

Artículo de investigación

<https://doi.org/10.33789/talentos.10.2.186>

## Características físicas y transformación productiva y reproductiva de la *Eisenia Foetida* en compostaje con residuos orgánicos

Morphometry and performance the *Eisenia Foetida* in composting systems with organic waste



**Karla Andreina Cedeño Saltos** 

Universidad de Córdoba, Córdoba - España

[karla.cedeno2016@uteq.edu.ec](mailto:karla.cedeno2016@uteq.edu.ec)

**Alexandra Elizabeth Barrera Álvarez** 

Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo - Ecuador

**Emma Danielly Torres Navarrete** 

Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo - Ecuador

**German Alexander Jácome López** 

Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo - Ecuador

**Resumen:** El compostaje con lombrices rojas californianas es una técnica eficaz para la valorización de residuos orgánicos, mejorando los procesos de compostaje y aumentando su eficiencia. El objetivo de la investigación fue evaluar el comportamiento productivo y reproductivo de la lombriz roja californiana *Eisenia foetida* en compostaje con residuos orgánicos. Los tratamientos fueron T1:90% de tierra agrícola +10% de cartón de cubetas de huevos. T2:80% estiércol bovino+10% de tierra agrícola+10% de cartón. T3:80% residuos caseros +10% de tierra agrícola+10% de cartón, y T4:80% residuos agrícolas +10% de tierra agrícola +10% de cartón. Se utilizó un DCA y, se emplearon 320 lombrices en etapa sub-adulta. Se evaluó la Biomasa de lombrices, degradación del sustrato (%), producción de lombriz (densidad), tasa de crecimiento, parámetros reproductivos, producción de cocones y morfometría. La degradación del sustrato producido por las lombrices tuvo 39,99% de humus con el 80% estiércol bovino+ 10% hojarasca +10% de cartón (T2). La producción total de lombriz tuvo incrementos equivalentes en los T1 (259) y T2 (243,50). La madurez sexual de las sub adultas en todos los tratamientos alcanza a los 21 días con su clítelos desarrollados. En la producción de cocones, los T1 y T2 depositaron mayor cantidad a los 45 y 60 días (119; 80) y (133; 96). La mayor fertilidad tuvo T2 (92%) y superó con 4 lombrices por cócón. Las repuestas reproductivas y la morfometría se encuentran estrechamente relacionadas, las lombrices podrán destinar cierta proporción de lo consumido y asimilado a la parte reproductiva como comportamiento propiamente biológico de conservación de su especie.

**Palabras clave:** Cocones, degradación, humus, residuos orgánicos, parámetros fisicoquímicos.

**Abstract:** Composting with Californian red worms is an effective technique for the recovery of organic waste, improving composting processes and increasing their efficiency. The objective of the research was to evaluate the productive and reproductive behavior of the Californian red worm *Eisenia foetida* in composting with organic waste. The treatments were T1:90% agricultural land +10% carton of egg buckets. T2:80% bovine manure+10% agricultural land+10% cardboard. T3:80% household waste +10% agricultural land +10% cardboard, and T4:80% agricultural waste +10% agricultural land +10% cardboard. The design was a DCA. Were used 320 worms in sub-adult stage. Worm biomass, substrate degradation (%), worm production (density), growth rate, reproductive parameters, cocoon production and morphometry were evaluated. The degradation of the substrate produced by the earthworms had 39.99% humus with 80% bovine manure + 10% leaf litter + 10% cardboard (T2). Total worm production had equivalent increases in T1 (259) and T2 (243,50). The sexual maturity of the sub-adults in all treatments reached 21 days with their cell developed. In the production of cocoons, the T1 and T2 deposited more quantity at 45 and 60 days (119; 80) and (133; 96). The highest fertility had T2 (92%) and exceeded with 4 worms per cocoon. Reproductive responses and morphometry are closely related, earthworms may allocate a certain proportion of what is consumed and assimilated to the reproductive part as a properly biological behavior of the conservation of their species.

**Keywords:** Cocones, degradation, humus, organic waste, physicochemical parameters.

**Citación sugerida:** Cedeño Saltos, K., Barrera Álvarez, A., Torres Navarrete, E., & Jácome López, G. (2023). Características físicas y transformación productiva y reproductiva de la *Eisenia Foetida* en compostaje con residuos orgánicos. *Revista De Investigación Talentos*, 10(2), 1-15. <https://doi.org/10.33789/talentos.10.2.186>

## I. Introducción

Las lombrices de tierra se encuentran entre los animales del suelo más conocidos. Son animales excavadores, considerados ingenieros de ecosistemas (Jones et al., 1994; Lavelle, 1997) que activamente contribuyen a muchos servicios ecosistémicos, incluido el secuestro de carbono, e intercambios gaseosos, producción vegetal y control de la erosión, así como descomposición y ciclo de nutrientes del suelo (Brown et al., 2013). Son uno de los grupos de macroinvertebrados más importantes en el suelo, destacándose por los significativos efectos sobre el medio edáfico a partir de su acción excavadora y porque mezcla restos vegetales con el material inorgánico del suelo, estimulando la población microbiana (Burbano, 1998; Six et al., 2000; Jongmans et al., 2001), especialmente, de hongos mediante la deposición de moco de su tracto digestivo.

El vermicompostaje es un proceso de biooxidación, degradación y estabilización de la materia orgánica mediado por la acción combinada de lombrices y microorganismos en condiciones aeróbicas y mesófilas, con lo que se obtiene un producto final estabilizado, pues, como objetivo convertir los residuos orgánicos en vermicompost (Vargas, 2010; Moreno et al., 2014), un producto orgánico que se caracteriza por su alto valor agrícola.

Sin embargo, las lombrices de tierra se pueden recolectar en el suelo o se pueden obtener del cultivo de lombrices de tierra. Después de la cosecha, las lombrices de tierra se secan y muelen, luego se agregan a omnívoros como

dieta de los animales (Sogbesan et al., 2007). Pues, se puede incorporar hasta un 25% en la alimentación de aves de corral para sustituir la harina de pescado, sin efectos adversos sobre el crecimiento (Rahman y Vikineswary, 2012). También son conocidos como buenas fuentes de proteína, cuyo valor biológico es similar al perfil del pescado (Agbédé et al., 1994; Sogbesan et al., 2007). Por sus interesantes propiedades nutricionales (Sogbesan y Madu, 2008) el uso de lombrices de tierra en la alimentación animal es una de las vías de búsqueda de fuentes alternativas de proteína (Sonaiya y Swan, 2004).

Así mismo, otro estudio tuvo lugar en el cantón Mocha ubicado al sureste de la ciudad de Ambato, Provincia de Tungurahua, con una superficie de 82,3 km<sup>2</sup>, repartidos en la parroquia central Mocha con 76 km<sup>2</sup> y 6,3 km<sup>2</sup> en Pinguilí para obtener una mayor producción de lombrices (biomasa) en el menor tiempo posible utilizaron como sustrato Cáscara de papas, a partir de 100 lombrices obteniendo un promedio de 625 lombrices con un peso de 937.5g y un aporte de proteínas de 65,84 g, todo esto producido en un volumen de terreno de 0,125 m<sup>3</sup> (Campoverde y otros, 2020).

El compostaje con lombrices rojas californianas es una técnica eficaz para la valorización de residuos orgánicos. En este sentido, el objetivo es proporcionar información importante sobre las características físicas y la transformación productiva y reproductiva de *Eisenia foetida* en compostaje con residuos orgánicos.

## II. Materiales Y Métodos

La investigación se realizó en el recinto Los Ángeles, perteneciente a la parroquia rural Patricia Pilar, ubicado en el km 52 de la vía Quevedo - Santo Domingo, provincia de Los Ríos, desde julio hasta septiembre de 2021, la zona cuenta con las siguientes condiciones agrometeorológicas Altitud 100 msnm, Temperatura media anual de 24,00 °C y Humedad Relativa (HR%) 97,00%. El diseño que se utilizó fue un Diseño Completamente al Azar (DCA) y se constituyó de cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos establecidos fueron T1: 90% de tierra agrícola (hojarasca) + 10% de cartón; T2: 80% estiércol bovino+ 10% de tierra agrícola (hojarasca) +10% de cartón; T3: 80% residuos caseros (frutas y verduras) + 10% de tierra agrícola (hojarasca) +10% de cartón; T4: 80% residuos agrícolas (cáscara de maracuyá y plátano) + 10% de tierra agrícola (hojarasca) +10% de cartón , el cartón fue proveniente de cubetas de huevos, este no contiene estructuras de polietileno u otro compuesto que comprometa la integridad de las lombrices. El estiércol bovino se recolectó de las ganaderías más cercanas de la comunidad, con un rango de dos a siete días de ser excretado por el animal y posterior a ello se dio el respectivo descanso de dos a tres semanas (precompostaje) al igual que los residuos orgánicos y agrícolas (Durán y Henríquez, 2009).

El precompostaje es necesario que presente un pH de 7 y mantenga la temperatura estable de 20 °C – 25 °C, para evitar la muerte de las lombrices por altas temperaturas y estrés por

la acidez a causa de los sustratos (Sanchez, 2012). En lo que respecta a los residuos caseros y agrícolas se realizó cortes de partícula 5 a 10 cm para facilitar la descomposición e ingesta de los residuos por las lombrices (Sanchez, 2012). Se utilizaron cuatro recipientes de material plástico de 200 cc para almacenar y precompostar los residuos orgánicos con un pequeño agujero para drenar líquidos. Para llevar a cabo la fase experimental se emplearon 20 lombrices *Eisenia foetida* en etapa de sub-adulta por repetición (320 en total). El plan de alimentación se distribuyó en lechos con los sustratos respectivos de cada tratamiento colocando 2 kilogramos de sustrato al inicio (Limachi, 2018) y luego de treinta días 1,5 kg por el tiempo que restó la investigación (Toccalino y otros, 2004) siendo un total de 3,5 kg de alimento suministrado. Se aplicó riego en cada tratamiento, cada dos días, con 500 ml de agua potable (Canales et al., 2020).

Para la biomasa final de lombrices se utilizó una balanza Digital marca D'zonatural de alta precisión 500 g -0,01 g modelo I2000 se pesó en grupo las lombrices sembradas inicialmente (20 lombrices sub adultas sin clitelo) y al finalizar el experimento (60 días) se tomó el peso en gramos nuevamente de las lombrices sembradas al inicio fácilmente diferenciadas ya que estas presentan su clitelo desarrollado (Hernández A. et al., 2009; Santamaría-Romero y Ferrera-Cerrato, 2002).

*Biomasa final de lombrices = (Peso final -Peso inicial)*

Para el porcentaje de degradación del sustrato se pesó en una balanza digital marca Camry

capacidad de hasta 5 kg modelo EK4350, el humus obtenido al zarandear el compost (Limachi, 2018), se colocó 3,5 kg total de sustrato (alimento) en cada tratamiento:

$$\text{degradación de sustrato (\%)} = \left( \frac{\text{kg Humus}}{\text{kg de sustrato inicial}} \right) * 100$$

En la producción de lombriz (densidad) se evaluó al inicio con las 20 lombrices sembradas por tratamiento/ repetición y a los 60 días se realizó el conteo final de todos los individuos presentes en las unidades experimentales para determinar la distribución poblacional total (Cuzco, 2019).

Para la tasa de crecimiento diario se consideró el peso tomado individual registrado a los (0, 45 y 60 días) expresada en porcentaje calculado mediante la siguiente fórmula (Gómez y Herrera, 2012):

$$\text{Tasa crecimiento (\%)} = \left( \frac{\text{peso final} - \text{peso inicial}}{\text{peso final} * N^{\circ} \text{ individuos}} \right) * 100$$

En la determinación de los parámetros reproductivos fue necesario considerar el ciclo de vida de la lombriz roja californiana; se establece por cuatro edades ecológicas, y son: cocones (1), juveniles (2), subadultos (3) y adultos (4). Las tres primeras corresponden a las edades pre-reproductivas (Limachi, 2018). Las clases juveniles alcanzan la madurez sexual en un rango de 21 – 30 días (Domínguez y Gómez-Brandón, 2010). Aunque se menciona que para los anélidos oliguetos (gusanos segmentados) la aparición del clitelo determina efectivamente su madurez sexual, en la lombriz roja

californiana aparece dicha madurez alrededor de los 0,25 gramos de peso y 2,5 a 3,0 cm de longitud (Schuldt et al., 2005).

Para evaluar la producción de cocones se determinó el número de huevos (cocón) realizando dos conteos, uno a los 45 días (considerando los 21-30 días de madurez) de haberse establecido el experimento y el último a los 60 días que culminó la investigación. Se contó los cocones nuevos, los maduros y las que ya habían eclosionado para determinar el número exacto de cocones producidos (Durán y Henríquez, 2009). Para determinar la fertilidad (%), fue necesario, recolectar las cápsulas y separar por color, consistencia y tamaño (Toccalino y otros, 2004). De acuerdo con ello se colocó un cocón en un vaso plástico con la misma mezcla del sustrato de la repetición para que se dé la incubación, la revisión se realizó a los 14 y 21 días (Toccalino y otros, 2004). Esta variable fue medida considerando la eclosión total de los cocones evaluados. El número de lombriz/cocón, se evaluó escogiendo tres cocones encontrados en cada repetición, colocadas en vasos plásticos (cinco gramos de sustrato para eludir fugas de los recién nacidos) entre dos capas de papel filtro anteriormente humedecido, se procedió a incubar en la oscuridad, y más adelante se contaron (Mamani-Mamani et al., 2012).

Referente a la morfometría, usando una balanza digital marca D'zonatural de alta exactitud 500g-0,01g modelo I2000, se registró el peso individual, a los 0, 45 y 60 días (Durán y Henríquez, 2009). Para eso ha sido primordial hacer la división manual de

las lombrices, lavarlas inmediatamente con agua potable e introducirlas en un recipiente húmedo, antecedente de tomar el peso de cada lombriz ha sido colocada en papel filtro para que este absorbiera inmediatamente el agua (Mamani-Mamani et al., 2012). Para la longitud corporal de la lombriz se midió con una regla de 30 centímetros plástica al inicio, 45 y 60 días, cabe indicar que la longitud del cocón se midió utilizando con un calibrador vernier.

### III. Resultados Y Discusión

#### Parámetros Físicoquímicos De Los Sustratos Vermicompostados

Los tratamientos evaluados T1 (90 % de tierra agrícola (hojarasca) + 10% de cartón); T2 (80% estiércol bovino+ 10% de tierra agrícola (hojarasca) +10% de cartón); T3 (80% residuos caseros (frutas y verduras) + 10% de tierra agrícola (hojarasca) +10% de cartón) y T4 (80 % residuos agrícolas (cáscara de maracuyá y plátano) + 10% de tierra agrícola (hojarasca) +10% de cartón) muestran sus valoraciones de pH, temperatura y humedad en la Tabla I.

El promedio total del pH de los cuatro tratamientos fue fundamental, el T1, T2 y T3 mostraron un pH habitual para la cría y bienestar de las lombrices en un rango de neutro, sin embargo, difiere significativamente del T4 (6,91). Los tratamientos T1, T2 y T3 que tienen dentro hojarasca, cartón y residuos de frutas y vegetales se hallan en el rango neutro-

alcalino, debido probablemente a la existencia de recursos alcalinizantes de los residuos domésticos, como sales y amonio liberado a lo largo de la fermentación de residuos ricos en nitrógeno (Mamani-Mamani et al., 2012), además, según la vivencia de diversos autores, el pH está en los valores calificados (Hernández y otros, 1997; Hernández & Roa, 1998; Toccalino y otros, 2004). Otros resultados presentan valores de pH semejante a este experimento, quienes usaron estiércol bovino a lo largo de 8 semanas de experimento y reportaron un promedio de 7,20 (Loza et al., 2010). Otros estudios, presentan equivalente neutro en vermicompostaje de residuos orgánicos urbanos (Villegas y Laines, 2017) o semejantes una vez que utilizan vermicomposta de estiércol de borrego, bovino, equinos, caballo, cabra y conejos, muestran valores elevados de pH y ciertos macronutrientes que favorecen el aumento y desarrollo de las plantas (González et al, 2013; Moreno et al., 2013).

En la variable Temperatura, todos los tratamientos presentaron parecido condición ( $p > 0,05$ ), a medida que, la Humedad se conserva significativamente en rangos porcentuales para el T2, T3 y T4; el T1 por su lado muestra una humedad subjetivamente baja (65%) comparativamente a los tratamientos previamente mencionados. Los valores de Temperatura y humedad conseguidos en este análisis concuerdan con los requerimientos promedios para la lombriz californiana que indican temperaturas hasta 25°C (Sanchez, 2012) y 35°C en climas templados usando vermicompostaje con humedad de 70 a 90% (Moreno et al., 2014).

Empero, el requerimiento de humedad óptima para el incremento productivo se encuentra entre el 80 y 85% (Edwards, 1998), otros autores (Gómez & Herrera, 2012) mencionan que niveles de humedad

por abajo de esa cifra juega un papel bastante fundamental que perjudicaría la productividad del procedimiento cuya humedad ha sido subjetivamente menor a los demás valorados.

**Tabla I**

*Parámetros fisicoquímicos en el comportamiento productivo, reproductivo y morfometría de la lombriz roja californiana alimentadas con compostaje de residuos orgánicos.*

Parámetros climáticos	Tratamientos								p-valor	CV (%)	EE
	T1		T2		T3		T4				
pH	7,24	a	7,21	a	7,01	ab	6,91	b	0,0159	1,94	0,07
Temperatura °C	22,95	a	22,88	a	23,00	a	23,07	a	0,6576	0,91	0,10
Humedad (%)	65,00	b	70,55	a	71,64	a	73,21	a	<0,0001	1,96	0,69

Nota. T1= 90% de hojarasca + 10% de cartón. T2= 80% estiércol bovino+ 10% hojarasca +10% de cartón. T3= 80% residuos frutas y verduras + 10% de hojarasca +10% de cartón. T4= 80% residuos cáscara de maracuyá y plátano + 10% de hojarasca +10% de cartón. Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05).

**Parámetros Productivos De La Lombriz Roja Alimentadas Con Compost.**

El peso de la biomasa de las lombrices (Tabla II) indica que todos los tratamientos empezaron con pesos equivalentes. A los 45 días de la investigación, se registró la mayor biomasa para el tratamiento T3 (80% residuos caseros (frutas y verduras) + 10% de tierra agrícola (hojarasca) +10% de cartón) con 13,78 g, seguido del T2 (80% estiércol bovino+ 10% de tierra agrícola (hojarasca) +10% de cartón) y T4 (80% residuos agrícolas (cáscara de maracuyá y plátano) + 10% de tierra agrícola (hojarasca) +10% de cartón) con 11,36 y 12,82 g respectivamente, mientras que, el tratamiento de menor

biomasa ha sido el T1 (90% de tierra agrícola (hojarasca) + 10% de cartón) con 6,59 g.

En este sentido, se estima que la ingesta de alimentos basada en 80% de residuos de frutas y verduras+10% hojarasca+10% de cartón (T3) incrementó la biomasa de las 20 lombrices californianas (p<0,05), seguidas por una leve disminución de biomasa en las lombrices cuya ingesta de alimentos integraba 10% de hojarasca (T4 y T2), pero, las lombrices alimentadas con 90% de hojarasca+10% de cartón (T1) tuvieron un decremento al 47,82% de biomasa. A los 60 días, la biomasa de las lombrices tiene el mismo comportamiento, sin embargo, es superada (p<0,05) por los tratamientos

T3 y T4 (15,93 y 14,74 g), mientras, el T1 muestra una destacable disminución (7,16 g). Esto se debería a la condición biológica, por desgaste energético, puesto que los tratamientos T1 y T2 se encontraban en estado reproductivo (producción de cocones), netamente primordial para la multiplicación y conservación de su especie (Durán y Henríquez, 2009).

Esto último explicaría el motivo de los resultados logrados de biomasa final (Tabla II), pues los tratamientos T1 y T2 provocaron la más grande producción de cocones; en contraste a los resultados logrados para el T3 y T4 que su producción de huevos ha sido baja. Está establecido que parte de la ganancia de peso a forma de biomasa prevalece una contrariedad a la producción de cápsulas para la multiplicación poblacional inicial. O sea, hay una interacción inversamente proporcional entre el peso y la reproducción, por consiguiente, una más grande tasa reproductiva compromete la ganancia de peso (Cluzeau et al., 1992; León et al., 1992; Durán y Henríquez, 2009).

Además, se necesita tener en cuenta que, la lombriz se alimenta de una u otra forma, con base a lo apetecible que sea la dieta (Sanchez, 2012), de allí que, el más grande contenido de hojarasca manifestó su deficiencia en la biomasa del T1 (1,86 g), en tanto, el T3 y T4 han conseguido 10,73 y 9,59 g ( $p < 0,05$ ) seguido del T2 (7,40 g) (Tabla III).

En el porcentaje de degradación del sustrato, la cantidad de alimento ofrecido (2 kg en 30 días y 1,5 kg en los siguientes 30 días

por cada tratamiento) produjo diferencia estadística ( $p < 0,05$ ) en la degradación de sustrato (%), y, por consiguiente, en la producción de humus (kg) (Tabla II). La degradación del sustrato producido (%) por las lombrices californianas durante los 60 días de alimentación obtuvieron significancia estadística en la producción de humus ( $p < 0,05$ ) superado por el T2 (39,99%:1,40 kg) seguido del T1 (34,53%:1,21 kg), en cambio, los T3 y T4 tuvieron valoraciones decrecientes (9,76%:0,34 kg y 7,46%:0,26 kg).

Tomando en cuenta que los residuos de cocina son materiales orgánicos que debido a su naturaleza tienen una salinidad alta (Mamani-Mamani et al., 2012), explicándose entonces que los tratamientos T3 y T4 presentaron una degradación mínima comparativamente a los demás. La acción microbiana participa para la positiva degradación del contenido orgánico de procedencia domésticos o agroindustriales (Mamani-Mamani et al., 2012). Sin embargo, son las lombrices las que trabajan como conductores del proceso, puesto que sus ocupaciones producen un impacto estimulante en la biomasa microbiana y la relación entre microorganismos para la degradación y biooxidación de los sustratos (Domínguez y Pérez, 2010; Villegas y Laines, 2017). Así, la investigación desarrollada por (Limachi, 2018) que estuvo basada en el uso de estiércol bovino 75% + aserrín 25% + 100 lombrices, obtuvo 2471,75 g de humus y logró resultados de degradación del 99% con los sustratos utilizados, los resultados no son exactamente semejantes a los encontrados en esta investigación, aunque el tratamiento

que emplea estiércol bovino como residuo orgánico obtuvo **más grande producción de humus y porcentaje de degradación, esto podría explicarse**, ya que existe dos componentes relevantes, la primera es que se emplearon 100 lombrices para el procedimiento y el segundo es que tuvo una duración de 90 días con aplicación de 4 kg total de sustrato, 30 días más que el presente estudio y que empleó 3,5 kg de sustrato, siendo entonces un estudio comparativo del siguiente modelo T1 (Estiércol bovino 75% + aserrín 25% +100 lombrices) = 2,47 kg humus/100 lombrices/90 días); T2 (80% estiércol bovino+ 10% hojarasca +10% de cartón = (1,40 kg humus/20 lombrices/60 días).

La producción de lombriz por densidad de siembra se hizo por el conteo de las lombrices, se consideró las lombrices sub adultas (20 unidades por tratamiento) y acorde ha sido su desarrollo cambiaron de fase fisiológica a lo largo de los primeros 21 días, pasaron a ser adultas sexualmente desarrolladas. La valoración de las tres fases en las lombrices californianas: sub adultas, juveniles y producción total de lombriz fue significativo ( $p < 0,05$ ), con incrementos equivalentes en los T1 y T2, por el contrario, los T3 y T4 tuvieron decrementos en la producción. Estos resultados pueden explicarse en relación del tipo de sustrato utilizado, aunque para una mayor productividad la densidad debe de encontrarse alrededor de 5 kg de lombriz/ m<sup>2</sup> (Escobar, 2013), cuando se realiza la cría en recipientes volumétricos es recomendable realizar la siembra de 250 lombrices de *E. foetida* /m<sup>3</sup> (Pineda, 2006). Es necesario

considerar las dimensiones de los recipientes donde se llevó a cabo la inoculación de las lombrices que fue de 38 cm x 24cm x 24cm (0,020 m<sup>3</sup>) (Aviles, 2018), donde el T1 compuesto por estiércol bovino fermentado encontraron 275,50 lombrices/ m<sup>3</sup> a los 90 días y 519,00 lombrices/ m<sup>3</sup> a los 120 días de investigación. Los tratamientos con mayor tasa de crecimiento a los 45 días de evaluación fueron significativos ( $p < 0,05$ ) con porcentajes superiores en los tratamientos T2, T3 y T4; posteriormente, a los 60 días, todos los tratamientos mantuvieron una misma tendencia sin efecto significativo ( $p > 0,05$ ) (Tabla II). Considerando que la tasa de crecimiento diario de las lombrices como lo explica Gómez y Herrera (2012) es la que permite corroborar la clara tendencia de un incremento de peso, lo cual ocurrió en el estudio realizado por estos autores empleando tratamientos de estiércol de caballo a dos temperaturas (16 y 22 °C) donde los individuos adultos obtuvieron diferencias significativas en contraste a la temperatura que eran sometidos.

### **Parámetros Reproductivos De La Lombriz Roja Californiana Alimentada Con Residuos Orgánicos Pre-Compostados**

El cambio fisiológico que se produjo en las tres primeras semanas no tuvo efecto significativo ( $p > 0,05$ ) entre tratamientos, al incluir diferentes dietas con residuos orgánicos. En la producción de cocones, los tratamientos T1 (119; 80) y T2 (133; 96) depositaron mayor cantidad de cocones a los 45 y 60 días de experimento ( $p < 0,05$ ), seguido de los tratamientos T3 y T4 (Tabla

II). Pero, el mayor porcentaje de fertilidad ( $p < 0,05$ ) fue para el tratamiento T2 (92%) con notable número de eclosión de cocones, seguido del T1, T4 y T3, por consiguiente, el T2 superó ( $p < 0,05$ ) a los demás tratamientos con 4 lombrices por cocón, seguido del T1, T3 y T4. Considerando el peso inicial por individuo al principio de la investigación fue particularmente cercano e incluso similar a lo mencionado por Schuldt et al. (2005) que la madurez efectiva de las lombrices californianas se da cuando ésta alcanza los 0,25 g de peso y 2,5 a 3 cm de longitud, la mayoría empezaron a exhibir clitelo a los 21 días.

En la práctica realizada por Schuldt et al. (2005) emplearon lombrices en etapa adulta con 0,40 g de peso y posterior a ello alimentadas durante 63 días con estiércol de conejo, equino y bovinos, el tratamiento de estiércol de conejo presentó mayor incremento de peso; pero la producción de cocones fue mínima. Sin embargo, Herrera y De Mischis (1994) mencionan que sus mayores resultados para la producción de cocones fueron empleando estiércol de

conejo en contraste a dietas de mezclas de estiércol ovino, equino y bovino, siendo entonces el factor diferencial entre estas dos investigaciones el rango de tiempo empleado para recabar los datos, el cual fue de 12 meses para esta última (Toccalino y otros, 2004).

Para la variable longitud, autores como Canales et al., (2020) obtuvieron similares resultados cuando utilizaron diferentes productos orgánicos: T3=50% T1 (T1= 40% estiércol de vaca + 30% estiércol de oveja + 30% estiércol de caballo + 2 kg de tierra agrícola), T2= (40% cáscara de sandía + 30% de cáscara de plátano + 30% de 2 kg de tierra agrícola), T3= (T1 + 50% T2 + 2 kg de tierra agrícola) logrando una longitud promedio de 7,37 cm, lo cual es interesante porque el tratamiento valorado por dichos investigadores tiene una sub mezcla de proporciones a los empleados en esta investigación, resalta la tierra agrícola y los desperdicios orgánicos tales como cáscaras de sandía, cabe recalcar, que la alimentación de las lombrices infiere de manera directa en su crecimiento y desarrollo biológico (Toccalino y otros, 2004).

**Tabla II.**

*Parámetros productivos de la lombriz roja californiana alimentados con compostaje de residuos orgánicos.*

Parámetros productivos	T1		T2		T3		T4		P-valor	CV (%)	EE
<b>Producción de Biomasa (g)</b>											
Peso inicial	5,30	a	5,21	a	5,20	a	5,14	a	0,9826	10,92	0,28
Peso a los 45 días	6,59	d	11,36	c	13,78	a	12,82	b	<0,0001	3,59	0,20

Peso a los 60 días	7,16	c	12,61	b	15,93	a	14,74	a	<0,0001	5,26	0,33
Ganancia de peso final (biomasa)	1,86	c	7,40	b	10,73	a	9,59	a	<0,0001	10,71	0,40
<b>Producción de Humus (kg)</b>											
Alimento suministrado (kg)	3,50		3,50		3,50		3,50		--	--	--
Degradación de sustrato (%)	34,53	b	39,99	a	9,76	c	7,46	c	<0,0001	6,42	0,74
Producción de Humus Total (kg)	1,21	b	1,40	a	0,34	c	0,26	c	<0,0001	6,42	0,03
<b>Producción de lombrices (unidades)</b>											
Sub adultas	61,50	a	56,25	a	0,50	b	0,75	b	<0,0001	31,41	4,67
Juveniles	177,50	a	167,25	a	3,50	b	4,75	b	<0,0001	16,59	7,32
Producción Total lombriz	259,00	a	243,50	a	24,00	b	25,50	b	<0,0001	11,33	7,82
<b>Tasa de crecimiento (%)</b>											
45 días	1,87	b	6,15	a	6,50	a	6,70	a	<0,0001	6,77	0,18
60 días	2,28	a	0,88	a	1,76	a	1,10	a	0,0462	44,73	0,34

Nota. T1= 90% de hojarasca + 10% de cartón. T2= 80% estiércol bovino+ 10% hojarasca +10% de cartón. T3= 80% residuos frutas y verduras + 10% de hojarasca +10% de cartón. T4= 80% residuos cáscara de maracuyá y plátano + 10% de hojarasca +10% de cartón. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).

**Tabla III.**

*Parámetros reproductivos de la lombriz roja californiana alimentados con compostaje de residuos orgánicos.*

Parámetros	T1	T2	T3	T4	p-valor	CV (%)	EE				
<b>Cambio fisiológico</b>											
Madurez, sem 1	4,00	a	4,00	a	5,00	a	5,00	a	0,6343	19,24	0,42
Madurez, sem 2	11,00	a	11,00	a	12,00	a	11,00	a	0,6435	12,04	0,68
Madurez, sem 3	19,00	a	18,00	a	19,00	a	19,00	a	0,8015	5,83	0,54
<b>Producción de cocones (unidades)</b>											

Conteo a los 45 días	119,00	a	133,00	a	45,00	b	64,00	b	<0,0001	15,52	6,98
Conteo a los 60 días	80,00	a	96,00	a	63,00	b	46,00	b	<0,0001	11,57	4,10
Total, de cocones	199,00	a	229,00	a	107,00	b	109,00	b	<0,0001	9,89	7,95
<b>Fertilidad (%)</b>											
Eclosión de cocones fertilizados	83,00	ab	92,00	a	33,00	b	42,00	ab	0,0116	39,25	12,27
<b>Tiempo eclosión</b>											
Días promedio	18,21	a	17,58	a	22,08	b	20,38	b	0,0001	4,90	0,48
<b>Nacimiento de lombrices por cocón</b>											
Lombrices por cocón	2,00	b	4,00	a	1,00	b	1,00	b	0,0003	36,44	0,34

Nota. T1= 90% de hojarasca + 10% de cartón. T2= 80% estiércol bovino+ 10% hojarasca +10% de cartón. T3= 80% residuos frutas y verduras + 10% de hojarasca +10% de cartón. T4= 80% residuos cáscara de maracuyá y plátano + 10% de hojarasca +10% de cartón. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).

#### IV. Conclusiones

El compost de los residuos orgánicos basado en 80% estiércol bovino + 10% terrestres agrícola (hojarasca) +10% de cartón, consiguió obtener resultados favorables para la mayoría de los parámetros productivos, producción de humus y degradación de sustrato (%) al igual que en los parámetros reproductivos, la naturaleza propia del sustrato es la que permitió a las lombrices multiplicar su población inicial, en las propiedades morfométricas el 80% residuos frutas y vegetales + 10% de hojarasca +10% de cartón obtuvo mejores resultados para el peso individual y longitud.

(1994). Essai d ' utilisation de La Farine de Vers de Terre Eudrilus Eugeniae Dans l ' alimentation Des Poulets de Chair En Finition. Tropicultura, 12 (1), 3 - 5.

Albán, A., Marín, V., & Vásquez, V. (2002). Proyecto microempresarial de producción de humus de lombriz en la provincia del Guayas. ESPOL.

Aviles, G. S. (2018). Evaluación de varios sustratos orgánicos en el crecimiento de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) alimentadas con estiércol de bovino, pollinaza y compost, en la zona de Babahoyo. Facultad de Ciencias Agropecuarias . Universidad Técnica de Babahoyo .

#### V. Referencias Bibliograficas

Agbédé, G., Nguekam, & Mpoame, M.

Brown, G. G., Callaham, M. A., Niva, C. C., Feijoo, A., Sautter, K. D., James, S. W.,

- & Schmelz, R. M. (2013). Terrestrial oligochaete research in Latin America: The importance of the Latin American meetings on oligochaete ecology and taxonomy. *Applied Soil Ecology*, 69, 2–12. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2012.12.006>
- Burbano, O. (1998). La materia orgánica: origen, propiedades y su relación con la calidad/salud del suelo. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Paipa: Memorias IX Congreso Colombiano de la Ciencia del Suelo.
- Campoverde, D., Velasco, L., & Acurio, W. (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/https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v3i3.1.1354>
- Canales, G., Solís, R., Panca, C., & Quispe, C. (2020). Crianza de *Eisenia foetida* (lombriz roja) en diferentes sustratos de desarrollo biológico. *Ecología Aplicada*, 19(2), 87-92.
- Cluzeau, D., Fayolle, L., & Humbert, M. (1992). The adaptation value of reproductive strategy and mode in three epigeous earthworm species. *Boil Bio*, 24(12), 1309-1315.
- Cuzco, E. (2019). Evaluación de diferentes sustratos en la producción de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), Chachapoyas -Perú. Facultad de Ingeniería Zootecnista, Agronegocios y Biotecnología. Chachapoyas: Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.
- Domínguez, J., & Gómez-Brandón, M. (2010). Ciclos de vida de las lombrices de tierra aptas para el vermicompostaje. *Acta Zoológicas Mexicana (n.s.)*(Número Esoecial 2), 309-320.
- Domínguez, J., & Pérez, L. (2010). *Eisenia foetida* (Savigny, 1826) y *Eisenia andrei* Bouché, 1972 son dos especies diferentes de lombrices de tierra. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*(2), 321-331.
- Durán, L., & Henríquez, C. (2009). Crecimiento y reproducción de la lombriz roja (*Eisenia foetida*) en cinco sustratos orgánicos. *Agronomía Costarricense*, 33(2), 275-281.
- Edwards, C. A. (1998). The use of earthworms in the breakdown and management of organic wastes. En C. A. Edwards, *Earthworm Ecology* (págs. 327-354). Boca Raton: CRC Press.
- Escobar, C. A. (2013). Usos potenciales del humos (abono orgánico lixiviado y sólido) en la empresa fertilombriz. Facultad de Ciencias Administrativas y Agropecuarias. Corporación Universitaria La Sallista.
- Gómez, G., & Herrera, R. (2012). Crecimiento

- y reproducción de *Eisenia foetida* en cultivos de laboratorio. Dpto. Zoología y Antropología Física, 2, 1-8.
- González, S., Rodríguez, M., Trejo, T., Sánchez, E., & García, C. (2013). Propiedades químicas de téis de vermicompost. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.*, 5, 901-911.
- Hernández A., J. A., Pietrosemoli C., S., Faría R., A., Palma, R., & Canelón, R. (abril de 2009). Efecto de la frecuencia de alimentación en el crecimiento y reproducción de la lombriz *Eisenia* spp. *Interciencia*, 34(4), 270-273.
- Hernández, J., & Roa, L. (1998). Efecto de tres estiércoles animal en la capacidad de reproducción de la lombriz roja *Eisenia* ssp. *Acta Científica Venezolana*, 48, 209.
- Hernández, J., Rincón, M., & Jiménez, R. (1997). Comportamiento de la lombriz roja (*Eisenia* sp.) bajo condiciones de clima cálido. *Acta Científica Venezolana*, 14, 387-392.
- Herrera, J., & De Mischis, C. (1994). 4. Influence of feeding in the biological cycle of *Eisenia foetida* (Savigny) (Annelida, Oligochaeta, Lumbricidae). *Megadrilogica*, 5(11), 117-124.
- Jones, D., Taylor, W., & Thornton, J. (1994). A model recognition approach to the prediction of all-helical membrane protein structure and topology. *Biochemistry*, 33(10), 3038-3049.
- Jongmans, A., Pulleman, M., & Marinissen. (2001). Soil structure and earthworm activity in a marine silt loam under pasture versus arable land. *Biology and Fertility of Soil*, 33, 279-285.
- Lavelle, P. (1997). Faunal activities and soil processes: adaptive strategies that determine ecosystem function. *Advances in Ecological Research*, 27, 93-132.
- León, S., Villalobos, G., Fraile, J., & González, N. (1992). Cultivo de lombrices (*Eisenia foetida*) utilizando compost y excretas animales. *Agronomía Costarricense*, 16(1), 23-28.
- Limachi, M. (2018). Evaluar el efecto de tres dosis de sustratos en la alimentación de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) con estiércol bovino y aserrín descompuesto en sapecho Alto Bien. Facultad de Agronomía. La Paz: Universidad Mayor de San Andrés.
- Loza, M., Choque, M., Pillco, T., Huayta, T., C. O., & Cutili, P. (2010). Comportamiento de lombriz roja californiana y lombriz silvestre en bosta bovina y rumia bovina como sustrato. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 1(4), 555-565.
- Mamani-Mamani, G., Mamani-Pati, F., Sainz, M., & Villca, H. (2012). Comportamiento de la lombriz roja (*Eisenia* spp.) en sistemas de vermicompostaje de residuos

- orgánicos. Selva Andina Research Society, 3(1), 44-54.
- Moreno, J., Moral, R., García, M., Pascual, J., & Bernal, M. (2014). Vermicompostaje: procesos, productos y aplicaciones. Recursos orgánicos: aspectos agronómicos y medioambientales. Colección: de residuo a recurso. El camino hacia la sostenibilidad. España: Mundi-Prensa.
- Moreno, R. A., García, G. L., Cano, R. P., Martínez, C. V., Márquez, H. C., & Rodríguez, D. N. (2014). Desarrollo del cultivo de melón (*Cucumis melo*) con vermicompost bajo condiciones de invernadero. *Ecos. Rec. Agrop*, 1(2), 163-173.
- Moreno, R., Solís, M., Blanco, C., Vásquez, A., Guzmán, C., Rodríguez, D., & Figueroa, V. (2013). Desarrollo de plántulas de huizache (*Acacia farnesiana*) en sustratos con vermicompost. *Rev. Chapingo*, 20(1), 55-62.
- Pineda, J. A. (2006). Lombricultura. Tegucigalpa, Dirección de Generación de Tecnología. Instituto Hondureño del Café.
- Rahman, J. A., & Vikineswary, S. (2012). Potencial nutritivo y aprovechamiento de super harina de gusano (*Zophobas Morio*) en la dieta de los tilapia (*Oreochromis Niloticus*) juvenil. *Revista africana de Biotecnología*, 11 (24), 6592 - 6593.
- Sanchez, P. V. (2012). Crianza de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida* NC) para la producción de carne usando cuatro tipos de sustratos en las EEAAS. Facultad de Ciencias Agrarias . Satipo: Universidad Nacional del Centro del Perú .
- Santamaría-Romero, S., & Ferrera-Cerrato, R. (2002). Dinámica poblacional de *Eisenia andrei* (bouché 1972) en diferentes residuos orgánicos. *Terra Latinoamericana*, 20(3), 303-3.
- Schuldt, M., Rumi, A., & Gutiérrez, G. D. (2005). Determinación de “edades” (clases) en poblaciones de *Eisenia fetida* (Annelida: Lumbricidae) y sus implicancias reprobológicas. *Revista del Museo de La Plata*, 17(170), 1-10.
- Six, J., Elliot, E., & Paustian, K. (2000). Soil macroaggregate turnover and microaggregate formation: a mechanism for C sequestration under no-tillage agriculture. *Soil Biology and Biochemistry*, 32(14), 2099-2103.
- Sogbesan, A., Ugwumba, A., & Madu, C. (2007). Potencial de productividad y valores nutricionales de Lombriz de tierra de la zona semiárida (*Hyperiodrilus euryaulos* ; Clausen, 1967) cultivado en desechos orgánicos como pescado suplemento alimenticio. *Pak. J. Biol. Sci*, 10, 2992 - 2997.
- Sogbesan, O., & Madu, C. (2008). Evaluación de harina de lombriz de tierra como pienso proteico en dietas para *heterobranchus*

longifilis valenciennes, 1840 dedo-lings en condiciones de laboratorio. Revista de investigación de Ciencias ambientales, 2(1), 23 – 31.

Sonaiya, E., & Swan, S. (2004). Producción en aviculture familiale - Técnica de un manuel. FAO. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

Toccalino, P., Agüero, M., & Serebrinsky, C. y. (2004). Comportamiento reproductivo de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) según estación del año y tipo de alimentación. Revista Veterinaria (Rev Vet), 15(2), 65-69.

Vargas, M. R. (2010). Vermicompostaje en el reciclado de residuos agroindustriales . XII Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo, Santo Domingo.

Villegas, C., & Laines, C. (2017). Vermicompostaje: I avances y estrategias en el tratamiento de residuos sólidos orgánicos. Revista mexicana de Ciencias Agrícolas, 8(2), 393-406.

Recibido: 15 de abril, 2023  
Revisado: 19 de junio, 2023  
Aceptado: 25 de junio, 2023