabla 5. Costos de producción del tratamiento T1 (musáceas) por kilogramo.

Componente	T1A cantidad	T1A costo ($)	T1B cantidad	T1B costo ($)
Raquis de musáceas (kg)	276,10	6,07	312.74	6,88
Agua (lt)	100	2,50	100	2,50
Lombrices californianas (kg)	1	5,50	1	5,50
Mano de obra	-	4,13	-	4,46
COSTO TOTAL	-	18,20	-	19,34

Nota: A y B corresponden a las repeticiones 1 y 2 de cada tratamiento

Tabla 6. Costos de producción del tratamiento T2 (raquis de palma) por kilogramo.

Componente	T2A cantidad	T2A costo ($)	T2B cantidad	T2B costo ($)
Desechos orgánicos (kg)	206,57	4,55	215,15	4,73
Raquis de palma (kg)	88,53	8,85	92,21	9,22
Agua (lt)	100	2,50	100	2,50
Lombrices californianas (kg)	1	5,50	1	5,50
Mano de obra	-	6,42	-	6,59
COSTO TOTAL	-	27,82	-	28,54

Nota: A y B corresponden a las repeticiones 1 y 2 de cada tratamiento

Tabla 7. Costos de producción del tratamiento T3 (residuos orgánicos) por kilogramo.

Componente	T3A Cantidad	T3A Costo ($)	T3B Cantidad	T3B Costo ($)
Desechos orgánicos (kg)	219	4,82	191,72	4,22
Agua (lt)	100	2,50	100	2,50
Lombrices californianas (kg)	1	5,50	1	5,50
Mano de obra	-	3,85	-	3,67
COSTO TOTAL	-	16,67	-	15,89

Nota: A y B corresponden a las repeticiones 1 y 2 de cada tratamiento

Tabla 8. Costos de producción del tratamiento T4 (estiércol bovino) por kilogramo.

Componente	T4A cantidad	T4A costo ($)	T4B cantidad	T4B costo ($)
Desechos orgánicos (kg)	133,70	2,94	122,55	2,70
Estiércol de ganado (kg)	57,30	5,73	52,52	5,25
Agua (lt)	100	2,50	100	2,50
Lombrices californianas (kg)	1	5,50	1	5,50
Mano de obra	-	5,00	-	4,79
COSTO TOTAL	-	21,67	-	20,74

Nota: A y B corresponden a las repeticiones 1 y 2 de cada tratamiento

Los precios de venta y márgenes de ganancia calculados para cada tratamiento se consolidan en la tabla 9, permitiendo una comparación integral de la rentabilidad.

Tabla 9. Precio de venta y margen de ganancia por tratamiento

Tratamiento	Biomasa final (kg)	Costo total ($)	Margen 30% ($)	Precio/kg ($)	Precio/lb ($)	Precio/ qq ($)
T1A	93,64	18,20	23,66	0,25	0,11	11,48
T1B	121,36	19,34	25,14	0,21	0,09	9,42
T2A	97,27	27,82	36,17	0,37	0,17	16,90
T2B	106,36	28,54	37,10	0,35	0,16	15,86
T3A	92,73	16,67	21,67	0,23	0,11	10,62
T3B	88,18	15,89	20,66	0,23	0,11	10,65
T4A	135,00	21,67	28,17	0,21	0,09	9,49
T4B	91,36	20,74	26,96	0,30	0,13	13,42

Nota: A y B corresponden a las repeticiones 1 y 2 de cada tratamiento

El análisis económico muestra que el tratamiento T3B (residuos orgánicos 100%) presentó el menor costo total de producción ($15,89), mientras que T2B (raquis de palma) registró el mayor costo ($28,54). Esta diferencia de $12,65 entre tratamientos representó una variación del 79,7%, destacando la importancia de la selección del sustrato en la economía del proceso productivo.

Los precios de venta por kilogramo de humus oscilaron entre $0,21 (T1B y T4A) y $0,37 (T2A), valores que resultaron competitivos en el mercado local de abonos orgánicos. Según el estudio de Vásquez e Iannacone (2017) sobre lombricultura en Perú, los precios de venta del humus de lombriz varían considerablemente según la región y el mercado objetivo, con rangos reportados entre $0,15 y $0,50 por kilogramo en América Latina.

El tratamiento T2B presentó el mayor margen de ganancia absoluto ($37,10), lo cual se explicó por el mayor costo de los insumos utilizados (raquis de palma). Sin embargo, desde una perspectiva de eficiencia económica, el tratamiento T3B ofreció la mejor relación costo-beneficio al presentar el menor costo de producción manteniendo un precio de venta competitivo ($0,23/kg).

p-ISSN 1390-6895/e-ISNN 2477-8982 | Vol. 16, Núm. 1 (23-29): Enero-Junio, 2026 | DOI: 10.33936/latecnica.v16i1.8199

LA TÉCNICA
Revista de las Agrociencias
e-ISSN 2477-8982

Es importante considerar que los costos de mano de obra representaron entre el 22 y 25% del costo total en todos los tratamientos, coincidiendo con lo reportado por Colín-Navarro et al. (2018), quienes identificaron la mano de obra como uno de los principales componentes del costo en sistemas de vermicultura a pequeña y mediana escala. La optimización de este componente mediante la implementación de prácticas eficientes de manejo podría contribuir significativamente a la reducción de costos.

Comparativamente con fertilizantes químicos convencionales, cuyos precios han experimentado incrementos significativos en los últimos años debido a factores geopolíticos y de mercado (Peralta et al., 2019), el vermicompost producido en este estudio representa una alternativa económicamente viable y ambientalmente sostenible para los agricultores del cantón Quinindé.

Conclusión

El análisis experimental realizado en el cantón Quinindé permite determinar que los costos de producción de vermicompost varían en función del tipo de sustrato empleado. El tratamiento T3B (residuos orgánicos 100%) registra el menor costo total de producción ($15,89); en tanto que, el tratamiento T2B (raquis de palma aceitera) obtuvo el mayor margen de ganancia absoluto ($37,10), con un costo de $28,54 y un precio de venta de $0,35 por kilogramo. Estas diferencias evidencian que la selección del sustrato influye directamente en la rentabilidad del proceso productivo.

Desde el punto de vista biológico, el sustrato de musáceas (T1B) favoreció la mayor tasa de multiplicación de lombrices (236%), mientras que el raquis de palma (T2A) presentó la mayor reducción de sustrato (67,0%). Los precios de venta por kilogramo de humus de lombriz oscilaron entre $0,21 y $0,37, valores que resultan competitivos en el mercado local de fertilizantes orgánicos. En conjunto, los resultados confirman que la vermicultura con sustratos de origen agrícola local es económicamente viable para productores de pequeña y mediana escala en el cantón Quinindé, y representa una alternativa concreta para la valoración de residuos agrícolas y el fortalecimiento de sistemas productivos sostenibles.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de interés en la presente publicación en ninguna de sus fases.

Referencias bibliográficas

Alcívar Llivicura, M. F. (2023). Comportamiento de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) en diferentes sustratos orgánicos. *Journal of Science and Research*, *8*(4), 74-84. https://doi.org/10.5281/zenodo.8419127

Bravo, C. M., Angulo, L. M., González, Y. A., Martínez, M. M., Carmona, J. C. y Garay, O. V. (2018). Evaluación reproductiva de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) alimentada con diferentes sustratos en el trópico bajo colombiano. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, *9*(2), 93-102. https://doi.org/10.22490/21456453.2275

Campoverde, D. K., Velasco, L. A. y Acurio, W. D. (2020). Aplicación de sustratos orgánicos en la cría de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) para la producción de alimento animal. *Conciencia Digital*, *3*(3.1), 22-35. https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v3i3.1.1355

Canales, A., Solís, B. J., Panca, R. y Quispe, B. (2020). Crianza de *Eisenia foetida* (lombriz roja) en diferentes sustratos de desarrollo biológico. *Ecología Aplicada*, *19*(2), 87-92. https://doi.org/10.21704/rea.v19i2.1559

Canales-Gutiérrez, Á., Mestas-Gutiérrez, N. I. y Chambi-Alarcon, M. S. (2021). Crecimiento y producción de cocones de la *Eisenia foetida* (lombriz roja) en cuatro sustratos. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, *32*(5), e19843. https://doi.org/10.15381/rivep.v32i5.19843

Chirinos, D. T., Castro, R., Cun, J., Castro, J., Peñarrieta, S., Solís, L. y Geraud, F. (2020). Los insecticidas y el control de plagas agrícolas: la magnitud de su uso en cultivos de algunas provincias de Ecuador. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, *21*(1), e1276. https://doi.org/10.21930/rcta.vol21_num1_art:1276

Colín-Navarro, V., Domínguez-Vara, I., Olivares-Pérez, J., Castelán-Ortega, O., García-Martínez, A. y Avilés-Nova, F. (2018). Propiedades químicas y microbiológicas del estiércol de caprino durante el compostaje y vermicompostaje. *Agrociencia*, *53*(2), 161-173.

Cuzco, E. (2019). *Evaluación de diferentes sustratos en la producción de lombriz roja californiana* (*Eisenia foetida*), Chachapoyas-Perú [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas].

Dervash, M. A., Bhat, M. A., Aslam, M., and Dervash, Y. (2024). Harnessing earthworms for sustainable waste management: Insights into vermicomposting. *Water, Air, & Soil Pollution*, *235*, 500. https://doi.org/10.1007/s11270-025-08500-2

Díaz, D., Cova, L. J., Castro, A., García, D. E. y Perea, F. (2008). Dinámica del crecimiento y producción de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida* Sav.) en cuatro sustratos a base de estiércol bovino. *Agricultura Andina*, *15*, 39-55.

CC BY NC ND

Domínguez, J., Aira, M., Kolbe, A. R., Gómez-Brandón, M., and Pérez-Losada, M. (2019). Changes in the composition and function of bacterial communities during vermicomposting may explain beneficial properties of vermicompost. *Scientific Reports*, *9*, 9657. https://doi.org/10.1038/s41598-019-46018-w

Enebe, M. C., and Erasmus, M. (2023). Vermicomposting technology—A perspective on vermicompost production technologies, limitations and prospects. *Journal of Environmental Management*, *345*, 118585. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.118585

Ferruzzi, C. (1994). *Manual de lombricultura*. Ediciones Mundi-Prensa.

Khatua, C., Sengupta, S., Balla, V. K., Kundu, B., Chakraborti, A., and Tripathi, S. (2018). Dynamics of organic matter decomposition during vermicomposting of banana stem waste using *Eisenia foetida*. *Waste Management*, *79*, 287-295. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.07.043

Liu, H., Huang, Y., Duan, W., Qiao, C., Shen, Q., and Li, R. (2020). Microbial community composition turnover and function in the mesophilic phase predetermine chicken manure composting efficiency. *Bioresource Technology*, *313*, 123658. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.123658

Marnetti, C. (2012). *Proceso productivo de abonos orgánicos lombricultura* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cuyo].

Mendoza Presentación, J. J. (2023). Efecto del biol y compost en la producción de plantones de Nectandra sp (moena negra) en Tingo María. *Revista de Investigación en Agroproducción Sustentable*, *7*(1), 45-56.

Paco, G., Loza-Murguía, M., Mamani, F. y Sainz, H. (2011). Efecto de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) durante el composteo y vermicomposteo en predios de la Estación Experimental de la Unidad Académica Campesina Carmen Pampa. *Journal of the Selva Andina Research Society*, *2*(1), 24-39.

Palacios-Valenzuela, A. B., Granados-Olivas, A., Soto-Padilla, M. Y. y Flores-Tavizón, E. (2021). Composición mineral de lixiviados (biofertilizante) de lombriz roja californiana. *TECNOCIENCIA Chihuahua*, *14*(3), 166-182. https://doi.org/10.54167/tecnociencia.v14i3.751

Peralta, A., De Freitas, G., Watthier, M. y Henrique, R. (2019). Compost, bokashi y microorganismos eficientes: sus beneficios en cultivos sucesivos de brócolis. *IDESIA* (Chile), *37*(2), 59-66. https://doi.org/10.4067/S0718-34292019000200059

Ratnasari, A., Syafiuddin, A., Zaidi, N. S., Kueh, A. B. H., Hadibarata, T., and Rizal, M. (2023). A review of the vermicomposting process of organic and inorganic waste in soils: Additives effects, bioconversion process, and recommendations. *Bioresource Technology Reports*, *21*, 101329. https://doi.org/10.1016/j.biteb.2023.101329

Riascos-Vallejos, A. R., Reyes-González, J. J., and Guerrero-Guerrero, E. M. (2022). Effect of food source on the chemical composition of Californian red worm (*Eisenia foetida*) vermicompost. *Cuban Journal of Agricultural Science*, *56*(3), 191-200.

Rincones, P. A., Zapata, J. E., Figueroa, O. A. y Parra, C. (2023). Evaluación de sustratos sobre los parámetros productivos de la lombriz roja californiana (*Eisenia fetida*). *Información Tecnológica*, *34*(2), 11-20. https://doi.org/10.4067/S0718-07642023000200011

Romero, C., Ocampo, J., Sandoval, E. y Tobar, J. (2018). Evaluación de sustratos para la producción de lombriz de tierra (*Eisenia foetida*). *Centro Agrícola*, *45*(4), 68-74.

Santos Calderón, J. M., Ayala, H., Franco, F. C. y Castro-Mojica, M. (2021). Evaluación de tratamientos orgánicos en la producción de vermicompost. *Revista de Ciencias Agrícolas*, *38*(1), 45-58.

Vásquez, J. C. y Iannacone, J. (2017). La lombricultura como aporte para la agricultura sostenible en el Perú. *Cátedra Villarreal*, *5*(1), 29-44. https://doi.org/10.24039/cv201751181

Vidaña-Martínez, S. A., Hernández-López, M. y Muro-Jiménez, A. Y. (2017). Evaluación de tres diferentes sustratos para el desarrollo de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*). *Revista Ciencia e Ingeniería del Desarrollo Tecnológico de Lerdo*, *3*, 147-151.

Wang, Y., Li, C., Wang, L., Xu, Z., Zhang, H., and Wang, K. (2024). Oriented regulation of earthworm production and vermicompost quality by carbon bioavailability management. *Science of The Total Environment*, *946*, 174210. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.174210

Declaración de contribución a la autoría según CRediT

Mercy Jacqueline Cabrera Arrobo: Conceptualización, metodología, investigación, análisis formal, redacción del borrador original, redacción - revisión y edición, supervisión, administración del proyecto. **Fernando Rodolfo Intriago Mendoza:** Investigación, curación de datos, análisis formal, redacción - revisión y edición. **Darwin Francisco Talledo Villaceses:** Investigación, curación de datos, visualización, redacción - revisión y edición.