

## COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO, REPRODUCTIVO Y MORFOMETRÍA DE LA LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA EN SISTEMAS DE VERMICOMPOSTAJE DE RESIDUOS ORGÁNICOS

## PRODUCTIVE, REPRODUCTIVE AND MORPHOMETRY BEHAVIOR OF THE CALIFORNIAN RED WORM IN ORGANIC WASTE VERMICOMPOSTING SYSTEMS

Diosbel Maqueira Reyes<sup>1\*</sup>, Darien Miranda Pérez<sup>2</sup>, Maryory Solana Díaz López<sup>3</sup>, Yuncisy Ravelo Arteaga<sup>4</sup>, Reinier Izquierdo Díaz<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Pinar del Río "Hermandad Saíz Montes de Oca". Facultad de Ciencias Forestales y agropecuarias, Departamento de Agronomía de Montaña San Andrés, Pinar del Río, Cuba, CP 20100. <https://orcid.org/0000-0002-7239-0787>

<sup>2</sup>Universidad de Pinar del Río "Hermandad Saíz Montes de Oca". Facultad de Ciencias Forestales y agropecuarias, Departamento de Agronomía de Montaña San Andrés, Pinar del Río, Cuba, CP 20100. <https://orcid.org/0000-0002-3601-2228>

<sup>3</sup>Universidad de Pinar del Río "Hermandad Saíz Montes de Oca". Facultad de Ciencias Forestales y agropecuarias, Departamento de Agronomía de Montaña San Andrés, Pinar del Río, Cuba, CP 20100. <https://orcid.org/0000-0002-9811-0499>

<sup>4</sup>Universidad de Pinar del Río "Hermandad Saíz Montes de Oca". Facultad de Ciencias Forestales y agropecuarias, Departamento de Agronomía de Montaña San Andrés, Pinar del Río, Cuba, CP 20100. <https://orcid.org/0000-0001-7123-3088>

<sup>5</sup>Empresa de Tabaco la Palma. <https://orcid.org/0000-0002-8538-9056>

\*Autor para la correspondencia (e-mail): [diosbelmr94@gmail.com](mailto:diosbelmr94@gmail.com)

Recibido para su publicación: 09/11/2022 - Aceptado para su publicación: 30/12/2022

### Resumen

El trabajo experimental se realizó en un escenario de la UBPC La Paloma, San Andrés, Pinar del Río, Cuba, con el objetivo de evaluar el comportamiento productivo, reproductivo y morfometría de la lombriz roja californiana en sistemas de vermicompostaje de residuos orgánicos. Se aplicaron un total de dos tratamientos: T1: 90% de tierra agrícola (hojarasca) +10% de cartón y T2: 80 % estiércol bovino+ 10% de tierra agrícola (hojarasca) +10% de cartón. La valoración en las lombrices californianas: sub adultas, juveniles y producción total de lombriz tuvo incrementos equivalentes en para el caso de T2. La madurez sexual de las lombrices sub adultas alcanzo a los 21 días con su clitelo desarrollado. En la producción de cocones, el tratamiento T2 deposito la mayor cantidad de cocones a los 45 y 60 días (190) y (133) respectivamente. El mayor porcentaje de fertilidad fue para el T2 (92%) y superó con 4 lombrices por cocón. El uso de estiércol de bovino precompostado es una opción aceptable para la producción de lombriz roja californiana. La multiplicación y reproducción de las lombrices permite producir a niveles de "equilibrio" en función a la degradación y conservación de la especie.

*Palabras clave:* cocones; degradación; humus; parámetros físicos.

### Abstract

The experimental work was carried out in a setting at the UBPC La Paloma, San Andrés, Pinar del Río, Cuba, with the aim of evaluating the productive, reproductive behavior and morphometry of the Californian red worm in organic waste vermicomposting systems. A total of two treatments were applied: T1: 90% agricultural land (leaf litter) + 10% cardboard and T2: 80% bovine manure + 10% agricultural land (leaf litter) + 10% cardboard. The assessment in Californian worms: sub-adults, juveniles and total worm production had equivalent increases in the case of T2. The sexual maturity of the sub-adult worms reached 21 days with their clitellum developed. In the production of cocoons, treatment T2 deposited the largest number of cocoons at 45 and 60 days (190) and (133) respectively. The highest percentage of fertility was for T2 (92%) and exceeded with 4 worms per cocoon. The use of precomposted cattle manure is an acceptable option for California red worm production. The multiplication and reproduction of earthworms allows production at "balance" levels based on the degradation and conservation of the species.

*Keywords:* cocoons; degradation; humus; physical parameters.

## INTRODUCCIÓN

Las lombrices de tierra se encuentran entre los animales del suelo más conocidos, son animales excavadores, siendo ingenieros de ecosistemas 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 (Zamora, 2017).

Las lombrices constituyen un recurso potencial de gran interés en la sostenibilidad de la agricultura, pues participan activamente en la regulación de las propiedades físicas del suelo, la dinámica de la materia orgánica del entorno y el crecimiento de las plantas, junto a otros organismos macrodescomponedores forman parte de la fauna del suelo. Esto se debe a su capacidad de descomponer la materia orgánica, reciclar nutrientes y la formación de suelo, actividad que puede ser afectada en presencia de elementos tóxicos en el suelo. Además, forma parte de las herramientas biotecnológicas actuales para el reciclaje de desechos orgánicos, teniéndose como beneficio el vermicompost (abono orgánico) y carne, fuente óptima para la alimentación animal. Este anélido caracterizado por ser hermafrodita puede llegar a producir grandes cantidades de lombrices por año (Chughchilan, *et al.*, 2021).

Las lombrices se alimentan de materia orgánica, cuyo origen es la descomposición de diversas fuentes de materia orgánica que luego de digerir parcialmente son excretadas con un avanzado nivel de descomposición, facilitando la humificación y formación de humus, e intervienen en mejorar la calidad física, química y biológica del suelo, incrementando la producción de cultivos, aportando nutrientes: nitrógeno, fósforo y potasio (Fondo de Cooperación de las Naciones Unidas [FONCODES], 2014).

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 MRN, 2010), 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. 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. También son conocidos como buenas fuentes de proteína, cuyo valor biológico es similar al perfil del pescado (Somarriba, *et al.*, 2015).

Los resultados de rendimiento de vermicompost son erráticos, debido a que las características del sustrato, afectan directamente el estado y multiplicación de este organismo ya que dependen en gran medida del tipo y calidad de alimento proveído. Por ello se tiene que conocer el efecto de las fuentes de alimento, en la dinámica poblacional y su capacidad productiva (Cruz, 2019). Por todo lo antes expuesto esta investigación tiene como **objetivo** evaluar el comportamiento productivo, reproductivo y morfometría de la lombriz roja californiana en sistemas de vermicompostaje de residuos orgánicos, planteando como **hipótesis** que si el desarrollo, la productividad y reproducción de las lombrices se encuentra relacionada directamente al tipo de compostaje que se emplee para su alimentación al igual que la época del año, estandarizar los parámetros productivos, reproductivos y la morfometría de la lombriz en función a una determinada dieta alimenticia de diversas fuentes de residuos orgánicos nos permitirá decidir cuál de ellos es el más apropiado para obtener resultados esperados en cuanto a la producción de carne, longitud, peso y número de lombrices por cocón, permitiendo la duplicación de la población inicial en menor tiempo estimado.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Condiciones del área de estudio

Esta investigación se realizó en la UBPC La Paloma, que se encuentra al Sur del municipio La Palma, provincia de Pinar del Río, la cual antes del triunfo de la Revolución se dedicaba a la plantación de caña por la calidad de los suelos que pertenecían a una colonia del Central Niágara hoy Manuel Sanguily, después del triunfo de la Revolución, aproximadamente a partir de 1967, por orden de la Empresa a la que pertenecían se decide dedicar estos suelos al cultivo del Café, debido a la lejanía de estos del Central y por los suelos ferralítico rojos existentes, siendo constituida el 26 de octubre de 1993 como Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC). La Paloma cuenta con una extensión total de 236,79 ha. Tiene una fuerza laboral de 70 trabajadores.

### Elementos del clima

En la Tabla 1 muestra el comportamiento de las variables climáticas en la época que se desarrolló el estudio.

Tabla 1: Comportamiento de las variables climáticas en la época de estudio (estación Meteorológica La Palma).  
 Table 1: Behavior of the climatic variables in the study period (La Palma Meteorological Station).

Variables	2019	2020	2021
V Vientos (Km/h)	4,8	4,2	4,8
Precipitaciones (mm)	1 893	1 875	1 887
HR Media (%)	77	74	76
T (°C)	24,8	24,9	24,1
Horas de sol	2 687	2 680	2 677

### Diseño de la investigación

#### Descripción de los tratamientos

Los tratamientos establecidos (Tabla 2) son descritos de la siguiente manera, la tierra agrícola (hojarasca de cultivos), el cartón proveniente de cartones de huevos no contiene estructuras de polietileno u otro compuesto que comprometa la integridad de las lombrices.

Tabla 2. Descripción y distribución de los tratamientos.  
 Table 2. Description and distribution of treatments.

Tratamientos	Descripción de los tratamientos	Repeticiones
T1	90 % de tierra agrícola (hojarasca) +10% de cartón.	4
T2	80 % estiércol bovino+ 10% de tierra agrícola (hojarasca) +10% de cartón.	4

#### Preparación de tratamientos

Se emplearon dos tratamientos, para ello se recolectó de las ganaderías más cercanas estiércol bovino 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 (Chicaiza, 2007).

Elaboración del pre-compost (alimento de las lombrices).

Según Durán y Henríquez (2009) hacen mención que el pre-compost se realiza con la finalidad de brindarle las óptimas condiciones al sustrato para la pronta adaptabilidad de la lombriz. Es por ello que en este experimento se realizó dicha actividad (se aplicó cada tratamiento con su respectivo sustrato), seguidamente sobre esta tierra agrícola (hojarasca) se colocó una lámina de 10 cm de estiércol, este proceso de láminas de 10 cm de rastrojo y 10 cm de

estiércol se repitió hasta alcanzar una altura de 0.6 m. Además, se agregó una pequeña lámina de cal para ayudar en la regulación del pH del sustrato, a cada capa se le agregó agua teniendo en cuenta la cantidad para no saturarla y así obtener una humedad recomendada (80% aproximadamente).

Se establecieron un total dos pilas cada una de 1 m<sup>3</sup>, las cuales fueron tapadas con plásticos con el fin de acelerar el proceso de descomposición. El proceso de pre-compostaje de los sustratos se realizó en 45 días.

El rastreo de cosechas, fueron picados para acelerar su descomposición. Para esta operación se utilizó machete.

### **Desarrollo del pre-compost**

Para el proceso del pre-compost se consideró las siguientes actividades para todos los tratamientos y repeticiones:

Cruz (2019), indica que la humedad óptima del compost debería oscilar entre 70 a 80 %, para medir la humedad se utiliza la técnica de la prueba del puño, que se basa en coger un puñado de compost y comprimirlo con la mano: Si gotea levemente, estamos en la humedad óptima (aproximadamente 80%) si escurre un chorro tiene exceso de humedad; si no emite ninguna gota de agua entonces presenta una escasa humedad.

Un alto contenido de humedad obstaculiza la circulación del oxígeno produciendo además que el sustrato se sature de agua; mientras que bajos contenidos de humedad altera la actividad de los microorganismos, es por ello que el monitoreo de humedad se realizó cada cuatro días buscando mantener la humedad óptima.

### **Aireación**

Al tratarse de un proceso aeróbico es importante mantener la aireación periódica de la pila. Por ello fue necesario realizar el volteo de las pilas (cada vez que éstas llegaban a la fase termófila), se realizó cada cuatro días durante las primeras tres semanas, y cada seis días en las últimas tres semanas restantes, de este modo se cumplió con el objetivo de suministrar el adecuado oxígeno para la degradación microbiana, así como el control de las altas temperaturas, hasta que el compost estuvo preparado.

### **Preparación de camas**

Para la fabricación de las camas (cajas) se utilizó madera para facilitar la fabricación de las mismas, las medidas de las cajas fueron de 0.40 m de largo, 0.25 m de ancho y 0.20 m de alto.

### **Instalación de alimento en las camas**

Para tener la seguridad que el alimento tenía las condiciones adecuadas se realizó la prueba de supervivencia, que consistió en colocar en una bandeja de plástico, el compost y posteriormente 25 lombrices; pasadas las 24 horas se verificó que las 25 lombrices aún se encontraban dentro del depósito, esto indicó que el alimento estaba óptimo para el consumo de la lombriz.

### **Selección de lombrices**

Para llevar a cabo la fase experimental se emplearon 20 lombrices *Eisenia foetida* en etapa de sub-adulta (160 en total), la manera más práctica de reconocerla es que no presentan clitelio, cabe recalcar, fue necesario someterlas desde temprana edad a los tratamientos para evitar bifurcaciones en la evolución de parámetros reproductivos en cuanto a la producción de cocones.

### **Habilitación del lugar para el estudio**

Primeramente, se retiró algunas piedras y malezas para luego nivelar el área necesaria para el establecimiento del experimento. Se consideró una ligera pendiente para evitar inundaciones de las unidades experimentales al momento de aplicar los riegos o posibles lluvias que se presenten. Luego se hizo la demarcación según el diseño, quedando un área de 4.75 m<sup>2</sup> (1.9 m x 2.5 m).

### **Obtención de los materiales**

Los rastros de los cultivos se recolectaron de las fincas y entidades aledañas al lugar del experimento, teniendo en cuenta una breve descripción del manejo agronómico de dichos cultivos.

Se acopio el estiércol vacuno de algunos campesinos de la zona de estudio principalmente que colindan con el experimento.

### **VARIABLES A EVALUAR**

#### **Parámetros reproductivos**

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 prereproductivas (Fernández ER, et al, 2010). Las clases juveniles alcanzan la madurez sexual en un rango de 21 – 30 días (Hernández J, et al., 1997). Aunque se menciona que para los anélidos poliquetos (gusanos segmentados) la aparición del clitelo determina efectivamente su madurez, en la lombriz roja californiana aparece alrededor de los 0,25 gramos de peso y 2,5 a 3 cm de longitud (Santamaría-Romero, et al., 2002).

#### **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.

#### **Morfometría.**

**Peso:** el peso de los individuos fue tomado al inicio, a los 45 y 60 días que se culminó el experimento (Chicaiza, 2007). Para ello fue necesario realizar la separación manual de las lombrices, lavarlas rápidamente con agua potable e introducir las en un recipiente húmedo, finalmente momentos antes de tomar el peso cada lombriz fue colocada en papel filtro para que este absorbiera rápidamente el agua.

**Longitud de la lombriz:** Para tomar la medida de longitud del cuerpo de la lombriz se llevó a cabo una vez realizada la toma de datos de peso al inicio, 45 y 60 días (clasificando según su edad o clase), con una regla plástica.

**Longitud del cocón:** para la toma de longitud del cocón se llevó a cabo la medición empleando una microforcípula.

#### **Análisis estadístico**

Después de obtener los resultados se procedió a realizar un análisis de varianza de clasificación simple. Las diferencias entre las medias se realizaron mediante la prueba de comparación de rangos múltiples de Duncan con una significación de un 5% en los casos en que el ANOVA resultó significativo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Parámetros productivos de la lombriz roja alimentada con vermicompost.

Cuando se analiza el ciclo de vida de la lombriz roja californiana según tres de sus edades ecológicas: juveniles, subadultos y adultos, y su tasa de crecimiento a los 45 y 65 días luego de aplicados los tratamientos (Tabla 3), se evidencia que la producción total de lombriz muestra una diferencia significativa entre los dos tratamiento aplicados, siendo el T2 el que mostro los mejores resultados con una producción total de 307 lombrices mientras que T1 reporto 263, de igual forma destaca mayor producción en cada una de sus edades ecológicas donde la menos favorecida fue la edad adulta con 40 lombrices para T1 y 49 para T2. Es de destacar también como las mayores tasas de crecimiento se reporta para el T2 a los 45 días con un 6,15 %, estableciendo una diferencia significativa con el T1 que solo reporto valores de 1,87 % de crecimiento para los primeros 45 días, posteriormente, a los 60 días, los tratamientos mantuvieron una misma tendencia sin efecto significativo.

Tabla 3. Parámetros productivos de la lombriz roja californiana alimentados con vermicompost de residuos orgánicos.

Table 3. Production parameters of the Californian red worm fed with organic waste vermicompost.

Parámetros productivos	T1 90 % de tierra agrícola (hojarasca) +10% de cartón.	T2 80 % estiércol bovino+ 10% de tierra agrícola (hojarasca) +10% de cartón.
<b>Producción de lombrices (unidades)</b>		
<b>Adultas</b>	40 <sup>a</sup>	49 <sup>ab</sup>
<b>Sub adultas</b>	56 <sup>a</sup>	81 <sup>b</sup>
<b>Juveniles</b>	167 <sup>a</sup>	177 <sup>ab</sup>
<b>Producción Total lombriz</b>	263 <sup>a</sup>	307 <sup>b</sup>
<b>Tasa de crecimiento (%)</b>		
<b>45 días</b>	1,87 <sup>a</sup>	6,15 <sup>b</sup>
<b>60 días</b>	0,98 <sup>a</sup>	1,08 <sup>a</sup>

Las letras diferentes entre cada columna indican diferencias estadísticas para ( $p < 0,05$ ) según Prueba de rangos múltiples de Duncan.

Estos resultados pueden explicarse en relación del tipo de sustrato utilizado, aunque para una mayor productividad Escobar (Katherine, *et al.*, 2020) menciona que la densidad debe de encontrarse alrededor de 5 kg de lombriz/ m<sup>2</sup>, cuando se realiza la cría en recipientes volumétricos es recomendable realizar la siembra de 250 lombrices de *E. foetida* /m<sup>3</sup>(Herrera y De Mischis, 1994). Considerando que la tasa de crecimiento diario de las lombrices como lo explica Poma *et al.* (2019), es la que permite corroborar la clara tendencia de un incremento de peso, lo cual ocurrió en el estudio realizado por estos autores empelando tratamientos de estiércol a dos temperaturas (16 y 22 °C) donde los individuos adultos evaluados obtuvieron diferencias significativas en contraste a la temperatura que eran sometidos.

Estos resultados difieren en parte a los obtenidos por Cruz (2019) el cual al finalizar su experimento encontró que la mayor población se da con la densidad de 600 lombrices, en todas las fuentes alimenticias con 164 individuos para compost de estiércol de alpaca (175 con densidad de 400), 122 para compost de ovino, 110 para el compost de cuy y 22 con el compost de vacuno. Si teniendo relación con la conclusión de Zamora (2017) donde mencionan que

tanto el tamaño de los individuos como su tasa de reproducción son influenciados por el tipo de sustrato, y el sustrato de ovino ofrecerían mejores condiciones para la reproducción de las lombrices.

#### Parámetros reproductivos de la lombriz roja alimentada con vermicompost

En cuanto los parámetros reproductivos el T2 80 % estiércol bovino+ 10% de tierra agrícola (hojarasca) +10% de cartón obtuvo mejores resultados en cuanto al nacimiento de lombrices por cocón (Tabla 4), solamente con analizar los nacimientos de lombrices por cocon nos damos rápidamente cuenta que el T2 es más reproductivo que el T1, en ambos conteos desarrollados tanto en los 45 días como a los 60 días, el T2 reporto los mayores valores, así como las lombrices por cocon donde para T2 reporto cinco y T1 solo dos, quedando demostrado así la eficiencia de dicho tratamiento en la reproducción de la lombriz roja californiana.

Tabla 4. Parámetros reproductivos de la lombriz roja californiana alimentados con vermicompost de residuos orgánicos.

Table 4. Reproductive parameters of the Californian red worm fed with organic waste vermicompost.

Producción de cocones (unidades)	T1 90 % de tierra agrícola (hojarasca) +10% de cartón.	T2 80 % estiércol bovino+ 10% de tierra agrícola (hojarasca) +10% de cartón.
Conteo a los 45 días	119,00 <sup>a</sup>	143,00 <sup>b</sup>
Conteo a los 60 días	80,00 <sup>a</sup>	96,00 <sup>b</sup>
Total de cocones	199,00 <sup>a</sup>	239,00 <sup>b</sup>
Nacimiento de lombrices por cocón		
Lombrices por cocón	2,00 <sup>a</sup>	5,00 <sup>b</sup>

Las letras diferentes entre cada columna indican diferencias estadísticas para ( $p < 0,05$ ) según Prueba de rangos múltiples de Duncan.

En una investigación realizada por Cuzo *et al.*, 2019 donde se evaluó el comportamiento reproductivo de la lombriz roja californiana durante las cuatro estaciones del año sometidas a distintos compostajes, el tratamiento que estaba compuesto por estiércol de bovino compostado resulto ser el tratamiento con los valores más altos para la variable del número de lombricillas o crías por cocón evaluado a los 14 y 21 días, siendo para otoño temperatura de 19,1 °C :4,43 crías, invierno temperatura de 19,4 °C:4,65 crías, primavera temperatura de 19,7 °C:6,10 crías y verano con una temperatura de 20,1 °C fue de 7,10 crías por cocón. Siendo estos resultados acordes con lo encontrado en el T2 con un número de 5 lombrices por cocón, difiriendo por los días promedios necesarios para su eclosión (17,58 días).

Dichos resultados, contrastan con investigación de Sausiri (2020), el cual a los 45 días reporto que en las mezclas compuestas por compostaje animal realizaron mayor influencia sobre la reproducción, con 195 cocones para el estiércol bovino, le sigue el compost de ovino con la misma densidad de inoculación con 117 cocones, el compost de cuy (68 cocones) y compost de vacuno con 22 cocones. Similar comportamiento encontramos a los 60 días cuando se evidencia que en compost proveniente de alpaca se logró 119 cocones, en compost ovino 104, con compost de cuy 58 y 56 cocones con compost de vacuno.

Esto confirma lo manifestado por Cuzco (2019), que a pesar de la adaptabilidad que presentan las diferentes especies de lombriz, las características del sustrato o material de crecimiento, afectan directamente el estado y multiplicación de este organismo.

#### Morfología de la lombriz roja californiana alimentado con vermicompost

Cuando se analiza la morfometría de las lombrices en estudio según los tratamientos aplicados (Tabla 5), se evidencia que los mayores valores de desarrollo se reportaron con el tratamiento T2. En cuanto a la longitud de las lombrices para los primeros 45 días se observa una diferencia significativa entre ambos tratamientos con 6,19 cm para T2 y 4,91 cm para T1, mientras que para los 60 días las diferencias no fueron altamente significativas; no pasa así en el caso de la longitud del cocón donde no existen diferencias significativas. En cuanto el peso individual de las lombrices se evidenciaron diferencias significativas para los primeros 45 días, siendo de igual forma el T2 el que reporto los mayores valores con 0,83 g y T1 0,29 g respectivamente, de igual manera a los 60 días las diferencias no son altamente significativas sino que mantienen una correlación; quedando demostrado que el mayor efecto de los tratamientos sobre la morfología de estas se produce en las primeras días de desarrollo morfológico de la especie en estudio; demostrando también que el T2 elaborado a partir de 80 % estiércol bovino +10% de tierra agrícola (hojarasca) +10% de cartón permite mayor desarrollo morfológico de la lombriz roja californiana, siendo una vía útil en su producción.

Tabla 5. Morfología de la lombriz roja californiana alimentados con vermicompost de residuos orgánicos.  
 Table 5. Morphology of the Californian red worm fed with organic waste vermicompost.

Longitud de las lombrices (cm)	T1 90 % de tierra agrícola (hojarasca) +10% de cartón.	T2 80 % estiércol bovino+ 10% de tierra agrícola (hojarasca) +10% de cartón.
<b>Inicial</b>	4,33 <sup>a</sup>	4,08 <sup>a</sup>
<b>45 días</b>	4,91 <sup>a</sup>	6,19 <sup>b</sup>
<b>60 días</b>	5,26 <sup>a</sup>	6,07 <sup>ab</sup>
<b>Longitud lograda</b>	5,26 <sup>a</sup>	6,44 <sup>b</sup>
Longitud del cocón (cm)	0,03 <sup>a</sup>	0,04 <sup>a</sup>
Peso individual de las lombrices (g)		
<b>Inicial</b>	0,24 <sup>a</sup>	0,24 <sup>a</sup>
<b>A 45 días</b>	0,29 <sup>a</sup>	0,83 <sup>b</sup>
<b>A 60 días</b>	0,48 <sup>a</sup>	0,7 <sup>ab</sup>

Las letras diferentes entre cada columna indican diferencias estadísticas para ( $p < 0,05$ ) según Prueba de rangos múltiples de Duncan.

Para la variable de longitud, varios autores (Iglesias, 1994; Valenzuela, 2020) obtuvieron similares resultados cuando utilizaron diferentes productos orgánicos 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, en los que se resalta la tierra agrícola y los desperdicios orgánicos tales como cascara de sandía, cabe recalcar, que la alimentación de las lombrices infiere de manera directa en su crecimiento y desarrollo biológico (Velasquez, 2019).

Igual resultado reporto Cruz Oviedo, (2019) para el peso promedio a los 45 días, donde encontró valores de 0,79 y 0,84 g que está dentro del rango reportado por Schuldt (2005) de 0,3 y 1,4 g por encima del promedio de 0,34 g - 0,66 g logrado por Cuzco (2019).

## CONCLUSIONES

El efecto del sistema de vermicompostaje en base a 80% estiércol bovino+ 10% de tierra agrícola (hojarasca)+ 10% cartón (T2) arrojó resultados altamente significativos para los parámetros productivos destacándose mayor cantidad de lombrices en cada una de sus edades ecológicas.

Para los parámetros reproductivos los mejores valores se reportaron para el T2 donde lo nacimiento de lombrices por cocón fueron mayores quedando demostrado así la eficiencia de dicho tratamiento en la reproducción de la lombriz roja californiana.



Las características morfométricas de las lombrices evaluadas en relación con el tipo de residuo orgánico empleado se encontraron que el tratamiento (T2) obtuvo los mejores resultados para el peso individual 0,83 g y longitud lograda de 6, 44 cm.

### 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.

### BIBLIOGRAFÍA

- Chicaiza T. Producción de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) y lombrilhumus con estiércol de vaca, cabra, cerdo y caballo. Tesis de postgrado. Honduras: Zamorano, Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria; 2007.
- Chugchilan Baraja, G. O., y Zambrano Caisaguano, K. A. (2021). "Producción de humus de lombriz mediante el aprovechamiento del raquis del orito (*Musa acuminata*) en el cantón La Maná recinto San José del Estero" (Tesis de grado, Ecuador: La Maná: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)).
- Cruz Oviedo, M. (2019). Efecto de la fuente alimenticia y densidad de inoculación en la biología y producción de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), en el distrito de San Jerónimo–Cusco.
- Cuzco E (2019). Evaluación de diferentes sustratos en la producción de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), Chachapoyas -Perú. Tesis de pregrado. Chachapoyas:, Facultad de Ingeniería Zootecnista, Agronegocios y Biotecnología.
- Duran, L. y Henríquez, C. (2009). Crecimiento y reproducción de la lombriz roja *Eisenia foetida* en cinco sustratos orgánicos. Recuperado de: lombricultivos de *Eisenia foetida* (*Oligochaeta, Lumbricidae*) con Fernández ER, Trapero A, Domínguez J (2010). Experimentación en Agricultura Sevilla: Junta de Andalucía Consejería de Agricultura y Pesca.
- Fondo de Cooperación para el Desarrollo Social (2014). Producción y uso de abonos orgánicos: biol, compost y humus. Lima, Autor.
- Hernández A. JA, Pietrosemoli C. S, Fariá R. A, Palma R, Canelón R. Efecto de la frecuencia de alimentación en el crecimiento y reproducción de la lombriz *Eisenia spp*. Interciencia. 2009 abril; 34(4): p. 270-273.
- Herrera JAD, De Mischis C. 4. Influence of feeding in the biological cycle of *Eisenia foetida* (Savigny) (Annelida, Oligochaeta, Lumbricidae). Megadrilogica. 1994; 5(11): p. 117-124.  
[https://www.mag.go.cr/rev\\_agr/v33n02\\_275.pdf](https://www.mag.go.cr/rev_agr/v33n02_275.pdf).
- Iglesias ML (1994). El estiércol y las prácticas agrarias respetuosas con el medio ambiente. Manual técnico. Secretaria General de Estructuras Agrarias, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Katherine, C. S. D., Antonio, V. M. L., y David, A. M. 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.

- Poma, D. K. C., Vera, G. M. C., y Justo, E. V. B. (2019). Eficiencia de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) en el tratamiento de aguas residuales domésticas. *Revista Ciencia y Tecnología-Para el Desarrollo-UJCM*, 4, 13-23.
- Santamaría-Romero S, Ferrera-Cerrato R. Dinámica poblacional de *Eisenia andrei* (bouché 1972) en diferentes residuos orgánicos. *Terra Latinoamericana*. 2002; 20(3): p. 303-3.
- Sausiri Humerez, S. (2020). Manejo de residuos orgánicos y estercoleras con producción de lombricultivos en granjas familiares de la comunidad de lobo rancho del municipio de San Benito.
- Schuldt, M., Rumi Macchi Zubiaurre, A., y Gutiérrez Gregoric, D. E. (2005). Estimación de la capacidad de porte en lombricultivos de *Eisenia fetida* (*Oligochaeta, Lumbricidae*) con distintas materias orgánicas. *Revista Argentina de Producción Animal*, 25.
- Sogbesan A, Ugwumba A, Madu C. Potencial de productividad y valores nutricionales de Lombriz de tierra de la zona semiárida (*Hyperiodrilus enryaulos*; Clausen, 1967) cultivado en desechos orgánicos como pescado suplemento alimenticio. *Pak. J. Biol. Sci.* 2007; 10: p. 2992 - 2997.
- Somarriba, R., y Guzmán, F. (2015). Guía de Lombricultura Sonaiya E, Swan S. Producción en aviculture familiale - Técnica de un Manual técnico.
- Valenzuela Gonzales, J. J. (2020). Propuesta para el manejo de la mortalidad mediante la implementación de compostaje y la consecuente producción de humus de lombriz roja californiana en la granja Las Lores del municipio de Quillacollo.
- Vargas MRN (2010). Vermicompostaje en el reciclado de residuos agroindustriales. XII Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo. Santo Domingo.
- Velásquez Cayetano, H. C. (2019). Producción de humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) a partir del pre compost orgánico, para la mejora de un suelo degradado y su verificación en el cultivo de rabanito (*Raphanus sativus*) en la localidad de la Esperanza–Huánuco 2018.
- Zamora, J. (2017). Evaluación de la calidad del cartón obtenido del pseudotallo y raquis de la *musa acuminata* cavendish. Proyecto de Investigación, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias de la Ingeniería Carrera Ingeniería Agroindustrial, Quevedo. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/4110/1/T UTEQ-0095.pdf>.