

Reproducción de Lombriz Roja en Sustratos Orgánicos Pecuarios

Minervo Cruz-Flores^{1*}, Alejandro Hernández-Herrera¹, Edmundo Peña-Cervantes¹ y Ricardo De León-García²

¹Departamento de Ciencias del Suelo, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah México. C.P. 25315.

²Ecosistemas: Consultores Agropecuarios. Saltillo, Coah, México. *Autor responsable. Tel: 01 (844) 417-10-50. email: mincru@hotmail.com

Recibido: Abril, 2005. Aceptado: Abril, 2006.

Abstract. Red earthworm reproduction in organic livestock substrates. Cultures of earthworm (*Eisenia fetida*) in semiarid zones are affected by substrates quality, and climatic conditions, limiting its reproduction. Different organic livestock substrates were used in this study, to determine its effects in the rate reproduction of red earthworm. A completely randomized experimental design, in a factorial arrangement with three replications was used. The evaluation shows that the substrates of beef bovine manure (BBM), goat manure (GM) and milk bovine manure + cellulose wastes (MBM+CW) had best performance in the reproduction. The substrate BBM showed bigger individuals number 35 days after, including the earthworms with clitellum and juvenile earthworm, reaching a population of 25,422.0 individuals per 0.2 m³, while the substrate GM in a similar period of time, revealed bigger capsule number and capsules weight. The substrate MBM+CW presented an increase of 36 % in 14 days as related to the initial weight of the amount of inoculated earthworm. No significant differences in the weight of juvenile earthworms were found, as related to the inoculated population of earthworms and the studied substrates. The developed experience indicated that all substrates were suitable for the earthworm reproduction.

Key words: Worm culture, dung, composting

Resumen. Al cultivo de lombrices rojas (*Eisenia fetida*)₂ en zonas semiáridas, le afecta la calidad de los sustratos y las condiciones climáticas, pues limita su reproducción.—En este estudio se utilizaron diferentes sustratos orgánicos pecuarios para determinar su efecto en la tasa de reproducción de la lombriz roja. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar en arreglo factorial con tres repeticiones. Las evaluaciones indicaron que los sustratos de estiércol bovino de carne (EBC), estiércol de cabra (EC)₂ y estiércol de bovino de leche, más residuos de celulosa (EBL+RC), tuvieron mayor impacto en la reproducción. Después de 35 días, el sustrato EBC mostró mayor cantidad de lombrices cliteladas y juveniles, pues alcanzó una población de 25,422 individuos por 0.2 m³; mientras que el sustrato EC, durante el mismo tiempo, reveló mayor número y peso en cápsulas, y el EBL+RC, a los 14 días presentó un incremento de 36 % respecto al peso inicial de las lombrices inoculadas. No se encontraron diferencias significativas en el peso de lombrices juveniles respecto a la población de lombrices inoculadas y a los sustratos estudiados. La experiencia realizada indicó que todos los sustratos fueron aceptables para la reproducción de lombrices.

Palabras clave: Lumbricultura, estiércol, compostaje.

Introducción

Los sistemas de cultivo de la lombriz roja en México se desarrollan, principalmente, en las zonas centro y sur del

país, y se emplean estiércoles de ganado vacuno y esquilmos agrícolas para su desarrollo. Cualquiera que sea la calidad del sustrato es necesario realizar un composteo previo a la inoculación de las lombrices, ya que éste es un

proceso bioxidativo de transformaciones microbianas (Hoitink y Kuter, 1986) que permite estabilizar la temperatura, el pH, la conductividad eléctrica (CE), y la liberación de gases, para posteriormente realizar el lombricomposteo (Reinecke *et al.*, 1992). El cultivo de las lombrices rojas se hace generalmente con estiércoles maduros que deben tener una edad de 10 a 18 días de haber sido defecados (Friedrich-Neumann, 2001), una temperatura de 20 a 22 °C (Hernández, 1997), una humedad de 85 % (Capistrán *et al.*, 2001), un pH de 6.5 a 7.5 y una conductividad eléctrica (CE) de 2.5 dS m⁻¹ (Bollo-Tapia, 2001).

Las especies de lombrices de tierra que destacan para transformar residuos orgánicos en abonos son: la lombriz roja californiana (*Eisenia andrei*), la lombriz tigre (*Eisenia fetida*), la lombriz oriental de las compostas (*Perionix excavatus*) y la lombriz africana de las compostas (*Eudrilus eugeniae*) (Capistrán *et al.*, 2001).

El cultivo de la lombriz roja en México se incrementa año con año y, gradualmente, se conoce más sobre la calidad del sustrato que requiere para reproducirse en las zonas semiáridas, sobre su tasa de reproducción y respecto a la transformación de los estiércoles de ganado estabulado. Actualmente existe una tendencia hacia la búsqueda de la inocuidad alimentaria y a producir cultivos en forma orgánica. Para lograrlo es necesario generar aportaciones nutricionales a las plantas a través de abonos orgánicos, sin que se pierda la eficiencia y calidad en la producción. Uno de estos abonos es la lombricomposta, cuya problemática radica en que la lombriz, como ente digestor, es muy sensible a la calidad de los sustratos (pH y temperatura), a tal punto que modifica su tasa de reproducción y la transformación de los residuos orgánicos. Santamaría-Romero y Ferrara-Cerrato (2002), indican que a temperaturas inferiores a 16 °C y pH superior a 9.5, los individuos no se reproducen. Por lo tanto, el trabajo consistió en determinar el efecto de sustratos orgánicos pecuarios en la reproducción de la lombriz roja (*Eisenia fetida*).

Materiales y Métodos

Ubicación del experimento

El trabajo se efectuó de junio a septiembre del 2004, en condiciones de sombreado, en el establo de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), localizado a los 25° 23' latitud Norte y 101° 00' longitud Oeste, a una altitud de 1743 m.

Metodología

Se colectaron cinco materiales orgánicos: estiércol de bovino de leche (EBL), estiércol de cabra (EC), estiércol

de borrego (EB), estiércol de bovino de leche más residuo de celulosa (EBL+RC) y estiércol de bovino de carne (EBC), a los cuales se les determinó el nitrógeno total (NT) por gravimetría (NOM, NMX-Y-107-1984), fósforo total (PT) por espectrofotómetro UV-visible (NOM, NMX-AA-094-1985), pH en agua destilada (1:5 p/v), y la conductividad eléctrica (CE) en agua destilada (1:5 p/v) (Cuadro 1). Para K, Na y CaCO₃, se utilizó la técnica de espectrometría de emisión atómica. Todas las determinaciones señaladas se realizaron con apoyo del personal técnico del Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA), (Cuadro 1).

Cuadro 1. Características químicas determinadas en los sustratos empleados.

Características Químicas	Sustratos Orgánicos Pecuarios				
	EBL	EC	EB	EBL+RC	EBC
NT (%)	1.43	1.93	1.92	0.21	0.73
PT (%)	1.1	1.0	1.2	ND	1.8
K (%)	2.02	1.5	2.3	0.18	0.98
CaCO ₃ (%)	5.3	6.2	3.4	22.4	3.8
Na (mg L ⁻¹)	3251.6	1460.9	2619.7	10.8	4000.6
pH	9.31	9.17	9.53	7.94	7.57
CE (dS m ⁻¹)	9.12	5.18	10.17	2.32	8.72

EBL = Estiércol bovino de leche, EC = Estiércol de cabra, EB = Estiércol de borrego, RC = Residuo de celulosa Kimberly Clarck, EBC = Estiércol bovino de carne, ND = No determinado.

Los sustratos orgánicos se colocaron en una composta durante 20 días y posteriormente se inocularon con tres poblaciones de lombrices cliteladas (50, 100 y 150 individuos por digestor). Un biodigestor de plástico transparente, de 4.5 x 10⁻³ m³ (0.05 x 0.3 x 0.3 m) de capacidad, se consideró como una unidad experimental. Cada biodigestor se acondicionó con un sistema de drenaje y un colector de líquido por tratamiento.

La población y peso de las lombrices cliteladas, de las juveniles y de las cápsulas, se obtuvo en muestras homogéneas, a los 14, 35, 70 y 77 días después de la inoculación (ddi). Las muestras se obtuvieron manualmente, extrayendo de la parte superior de cada biodigestor, el material correspondiente 0.1 m x 0.1 m x 0.05 m (largo x ancho x altura, respectivamente). Las lombrices con clitelo, las juveniles y las cápsulas se aislaron del sustrato manualmente, posteriormente se cuantificaron y se pesaron en una balanza digital (Ohaus, Modelo CT600-S). Durante 77 días de estudio, las unidades experimentales se mantuvieron entre 75 y 80 % de humedad mediante riegos a saturación que se aplicaron

cada ocho días. Después de cada riego, durante el desarrollo del experimento se determinó el pH con un potenciómetro analógico (Orion Research, Modelo 301) calibrado con solución buffer de pH=7, a una temperatura de 25 °C; la conductividad eléctrica se midió con un conductivímetro (Orion Research, Modelo 105), con una muestra líquida de 75 ml, de muestra líquida drenada del biodigestor de cada tratamiento. La temperatura interna de los sustratos se midió a las 10:00 horas, cada ocho días, antes del riego, con un geotermómetro “compost thermometers” (Reotemp, 36" x ¼" stem), el cual se introdujo al centro de cada unidad experimental durante tres minutos, antes de tomar la lectura.

Resultados y Discusión

Efecto de la población de lombrices inoculada en la reproducción de *Eisenia fetida*

La reproducción de *Eisenia fetida* en diferentes poblaciones no mostró efecto significativo en la cantidad y peso de lombrices cliteladas, lombrices juveniles y cápsulas cuantificados a los 14, 35, 70 y 77 ddi (Cuadro 3). Lo anterior demuestra que la reproducción de lombrices se puede realizar con una baja densidad, ya que éstas presentan una alta proliferación y, además, tienen la capacidad de autorregular su población (Kammenga *et al.*, 2003).

Cuadro 2. Tratamientos utilizados en la reproducción de la lombriz roja (*Eisenia fetida*).

Tratamientos	Población de lombrices	
	4.5 x 10 ⁻³ m ⁻³ .	Sustrato utilizado
1	50	Estiércol bovino de leche (EBL)
2	100	EBL
3	150	EBL
4	50	Estiércol de cabra (EC)
5	100	EC
6	150	EC
7	50	Estiércol de borrego (EB)
8	100	EB
9	150	EB
10	50	Estiércol bovino de leche + celulosa (EBL+RC)
11	100	EBL+RC
12	150	EBL+RC
13	50	Estiércol bovino de carne (EBC)
14	100	EBC
15	150	EBC

Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, con un arreglo factorial 5 x 3, cinco sustratos por tres poblaciones de lombrices, del que resultaron 15 tratamientos, con tres repeticiones cada uno (Cuadro 2). Los datos se evaluaron mediante un análisis de varianza (ANVA) y las diferencias mediante la prueba de Tukey (Pd^{0.05}), con el paquete para computadora que generó la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León (Olivares, 1994).

Efecto de sustratos en la población de lombrices cliteladas, juveniles y cápsulas de *Eisenia fetida*

La reproducción de las lombrices *Eisenia fetida* realizada en diferentes materiales orgánicos mostró que el sustrato EBC resultó ser un medio de cultivo que superó a los demás (EBL, EC, EB y EBL+RC) a los 14 y 35 ddi, respecto a la población de lombrices cliteladas (Cuadro 4) y lombrices juveniles (Cuadro 5); mientras que el sustrato EC fue el mejor respecto al número de cápsulas, a los 14 y 35 ddi (Cuadro 6).

Cuadro 3. Población y peso promedio de cápsulas, lombrices juveniles y lombrices cliteladas respecto a la población inoculada.

Población de Lombrices Inoculadas 4.5 x 10 ⁻³ m ⁻³ .	Cápsulas		Lombrices Juveniles		Lombrices Cliteladas	
	Número	Peso (mg)	Numero	Peso (g)	Número	Peso (g)
50	27.748 a*	1.144 a	14.883 a	3.233 a	12.600 a	5.580 a
100	28.368 a	1.070 a	15.967 a	3.637 a	13.300 a	5.597 a
150	24.320 a	1.101 a	18.533 a	4.222 a	13.917 a	5.659 a

* Los valores con la misma letra dentro de las columnas son estadísticamente iguales.

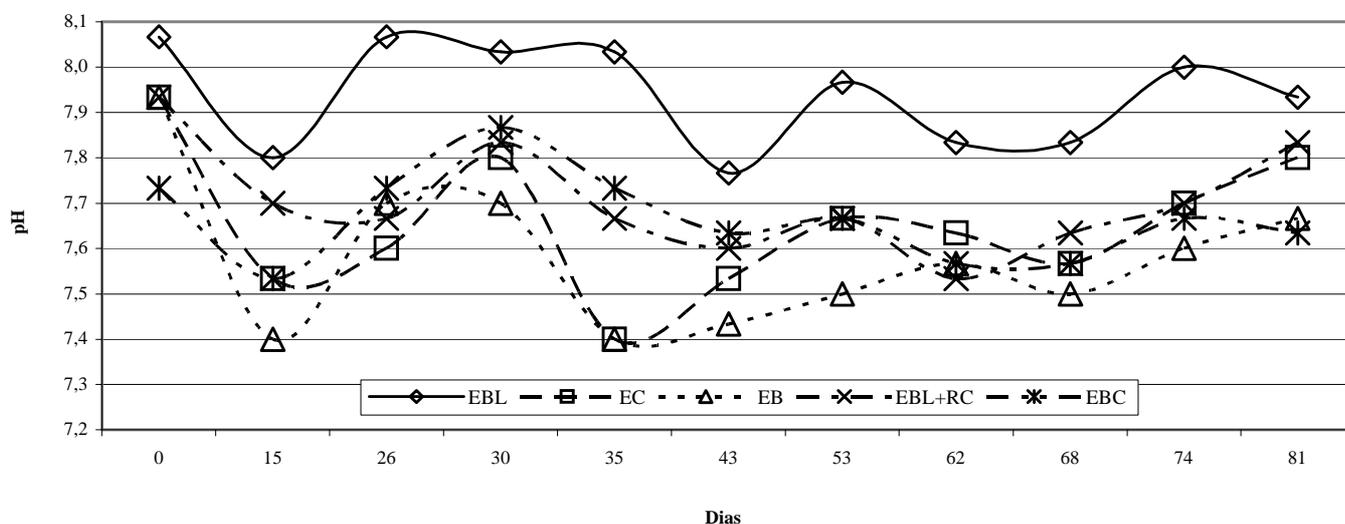


Figura 1. Fluctuación del pH en el líquido drenado de los biodigestores.

Cuadro 4. Población promedio de lombrices cliteladas en sustratos orgánicos.

Sustratos	Días Después de la Inoculación			
	14	35	70	77
EBC	46.56 a*	33.22 a	1.78 a	0.22 a
EBL+RC	29.44 b	19.33 b	1.56 a	0.11 a
EC	26.89 b	17.89 b	6.56 a	0.33 a
EB	23.22 b	16.78 b	4.11 a	0.67 a
EBL	19.89 b	11.78 b	4.44 a	0.67 a

* Los valores con la misma letra dentro de las columnas son estadísticamente iguales.

La población de lombrices cliteladas decreció en todos los sustratos durante los 77 días de estudio (Cuadro 4). Respecto a lo anterior, Kammenga *et al.* (2003) indican que las lombrices (*E. fetida*), por su alta proliferación,

regulan su densidad poblacional emigrando a otros sitios cuando alcanzan su madurez sexual, lo cual indica que en 4.5 x 10⁻³ m⁻³ de sustrato, la población de lombrices inoculadas pueden reproducirse sólo durante 35 días y luego deben cosecharse, para así evitar que emigren o mueran. Capistrán *et al.* (2001) afirman que la población de *Eisenia fetida* alcanza su estabilidad con 20,000 individuos/0.2 m⁻³, y al superar esta densidad de lombrices adultas ésta disminuye. En este estudio, la población de lombrices cliteladas (Cuadro 4) y la de lombrices juveniles (Cuadro 5), en los sustratos de EBL, EB, EC, EBL+RC y EBC a los 35 ddi, alcanzaron una densidad de 170, 243, 285, 323 y 572 individuos/4.5 x 10⁻³ m⁻³, respectivamente, la cual equivale a 7,556.0, 10,800.0, 12,667.0, 14,356.0 y 25,422.0 individuos/0.2 m⁻³, respectivamente.

El pH del líquido drenado del biodigestor de los materiales orgánicos, reveló que el sustrato EBC presentó un pH más estable con un promedio de 7.6 antes del composteo y durante el lombricomposteo que los demás

sustratos, (EBL, EC, EBLRC, EB y EBC) con valores promedio de 7.9, 7.6, 7.7, 7.5 y 7.6, respectivamente. En todos los sustratos, el pH disminuyó al finalizar el lombricompostaje como se muestra en la Figura 1.

Los sustratos de EBL+RC y EC mantuvieron una estabilidad poblacional de lombrices juveniles, mientras que en el tratamiento de EBC la población decreció, por lo que fue necesario agregar más sustrato y dividir la población a los 35 ddi para evitar la disminución de este estadio; a diferencia de los sustratos de EBL y EB, la población se incrementó a lo largo del experimento (Cuadro 5).

Cuadro 5. Población promedio de lombrices juveniles en sustratos orgánicos.

Sustratos	Días Después de la Inoculación		
	35	70	77
EBC	30.33 a*	22.00 a	18.44 ab
EBL+RC	16.56 b	17.55 a	17.44 ab
EB	10.22 b	17.33 a	30.44 a
EBL	7.11 b	14.89 a	20.44 ab
EC	13.78 b	13.67 a	13.33 b

* Los valores con la misma letra dentro de las columnas son estadísticamente iguales.

disminución de la población de lombrices cliteladas, ya que éstas fueron las responsables de la producción de cápsulas. Estos resultados son similares a los de Santamaría-Romero y Ferrera-Cerrato (2002), ya que a los 100 ddi encontraron una disminución de cápsulas por el incremento de la población de lombrices en sustratos de residuos de mercado y de estiércol bovino.

Cuadro 6. Población promedio de cápsulas en sustratos orgánicos.

Sustratos	Días después de la inoculación			
	14	35	70	77
EC	28.56 a	111.78 a	15.00 a	19.11 a
EB	17.44 ab	72.33 bc	5.11 a	9.44 ab
EBC	12.11 ab	97.22 ab	11.89 a	12.78 ab
EBL+RC	5.44 b	50.11 c	9.00 a	6.56 b
EBL	4.56 b	30.33 d	11.00 a	6.44 b

* Los valores con la misma letra dentro de las columnas son estadísticamente iguales.

A los 35 ddi en el sustrato EC se alcanzó una población de 44,712.0 cápsulas/0.2 m³, que fue muy superior a la de los demás sustratos (Cuadro 6), ya que este material orgánico presentó mayor temperatura interna a lo largo

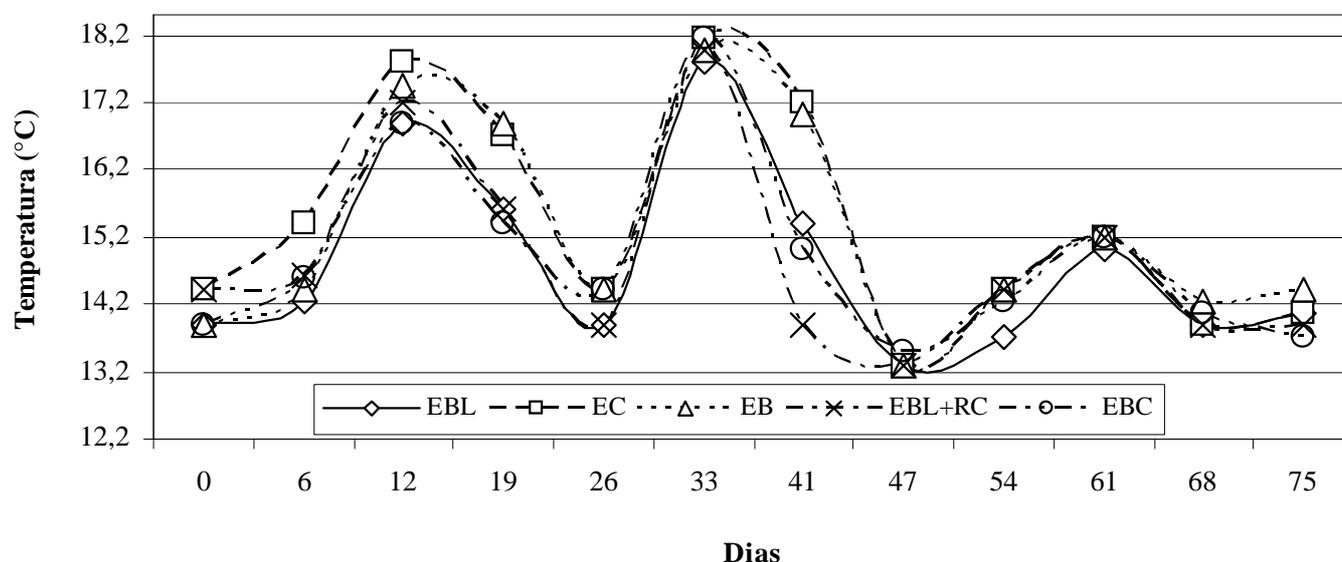


Figura 2. Fluctuación de la temperatura interna de los sustratos durante el experimento

La mayor producción de cápsulas se observó a los 35 ddi en todos los materiales orgánicos (Cuadro 6). La disminución de cápsulas a los 70 y 77 ddi se debió al incremento de la densidad poblacional de lombrices juveniles a los 35 ddi (Cuadro 5), las cuales provocaron la

del experimento (Figura 2) con un promedio de 15.4 °C, mientras que en los demás sustratos presentaron una temperatura interior con un promedio de 14.8, 15.3, 14.9 y 14.9 °C en EBL, EB, EBL+RC y EBC, respectivamente, lo que indica que al incrementarse la temperatura interna

en los sustratos se incrementa la producción de cápsulas. Esta afirmación es algo similar a los resultados de Santamaría-Romero y Ferrera-Cerrato (2002), quienes encontraron que la producción de cápsulas se incrementa a los 16 °C en sustratos de desechos de mercado. A su vez, Vázquez (1999) indica que la temperatura afecta de una u otra manera a todos los organismos vivos, ya que al aumentar, generalmente incrementa la velocidad de su desarrollo, el cual es producto del metabolismo.

Efecto de sustratos en el peso de lombrices cliteladas, juveniles y cápsulas de *Eisenia fetida*

La experiencia de reproducción de lombrices en materiales orgánicos reveló que el sustrato EBL+RC mejora el peso de la lombriz clitelada en un 36 % respecto al peso inicial, el cual sólo es significativo a los 14 ddi, comparado con los demás sustratos (Cuadro 7).

El sustrato EBL+RC favoreció el peso de la lombriz clitelada por su alto contenido de carbonato de calcio (22.4 %) 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 (Barnes, 1986). El peso de las lombrices cliteladas se incrementa en todos los sustratos a los 14 ddi, y de los 35 a los 77 ddi decrece en todos los sustratos (Cuadro 7). La disminución de peso se debe al incremento de la población, ya que la relación biomasa: número de lombrices se hace más estrecha (Santamaría-Romero y Ferrera-Cerrato, 2002).

Cuadro 7. Peso promedio de lombrices cliteladas en sustratos orgánicos.

Sustratos	Días después de la inoculación				
	0	14	35	70	77
	g				
EBL+RC	0.39 a*	0.53 a	0.39 a	0.09 a	0.04 a
EC	0.39 a	0.49 ab	0.35 a	0.26 a	0.11 a
EB	0.39 a	0.49 ab	0.37 a	0.16 a	0.17 a
EBL	0.39 a	0.47 ab	0.42 a	0.28 a	0.15 a
EBC	0.39 a	0.45 b	0.34 a	0.18 a	0.04 a

* Los valores con la misma letra dentro de las columnas son estadísticamente iguales.

No se encontraron diferencias significativas en el peso de la lombriz juvenil. Tanto el incremento como el decremento de la población de lombriz juvenil no influyó en su peso

durante el experimento; sin embargo, el peso de la lombriz juvenil disminuyó en los sustratos de EBL+RC, EC, EB y EBC, mientras que en el sustrato EBL se incrementó a lo largo del experimento (Cuadro 8). Estos resultados son inferiores, ya que en sustratos de estiércol bovino, Santamaría-Romero y Ferrera-Cerrato (2002) registraron un peso por lombriz que osciló entre 0.29 a 0.32 g.

Cuadro 8. Peso promedio de lombrices juveniles en sustratos orgánicos.

Sustratos	Días Después de la Inoculación		
	35	70	77
	g		
EBL	0.22 a*	0.24 a	0.24 a
EC	0.24 a	0.18 a	0.21 a
EB	0.27 a	0.17 a	0.20 a
EBL+RC	0.24 a	0.18 a	0.21 a
EBC	0.24 a	0.16 a	0.18 a

* Los valores con la misma letra dentro de las columnas son estadísticamente iguales.

El sustrato de EC mostró mayor peso de cápsulas que los demás materiales, el peso osciló entre 12.0 a 21.4 mg con un promedio de 14.7 mg. Los resultados de este sustrato fueron significativos a los 77 ddi con un peso promedio de 12.10 mg (Cuadro 9). Estos resultados son superiores a los de Hernández *et al.* (1997), quienes reportan un peso promedio de 11.76 mg en un sustrato de Composta + hojarasca (2:1 v/v); sin embargo Stamatiadis *et al.* (1994), han señalado un rango mayor que oscila entre 13 y 20 mg/cápsula⁻¹ y que estas diferencias se deben a la calidad de los sustratos.

Cuadro 9. Peso promedio de cápsulas generadas en los sustratos evaluados.

Sustratos	Días Después de la Inoculación			
	14	35	70	77
	mg			
EC	12.00 a	13.19 a	21.40 a	12.10 a
EB	11.64 a	15.27 a	3.82 a	6.42 ab
EBC	7.89 a	12.72 a	6.77 a	9.08 ab
EBL+RC	11.62 a	16.78 a	7.43 a	3.14 b
EBL	4.72 a	12.71 a	9.56 a	10.12 ab

Los valores con la misma letra dentro de las columnas son estadísticamente iguales.

La concentración total de sales solubles (CE)

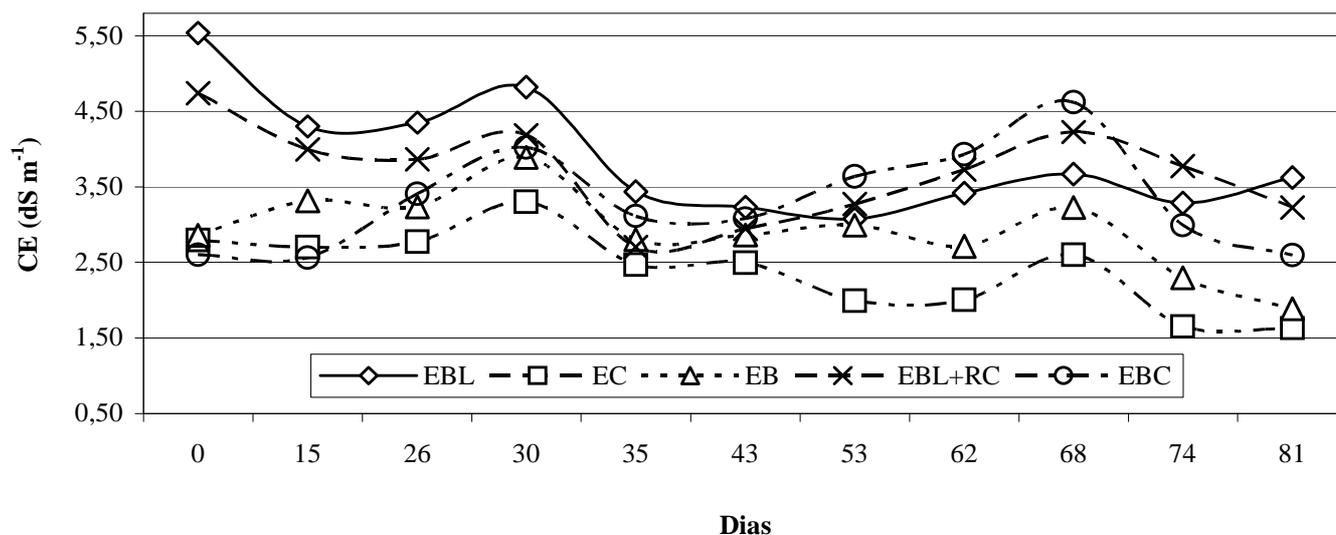


Figura 3. Fluctuación de la conductividad eléctrica en el líquido drenado de los biodigestores

determinada en los líquidos drenados del biodigestor es congruente con la fluctuación del pH en todos los sustratos durante el desarrollo del experimento (Figura 3), dentro de los cuales el sustrato de EBL presentó mayor concentración de sales totales solubles con un promedio de 3.89 dS m^{-1} ; valores inferiores se registraron en los sustratos de EBL+RC, EBC, EB y EC, con una concentración de 3.70 , 3.32 , 2.92 y 2.40 dS m^{-1} , respectivamente. Dichas concentraciones se consideran adecuadas para la reproducción de la lombriz, ya que sólo valores de $\text{CE} > 9 \text{ dS m}^{-1}$ pueden causar la muerte de la lombriz (Santamaría-Romero y Ferrera-Cerrato, 2002).

Conclusiones

Todos los sustratos son adecuados para la reproducción de la lombriz roja. El sustrato de EBL acondicionado con celulosa residual incrementa el peso en la lombriz clitelada. La producción de cápsulas puede incrementarse utilizando sustratos calientes ($15.4 \text{ }^\circ\text{C}$). Es necesario cosechar lombrices o agregar más alimento a la unidad lombrícola, cuando la densidad se aproxime a $25,400$ individuos/ 0.2 m^3 . Para incrementar la población y peso en las lombrices cliteladas, juveniles y cápsulas, se sugiere estudiar la mezcla de los sustratos de EBC con EC y EBL+RC.

Literatura Citada

Barnes, R. D. 1986. Zoología de invertebrados. 4a. edición. Editorial Interamericana. México. 1157 p.
 Bollo-Tapia, E. 2001. Lombricultura, una alternativa de reciclaje. 2a. ed. Soboc Grafic. Quito, Ecuador. 149 p.
 Capistrán, F., E. Aranda, y J. C. Romero. 2001. Manual

de reciclaje, compostaje y lombricompostaje. 1a. edición. Primera reimpression. Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Veracruz, México. 151 p.

Friedrich – Neumann, K. 2001. Lombricultura. Serie de Agronegocios. Centro de Estudios Agropecuarios. Grupo Editorial Iberoamérica, S. A. de C. V. México. 58 p.

Hernández, J. 1997. Observaciones preliminares del efecto de la temperatura sobre la reproducción de la lombriz roja (*Eisenia ssp.*). VII Jornadas Científico Técnicas de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela. 91 p.

Hernández, J. A., M. L. Rincón y R. N. Jiménez. 1997. Comportamiento de la lombriz roja (*Eisenia fetida*) bajo condiciones de clima cálido. Rev. Fac. Agron. (LUZ) 14: 387-392.

Hoitink, H. A. J. y G. A. Kuter. 1986. Effects of composts in growth media on soil borne pathogens. In: The role of organic matter in modern agriculture. Chen, Y. and Y. Avnimelech (Eds.). Martinus Nijhoff Publishers. Dordrecht, Netherlands. pp: 289-306.

Kammenga J. E., D. J. Spurgeon., C. Svendsen y J. M. Weeks. 2003. Explaining density-dependent regulation in earthworm populations using life-history analysis. Oikos 100: 89-95.

Olivares - Sáenz, E. 1994. Paquete de diseños experimentales. Versión 2.5. Facultad de Agronomía Universidad Autónoma de Nuevo León, (UANL). Marín, N. L. México.

Reinecke, A. J., S. A. Viljoen y R. J. Saayman. 1992. The suitability of *Eudrilus eugeniae*, *Perionix excavatus* and *Eisenia fetida* (Oligochaeta) for vermicomposting in Southern Africa in terms of their temperature re-

- quirements. Soil Biol. Biochem. 24: 1295-1307.
- Santamaría-Romero, S. y R. Ferrara-Cerrato. 2002. Dinámica poblacional de *Eisenia andrei* (Bouché 1972) en diferentes residuos orgánicos. Terra 20: 303-310.
- Stamatiadis, S., E. Nerantzis., E. Gianna-kopoulou, y L. Maniatis. 1994. The nutritive value of two species of microorganisms to earthworm *E. fetida*. Eurpoen J. Soil Biol. 30 (4): 177-185.
- Vázquez G, Ma. M. 1999. Estudio de la fauna edáfica en una selva baja inundable de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an Quintana Roo. Proyecto B051. Universidad de Quintana Roo. Chetumal, Q. Roo, México.



Departamento de Horticultura

LABORATORIO DE POSCOSECHA

Teléfonos: (844) 411-02-14 y 411-03-06 · Fax 411-0286

horti@uaaan.mx

Servicios

Docencia (licenciatura y postgrado), Investigación, desarrollo y servicio externo
Apoyo en prácticas a cursos diversos, y a tesis de licenciatura y postgrado
Colaboración en proyectos especiales

Equipo

Analizador de gas infrarrojo (IRCA. Mediciones de CO₂ y H₂O, y niveles de concentración)
Balanza, Vernier
Colorímetro (determinación de color en sólidos)
Cromatógrafo de gases (determinación de niveles de etileno)
Higrotermógrafo (determinación de humedad y temperatura)
Medidor de oxígeno (determinación de oxígeno disuelto)
Penetrómetro (resistencia de penetración)
Placa de calentamiento con agitación
Porómetro (determinación de apertura de estomas, temperatura y humedad)
Potenciómetro (medición del potencial de H, pH y conductividad eléctrica)
Psicrómetro (determinación de humedad)
Refractómetro (determinación de sólidos totales)

Determinaciones Analíticas

Ácido málico, Ácido tartárico, Antocianinas, Carotenoides, Clorofila
CO₂ y H₂O, Etileno (determinación de vida de anaquel)
Potencial de H (pH)
Sólidos solubles totales (índice de cosecha)
Vitamina C

Bioensayos

Contenidos hormonales
Cultivo de tejidos
Determinación de velocidad de respiración y emisión de calor de frutas y legumbres para determinar carga de refrigeración
Elaboración de productos a partir de plantas medicinales
Ensayos en cultivos diversos usando productos químicos de fabricación reciente