

EFFECTO DE TRES SUSTRATOS ORGÁNICOS SOBRE PARAMETROS FISIOLÓGICOS Y REPRODUCTIVOS DE LA LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA (*Eisenia foétida*)

EFFECT OF THREE ORGANIC SUBSTRATES ON PHYSIOLOGICAL AND REPRODUCTIVE PARAMETERS OF THE CALIFORNIAN RED WORM (*Eisenia foétida*)

Diosbel Maquiera Reyes^{1*}, Darién Miranda Pérez², Katuska Revelo Pimentel³, Marcelino Martínez Revol⁴

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

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

³Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saíz Montes de Oca". Facultad de Ciencias Forestales y agropecuarias, Departamento de Agronomía de Montaña San Andrés, Pinar del Río, Cuba. <https://orcid.org/0000-0001-7622-6602>

⁴Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saíz Montes de Oca". Facultad de Ciencias Forestales y agropecuarias, Departamento de Agronomía de Montaña San Andrés, Pinar del Río, Cuba. <https://orcid.org/0000-0002-4216-6039>

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

Recibido para su publicación: 16/05/2024 - Aceptado para su publicación: 18/07/2024

Resumen

El trabajo experimental se realizó con el objetivo de evaluar el efecto de sustratos orgánicos a base estiércol vacuno, combinando restos de cosecha en el crecimiento, reproducción y adaptación de la lombriz *Eisenia foétida* (lombriz roja californiana). El estudio se desarrolló entre los meses de enero - marzo 2023. Los materiales fueron previamente estabilizados y colocados en volúmenes de 0,04 m³ dentro de cajones de madera, a los cuales se les adicionó una población de 600 individuos maduros, lo que equivale a 20000 individuos por m³. El proceso de lombricompostaje tuvo una duración de 3 meses, durante los cuales se realizó 3 muestreos. Los tratamientos aplicados fueron: estiércol vacuno 100%, retos de cosecha 100% y la combinación de estiércol vacuno 50% más los restos de cosecha 50%. La reproducción y sobrevivencia al final del experimento fue diferente para cada uno de los sustratos utilizados, siendo la combinación de ambos sustratos en la alimentación de lombrices el que presentó los mayores valores en población final, concluyendo que tanto el tamaño de los individuos como su tasa de reproducción son influenciados por el tipo de sustrato.

Palabras claves: estiércol vacuno, restos de cosecha, crecimiento, adaptación.

Abstract

The experimental work is carried out with the objective of evaluating the effect of substrates based on empty manure combined with harvest remains on the growth, reproduction and adaptation of the earthworm *Eisenia foetida* (Californian red worm). The study was carried out between the months of January - March 2023. The materials were previously stabilized and placed in volumes of 0.04 m³ inside wooden boxes, to which a population of 600 mature individuals was added, which is equivalent to 20,000 people per m³. The vermicomposting process lasted 3 months, during which 3 samplings were carried out. The treatments applied were: 100% cow manure, 100% harvest challenges and the combination of 50% cow manure plus 50% crop remains. The reproduction and survival at the end of the experiment was different for each of the substrates used, with the combination of both substrates in the worm feeding being the one that presented the highest values in the final population, concluding that both the size of the individuals and their rate reproduction are influenced by the type of substrate.

Keywords: cow dung, crop remains, growth, adaptation.

INTRODUCCIÓN

Charles Darwin señaló que "La lombriz es el animal que desempeña el papel más importante dentro de las criaturas, porque cierra el circuito de la vida y la muerte" (De Sanzo y Ravera, 2000). La lombriz de tierra transforma los residuos orgánicos, convirtiéndolos en humus de óptima calidad, con el cual se promueve la actividad biótica y se

incrementa el nivel de fertilidad del suelo. La importancia de la lombriz en el medio ambiente se debe al hecho de que pueden existir más de diez millones de lombrices ha⁻¹ (Bravo, 1996).

Las lombrices de tierra se encuentran entre los animales del suelo más conocidos, son animales excavadores, siendo ingenieros de ecosistemas (Morales-Munguía et al., 2009) 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 (Benavides et al., 2019), 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 (Reyes et al., 2022), especialmente, de hongos mediante la deposición de moco de su tracto digestivo.

Para disminuir la acidificación, erosión, y contaminación del suelo, se ha difundido el uso de lombrices para la transformación de los desechos en abonos orgánicos de muy buena calidad, útiles para el mejoramiento de los suelos. Sin embargo, es necesario conocer el tiempo de descomposición, factores de conversión y el contenido nutricional de sustratos de origen animal y vegetal, como también la capacidad reproductiva de la lombriz en diferentes sustratos en nuestro medio (Katherine et al., 2020).

La lombricultura consiste en el cultivo intensivo de la lombriz roja (*Eisenia foetida*) la cual consume residuos orgánicos que al transformarse son aprovechados como abono para cultivos agrícolas. A estos desechos orgánicos arrojados por la Lombriz se le conocen con el nombre de Humus que es el mayor estado de descomposición de la materia orgánica y es un abono de excelente calidad (Velasquez et al., 2015).

Por lo señalado anteriormente, se resalta que el proceso de reproducción de las lombrices de tierra, en hábitat artificiales, tiene amplias perspectivas, ya que mediante su explotación se pueden generar excelentes ingresos económicos provenientes de la comercialización de la lombriz y de la vermicomposta. Sin embargo, antes de establecer los criaderos de lombrices y producir la vermicomposta, es necesario evaluar la velocidad de reproducción de la lombriz *Eisenia foetida*, en diferentes sustratos orgánicos bajo las condiciones ambientales que imperan en la región. Por todo lo antes expuesto este estudio tiene como objetivo evaluar el efecto de sustratos orgánicos a base estiércol vacuno, combinando restos de cosecha en el crecimiento, reproducción y adaptación de la lombriz *Eisenia foetida* (lombriz roja californiana), planteando como hipótesis que si el incremento de población de la lombriz de tierra *Eisenia foetida* dependerá de la composición del sustrato utilizado (estiércol porcino y restos de cosechas).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

La investigación se desarrolló en la UBPC La Paloma, que se encuentra al sur del municipio La Palma, provincia de Pinar del Río. El trabajo experimental tuvo una duración de tres meses.

Unidades experimentales

Los sustratos fueron colocados en cajones de madera "no curada" de 0,50 m de largo, 0,30 m de ancho y 0,30 m de alto, correspondiente a 0,045 m³ de volumen, de los cuales se utilizó 0,04 m³ con el material orgánico para cada uno de los tratamientos. A los materiales se les realizó un precompostado (reposo) por 2-3 semanas antes de

colocar las lombrices, esto con el fin de proveer las condiciones adecuadas al sustrato para la adaptación de las lombrices y así mismo simular el tipo de manejo usualmente realizado para este tipo de explotaciones.

Prueba de supervivencia

Antes de la siembra se realizó una prueba de supervivencia, depositando una capa de 10 cm de cada uno de los sustratos en cajas de madera, con drenaje en la parte inferior (Romero *et al.*, 2020). Luego se introdujeron 50 lombrices rojas californianas en la superficie de estas y se dejaron por 24 horas. La finalidad de esta prueba es verificar que por lo menos el 90 % de las lombrices sobrevivan, demostrando que las condiciones del alimento son las adecuadas para su desarrollo.

Para este trabajo se utilizó la lombriz *Eisenia foetida* con una densidad equivalente a 20000 individuos adultos por m³, lo que correspondió a 600 individuos por 0,04 m³ de material fresco en cada uno de los cajones. Al momento de seleccionar los individuos, se tomó en cuenta el tamaño y la presencia de la estructura o anillo clitelar desarrollada y visible, la cual es indicativo de su capacidad reproductiva. Schuldt et al. (2005) mencionan que esto sucede cuando el individuo alcanza aproximadamente los 0,25 g de peso, independientemente de la dieta suministrada.

Diseño experimental

El ensayo constó de 3 tratamientos (2 sustratos orgánicos) con 3 repeticiones, dispuestos en un arreglo de bloques completos al azar (BCA). Los cajones distribuidos de esta forma se colocaron sobre estructuras de madera y se cubrieron con cedazo metálico de poro pequeño, para evitar la entrada de animales e insectos y favorecer la aireación. Durante el ensayo se verificó la humedad mediante el método descrito por Ferruzi (1986), el cual consiste en comprimir un puñado del material con la mano y comprobar que, estando suficientemente húmedo, no suelte agua; en este caso la humedad corresponde aproximadamente a un 70-80%. Esta condición provee un ambiente adecuado tanto para el desarrollo de las lombrices como para la descomposición de los materiales utilizados.

La (Tabla 1) muestra la descripción de los tratamientos aplicados.

Tabla 1. Tratamientos aplicados.

Table 1. Applied treatments.

<i>Tratamientos</i>	<i>Material(es) utilizado(s) en el composteo</i>	<i>Composición</i>
<i>T1</i>	Estiércol vacuno 100%	100%
<i>T2</i>	Restos de cosecha 100%	100%
<i>T3</i>	Restos de cosecha + estiércol vacuno	50% + 50%

Variables evaluadas

Pasado el tiempo de producción de lombrices, de manera manual, se separaron las lombrices de los diferentes sustratos, se contaron de acuerdo a cada tratamiento, se pesaron en una balanza gramera Digital CAP 5KG EK-5055, con una cinta métrica y un pie de rey se determinó el diámetro y largo de las lombrices. Los parámetros evaluados fueron número de lombrices producidas por kilogramo de sustrato, masa (g), diámetro (mm), largo (cm), número de cápsulas, población de lombrices adultas y juveniles a la cosecha. y porcentaje de multiplicación de las lombrices determinado con la ecuación:

$$\% \text{ de multiplicación} = \frac{\text{Lombrices en el tiempo}}{\text{Número de lombrices sembradas}} \times 100$$

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

Evaluación del desarrollo fisiológico de las lombrices según tratamientos aplicados.

Cuando se analiza el efecto de los tratamientos aplicados sobre el desarrollo fisiológico de las lombrices en diferentes concentraciones, se evidencian que los mayores valores de desarrollo se reportaron con el tratamiento T3 (Tabla 2). En cuanto al largo promedio de las lombrices se observa una diferencia significativa entre los tratamientos aplicados con 7.5 cm para el T3, 4.8 cm para el T2 y 3.9 cm para el T1 el cual mostro los valores más bajos de desarrollo en cuanto longitud. El diámetro promedio final tubo un comportamiento similar a la longitud donde la diferencia estadística se registro para el tratamiento T1 con respecto al T2 y T3.

De igual forma se presentaron diferencias numéricas respecto al peso total de las lombrices jóvenes entre los tratamientos de estiércol vacuno, restos de cosecha y la combinación de ambos con pesos de 650 (T3), 423 (T2) y 341 (T1) respectivamente, indicando que el tratamiento con mejores resultados en peso de la lombriz roja californiana es la combinación de ambos sustratos.

El sustrato de restos de cosecha pudo favorecer el peso de la lombriz por una mayor concentración de carbonato de calcio ya que este compuesto es indispensable en la regulación iónica durante la digestión, cuando el calcio es almacenado en las glándulas calcíferas y liberado en forma de calcita en el esófago de la lombriz, y ésta es absorbida mientras pasa por el intestino regulando el pH del alimento (Rincones *et al.*, 2023).

Tabla 2. Desarrollo fisiológico de las lombrices según tratamientos aplicados.

Table 2. Physiological development of worms according to treatments applied.

<i>Tratamiento</i>	<i>Largo promedio (cm)</i>	<i>Diámetro promedio (mm)</i>	<i>Peso total (g)</i>
T1	3.9 ^c	1.3 ^b	341 ^c
T2	4.8 ^b	1.9 ^b	423 ^b
T3	7.5 ^a	2.2 ^a	650 ^a

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

Estos resultados son superiores a los de Guevara (2024), quien reporta un peso promedio de 30.76 g en un sustrato de Composta + hojarasca (2:1 v/v); sin embargo, Llivicura (2023), ha señalado un rango mayor que oscila entre 75 y 85 g, donde las diferencias se deben a la calidad de los sustratos.

Esto corrobora lo planteado por Holguin (2023), quien refiere que el uso de los estiércoles como sustrato dependerá de la calidad del mismo y del alimento consumido por el animal, lo cual puede incidir en el desarrollo fisiológico de la lombriz debido a que el alimento debe contar con un contenido de celulosa del 20 - al 25 % y no debe mantener más del 45 % de proteína ya que puede resultar peligroso e incluso mortal.

Los resultados son inferiores pero cercanos a los reportados por Mendoza, (2022); quien obtuvo un peso promedio de 7.49 g al alimentar con residuos de cosecha, pero muy superiores a los de Reyes et al., (2022), quien asegura que las lombrices alcanzan pesos de un gramo en estiércol bovino. En cambio, Suquilanda (2016) afirma que con desechos de cocina solo se alcanzan pesos de 0,3 g.

Estos resultados obtenidos en el tratamiento 3 puede deberse que el estiércol vacuno es fuente de nutrición debido a que presenta N, P, K y un alto contenido de micronutrientes. Asimismo, la materia orgánica proveniente de restos de cosecha presenta una alta acumulación de nutrientes de N, P, K y Ca (Jiménez, 2024).

De acuerdo con los resultados obtenidos en este experimento, el uso potencial de estiércol y restos de cosecha se puede emplear con relativo éxito en porcentajes que no superen el 60 % de reemplazo de estiércol vacuno, teniendo en cuenta que, la supervivencia y actividad de las lombrices dependen de la mezcla adecuada de los sustratos (Botina et al., 2023).

Evaluación número de cápsulas, población de lombrices adultas y juveniles a la cosecha

Con la prueba de Duncan se confirma que hay diferencia significativa entre tratamientos, numéricamente se puede observar que el T3 (resto de cosecha 50% y estiércol vacuno 50%) cuenta con una población final de 18150 lombrices, siendo 3630 % superior a la población inicial, seguido del T2 y el T1, por lo que se puede establecer que en comparación con estos dos últimos el T3 mostro los mejores resultados en cuanto la variable densidad poblacional.

En algunos tratamientos se observa el alto potencial reproductivo que mostró esta especie de lombriz en el sustrato. Con respecto a los tratamientos T1 Y T2, al relacionar esta variable con la tasa de reproducción observada, es posible deducir que estos individuos corresponden en mucho a la población inicial inoculada (600 lombrices).

Tabla 3. Número de lombrices (*Eisenia foetida*) luego de 90 días de lombricompostaje con una población inicial de 600 individuos en un volumen de 0,04 m³ evaluados en 3 sustratos orgánicos.

Table 3. Number of worms (*Eisenia foetida*) after 90 days of vermicomposting with an initial population of 600 individuals in a volume of 0.04 m³ evaluated in 3 organic substrates.

<i>Tratamiento</i>	<i>Población final</i>	<i>% de multiplicación</i>
T1	6970 ^c	90
T2	10569 ^{ba}	2489
T3	18150 ^a	3630

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

El tratamiento de restos de cosecha al 50% y estiércol vacuno al 50% sigue siendo el más eficaz en términos de número de cápsulas a la cosecha, con un total de 100 cápsulas. Le sigue el tratamiento de restos de cosecha al 100%, con 920 cápsulas, y finalmente, los tratamientos de estiércol vacuno, que registro 710 cápsulas respectivamente.

Estos resultados indican que los tratamientos más eficientes en la generación de cápsulas tuvieron una mayor reproducción en un período de tiempo más corto. Esto puede ser atribuido a la presencia de sustratos más nutritivos y asimilables en los tratamientos de restos de cosecha y estiércol vacuno, lo cual influye directamente en los resultados productivos y reproductivos de las lombrices.

La presencia de sustratos más nutritivos en los tratamientos de restos de cosecha y estiércol vacuno puede haber proporcionado a las lombrices las condiciones óptimas para su reproducción, lo cual se traduce en un mayor número de cápsulas a la cosecha. Por otro lado, los tratamientos que utilizaron estiércol 100% pueden haber sido

menos eficientes en términos de nutrición y asimilación de los nutrientes necesarios para la reproducción de las lombrices, lo que se refleja en un menor número de cápsulas producidas.

Como se muestra en la (Tabla 2), la mayor cantidad de individuos estuvo representada en primer lugar por aquellos con tamaño juveniles, debido a que *E. foetida* tiene la capacidad de reproducirse entre el segundo y el tercer mes de vida, es muy posible que individuos nacidos durante el período en que se llevó a cabo el experimento, se reprodujeran aumentando exponencialmente la población final. Las consideradas adultas representan la menor poblacional, considerando por tamaño, color y las estructura clitelar.

Tabla 4. Número de cápsulas, población de lombrices adultas y juveniles a la cosecha.

Table 4. Number of capsules, population of adult and juvenile worms at harvest.

<i>Tratamiento</i>	<i>Número de cápsula</i>	<i>Lombrices adultas</i>	<i>Lombrices juveniles</i>
T1	710 ^c	390 ^b	6580 ^c
T2	920 ^{ba}	489 ^b	10080 ^b
T3	1000 ^a	630 ^a	17520 ^a

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

Los resultados son superiores a los de Guillen (2023) quien al alimentar con residuos de cocina obtuvo hasta 470 cápsulas/m², de igual forma superaron la media de los reportados por Ravelo et al., (2023), de igual forma contrata con lo reportado por Reyes *et al.*, (2022) los que refieren que la lombriz roja es muy prolifera, duplicándose cada 45 a 60 días; el incremento de la población puede alcanzar rápidamente cifras astronómicas.

Los resultados son superiores a los reportados por Andrade y Ramírez, (2022); en cuanto a adultas, pero inferiores en cuanto a juveniles; el cual utilizando diferentes estimulantes para la producción obtuvo un promedio de 219 adultas y 909 juveniles.

Sin embargo, cuando lo comparamos con los reportes de Santos, (2021) quien alimentó con residuos de cocina y obtuvo resultados de 8 145 anélidos y de Jaimes et al., (2020) quien alcanzó 5 563 podremos decir que los datos de esta investigación son similares y muy positivos, si tenemos en cuenta que a la hora de la siembra en nuestra investigación solo teníamos 600 individuos por tratamiento y estos autores sembraron un total de 2 349 a 2 539 individuos respectivamente.

Por su parte, (Limachi, 2018) indica que, para la variable densidad, reproducción y producción es favorable utilizar estiércol vacuno al 50% conjunto con el 50% de aserrín y 100 lombrices, con un promedio final de 210 lombrices adultas, es decir, que se pueden reproducir más en este tipo de sustrato; lo cual coincide con la investigación llevada a cabo en donde se tiene que, al utilizar 50% de estiércol de vacuno y 50% de restos de cosecha donde el promedio de la población de lombrices es de 18150 lombrices. Sin embargo, Cuzco (2021), nos indica que la densidad poblacional aumenta en sustrato de ganado vacuno, dado que en su investigación el reportó incrementó del 72,2% de lombrices.

Díaz et al., (2008) en base a la investigación efectuada determinaron que, tanto el crecimiento como la producción de la lombriz roja se vio influenciada de manera positiva con el sustratos combinados; de acuerdo a lo que indica Cuzco, (2021) utilizando sustrato el estiércol de vacuno al 50% en una población de 666 lombrices alcanzan un peso de 328 g obteniendo así un peso por lombriz de 0,49 g aproximadamente; lo cual coincide con los resultados que se obtuvieron en la investigación donde tenemos que la producción de las lombrices con estiércol de vacuno al 50% y

restos de cosecha 50% llegó a un promedio de 650 g y 18150 lombrices, cada lombriz alcanzó un peso aproximado de 0,40 g.

CONCLUSIONES

El sustrato de mejor comportamiento para el desarrollo fisiológico de la *Eisenia foetida* fue el de restos de cosecha 50% y estiércol vacuno 50%.

El crecimiento y reproducción de la lombriz *E. foetida* están directamente relacionados con el tipo de sustrato en el cual vive y se desarrolla, mostrando mejores parámetros reproductivos en de mezclas de restos de cosecha 50% y estiércol vacuno 50%.

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; que todas las fuentes financieras que se mencionan completa y claramente en la sección de agradecimientos; y que están totalmente de acuerdo con la versión final editada del artículo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Botina Gomez, D. E., Burbano Pantoja, M. C., & España Bucheli, A. P. (2023). Evaluación del contenido de nutrientes con la variación del sustrato por compostaje con "Ancognatha scarabaeoides" para obtener humus a partir de los subproductos del café.
- Cuzco, E. (2021). Evaluación de diferentes sustratos en la producción de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), Chachapoyas-Perú. Universidad Nacional Toribio Rodríguez Mendoza de Amazonas.
- Diaz, D., Cova, L., Castro, A., García, D., & Perea, F. (2008). Dinámica del crecimiento y producción de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida* Sav.) en cuatro sustratos a base de estiércol de bovino. <http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/29378/articulo3.pdf;jsessionid=81B98A87630035F7E3D8729A661A676?sequence=1>.
- Guevara Villamar, L. F. (2024). Análisis de crianza y reproducción de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) (Bachelor's thesis, BABAHOYO: UTB, 2024).
- Guillen, M. (2023). Proceso de elaboración de vermicompost a partir de residuos sólidos del molle (*Schinus molle*) generados en el CTA-UMSS Cochabamba.
- HOLGUIN LOZANO, C. C. (2023). FORMULA RECURSIVA APLICADA A LA POBLACION DE LA LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA.
- Jiménez Tepud, W. J. (2024). Evaluación de la aplicación de fertilizantes orgánicos (humus de lombriz, bocashi y compost) y un fertilizante sintético (15-15-15) utilizando dos sistemas de mulching un orgánico y un inorgánico en un cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*). UPEC.
- Limachi, E. (2018). 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 Beni. Revista de la Carrera de Ingeniería Agronómica, IV (2), 1128- 1138. <https://doi.org/2519-9382>.

- Llivicura, M. F. A. (2023). Comportamiento de la Lombriz Roja Californiana (*Eisenia foetida*) en diferentes sustratos orgánicos. Journal of Science and Research: Revista Ciencia e Investigación, 8(4), 74-84.
- Mendoza Varas, S. F. (2022). Concentración de lombrices en el crecimiento poblacional de *Eisenia foetida* "Roja Californiana" en Otuzco, La Libertad. TAGN 490.
- Morales-Munguía, J.C. (2009). EVALUACIÓN DE SUSTRATOS ORGÁNICOS EN LA PRODUCCIÓN DE LOMBRICOMPOSTA Y EL DESARROLLO DE LOMBRIZ (*Eisenia foetida*). Biotecnia, 11(1), Article 1. <https://doi.org/10.18633/bt.v11i1.49>.
- Pimentel, K. R., Pérez, D. M., Peña, L. E. T., Revol, M. M., & Reyes, D. M. (2023). Efecto de la utilización de estiércol porcino y caprino como sustrato en la producción de humus de lombriz *Eisenia foetida* (Lombriz roja californiana). ECOVIDA: Revista científica sobre diversidad biológica y su gestión integrada, 13(2), 58-65.
- Reyes, D.M., Pérez, D.M., López, S.D., Arteaga, Y.R. y Díaz, R. I. (2022). Comportamiento productivo, reproductivo y morfometría de la lombriz roja californiana en sistemas de vermicompostaje de residuos orgánicos. Revista ECOVIDA, 12(3), 257-266.
- Rincones, P. A., Zapata, J. E., Figueroa, O. A., & Parra, C. (2023). Evaluación de sustratos sobre los parámetros productivos de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*). Información tecnológica, 34(2), 11-20.
- Suquilanda, M. 2016. Agricultura Orgánica. Alternativas Tec. Guatemala, Guatemala. p. 153-167.
- Velásquez, L., Herrera, C. 2015. Producción de proteínas, humus y otros productos a partir del anélido *Eisenia foetida*. Rev. Alimentos. 10:38-41.