

## **Evaluación reproductiva de la lombriz roja californiana *Eisenia foetida* alimentada con diferentes sustratos en el trópico bajo colombiano**

**C Martínez Bravo, L Maza Angulo, Y Arroyo González, M Meza Martínez, J Castro Carmona y O Vergara Garay**

**Grupo de Investigación en Producción Animal Tropical, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Córdoba**

[overgara@correo.unicordoba.edu.com](mailto:overgara@correo.unicordoba.edu.com)

<sup>1</sup> **Maestría en Ciencias Ambientales, Universidad de Sucre, SUE Caribe.**

### **Resumen**

El objetivo de este estudio fue evaluar características reproductivas en la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) utilizando diferentes sustratos para su alimentación. Los sustratos utilizados fueron bovinaza, ovinaza, equinaza y conejaza. Las variables evaluadas fueron el número de cocones/lombriz (C/L), crecimiento de la población de juveniles y adultos a los 60, 90 y 120 días y número de crías/cocón (C/C). Para el análisis estadístico de las variables evaluadas se utilizó análisis de varianzas y las medias se compararon mediante la prueba de Tukey. No se encontró diferencia ( $p > 0.05$ ) para el número de C/L en la evaluación de los diferentes sustratos; sin embargo, se encontró diferencia ( $p \leq 0.05$ ) en las medias del número de juveniles a los 60 días. En relación a las medias de adultos se encontró diferencias ( $p \leq 0.05$ ) al día 90. Para el número de C/C no existieron diferencias ( $p > 0.05$ ). Es beneficioso alimentar la *Eisenia foetida* con los cuatro tipos de estiércol compostado para el mantenimiento de individuos adultos, mientras que para individuos jóvenes la equinaza y conejaza tuvieron el mejor rendimiento, en cuanto al promedio de C/L y C/C.

**Palabras claves:** *cocón, estiércol, reproducción, sustratos*

## **Reproductive evaluation of the California red worm *Eisenia foetida* fed with different substrates in the low tropics in Colombia**

### **Abstract**

The objective of this study was to evaluate reproductive characteristics in the California red worm (*Eisenia foetida*) using different substrates for feeding. The substrates used were manure of cattle, sheep, horses and rabbits. The variables evaluated were the number of cocoons/worm (C/W), growth of the population of juvenile and adult at 60, 90 and 120 days and number of offspring/cocoons (O/C). For the statistical analysis of the evaluated variables, analysis of variances was used and the means were compared by the Tukey test. No difference ( $p > 0.05$ ) was found for the number of C/W in the evaluation of the different substrates; however, difference ( $p \leq 0.05$ ) was found

---

only in the averages of the number of juveniles at 60 days. In relation to the average of adults, significant difference was found ( $p \leq 0.05$ ) at day 90. For the number of O/C there was no significant difference ( $p > 0.05$ ). It is beneficial to feed the *Eisenia foetida* with the four types of composted manure for the maintenance of adult individuals, while for juvenile individuals the equine manure and the rabbit manure had the best performance, in terms of average C/W and O/C.

**Keywords:** cocoon, reproduction, substrates

## Introducción

En la actualidad la gran producción de desechos orgánicos (estércol) producidos por los diferentes sistemas de producción animal (bovino, porcino, ovino, avícola entre otros) se ha convertido en un problema a largo plazo, en el que se han visto perjudicados por la contaminación principalmente los ríos y el aire. Por tal razón, dentro de las muchas estrategias que se han encontrado para mitigar esta problemática y contribuir a la reducción del uso de fertilizantes utilizados para la agricultura, está la lombricultura.

Barbado (2004) define la lombricultura como las diferentes actividades relacionadas con la cría y producción de lombrices, por un lado, y por otra parte al tratamiento de residuos orgánicos para su reciclaje en forma de abonos y proteínas. Este último concepto es de gran importancia cuando de sostenibilidad se trata, ya que se está haciendo uso de material en descomposición (animal o vegetal) para la producción de humus, el cual desempeña un papel fundamental en la restauración del suelo. In addition, la lombriz se convierte en fuente de alto valor proteico para la alimentación de peces, cerdos, bovinos y/o los seres humanos, lo que le da un valor agregado.

A través del tiempo se han venido desarrollando investigaciones, en las que se han utilizado diferentes sustratos en la alimentación de lombrices, especialmente la roja californiana (*Eisenia foetida*). Toccalino et al (2004) usaron tres diferentes sustratos como alimento para evaluar la reproducción de las lombrices. Dichos sustratos fueron restos de comida, residuos de algodón y estiércol de bovino, obteniéndose los mejores resultados en cuanto a reproducción en los lechos tratados con estiércol de bovino produciendo las ootecas más prolíferas, que se reflejaron en mayor cantidad de crías, en todas las épocas del año.

Es por esto que el objetivo principal de esta investigación fue evaluar el desempeño reproductivo de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) en los sustratos de estiércol bovino, ovino, equino y conejo, para obtener información de interés para los productores en condiciones del Trópico bajo colombiano, para contribuir en la disminución del deterioro ambiental.

## Materiales y métodos

### Localización

La investigación fue realizada en la granja de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de Córdoba, ubicada en el municipio de Ciénaga de Oro departamento de Córdoba, a una altura de 15 msnm, con una humedad relativa de 84% y temperaturas máxima y mínima de 33°C y 24°C.

### Diseño experimental

Las lombrices utilizadas en esta investigación fueron adquiridas del criadero experimental de lombrices de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de Córdoba. Para

evaluar el número de cocones/lombriz (C/L) se trabajó con un total 120 lombrices adultas, de la variedad roja californiana (*Eisenia foetida*), las cuales fueron divididas en 4 diferentes tratamientos (estiércol bovino, ovino, equino y conejo) cada uno con 30 lombrices. Para el crecimiento de la población se utilizaron en total 180 lombrices, 45 por cada tratamiento. Para evaluar el número de crías/cocón se utilizaron 120 cocones sembrados en vasos desechables que contengan 30 lombrices en los diferentes sustratos.

Infraestructura

Para evaluar el número de cocones /lombriz y el crecimiento de la población se utilizaron 12 cajas de 17 cm de alto, con un diámetro en la base y en la boca de 15.5 y 23.5 cm, respectivamente, rotuladas con el número, la repetición y el tratamiento. Estas fueron cubiertas con polisombra y colocadas en estivas de madera a una altura de 15 cm, proporcionando un ambiente oscuro y protegido de depredadores. Para evaluar el número de crías/cocón se utilizaron 120 vasos desechables de 3.5 cm de alto, con un diámetro en la base y en la boca de 3.2 y 4.5 cm, respectivamente, colocados en canastas plásticas de 63 cm de largo, 40 de ancho y 25 cm de altura y luego ubicadas en un soporte de madera a una altura de 90 cm, cubiertas con polisombra, asegurando un ambiente oscuro y protegido de depredadores.

Preparación de los sustratos

Cada sustrato fue mezclado con pasto Angleton (*Dichanthium aristatum*) henificado y sometido a una maduración de 30 días, tiempo en el cual se le agregaba agua diariamente y se volteaba cada 48 horas. Finalizado este procedimiento estaba listo para alimentar a las lombrices. Los sustratos utilizados como tratamiento fueron bovinaza, ovinaza, equinaza y conejaza. En la Tabla 1 se presenta la composición bromatológica de los diferentes sustratos utilizados antes del compostaje.

Tabla 1. Composición bromatológica de los sustratos precompostados

Tratamiento	pH	MO	S	P	Ca	Mg	K	Na	Cu	Fe	Zn	Mn	Relación C/L
		%	ppm		meq/100 g de suelo					ppm			
	01:01												
Bovinaza	8.00	51.9	254		5.00	5.80	3.66	0.39	1.20	6.40	3.20	17.6	30
			1090										
Ovinaza	8.23	9.23	10.2	11.2	12.2	13.2	14.2	15.2	0.40	2.00	2.40	11.6	5/

Equinaza	7.85	33.6	111	1127	9.00	8.30	3.66	0.48	0.40	4.40	7.60	18.8	19
Conejaza	6.75	29.4	254	3755	12.0	5.80	1.41	0.52	0.40	1.20	16.0	8.4	17

**Fuente** : Laboratorio Suelos y Aguas Universidad de Córdoba. ppm: partes por millón; MO: materia orgánica

#### Determinación de pH y temperatura de los sustratos, humedad y temperatura ambiental

El pH y la temperatura de los sustratos, fueron medidos dos veces a la semana, con un medidor de pH SCHUTT® modelo Lab850 y un termómetro de vidrio con un rango de temperatura entre -10 a 200°C, mientras que la humedad y la temperatura ambiental fueron medidos en tres tiempos (mañana, medio día y tarde) con un termohidrómetro Maximus/minimus Reading memory.

#### Promedio de cocones/lombriz

Se utilizó un diseño experimental completo aleatorizado, el cual consistió de 4 tratamientos (bovinaza, ovinaza, equinaza y conejaza) con 3 repeticiones, utilizando 10 lombrices por repetición, 30 por tratamiento, para un total de 120 lombrices adultas de la variedad roja californiana (*Eisenia foetida*) manejadas en 12 cajas, a las cuales se les cubrió con polisombra y puestas sobre estibas de madera a 15 cm de altura, los cocones de esta fase fueron utilizados para evaluar el número de crías/cocón.

Durante el periodo experimental las lombrices fueron sometidas a un periodo de acostumbramiento a los sustratos por un periodo de 7 días. Posteriormente, fueron sembradas las diferentes repeticiones por tratamiento en 300 g de sustrato en un periodo de 10 días, tiempo en el que se esperó la postura de cocones o huevos. Al llegar el día 10 se realizó la recolección y conteo con el fin de calcular el promedio de C/L de acuerdo al sustrato utilizado.

#### Crecimiento de la población

Para evaluar el crecimiento de la población de la lombriz roja californiana, se empleó un diseño completo aleatorizado, en el que se utilizaron 15 lombrices por repetición, es decir 45 por tratamiento, para un total de 180 lombrices adultas manejadas del mismo modo que en la etapa anterior. Las lombrices fueron colocadas en cajas, administrándoles 100 g del sustrato respectivo semanalmente y agua de acuerdo a la necesidad, garantizando una humedad del sustrato entre 70 y 80% (Ferruzzi 1986). Los conteos se realizaron mensualmente, contando las lombrices jóvenes y adultas encontradas a los 60, 90 y 120 días.

#### Número de crías nacidas/cocón

Para determinar el número de crías nacidas/cocón/tratamiento se utilizó un diseño experimental completo aleatorizado. Para esta fase se utilizaron los cocones ovipositados por las

lombrices adultas sembradas inicialmente, y luego cultivados en forma individual en vasos desechables. Se emplearon 10 cocones por repetición, 30 por tratamiento, para un total 120 cocones repartidos en 120 vasos que tenían en su interior 10 g aproximadamente del sustrato indicado, previamente esterilizado con agua caliente. Todos los vasos fueron ubicados en canastas de plástico y humedecidos con 1ml de agua aproximadamente, utilizando una jeringa. Pasados 21 días, tiempo en el cual eclosionaron los cocones, las crías fueron contadas con la ayuda de un estereoscopio OLYMPUS SZ51.

### Evaluación de parámetros

Para determinar la temperatura, se introdujo el termómetro a 5 cm de profundidad de los sustratos, para determinar el pH se utilizaron 10 g de cada uno de los sustratos y cada uno fue mezclado con 100 ml de agua destilada, posteriormente se introdujo el medidor de pH para realizar la respectiva medición. Para determinar el promedio de cocones/lombriz/tratamiento, se aislaron del sustrato todos los cocones y las lombrices encontradas, dando paso al conteo, en cada tratamiento y cada repetición. El crecimiento de la población/tratamiento fue determinada sacando las lombrices del sustrato y separando de manera manual los cocones, las lombrices adultas (presencia de clitelo) y aquellas juvenes (sin clitelo), para luego dar paso a contarlas (Gutiérrez et al 2007). Mientras que para el conteo de las crías nacidas/cocón/tratamiento, se utilizó un estereoscopio, una caja de petri y una jeringa con agua en su interior para separar las crías del sustrato, de esta misma manera fueron contadas las crías nacidas en los vasos sin sustratos.

### Análisis estadístico

Con la información obtenida para las variables, temperatura y pH de los sustratos, promedio de cocones/lombriz, crecimiento de la población y número de crías/cocón, se utilizó un análisis de varianza para determinar diferencias estadísticas (p<0.05). Para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey. El análisis estadístico se realizó mediante el programa SAS (2007).

## Resultados y discusión

### Medias de temperatura y pH de los sustratos utilizados

Las temperaturas de los diferentes sustratos registradas durante el período de estudio (16 semanas) se mantuvieron relativamente estables con una mínima de 25°C y una máxima de 29°C, sin encontrar diferencias estadísticas significativas (p>0.05) entre las medias de los tratamientos (Tabla 2). Hay que anotar que las temperaturas alcanzadas por los compostajes van a depender de las temperaturas ambientales donde se encuentren dichos compostajes (Santamaría y Ferrera 2002; López et al 2008).

**Tabla 2.** Medias de temperatura y pH de los diferentes sustratos.

Tratamientos	Temperatura	pH
T <sub>0</sub> (Bovinaza)	27.1 ± 0.9 <sup>a</sup>	7.1 ± 0.1 <sup>a</sup>

T <sub>1</sub> (Ovinaza)	27.0 $\hat{\pm}$ 0.7 <sup>a</sup>	7.1 $\hat{\pm}$ 0.1 <sup>a</sup>
T <sub>2</sub> (Equinaza)	27.2 $\hat{\pm}$ 1.0 <sup>a</sup>	6.9 $\hat{\pm}$ 0.2 <sup>b</sup>
T <sub>3</sub> (Conejaza)	26.8 $\hat{\pm}$ 0.9 <sup>a</sup>	7.0 $\hat{\pm}$ 0.2 <sup>bc</sup>

Valores medios con igual letra indica que no hay diferencia significativamente ( $p>0,05$ ) .

Las mediciones de pH oscilaron entre 6.1 y 7.6, estando dentro del nivel  $\hat{\text{A}}^3$ ptimo para la reproducci $\hat{\text{A}}^3$ n y desarrollo de la lombriz (Tabla 2). Valores de pH similares fueron reportados utilizando sustrato de esti $\hat{\text{A}}^3$ rcol bovino y aserr $\hat{\text{A}}^3$ n (7.29) y sustrato a base de esti $\hat{\text{A}}^3$ rcol bovino y lodo (7.2-7.8) (Castillo et al 2010; Li et al 2016), resultados que pueden ser atribuidos a la fuente de sustrato utilizada, ya que en ambos trabajos se utiliz $\hat{\text{A}}^3$  esti $\hat{\text{A}}^3$ rcol de bovino. Resultados mayores fueron reportados por Alas y Alvarenga (2002) con rangos de pH entre 7.4 y 8.5 utilizando como base alimenticia para las lombrices esti $\hat{\text{A}}^3$ rcol bovino, caprino y basura org $\hat{\text{A}}^3$ nica y por Mamani-Mamani et al (2012) utilizando como sustrato residuos de cocina (8.4).

#### Medias de cocones/lombriz/tratamiento

Se encontr $\hat{\text{A}}^3$  que no hubo diferencias estad $\hat{\text{A}}^3$ sticas ( $p>0.05$ ) entre las medias del n $\hat{\text{A}}^0$ mero de cocones por lombriz de los diferentes tratamientos (Tabla 3). El n $\hat{\text{A}}^0$ mero medio de cocones encontrados oscilaron entre 5.1 y 5.5 por lombriz semanalmente como lo reportan algunos autores (Hern $\hat{\text{A}}^3$ ndez et al 1997; Kumar y Singh 2012).

**Tabla 3.** Medias de cocones puestos por *Eisenia foetida* cultivada en diferentes sustratos.

Tratamientos	N $\hat{\text{A}}^0$ mero de lombrices	Cocones por tratamiento	Cocones/ lombriz
Bovinaza	10	51.0 $\hat{\pm}$ 23.1 <sup>a</sup>	5.1 $\hat{\pm}$ 2.3 <sup>a</sup>
Ovinaza	10	53.3 $\hat{\pm}$ 24.6 <sup>a</sup>	5.3 $\hat{\pm}$ 2.8 <sup>a</sup>
Equinaza	10	54.3 $\hat{\pm}$ 10.5 <sup>a</sup>	5.4 $\hat{\pm}$ 1.9 <sup>a</sup>
Conejaza	10	54.7 $\hat{\pm}$ 4.04 <sup>a</sup>	5.5 $\hat{\pm}$ 1.4 <sup>a</sup>

La media de cocones por lombriz de este estudio fue mayor a los reportados por Aguilera (2004), quienes encontraron una media de 3.63 C/L utilizando 2 lombrices en un periodo de 60 a 75 días, alimentadas con estiércol de bovino y colocadas al aire libre con una temperatura ambiental que osciló en promedio durante los tres meses de crecimiento entre  $17.5 \pm 1.9^\circ\text{C}$  y otro donde utilizaron 4 individuos manejados de la misma manera durante 90 días, obteniendo un promedio de 2.69 C/L. Además, observaron que no existieron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre los tratamientos evaluados para las medias de C/L. Por su parte, López et al (2008) utilizando diferentes sustratos encontraron una media de 4.7 C/L en estiércol de bovino y 4.5 C/L en el tratamiento de hoja seca más estiércol de bovino, seguido por los tratamientos de desperdicios de cocina más aserrín y desperdicios de cocina solo con 0.5 y 0.2 C/L, respectivamente. Cabe resaltar que los autores encontraron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre los tratamientos. Li et al (2016) encontraron resultados que variaron de 15.9-29.2 C/L utilizando sustrato de bovinaza y lodo en diferentes proporciones.

El número de cocones obtenidos en esta investigación pudo obedecer al efecto de la temperatura ambiente en el cual se realizó (alrededor de  $27^\circ\text{C}$ ). Un aumento de temperatura influye de manera positiva en el promedio de C/L (Toccalino et al 2004), teniendo en cuenta que, Pineda (2006) indica que la producción de capsulas es nula cuando la temperatura supera los  $30^\circ\text{C}$ . Además, aunque hubo variación en la composición bromatológica inicial de los diferentes sustratos (Tabla 1), los nutrientes contenidos en estos no causaron efecto sobre el número de cocones por lombriz.

#### **Medias de lombrices jóvenes de *Eisenia foetida***

El crecimiento de la población de la lombriz roja californiana en su etapa juvenil (Tabla 4) mostró diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) al comparar los tratamientos entre sí para el día 60. Sin embargo, para el conteo de lombrices jóvenes por tratamiento en los días 90 y 120 no se observaron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ). Se observó un menor número de individuos juveniles en el día 60 con equinaza (44.6 juveniles) y un mayor número con ovinaza (85.3 juveniles). Esto pudo estar relacionado con una mejor relación C/N para la ovinaza en el precompostaje, ya que fue menor a 15 (Nogales et al 2005), lo que facilitó el crecimiento poblacional en esta fase del experimento. Además de las características físicas, químicas y biológicas de cada uno de los sustratos utilizados

Todos los tratamientos ascendieron en el número de juveniles para el día 90, pero solo siguieron aumentando los juveniles en los tratamientos con equinaza y conejaza, mientras que los tratamientos con bovinaza y ovinaza sufrieron un descenso en el transcurso de los 90 a los 120 días. Este comportamiento puede ser atribuido a la mayor concentración de minerales presentes en los estiércoles de conejo y equino compostados (Díaz et al 2008). Además, al haber una mayor densidad al día 90 en los tratamientos con bovinaza y ovinaza, ocasiona una densidad de lombrices no adecuada, ya que el alimento no alcanza a satisfacer las necesidades de estos animales, obteniendo una alimentación y una reproducción inadecuadas (Curi 2006), esto explicaría porque en los tratamientos con bovinaza y ovinaza no se encontró un ascenso a los 120 días, lo que sí ocurrió con los tratamientos con equinaza y conejaza. Un comportamiento similar al número de juveniles en la equinaza y conejaza fue encontrado por Maliska et al (2016) en sustratos de diferentes combinaciones de carbón vegetal, lodo y paja de trigo, en los cuales el número de juveniles aumento al transcurrir el tiempo (desde las 2 hasta las 25 semanas).

**Tabla 4.** Medias de lombrices jóvenes de *Eisenia foetida* a los 60, 90 y 120 días en diferentes sustratos.

Tratamientos	Conteo De Lombrices Jóvenes		
	Día 60	Día 90	Día 120
Bovinaza	64.3 $\pm$ 10.0 <sup>ab</sup>	222.6 $\pm$ 57.8 <sup>a</sup>	212.6 $\pm$ 31.0 <sup>a</sup>
Ovinaza	85.3 $\pm$ 10.0 <sup>a</sup>	229.6 $\pm$ 67.3 <sup>a</sup>	125.3 $\pm$ 34.8 <sup>a</sup>
Equinaza	44.6 $\pm$ 16.2 <sup>b</sup>	114.0 $\pm$ 14.7 <sup>a</sup>	211.3 $\pm$ 27.9 <sup>a</sup>
Conejaza	73.6 $\pm$ 14.6 <sup>ab</sup>	126.6 $\pm$ 75.5 <sup>a</sup>	183.3 $\pm$ 125.5 <sup>a</sup>

Valores medios con diferente letra en la misma columna, indican diferencia significativa ( $p \leq 0,05$ ) y valores medios con igual letra indica que no hay diferencia significativamente ( $p > 0,05$ ).

Estos resultados fueron mayores a los reportados por Durán y Hernández (2009), que encontraron un promedio de 15, 20 y 12 lombrices jóvenes con la utilización de 600 individuos adultos en un periodo de 90 días, alimentadas con desechos de plantas ornamentales, desechos de producción bananera y desechos domésticos, respectivamente, sin encontrar diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) entre los tratamientos evaluados. Asimismo, resultados menores se observaron utilizando un núcleo inicial de 100 lombrices adultas alimentadas con estiércol de bovino precompostado (83.3) en un periodo de 90 días y no se observaron individuos jóvenes en los otros tratamientos utilizados (estiércol de ovino precompostado, estiércol de bovino fresco y estiércol de ovino fresco), encontrando diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre estos tratamientos evaluados (Gutiérrez et al 2007). Por su parte, Maliska et al (2016) encontraron a las ocho semanas medias que oscilaron entre 38 y 52 juveniles, al utilizar sustratos de diferentes combinaciones de carbón vegetal, lodo y paja de trigo, valores similares al promedio del sustrato con equinaza de este estudio.

De igual manera, Díaz et al (2008) obtuvieron una media de individuos jóvenes de 29.7  $\pm$  2.49, 58.7  $\pm$  4.73, 43.3  $\pm$  5.32, 100  $\pm$  10.4, en lombrices alimentadas con estiércol bovino (Eb) 100%; Eb 97% más cepa de plátano (Cp) 1% más residuo de comederos de bovinos (rcb) 2%; Eb 95% más cepa de caña (Cc) 3% más rcb 2% y Eb 96% más Cc 3% más Cp 1%, respectivamente, cabe resaltar que estos autores también encontraron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados ( $p \leq 0,05$ ). Valores superiores al número de juveniles fueron reportado por Pérez-Godínez et al (2017), los cuales encontraron medias de juveniles entre 130 y 240 en compostaje a base de estiércol de caballos, elefantes, rinocerontes, hipopótamos y leones a las 7 semanas. Hay que tener en cuenta que a mayor número de individuos la reproducción tiende a decrecer, al igual que la disponibilidad de alimento (Hernández et al 1999), por ello la diferencia en



los valores encontrados en los diferentes estudios.

#### Medias de lombrices adultas de *Eisenia foetida*

El crecimiento de la población de la lombriz roja californiana en su etapa adulta para los diferentes grupos en estudio se observa en la Tabla 5. Se evidencia que existieron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ) en los promedios de los tratamientos al día 90. Sin embargo, para el conteo de lombrices adultas en los días 60 y 120 no se observó diferencias significativas ( $p > 0.05$ ). Las medias de individuos adultos para los días 60, 90 y 120 oscilaron entre 15.3 – 21.6, 31 – 56.6 y 53 – 83.3, respectivamente, encontrándose estos entre los valores promedios reportados por varios autores (Escalante y López 2003; Gutiérrez et al 2007; Hernández et al 2009). El número medio mayor de lombrices en el día 120 para bovinaza, equinaza y conejaza respecto a la ovinaza, puede estar relacionado con la relación C/N en el precompostaje (Tabla 1), ya que en la ovinaza la relación era menor a 15, por lo que el periodo de maduración del compostaje tuvo que ser menor en relación a los otros sustratos (Nogales et al 2005). Esto pudo incidir en una menor disponibilidad de alimento para las lombrices en el día 120, lo cual pudo ocasionar una mortalidad de animales en la ovinaza en este periodo.

**Tabla 5.** Medias de lombrices adultas de *Eisenia foetida* a los 60, 90 y 120 días en diferentes sustratos.

Tratamientos	Conteo de Lombrices Adultas		
	Día 60	Día 90	Día 120
Bovinaza	21.6 $\pm$ 3.7 <sup>a</sup>	46.6 $\pm$ 12.8 <sup>ab</sup>	83.3 $\pm$ 57.3 <sup>a</sup>
Ovinaza	18.3 $\pm$ 1.5 <sup>a</sup>	31 $\pm$ 7.0 <sup>b</sup>	53 $\pm$ 39.3 <sup>a</sup>
Equinaza	15.3 $\pm$ 3 <sup>a</sup>	56.6 $\pm$ 11.0 <sup>a</sup>	76.6 $\pm$ 30.5 <sup>a</sup>
Conejaza	21.6 $\pm$ 2.3 <sup>a</sup>	51.6 $\pm$ 1.5 <sup>ab</sup>	78.6 $\pm$ 21.0 <sup>a</sup>

Valores medios con igual letra en la misma columna indica que no hay diferencia significativa ( $p > 0.05$ )

Los resultados aquí mostrados fueron mayores a los reportados por Durán y Henríquez (2009), quienes no encontraron ningún individuo adulto en un periodo de 90 días, alimentadas con desechos de plantas ornamentales, desechos de producción bananera y estiércol de ganado vacuno, sin encontrar diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre los tratamientos evaluados. Estos

autores indican que posiblemente las lombrices adultas sembradas inicialmente sufrieron un proceso de involución. Hay que tener en cuenta que los sustratos de origen animal como el estiércol de bovino, caprino y la combinación de los mismos, superan a los de origen vegetal como basura orgánica, bagazo de caña y cáscaras de plátano, en lo referente a la producción de lombrices. Los sustratos de origen animal superan a los de origen vegetal en un 60%, siendo los mejores los estiércoles de bovino y cabra (Alas y Alvarenga 2002)

En otras investigaciones han trabajado con estiércol de bovino, hoja seca más estiércol de bovino, desperdicios de cocina más aserrín y desperdicios de cocinas solo, encontrando el mayor promedio (58.25) de individuos adultos en el primer tratamiento (López et al 2008). Díaz et al (2008) reportaron un promedio de individuos adultos de  $29.7 \pm 2.49$ ,  $58.7 \pm 4.73$ ,  $43.3 \pm 5.32$ , en lombrices alimentadas con estiércol bovino (Eb) 100%; Eb 97% más cepa de plátano (Cp) 1% más residuo de comederos de bovinos (rcb) 2%; Eb 95% más cepa de caña (Cc) 3% más rcb 2%, respectivamente. Cabe resaltar que estos autores encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados ( $p < 0.05$ ). De igual manera, Gutiérrez et al (2007), obtuvieron medias de  $45.2 \pm 15.1$  y  $81.7 \pm 16.4$  en lombrices alimentadas con estiércol de bovino y ovino compostado, respectivamente. Los mismos autores reportaron que el uso de estiércol fresco de ovino y bovino dan como resultado la no aparición de individuos adultos, paralelo a estos datos, Escalzo y López (2003) encontraron promedios de  $53.7 \pm 17.6$ ,  $51.9 \pm 20.4$ ,  $40.5 \pm 10.5$ ,  $53.5 \pm 18.2$ ,  $58.9 \pm 23.8$ , en lombrices alimentadas con estiércol de bovino en diferentes densidades de individuos. La obtención de resultados similares entre estos estudios, puede atribuirse a que las lombrices fueron alimentadas en su gran mayoría con bioresiduos de origen animal.

#### Medias de crías nacidas/cocón de *Eisenia foetida*

Las medias de crías nacidas/cocón de *Eisenia foetida* para los diferentes sustratos en estudio fueron  $2.0 \pm 0.1$  para bovinaza,  $2.2 \pm 0.4$  para ovinaza,  $1.9 \pm 0.2$  para equinaza y  $2.2 \pm 0.1$  para conejaza y no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0.05$ ) entre las medias de los sustratos. El número promedio de crías encontradas oscilaron entre 1.9 – 3.5, encontrándose estos entre los valores medios reportados por varios autores (Toccalino et al 2004; Hernández et al 2009; Mamani-Mamani et al 2012).

En otras investigaciones se reportaron resultados similares, utilizando estiércol de bovino, residuos de algodón y residuos de restaurantes, durante diferentes épocas del año, encontrando 4.0, 3.2 y 2.6 crías por cocón por tratamiento, en la época de verano durante un periodo de 21 días, con temperaturas promedio para esta estación de  $20^{\circ}\text{C}$ . Estos mismos autores aseguran que a medida que aumenta la temperatura, mayor es el número de crías nacidas, acentuando igualmente que las lombrices alimentadas con estiércol de bovino originaron cocones más prolíferos, ya que los mismos originan mayor número de crías/cocón (Toccalino et al 2004). Asimismo, Hernández et al (2009) reportaron entre 1-2 crías/cocón alimentadas con estiércol bovino más aserrín y entre 1-4 crías en lombrices alimentadas con residuos de pasto más aserrín y estiércol bovino más residuos de pasto más aserrín, respectivamente.

De acuerdo a los resultados obtenidos se encontró que estos están dentro del rango establecido por Ferruzzi (1986), quien señala un rango entre 2 a 21 crías/cocón. Los resultados similares entre estos estudios sugieren que la temperatura ha sido una fuerte variable modificadora del número de crías nacidas, ya que, con el aumento de ésta, el promedio de lombrices recién eclosionadas aumenta. Los datos encontrados también están entre los valores descritos por Pineda (2006), el cual describe que, a temperaturas controladas de 15, 20 y  $25^{\circ}\text{C}$ , eclosionan 2.6,

3.1 y 2.7 lombrices por cápsula respectivamente.

## Conclusiones

- En las condiciones de estudio, los sustratos utilizados no tuvieron efecto sobre el número promedio de cocones por lombriz.
- La ovinaza tuvo el mejor desempeño en relación al número medio de lombrices jóvenes al día 60, pero el menor número de lombrices adultas al día 90. En términos generales el número de lombrices jóvenes y adultas fueron similares al final del experimento.
- El nacimiento de crías de *Eisenia foetida* osciló entre 1 y 2 crías/cocón y no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre las medias de los sustratos evaluados.

## Referencias

**Aguilera D 2004** Evaluación del efecto de la densidad poblacional inicial y dos ambientes sobre el crecimiento de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) en la IX región. Trabajo de Tesis. Universidad Católica De Temuco. <https://www.scribd.com/document/301658278/Tesis-Lombriz-Roja>

**Alas R y Alvarenga A 2002** Evaluación de sustratos de origen animal y vegetal en la producción de humus y carne de lombriz (*Eisenia foetida*). Tesis Universidad del Salvador facultad de ciencias agrómicas departamento de fitotecnia. <http://ri.ues.edu.sv/1609/1/13101300.pdf>

**Barbado J L 2004** Cría de lombrices, su empresa de lombricultura, Buenos Aires- Argentina, Albatros. Pág. 1, 13.

**Castillo H, Hernández A, Dominguez D and Ojeda D 2010** Effect of californian red worm (*Eisenia foetida*) on the nutrient dynamics of a mixture of semicomposted materials. Chilean Journal of Agricultural Research 70(3):465-473. <http://www.scielo.cl/pdf/chiljar/v70n3/at14.pdf>

**Curi K 2006** Determinación biológica de la calidad proteica de la harina de lombriz (*Eisenia foetida*). Universidad Nacional Mayor De San Marcos Facultad De Medicina Humana e. a. p. de Nutrición. Lima, Perú. [http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/779/1/Curi\\_qk.pdf](http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/779/1/Curi_qk.pdf)

**Díaz D, Cova L, Castro A, García D y Perea F 2008** Dinámica del crecimiento y producción de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida* sav) en cuatro sustratos a base de estiércol bovino. Revista Agricultura Andina 2011. 15: 39-55. <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/29378/1/articulo3.pdf>

**Durán L y Henríquez C 2009** Crecimiento y reproducción de la lombriz roja (*Eisenia foetida*) en cinco sustratos orgánicos. Revista Agronomía Costarricense 33(2): 275-281. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43613279011>

**Escaño S, López L 2003** Determinación del rendimiento de *Eisenia foetida* en compostaje de bovinaza en cinco densidades de siembra en la granja el Perico, Sampues Sucre. Tesis Zootecnia, Universidad de Sucre, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Sincelejo, Colombia. p. 89.

**Ferruzzi C 1986** Manual de lombricultura. Madrid. Versi3n espa±ola. Ediciones Mundi-prensa. p. 83.

**Guti3rrez E, Ju3rez A, Mondrag3n J y Rojas L 2007** Din3mica poblacional de la lombriz *Eisenia foetida* en esti3col composteado y fresco de bovino y ovino. Revista Electr3nica de Veterinaria 1695-7504 Vol. VIII No. 6: 1-8.  
<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n070707/070712.pdf>

**Hern3ndez J, Rinc3n M y Jim3nez R 1997** Comportamiento de la lombriz roja (*Eisenia foetida*) bajo condiciones de clima c3lido. Consultado el 10 de noviembre de 2011. Revista de la Facultad de Agronom3a Universidad de Zulia 14: 387-392.  
[http://150.187.103.120/revfacagronluz.org.ve/html/fagroluz/v14\\_4/v144z001.html](http://150.187.103.120/revfacagronluz.org.ve/html/fagroluz/v14_4/v144z001.html)

**Hern3ndez J, Ram3rez N, Bracho B y Far3a A 1999** Caracterizaci3n del crecimiento de la lombriz roja (*Eisenia spp.*) bajo condiciones de clima c3lido. Revista Facultad de Agronom3a. (Maracay) 25: 139-147. 1999. <http://www.oocities.org/ecologialuz/Caracterizacion.htm>

**Hern3ndez O, Vences C, Ojeda D, Barrios M y Ch3vez C 2009** Tasa de emergencia de lombriz Roja Californiana (*Eisenia foetida*) bajo tres enmiendas org3nicas. Revista Tecnociencia Chihuahua Vol. III, No. 3: 147-153. [http://tecnociencia.uach.mx/numeros/v3n3/data/Tasa\\_de\\_emergencia\\_de\\_lo\\_mbriz\\_roja\\_californiana\(Eisenia%20foetida\)\\_bajo\\_tres\\_enmiendas\\_organicas.pdf](http://tecnociencia.uach.mx/numeros/v3n3/data/Tasa_de_emergencia_de_lo_mbriz_roja_californiana(Eisenia%20foetida)_bajo_tres_enmiendas_organicas.pdf)

**Kumar H and Singh K 2012** Effect of binary combinations of buffalo, cow and goat dung with different agro wastes on reproduction and development of earthworm *Eisenia foetida* (Haplotoxida: Lumbricidae). World Journal of Zoology 7 (1): 23-29.

**Li Y, Liu Q, Liu F, Zhu P, Zhang L, Zhou X, Sun C and Cheng Y 2016** Effects of different ratios of sewage sludge and cattle manure on growth and propagation of *Eisenia foetida*. PLOS ONE 11(6). <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0156492>.

**L3pez J, Mart3nez M y Cord3n E 2008** Evaluaci3n de la eficacia de cuatro dietas alimenticias sobre el crecimiento, desarrollo y producci3n de abono de la lombriz californiana ( *Eisenia foetida*). Revista Ciencia e Interculturalidad 2: 67-81.  
[www.lamjol.info/index.php/RCI/article/download/573/398](http://www.lamjol.info/index.php/RCI/article/download/573/398)

**Malinska K, Zabochnicka-S3wiatek M, C3jceres R and Marfa O 2016** The effect of precomposted sewage sludge mixture amended with biochar on the growth and reproduction of *Eisenia foetida* during laboratory vermicomposting. Ecological Engineering 90 (2016): 35–41.

**Mamani-Mamani G, Mamani-Pati F, Sainz-Mendoza H y Villca-Huanaco R 2012** Comportamiento de la lombriz roja (*Eisenia spp.*) en sistemas de vermicompostaje de residuos org3nicos. Journal of the Selva Andina Research Society 1(1): 44-54.

**Nogales R, Cifuentes y Ben3tez E 2005.** Vermicomposting of Winery Wastes: A Laboratory Study, Journal of Environmental Science and Health, Part B: Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes 40(4): 659-673.

**P3rez-God3nez E A, Lagunes-Zarate J, Corona-Hern3ndez J y Barajas-Aceves M 2017** Growth and reproductive potential of *Eisenia foetida* (Sav) on various zoo animal dungs after two methods of pre-composting followed by vermicomposting. Waste Management.

**Pineda J A 2006** Lombricultura. Instituto hondureño del café, Tegucigalpa, Honduras. p.38.  
<http://www.asocam.org/biblioteca/files/original/4f3fb0677a7ef918a55bf4c44abd958c.pdf>

**Santamaría R y Ferrera-Cerrato R 2002** Dinámica poblacional de *Eisenia andrei* (Bouché 1972) en diferentes residuos orgánicos. Terra Latinoamericana 20(3): 303-310.  
<http://www.redalyc.org/html/573/57320309/>

**SAS 2007** SAS OnlineDoc 9.1.3. SAS Institute Inc, Cary, NC, USA.

**Toccalino P A, Agüero M C, Serebrinsky C A y Roux J P 2004** Comportamiento reproductivo de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) según estación del año y tipo de alimentación. Revista Veterinaria 15(2): 65–69. <http://revistas.unne.edu.ar/index.php/vet/article/view/2002/1749>