

# Frecuencia de riego en el crecimiento de la lombriz (*Eisenia* spp) y caracterización química del vermicompost<sup>1</sup>

Irrigation frequency on growth of red earthworm (*Eisenia* spp) and vermicompost chemical parameters

Jacqueline A. Hernández<sup>2</sup> \*, Silvana Pietrosevoli<sup>3</sup>, Alfredo Faría<sup>2</sup>, Robert Canelón<sup>4</sup>, Ricardo Palma<sup>5</sup>, Julia Martínez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Proyecto de Investigación S1- 2000000792, financiado por FONACIT

<sup>2</sup>Departamento de Agronomía, Facultad de Agronomía de LUZ. Apartado Postal 526, Maracaibo. Venezuela.  
E-mail: jahernandez@luz.edu.ve. Página web: www.geocities.com/ecologialuz.

<sup>3</sup>Departamento de Zootecnia, Facultad de Agronomía de LUZ. Apartado Postal 526, Maracaibo. Venezuela.

<sup>4</sup>Auxiliar de Investigación del Proyecto S1- 2000000792

<sup>5</sup>Estudiante asistente de Investigación Proyecto S1- 2000000792

\* Autor para correspondencia

Recibido: 10/01/2006

Fin de arbitraje: 24/02/2006

Revisión recibida: 21/03/2006

Aceptado: 12/04/2006

## RESUMEN

Con el objeto de evaluar el efecto de la frecuencia de riego sobre el crecimiento de la lombriz roja (*Eisenia* spp), y las propiedades químicas del vermicompost obtenido, se realizó un ensayo en un área bosque seco tropical. Las frecuencias evaluadas fueron ninguna (N), una vez (U) y dos (D) veces a la semana. Una densidad de 2000 lombrices/m<sup>2</sup> de 199,60±7,39 mg/lombriz, fue colocada en canteros de 1 m<sup>2</sup>. Se empleó como sustrato 0,15 m<sup>3</sup> de estiércol vacuno. La biomasa individual se registro cada 21 días; la biomasa final se determinó al final del ensayo (92 días), pesando las lombrices que se encontraban en 2/4 del cantero. La producción de cápsulas se estableció a los 42 días. El vermicompost se caracterizó químicamente con determinaciones de materia orgánica, P, K, Ca, Mg, Zn, Fe, Mn, Cu, pH y CE. El diseño experimental fue un completamente al azar con 5 repeticiones. Se establecieron diferencias estadísticas para biomasa individual, a los 84 días en N (193,26 ± 24,22 mg/lombriz), y en U (111,05 ± 18,77mg/lombriz). La producción de cápsulas fue diferente ( $p \leq 0,05$ ) entre D (69,2 ± 30,03 cápsulas/240cm<sup>3</sup>) y U (33,4 ± 24,86 cápsulas/240cm<sup>3</sup>), N (48,79 ± 41,41 cápsulas/240cm<sup>3</sup>), no se diferenció de los otros dos tratamientos. No se establecieron diferencias entre tratamientos para biomasa final ni para los parámetros químicos del vermicompost. Se concluye que la frecuencia de riego afectó la biomasa individual y la producción de cápsulas de la lombriz roja. Se sugiere que al tapar los canteros es una práctica que proporciona la humedad necesaria, bajo condiciones cálidas.

**Palabras claves:** Humedad, lumbricultura, manejo de canteros, *Eisenia* spp, análisis químicos del vermicompost

## ABSTRACT

In order to evaluate the effect of irrigation frequency on red earthworm's growth and chemistry properties of vermicompost obtained, an experiment was performed, in an area classified as tropical dry forest. Frequency tested were None (N), once (U) and twice (D) a week. 2000 (*Eisenia* spp) earthworms/m<sup>2</sup> with initial biomass of 199.60 ± 7.39 mg/earthworm, were located in concrete containers of 1m<sup>2</sup>, considering every one as experimental unit. Bovine manure was used as substrate (0.15m<sup>3</sup>). Individual biomass was registered every 24 days, weighting the first 40 earthworms founded in the top of container. Final biomass was determined at the end of trial (92 days), weighting all earthworms located in two quarters of the container. Cocoons production was established at 42 days, counting cocoons that were found in five 240 cm<sup>3</sup> substrates sub samples. Vermicompost was chemically characterized with organic matter, P, K, Ca, Mg, Zn, Fe, Mn, and Cu content and pH and electrical conductivity. A completely randomized design was used with five replications. Statistical differences for individual biomass were established at 84 days, in N (193.6 ± 24.22 mg/earthworm) and U (111.05 ± 18.77 mg/earthworm). Cocoons production was different ( $p \leq 0.05$ ) between D (69.2 ± 30.03 cocoons/240cm<sup>3</sup>) y U (33.4 ± 24.86 cocoons/240cm<sup>3</sup>), N didn't show difference from others treatments (48.79 ± 41.41 cocoons/240cm<sup>3</sup>). No differences were established between final biomass neither chemical characteristics of vermicompost. It's concluded that irrigation frequency affected individual biomass and cocoons production of red earthworm. It is suggested that covering container it' is enough management practice in order to supply humidity needed, under hot conditions.

**Key words:** Humidity, vermiculture, containers management, *Eisenia* spp

## INTRODUCCIÓN

Mundialmente los investigadores han desarrollado simples pero efectivos sistemas para humificación de los restos orgánicos a través de la lombriz, usando cajas o camas. Pero para producir vermicompost de lombriz o su proteína económicamente a nivel comercial varias preguntas necesitan ser respondidas con base científica Reinecke *et al.* (1992).

Estudios a gran escala sobre sistemas de lumbricultura son necesarios, ya que existen referencias de métodos óptimos de inoculación, densidad de población de canteros, tamaño de cantero y método de alimentación pero no están documentadas en literatura científica (Reinecke *et al.* 1992). Igualmente Aranda *et al.* (1999), indican que en países tropicales hay pocos trabajos científicos sobre lumbricultura, lo cual ha traído como consecuencia que bajo condiciones cálidas se sigan patrones de manejo de las condiciones templadas.

Hernández *et al.*, (2005a,b), han realizado evaluaciones a escalas medias con unidades experimentales de 1 m<sup>2</sup> sobre la densidad de población y la frecuencias de alimentación, en estos trabajos se han utilizado densidades de población de hasta 4000 lombrices/cantero (Hernández *et al.*, 2005a), y frecuencias de alimentación desde cero hasta tres fracciones (Hernández *et al.*, 2005b); en ambos trabajos se ha refutado el manejo de cantero “tradicional”, demostrando que para condiciones cálidas éste debe ser distinto al usado convencionalmente; es por ello que la eficiencia de manejo de los canteros ha afectado la receptividad de todos aquellos productores agrícolas que generan desechos orgánicos (Hernández, 2000).

El porcentaje de humedad afecta el desarrollo de *Eisenia*, ya que la disponibilidad de humedad perturba directa o indirectamente la actividad de la alimentación e influencia la tasa de desarrollo del clitelo; el máximo desarrollo se observa a las tasas más altas de humedad (Reinecke y Venter, 1985). A su vez, Edwards (1998) indica que la humedad óptima es de 85 % con un rango óptimo entre 80 y 90 % y los límites entre 60 y 90 %.

Por lo tanto el riego de los canteros forma parte también del manejo que debe dársele a las lombrices, existen referencias que señalan aplicaciones de riego desde dos veces al día en

condiciones cálidas hasta de una vez cada 15 días para condiciones de climas fríos (De Sanzo y Ravera, 1999; Legall *et al.* 2000), a la luz de estas referencias bajo condiciones cálidas es necesario una fuente segura de agua así como la mano de obra para llevarla a cabo.

El objetivo de este trabajo fue evaluar si la frecuencia de riego a los canteros bajo condiciones cálidas afecta el comportamiento biológico de la lombriz roja (*Eisenia* spp.) y la calidad química del vermicompost producido.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó a una latitud de 10 ° 23'', longitud 71 °45 '' y a una altitud de 30 msnm; en las instalaciones del Centro Vitícola Tropical (Corpozulia); inmerso en una zona de vida de bosque seco tropical con una temperatura promedio de 27,5 y una mínima de 23,9 y una máxima de 31,7 ° C.

La lombriz utilizada proviene de una población mezclada de las especies *Eisenia fetida* y *Eisenia andrei*, siendo más abundante está última, la cual se caracteriza por que su cuerpo es completamente rojo sin el color amarillo intersegmental de la *E. fetida*. Haimi (1990), señala que es posible que la mayoría de los estudios realizados con *E. fetida* haya sido una mezcla de ambas especies, ya que es difícil encontrar poblaciones de *E. fetida* sola.

Se utilizó una densidad de 2000 lombrices/m<sup>2</sup>, (Hernández *et al.*, 2005a), con una biomasa inicial de 199,60 ± 7,39 mg/lomb.; las cuales se colocaron en canteros de concreto de 1 m<sup>2</sup> por 0,15 m de profundidad; utilizándose para su alimentación estiércol bovino previamente lavado y compostado, con la finalidad de disminuir su conductividad eléctrica y adecuar el alimento; previo a la “siembra” de las lombrices se realizó una prueba de supervivencia para la garantizar que éstas aceptaran el alimento; se suministró 0,15 m<sup>3</sup> de estiércol suministrado todo desde el inicio de la evaluación (Hernández *et al.*, 2005b), sobre el cual se colocaron las lombrices en el centro del cantero, para que éstas penetraran por si solas.

Se evaluaron tres tratamientos, cero, uno y dos riegos por semana, al inicio se aplicaron, en dos partes, 24 l de agua de riego a todos los tratamientos, percolando el agua en exceso, después de ello el

tratamiento de cero riego se tapó con laminas de plástico de polietileno, las cuales no permitían que se perdiera humedad del cantero, pero si la entrada de oxígeno; para ello se introdujo el plástico dentro del sustrato a los bordes del cantero.

Los otros dos tratamientos evaluados estuvieron destapados durante todo el ensayo (92 días), y recibieron 1 o 2 riegos por semana, respectivamente, con un total de 74 y 125 l/cantero; suministrados en riegos que variaron desde de 6 l al inicio hasta que se ajustó a 4 l por riego para evitar la percolación durante la evaluación. Los canteros se encontraban bajo techo, por lo que las precipitaciones que ocurrieron no afectaron la humedad de los canteros.

Las variables medidas fueron biomasa por lombriz, número de cápsulas, biomasa final y características químicas del vermicompost producido. La biomasa por lombriz se evaluó cuatro veces, cada 21 días; sobre un grupo de 100 lombrices recolectadas al azar sobre la superficie de cada cantero.

El número de cápsulas se evaluó a los 42 días recolectando cinco submuestras de 240 cm<sup>3</sup>, tomadas superficialmente a 10 cm de profundidad), colocadas equidistantemente dentro del cantero, contabilizando todas las cápsulas que se encontraban allí.

La biomasa final se evaluó al final del ensayo, para ello se dividió el cantero en cuatro partes iguales y se recolectaron todas las lombrices que se encontraran en 2/4 de canteros para luego estimar la biomasa por cantero.

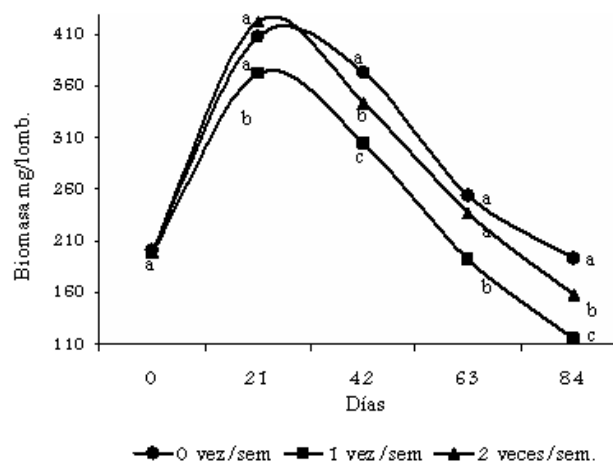
Al final del ensayo se evaluó los parámetros químicos: fósforo (Colorimetría (extracción por Bray&Kart N°1, con pH es < a 7.5), potasio, calcio, magnesio, zinc, hierro, manganeso y cobre (extracción con acetato de amonio 1N con pH = 7, Ca+Mg: Titulación con EDTA. K Fonometría de Llama.) pH, conductividad eléctrica y materia orgánica del vermicompost. El porcentaje de humedad se tomó cada 21 días, calculado a través del método gravimétrico.

El diseño experimental fue completamente al azar con cinco repeticiones, los datos se analizaron a través de análisis de la varianza y la prueba de medias por Tukey, con el paquete estadístico Statistix para Windows. El nivel de probabilidad fue del 5 %.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Biomasa individual

Se detectaron diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ), entre los tratamientos a partir de los 21 días y hasta el final del ensayo, el tener los canteros tapados garantizó las lombrices con mayor biomasa al final con  $193,26 \pm 24,22$  mg/lombriz y la menor biomasa durante todo el ensayo fue para los canteros que recibieron un riego por semana con  $111,05 \text{ mg} \pm 18,77$  a los 92 días (figura 1).



Para cada día letras diferentes difieren significativamente ( $p \leq 0,05$ ) Prueba de Medias por Tukey.

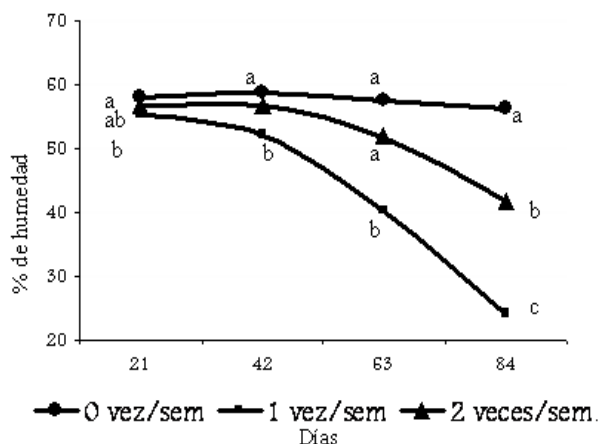
Figura 1. Efecto de la frecuencia de riego sobre la biomasa de la lombriz *Eisenia spp.*)

Al comparar estas biombras observadas con las referidas por otros investigadores en evaluaciones del efecto de humedad, resalta que son pesos menores. Einecke y Venter (1985), señalan biombras de 521,2 g a 71,2 % de humedad a los 40 días; Domínguez y Edwards (1997), indican  $608 \text{ g} \pm 181$  a 85 % de humedad a los 44 días; pero estos autores trabajaron con densidades de 50 lombrices/500 cc y 4 lombrices/259 cc respectivamente, y esta es una variable que afecta biomasa (Hernández *et al.* 2005a).

La tendencia en la figura 1, en donde se alcanza la mayor biomasa a los 21 días y luego descende independiente del tratamiento fue observada también por Hernández *et al.* (2005ab), en

evaluaciones de densidad de población y frecuencia de alimentación, en las densidades de población 1000, 2000 y 4000 lomb/m, o en la disponibilidad de 0,30, 0,15 y 0,075 m de alimento, la mayor biomasa disminuyó después de 21 días. Este comportamiento es diferente a lo que se ha observado en recipientes más pequeños (335 cc), con densidad de lombrices constante en el tiempo (10 lomb/ recipiente), y bajo condiciones de laboratorio (Hernández, *et al.*, 2004ab, 2006), la biomasa de la lombriz se mantiene en el tiempo cuando se le suministra alimento, estas diferencias son posibles que se deban a la dinámica de población la cual se deberá estudiar bajo las condiciones cálidas en donde se han realizado estas evaluaciones.

Otro punto importante a resaltar se evidencia en la figura 2, la máxima humedad registrada fue en los canteros tapados (ningún riego), pero esta estuvo por debajo del límite referido para la lombriz *Eisenia* de 60 % de humedad (Reinecke y Venter, 1985). Sin embargo, Kaplan *et al.* (1980), indican que ninguna lombriz muere a baja humedad mientras que a 90 % se registró un 40 % de mortalidad a 25 ° C, señalando que la humedad óptima es de 76 %. En datos no publicados se observaron lombrices vivas en un sustrato con un 38 % de humedad, y al final de esta evaluación la humedad registrada en los canteros que recibieron un riego/semana alcanzó 26 % de humedad y para ese momento aún había lombrices vivas.



Para cada día letras diferentes difieren significativamente ( $p \leq 0,05$ ) Prueba de Medias por Tukey.

Figura 2 Contenido de humedad en la superficie del cantero de lombrices.

Reinecke y Venter (1985), refieren que *E. fetida* es capaz de ganar peso tan pronto como el contenido de humedad se mantiene sobre los 50 %, sus datos reflejan que a medida que aumenta la humedad aumenta la biomasa, en ambientes controlados con 25 ° C de temperatura.

### Colocación de cápsulas

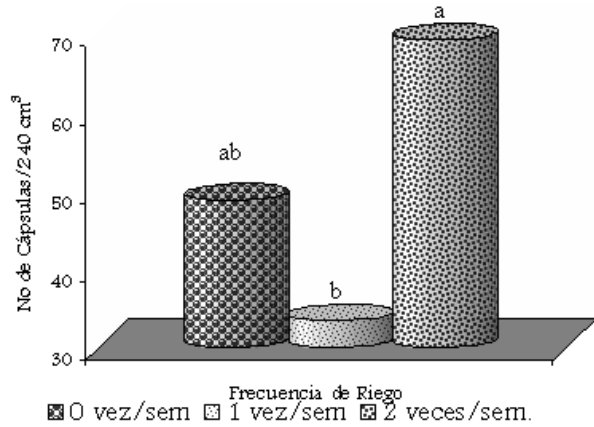
A los 42 días de evaluación se registraron diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ), para la producción de cápsulas entre los tratamientos de 2 riegos y 1 riego/semana, con  $69,2 \pm 30,03$  y  $33,4 \pm 24,86$  cápsulas/240 cm<sup>3</sup> respectivamente, los canteros tapados no registraron diferencias con los canteros que recibieron riego con  $48,79 \pm 41,41$  cápsulas/240 cm<sup>3</sup> (figura 3).

La alta desviación estándar observada se debe a que la colocación de cápsulas no es uniforme en la superficie del cantero y aunque se tomaron cinco submuestras equidistantes en cada unidad experimental, dentro de cada cantero los datos variaron, por ejemplo entre 5 y 158 cápsulas/240 cm<sup>3</sup>, es por ello que aunque implique mayor tiempo de muestreo es recomendable contabilizar las cápsulas observadas en toda la superficie del cantero, como fue realizado por Hernández *et al.* (2005b).

En relación a la humedad, Reinecke y Venter (1985, 1987), refieren que la producción de cápsulas se produjo entre los 65,4 y 70 % de humedad, y que por encima de los 70 % no se observaron cápsulas, indicando que bajos niveles de humedad favorecieron la colocación de cápsulas, concluyendo que el porcentaje de humedad para el desarrollo del clitelo no es necesariamente el mismo que para la colocación de cápsulas. Domínguez y Edwards (1997), señalan que la humedad óptima es a los 85 % y que el incremento a 90 % afectó claramente el desarrollo de la madurez sexual.

### Biomasa final

Aunque no se registraron diferencias significativas en la biomasa final, se observó menor biomasa final en los canteros regados 1 vez/semana con  $135,96 \pm 66,64$  que en aquellos con mayor humedad con  $228,77 \pm 50,97$  y  $228,39 \pm 83,52$  g/cantero para la frecuencia de riego de cero, y dos veces/semana, respectivamente (figura 4). Es importante resaltar que las lombrices en los canteros de baja humedad tenían menor peso/lombriz y



Para cada día letras diferentes difieren significativamente ( $p \leq 0,05$ ) Prueba de Medias por Tukey.

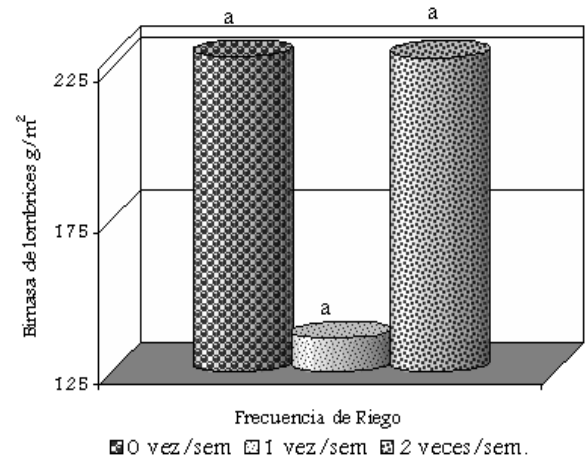
Figura 3. Efecto de la frecuencia de riego sobre la reproducción de la lombriz (*Eisenia* spp.)

colocaron menos cápsulas (figura 1 y 3), por lo que no se tiene una explicación del porque no se registraron diferencias significativas.

### Caracterización química del vermicompost

En los cuadros 1 y 2 se observan los valores de los macro y micronutrientes, así como del pH, conductividad eléctrica y contenido de materia orgánica. No se observaron diferencias significativas entre los tratamientos, es posible que se deba a que los riegos se realizaron con el cuidado de minimizar la percolación de los canteros; a pesar de que si la hubo.

Esta percolación no controlada es posible que sea la causante de que se haya registrado diferencias



Para cada día letras diferentes difieren significativamente ( $p \leq 0,05$ ) Prueba de Medias por Tukey.

Figura 4. Efecto de la frecuencia de riego sobre la biomasa/m<sup>2</sup> de la lombriz (*Eisenia* spp.)

significativas entre los tratamientos 0 y 1 riego con el de 2 riegos/semana con  $3,27 \pm 0,06$ ;  $3,13 \pm 0,12$  y  $2,87 \pm 0,12$  mS/cm<sup>2</sup> respectivamente, el cual presenta menor conductividad porque recibió más agua (125 l) y por lo tanto se lavó más el contenido de sales.

Los valores de fósforo y potasio son mayores a los registrados por Kale (1998), Castillo (2000) y Edwards (1998), caso contrario al calcio, materia orgánica y micronutrientes, aunque estas comparaciones sólo son referenciales ya que la caracterización química del vermicompost depende de la alimentación de la lombriz y en cada caso hubo alimentación diferente.

Cuadro 1. Análisis de macronutrientes y materia orgánica del vermicompost de lombriz (*Eisenia* spp.).

Frecuencia de Riego	Macronutrientes (%)				Materia Orgánica
	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	
0 vez/sem	0,583 ± 0,0659 a	2,0 ± 0,125 a	0,3467 ± 0,0462 a	0,496 ± 0,0277 a	4,68 ± 0,26 a
1 vez/sem	0,621 ± 0,1142 a	2,4 ± 0,260 a	0,3467 ± 0,0462 a	0,512 ± 0,0277 a	4,54 ± 0,10 a
2 vez/sem	0,507 ± 0,1142 a	1,2 ± 0,101 a	0,3200 ± 0,0000 a	0,528 ± 0,0480 a	4,79 ± 0,15 a
Promedio	0,571	1,8	0,338	0,512	4,67

Letras iguales no difieren significativamente ( $p \leq 0,05$ ). Prueba de media de Tukey

Cuadro 2. Análisis de micronutrientes, pH y conductividad eléctrica del vermicompost de lombriz (*Eisenia* spp.).

Frecuencia de Riego	Micronutrientes (ppm)				pH	Conductividad (mS cm <sup>-1</sup> )
	Zinc	Hierro	Manganeso	Cobre		
0 vez/sem	2,0 ± 0,69 a	1,07 ± 0,23 a	9,6 ± 5,82 a	1,11 ± 0,36 a	7,53 ± 0,06 b	3,27 ± 0,06 a
1 vez/sem	1,7 ± 0,23 a	0,67 ± 0,23 a	5,3 ± 0,46 a	0,89 ± 0,06 a	7,60 ± 0,00 b	3,13 ± 0,12 a
2 vez/sem	1,7 ± 0,23 a	0,67 ± 0,23 a	4,6 ± 0,26 a	1,07 ± 0,10 a	7,77 ± 0,06 a	2,87 ± 0,12 b
Promedio	1,82	0,80	6,5	1,02	7,63	3,09

Letras iguales no difieren significativamente ( $p \leq 0,05$ ). Prueba de media de Tukey

### CONCLUSIONES

El manejo del cantero, en relación a la frecuencia de riego, afecta la biomasa/lombriz y la colocación de cápsulas en la lombriz roja (*Eisenia* spp).

La cantidad de riego utilizada no influye sobre los parámetros químicos analizados del vermicompost, excepto en la conductividad eléctrica, es posible que se deba a que el riego se realizó sólo para suplir agua al cantero evitando que percolara el agua en exceso y esta lavara los nutrientes del sustrato.

### RECOMENDACIONES

Bajo condiciones cálidas es posible lograr la producción de vermicompost tapando los canteros lo cual garantiza que las lombrices mantengan la humedad que necesitan, para ello se debe hacer con materiales no porosos, para evitar que el sustrato se seque, el plástico es una buena opción.

Se recomienda tapar canteros para evitar el costo que conlleva la mano de obra utilizada para el riego o la disponibilidad del agua el cual en algunas ocasiones puede ser una limitante en la lombricultura.

### LITERATURA CITADA

- Aranda, E.; I. Barois; P. Arellano; S. Irissón; T. Salazar; J. Rodríguez; and J. Patrón. 1999. Vermicomposting in the Tropics. *In Earthworm Management in Tropical Agroecosystems*. Eds. Lavelle, P., Brussaard, L. and Hendrix, P. CAB International. pp. 253-287.
- Castillo, A.; S. Quarín y M. Iglesias. 2000. Caracterización química y física de compost de

lombrices elaborados a partir de residuos orgánicos puros y combinados. *Agricultura Técnica (Chile)* 60 (1): 74-79.

Edwards, C. 1998. The use of earthworms in the breakdown and management of organic wastes. *In Earthworm Ecology*. Ed. Clive Edwards. Soil and Water Conservation Society Ankeny, Iowa. St. Lucie Press. pp 327-353.

De Sanzo, C. y A. Ravera. 1999. Como criar lombrices rojas californianas. Provincia de Buenos Aires – Argentina. <http://www.visitweb.com/lombriz>. Fecha de consulta: 25 de julio de 2005.

Domínguez, J. and C. Edwards. 1997. Effects of stocking rate and moisture content on the growth and maturation of *Eisenia andrei* (Oligochaeta) in pig manure. *Soil. Biol. Biochem.* 29: 743-746.

Haimi, J. 1990. Growth and reproduction of the compost- living earthworms *Eisenia andrei* and *Eisenia fetida*. *Rev. Ecol. Biol. Sol.* 27 (4): 415 – 421.

Hernández, J. A.; C. Contreras; R. Palma; S. Pietrosevoli y A. Faría. 2006. Efecto de los restos de la industrialización de la palma aceitera sobre las etapas de crecimiento y reproducción de la lombriz roja (*Eisenia andrei*). *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)* 23 (3): 319-330.

Hernández, J. A.; S. Pietrosevoli, W. Echeverría; A. Faría; R. Palma; C. Contreras y A. Gómez. 2005a. Efecto de la densidad de población sobre el desarrollo y producción de humus de lombriz (*Eisenia* spp). *BIOTAN (Serie Especial)*: 545-547. Compendio de la Reunión Latinoamericana de Producción Animal, México

- Hernández, J. A.; S. Pietrosevoli; A. Fariá; R. Palma, y R. Canelón. 2005b. Effects of feeding frequency on growth and reproduction of earthworms (*Eisenia* spp). ASSA (Abstract). Journal Animal Science 83 (Supl 1): 42.
- Hernández, J. A.; S. Pietrosevoli; C. Contreras; R. Palma y A. Fariá. 2004. Development and reproduction of *Eisenia andrei* using mixtures of cattle manure and Neems (*Azadiracta indica* A. Juss.) leaves. (Abstract). Journal of Animal Science 82 (Supl 1): 165 – 166.
- Hernández, J. A; S. Pietrosevoli; R. Palma; C. Tang; C. Perozo; R. y Romero. 2004. Neems (*Azadiracta indica* A. Juss.) leaves as feeding substrate for vermicomposting earthworm (*Eisenia andrei*). (Abstract). Journal of Animal Science 82 (Supl 1): 165.
- Hernández, J. A. 2000. La lombricultura una alternativa de producción en zonas cálidas. Trabajo de Ascenso para la categoría de Asociado. Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia, Maracaibo - Venezuela.
- Kale, R. 1998. Earthworms: nature's gift for utilization of organic wastes. En: Earthworm Ecology. Ed. Clive Edwards. Soil and Water Conservation Society Ankeny, Iowa. St. Lucie Press. pp. 355-376.
- Kaplan, D.; R. Hartenstein; E. Neuhauser and M. Malecki. 1980. Physicochemical requirements in the environment of the earthworm *Eisenia foetida*. Soil. Biol. Biochem. 12:347-352.
- Legall, J.; L. Dicoyskiy y Z. Valenzuela. 2000. Manual básico de lombricultura, para condiciones tropicales. <http://www.agroconnection.com.ar/specialites/S054A00231.htm>. Fecha de consulta: 12 de marzo de 2005.
- Reinecke, A. and J. Venter. 1987. Moisture preferences, growth and reproduction of the compost worm *Eisenia fetida* (Oligochaeta). Biol. Fertil Soils 3: 135-141.
- Reinecke, A. and J. Venter. 1985. The influence of moisture on growth and reproduction of the compost worm *Eisenia fetida* (Oligochaeta). Rev. Ecol. Biol. Sol. 22: 473-481.
- Reinecke, A.; S. Viljoen and R. Saayman. 1992. The suitability of *Eudrilus eugeniae*, *Perionyx excavatus* and *Eisenia fetida* (Oligochaetas) for vermicomposting in Southern Africa in terms of their temperature requirements. Soil. Biol. Biochem. 24 (12): 1295-1307.