

Efecto de los restos de la industrialización de la palma aceitera sobre las etapas de crecimiento y reproducción de la lombriz roja (*Eisenia andrei*)

J.A. Hernández, C. Contreras, R. Palma, A. Faria y S. Pietrosevoli

Facultad de Agronomía Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela.
Apartado 526.

Resumen

Se prepararon mediante compostaje, once mezclas de subproductos de la palma aceitera: cascarilla (C) y fibra (F), con estiércol bovino (EB) en proporciones de 0, 20, 40, 60, 80 y 100%. Se utilizó 100% EB como control. El objeto fue evaluar el efecto de estos substratos sobre el crecimiento y la reproducción de la lombriz roja. Se utilizaron diez lombrices ($51,0 \pm 2,23$ mg) por envase de 750cc, conteniendo 100 g de mezcla, en base seca. Semanalmente por un periodo de 10 semanas se registro la biomasa (mg/lombriz), la fase de vida: juvenil, preclitelada, clitelada y en regresión, el número total de cápsulas/envase, el peso de las cápsulas, el porcentaje de eclosión y el número de lombrices por cápsula. El diseño experimental fue totalmente al azar con diez repeticiones. A partir de la cuarta semana se observaron lombrices cliteladas. Para todas las mezclas, las lombrices ganaron peso hasta la sexta semana. Se encontraron diferencias estadísticas entre los efectos de los diferentes substratos utilizados, concluyéndose que con base a las variables analizadas los mejores resultados corresponden a las mezclas con fibra, que permite que la lombriz complete su ciclo de vida mostrando buen comportamiento reproductivo. La mejor proporción de mezcla fue 60% F: 40% EB, registrándose el mayor porcentaje de lombrices cliteladas, 84%. **Palabras clave:** Subproductos de *Elaeis guineensis*, fases de crecimiento, reproducción, *Eisenia andrei*.

Introducción

El cultivo de la palma aceitera es actualmente beneficioso para Venezuela, por dos razones fundamentales: por sus altos rendimientos de aceite por hectárea y por los múlti-

ples productos y subproductos de valor agrícola e industrial; agronómicamente es mucho más eficiente que cualquier otro producto oleaginoso (7). Así mismo tiene una ex-

Recibido el 9-2-2005 • Aceptado el 4-7-2005

Autor para correspondencia email: jacquiehernandez@yahoo.com

celente adaptación a las condiciones agro climáticas del país (4), facilitando el uso y aprovechamientos de recursos naturales dentro de agro ecosistemas con limitaciones agros ecológicas como alta pluviosidad, ph bajos entre otros (7). La producción de la palma aceitera oscila entre 10 y 25 t de racimo.ha⁻¹. La industria aceitera puede incorporar en sus procesos apenas un 25% de esta cifra. Como consecuencia se genera una gran cantidad de desechos, que se han estimado entre 7,5 y 18,75 t. Las características de estos materiales, entre ellas su dureza y contenidos elevados de aceite, dificultan su incorporación al suelo como «abono verde», interrumpiéndose el ciclo de nutrientes (1).

Como consecuencia de erradas políticas en el manejo de subproductos y derivados en el procesamiento industrial de la palma aceitera, se están originando problemas de polución de suelos y aguas. Adicionalmente a esta situación, el cultivo de la palma requiere grandes extensiones de superficie y aplicaciones de fertilizantes para subsanar los altos requerimientos de nutrientes de esta especie. El esquema de manejo propuesto para este cultivo presenta como principales debilidades, alta tasa de deforestación, quemas no siempre controladas, alteración del equilibrio biológico de diversas especies y contaminación de aguas y suelos (3, 4, 19).

En el estado Zulia, con el objeto de disminuir los problemas de eutrofización del lago, es necesario definir programas de producción de palma aceitera de manera de disminuir las aplicaciones de fertilizantes

químicos, así como aprovechar la gran cantidad de desechos orgánicos que se producen. La lombricultura es una biotecnología, donde la lombriz funge como herramienta de trabajo para la transformación de desechos en productos orgánicos útiles (18), como lo es un abono que retornaría parte de los nutrientes extraídos, sin deterioro del ambiente. La lombriz cuando se alimenta de restos orgánicos los transforma, a través del proceso de mineralización enzimática que ocurre en su tracto digestivo, en un material de fácil absorción por la planta, en el cual se incorporan una elevada carga bacteriana que facilitará la disponibilidad de nutrientes para la misma (2). En relación a la especie de lombriz de tierra utilizada en la lombricultura Haimi (9), refiere que es posible que la mayoría de los estudios realizados con *E. fetida* haya sido una mezcla de esta con *E. andrei*, ya que es difícil encontrar poblaciones de *E. fetida* sólo; García *et al.* (8), refieren que existe poca documentación explícita sobre la biología de *E. andrei* y su capacidad de producción de humus, debido a que muchos autores no diferencian a *E. fetida* de *E. andrei*; ya que son morfológicamente indistinguibles, a pesar de que cada especie tiene un patrón de color diferente, *E. fetida* tiene anillos rojos alternados con bandas amarillas y *E. andrei* es completamente roja (23). Haimi (9) indica que en las mezclas de población *E. andrei* es más numerosa. Estudios recientes, han demostrado la factibilidad de emplear en alimentación animal desechos provenientes del procesamiento de la

palma aceitera, substituyendo las fuentes energéticas. Una ventaja de esta alternativa, es que se emplean recursos que pueden ser producidos en áreas tropicales, disminuyendo la dependencia de insumos externos. (1, 3, 21).

Se ha demostrado que los subproductos de la industrialización de la palma aceitera pueden ser utilizados en la lombricultura ya que permiten el mantenimiento de la biomasa

y la reproducción (22), pero se desconoce como influye en otros parámetros biológicos por lo que el objetivo de este trabajo fue evaluar las mezclas de estos restos: cascarilla y fibra del fruto, con uno de los substratos de alimentación común de la lombriz, como lo es el estiércol bovino sobre las fases de crecimiento y comportamiento reproductivo de la lombriz roja *Eisenia andrei*.

Materiales y métodos

Los desechos orgánicos, cascarilla y fibra de palma aceitera empleados en este estudio fueron aportados por el complejo industrial PALMERAS DIANA, municipio Jesús María Semprúm, estado Zulia, mientras que el estiércol bovino procedía de una unidad de producción localizada en un área clasificada como Bosque Seco Tropical, en esta última también se obtuvieron las lombrices.

Originalmente se obtuvieron mezclas de lombrices de las especies *E. fetida* y *E. andrei*, las cuales fueron posteriormente seleccionadas en función del color, empleando para la investigación lombrices pertenecientes a *E. andrei*., caracterizadas por presentar un color rojo uniforme sin bandas.

La experiencia se llevo a cabo a pequeña escala, en el laboratorio de Ecología de la Facultad de Agronomía LUZ, con temperatura promedio de 27°C (máxima 31°C y mínima 24°C). En el vivero de la Facultad de Agronomía, LUZ, se molieron y mezclaron los materiales orgánicos a evaluar en

proporciones de 0, 20, 40, 60, 80 y 100% en relación v/v. Se obtuvieron 11 mezclas, correspondiendo 5 de ellas a cascarilla-estiércol, 5 a fibra-estiércol y un testigo representado por 100% estiércol. Las mezclas se compostaron durante 20 días; realizándose pruebas de sobre vivencia semanales, colocándose una pareja de lombrices en un recipiente con una muestra del substrato a evaluar. Si las lombrices ganaban peso o colocaban capsulas, el substrato estaba apto para ser empleado.

El diseño experimental fue totalmente al azar con diez repeticiones para un total de 110 observaciones. La unidad experimental estuvo conformada por un envase de 750 cm³ de capacidad de mezcla, en el cual se colocaron 10 lombrices recién eclosionadas con un peso promedio de 51,0 ± 2,23; en una cantidad de mezcla de 100 g en base seca.

Semanalmente, por un periodo de 10 semanas, se midió la biomasa en mg/lombriz y se determinaron cuatro fases de su ciclo de vida, juveniles

(desde el nacimiento hasta el desarrollo incipiente del clitelo), precliteliadas (desarrollo incipiente del clitelo), cliteliadas (clitelo bien desarrollado) y en regresión (pérdida del clitelo). Para poder determinar el estado de regresión de las lombrices no se colocó alimento nuevo. Para evaluar el comportamiento reproductivo de las lombrices que alcanzaron esta capacidad, se evaluó el número de cápsulas totales colocadas por las 10 lombrices durante cinco semanas, determinando el número de cápsulas/

lombriz/día. Para el peso de cápsulas se pesaron individualmente en una balanza analítica todas las cápsulas colocadas a la segunda semana de haber alcanzado la capacidad de reproducción. El porcentaje de eclosión se evaluó sobre el total de cápsulas colocadas, y el número de lombrices por cápsula se determinó sobre las cápsulas que fueron pesadas. Los datos se analizaron estadísticamente con el programa estadístico Statistix para Windows versión 6.0.

Resultados y discusión

Los resultados del análisis de la varianza mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los efectos de los sustratos utilizados para todas las variables medidas. El mejor sustrato fue el de la fibra del fruto de la palma aceitera, en el cual produjo el mayor porcentaje de lombrices cliteliadas 84%; en la cascarilla el 82% de las lombrices nunca lograron formar clitelio en el transcurso de las 10 semanas de evaluación. Igualmente los 100 g de sustrato de fibra lograron mantener las lombrices por mayor tiempo en estado de reproducción. El mayor porcentaje de lombrices que perdieron su capacidad de reproducción se registró en el estiércol bovino con 70% (figura 1). Las primeras lombrices adultas se observaron a la cuarta semana de desarrollo con un 32%, 20% y 0% de lombrices cliteliadas y con capacidad de reproducción para los sustratos de fibra, estiércol y cascarilla respectivamente con diferencias significativas de los efectos de la fibra

y del estiércol en relación al efecto de la cascarilla. Para esta misma semana las mezclas que presentaron el mayor porcentaje de lombrices cliteliadas fueron 80 y 60% de fibra con 56 y 52% de lombrices adultas. De los resultados se puede considerar que a medida que se aumentó el porcentaje de restos de palma (indistintamente si es fibra o cascarilla del fruto de palma), en la mezcla con el estiércol el comportamiento de la lombriz se mejoró (figuras 2 y 3). Neuhauser *et al.* (20) sugieren que la disponibilidad de alimento determina el tiempo en alcanzar la madurez sexual indicando que el desarrollo del clitelo varía en relación directa a la abundancia de nutrientes. Nogales *et al.* (21) evaluando subproductos de la extracción del aceite de olivo registraron lombrices adultas a la quinta semana; sin embargo, cuando estos eran mezclados con estiércol bovino la maduración sexual se observó a la tercera semana, siendo este el tiempo más corto referi-

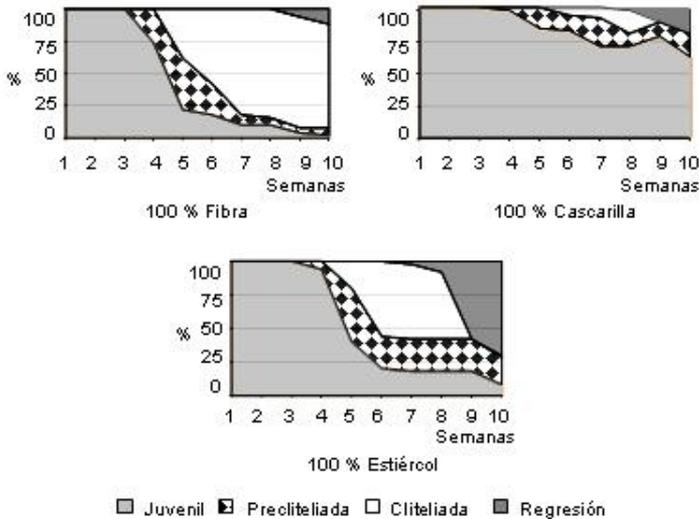


Figura 1. Efecto de restos de la industrialización de palma aceitera y estiércol sobre el estado de maduración de la lombriz (*Eisenia andrei*).

do en la literatura; el tiempo más largo referido es de 90 días (2, 25). El tipo de alimento que se ofrezca, afectará la ganancia de peso (20). Diversos autores refieren el uso de restos de cosechas como fuentes de carbono (5, 8, 12, 13, 21). Cuando se emplean restos vegetales como sustratos para las lombrices, se afecta la disponibilidad de los nutrientes y se mejoran las características físicoquímicas del sustrato (8). Otro beneficio del empleo de materia orgánica vegetal, es que se obtiene en el sustrato una mejor relación C:N, ya que se suple C, y se previenen las pérdidas de N por volatilización del amonio (5).

Cuando se obtienen sustratos, resultantes de emplear materiales con altos contenidos de N y materiales con alto contenido de C, el balance de nutrientes y la estructura del

sustrato que se ofrece a las lombrices mejoran. Un beneficio adicional de estas combinaciones es el inóculo de microorganismos que proporcionan estos materiales (6).

Slejska (24) indica que las lombrices obtienen su alimentación de los microorganismos que se desarrollan dentro de los materiales orgánicos, refiere que estudios de laboratorio han mostrado que los grupos microbiales que tienen valor nutritivo para las lombrices en orden decreciente son: hongos, protozoos, algas, bacterias y actinomicetes. El efecto de los sustratos de alimentación sobre el número de cápsulas producidas por 10 lombrices siguió la misma tendencia observada para las etapas de crecimiento de la lombriz. En la figura 4 se observa que en 100% fibra hubo un total del 101 cápsulas en un período

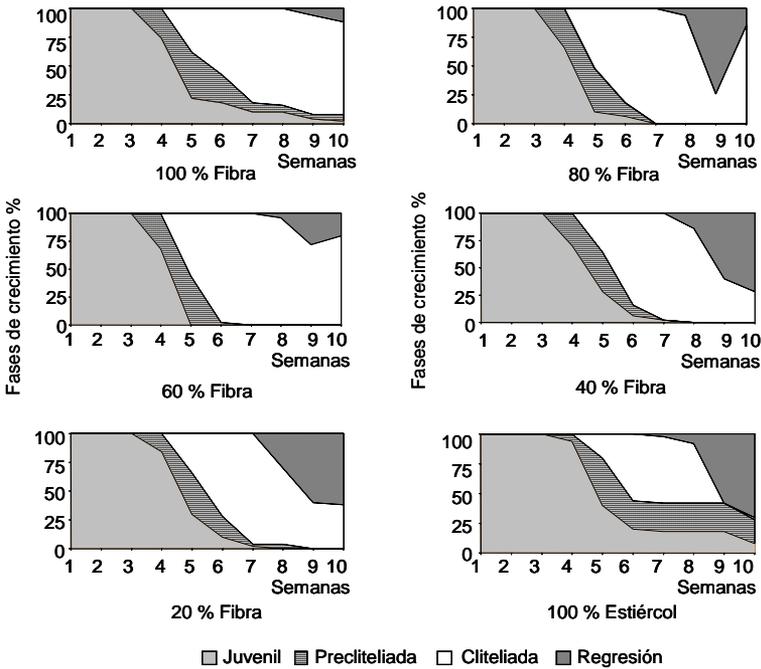


Figura 2. Efecto de las mezclas de restos de fibra del fruto de palma aceitera y estiércol sobre el estado de maduración de la lombriz roja (*Eisenia andrei*).

de cinco semanas presentando diferencias significativas con el sustrato de estiércol con 4,2 cápsulas y con el de cascarilla en el cual no se registraron cápsulas, este resultado difirió a lo observado en un evaluación anterior realizada por Hernández *et al.* (12), donde en 100% cascarilla se registró 3,23 cápsulas/pareja/semana; es posible que se deba al grado de descomposición que se logra en el proceso de compostaje, ya que este determina la abundancia y diversidad de los grupos microbianos (17), que conforman el alimento de las lombrices (24). El comportamiento de las lombrices en 100% de estiércol en esta evaluación resultó ser atípico, ya que

en otras evaluaciones, bajo condiciones similares de estudio, el número de cápsulas por lombriz ha sido mucho mayor (14,15,16), en datos no publicados se ha llegado a registrar más de 1 cápsula por lombriz/día. Sin embargo, este mismo estiércol al ser mezclado con los restos de palma tuvo un mejor comportamiento, (figura 4). Nogales *et al.* (21) indican que a pesar que el estiércol bovino es considerado como un "excelente" sustrato para las lombrices, este se mejora cuando es mezclado con restos de torta de olivo, subproducto de la extracción del aceite. Hernández *et al.* (10, 11) observaron igualmente que al mezclar el estiércol bovino y equino

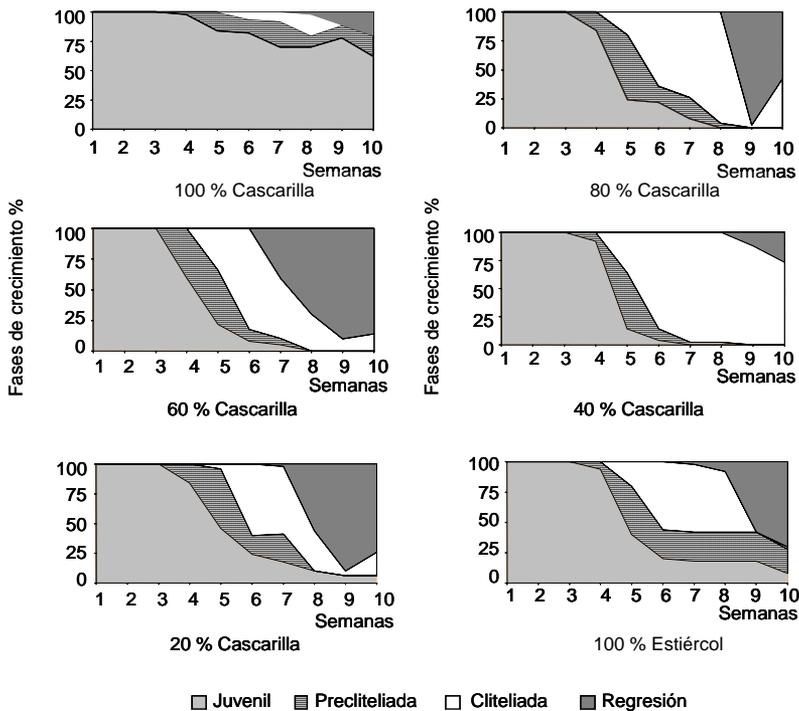


Figura 3. Efecto de las mezclas de restos de cascarilla del fruto de la palma aceitera y estiércol sobre el estado de maduración de la lombriz roja (*Eisenia andrei*).

con hojas compostadas de neem las lombrices mostraron mejores parámetros de crecimiento y de reproducción en los sustratos mezclados que en los estiércoles sin mezclar. En el cuadro 1 se observan las variables reproductivas evaluadas, para todas ellas, los mayores valores se registraron con el sustrato 60% fibra con 0,41 cáp/lom/d, con un peso de cápsula de 15,5 mg, un porcentaje de eclosión de 98% y 3 lom/cap; evaluando restos de la extracción del aceite de oliva Nogales *et al.* (21) registraron 0,43 cáp/lom/d, 80% de eclosión y 2,86 lom/cáp. Las proporciones de

mezclas de estiércol bovino con restos de cosecha afecto significativamente las etapas de crecimiento de la lombriz roja (*Eisenia andrei*), la mejor proporción fue 60% restos de palma (RP), no presentando diferencias estadísticamente significativas con la proporción de 40%. En 60% RP las lombrices comenzaron a reproducirse a la cuarta semana con un 45% de lombrices adultas, a la séptima semana el 100% de la población estaban en capacidad de reproducción (figura 5). Para todas las proporciones las lombrices ganaron peso hasta la sexta semana, después de la séptima co-

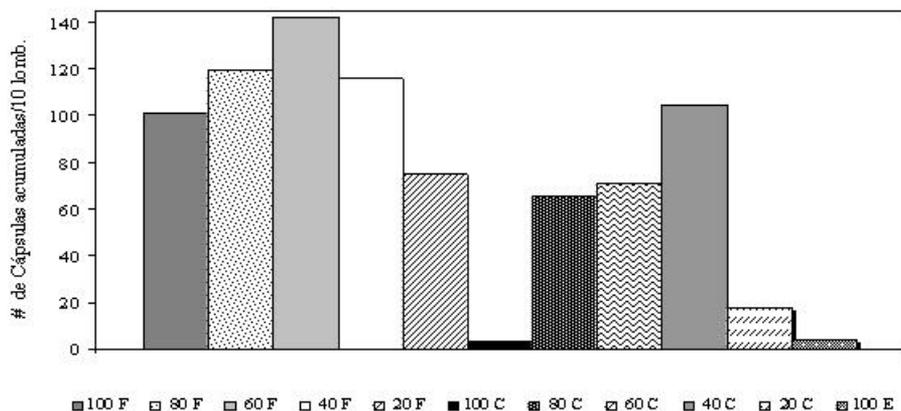


Figura 4. Efecto de la mezclas de fibra y cascarillas del fruto de palma aceitera sobre el Número de Cápsulas acumuladas en cinco semanas en la lombriz *isenia andrei*.

menzaron a perder peso (figura 6), lo que indica que independientemente de la proporción de mezcla y la calidad nutricional de los 100 g de materia seca de los substratos de alimen-

tación, estos sustentan biomasa hasta la sexta semana; en este ensayo podría inferirse que la pérdida de peso se debe a la falta de alimento, ya que en éste no se restituyó alimento, sin

Cuadro 1. Efecto de los subproductos de la industrialización de la palma aceitera (cascarilla y fibra del fruto) mezclados con estiércol bovino.

Tratamientos	Cápsulas/ Lom/día	Peso de cápsulas (mg)	% Eclósión	# lombrices/ cápsulas
100 F	0,24 ^{bc}	9,6 ^b	95 ^a	3,2 ^a
80 F	0,34 ^{ab}	11,54 ^a	92 ^a	2,7 ^a
60 F	0,41 ^a	15,4 ^a	98 ^a	3 ^a
40 F	0,30 ^{ab}	14,74 ^a	90 ^a	2,5 ^a
20 F	0,20 ^c	13,84 ^a	90 ^a	2 ^a
100 C	-	-	-	-
80 C	0,17 ^c	10,12 ^a	89 ^a	1,9 ^b
60 C	0,18 ^c	10,22 ^a	91 ^a	2 ^a
40 C	0,28 ^{abc}	13,72 ^a	90 ^a	2,3 ^a
20 C	0,05 ^d	9,12 ^b	89 ^a	2 ^a
100 E	0,01 ^d	10,87 ^b	95 ^a	3,1 ^a

Letras iguales no difieren estadísticamente ($P < 0,05$). Prueba de medias de Tukey

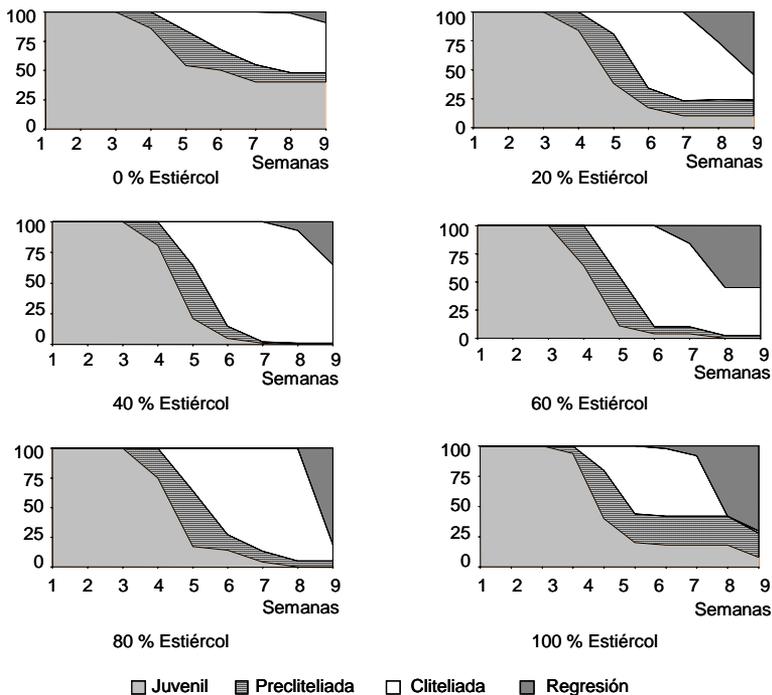


Figura 5. Efecto del contenido de estiércol en las mezclas de restos de la industrialización de la palma aceitera sobre el estado de maduración de la lombriz roja (*Eisenia andrei*).

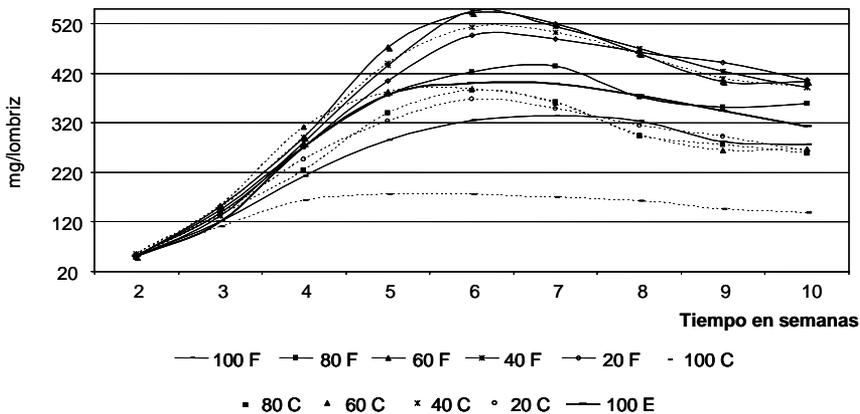


Figura 6. Efecto de la mezclas de fibra y cascarillas del fruto de la palma aceitera sobre el crecimiento de la lombriz (*Eisenia andrei*).

embargo, Domínguez *et al.* (5), observaron un comportamiento similar a pesar de que se colocó alimento semanalmente, estos probaron siete mezclas de sustratos y para todas la ganancia de peso se mantuvo hasta la cuarta semana a pesar que se encon-

traron diferencias significativas entre estas; se puede deducir que fisiológicamente la lombriz tiene un crecimiento continuo y luego independientemente de la calidad del alimento la ganancia de peso decrece.

Conclusiones

De los dos sustratos provenientes de la industrialización del aceite de Palma Aceitera, cascarilla y fibra del fruto, este último es el que le brinda a la lombriz roja *E. andrei* los

nutrimentos necesarios para completar su ciclo de vida y mostrar parámetros reproductivos adecuados. La mejor proporción de mezcla fue 60% fibra 40% estiércol de bovino.

Agradecimiento

Queremos dejar testimonio de agradecimiento a Palmeras Diana por facilitar la cascarilla y fibra del fruto; subproductos de la industrialización

de la Palma Aceitera. Al FONACIT por el cofinanciamiento No. S1-2000000792 a esta investigación.

Literatura citada

1. Adelantan plan para cultivo de la palma aceitera. <http://www.eluniversal.com/1998/10/27/27213BB.shtml> (Octubre, 1998).
2. Bollo, E. 1999. Lombricultura, una alternativa de reciclaje. Lombricultura®. República del Ecuador. 149 p.
3. Camerúm: palma aceitera, poblaciones locales y medio ambiente - Movimiento mundial por los bosques tropicales. <http://www.wrm.org.uy/boletin/47/camerum.html>. (Junio, 2001).
4. Carrere, R. Una nueva invasión verde: La palma aceitera. Movimiento mundial por los bosques tropicales - <http://www.revistadelsur.org.uy/revista117/wrm.html>. (Julio, 2001).
5. Domínguez, J., C. Edwards, y M. Webster. 2000. Vermicomposting of sewage sludge: Effect of bulking materials on the growth and reproduction of the earthworm *Eisenia andrei*. *Pedobiología*, 44:24-32
6. Elvira, C., L. Sampedro, E. Benítez, y R. Nogales. 1998. Vermicomposting of sludges from papel mill and dairy industries with *Eisenia andrei*: A pilot-scale study. *Bioresource Technology* 63:205-211.
7. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias y Fundación para el Desarrollo de las Oleaginosas. 1991. El Cultivo de la Palma Aceitera. Serie de paquetes técnicos # 9. Caracas - Venezuela.

8. García, M., F. Mariño, y S. Mato. 1999. Effect of diet on growth and reproduction of *Eisenia andrei* (Oligochaeta, Lumbricidae) reared in individual cultures. *Pedobiologia* 43:267-275.
9. Haimi, J. 1990. Grow and reproduction of the compost- living earthworms *Eisenia andrei* and *Eisenia fetida*. *Rev. Ecol. Biol. Sol.* 27(4):415-421.
10. Hernández, J.A., S. Pietroseoli, 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. *Journal of Animal Science* 82 (Supl 1):165-166 (Resumen)
11. Hernández, J.A., S. Pietroseoli, C. Contreras, R. Palma y A. Fariá. 2004. Neems (*Azadiracta indica* A. Juss.) leaves as feeding substrate for vermicomposting earthworm (*Eisenia andrei*). *Journal of Animal Science* 82 (Supl 1):165 (Resumen).
12. Hernández, J. A., C. Contreras, R. Palma, J. Sarria, y S. Pietroseoli. 2002. Efecto de los restos de cosecha de la Palma Aceitera sobre el comportamiento reproductivo de la Lombriz Roja. *Rev. Fac. Agr. LUZ* 19(4):304-311.
13. Hernández, J.A., M. Paz, y S. Valera. 2000. Efecto de los restos vegetales en la alimentación de la lombriz roja (*Eisenia* spp), bajo condiciones de clima cálido. XVI Reunión Latinoamericana de Producción Animal. Montevideo-Uruguay.
14. Hernández, J.A., N. Ramírez, B. Bracho, y A. Fariá, 1999. Caracterización del crecimiento de la lombriz roja (*Eisenia* spp.), bajo condiciones de clima cálido. *Rev. Fac. Agron. (Maracay)* 25:139-147.
15. Hernández, J.A., M. Rincón y R. Jiménez. 1997. Comportamiento de la lombriz roja (*Eisenia fetida*), bajo condiciones de clima cálido. *Rev. Fac. Agron (LUZ)* 14:387-392.
16. Hernández, J.A. y L. Roa. 1998. Efecto de tres estiércoles de animal en la capacidad de reproducción de la lombriz roja *Eisenia fetida*. *Acta Científica Venezolana* 49:209.
17. Lancen, C. 2000. Microbiología del proceso de composteo y lombricomposteo. p. 163-184. *En: Lombricultura y Agricultura Sustentable* C. Martínez y L. Ramírez (Eds.). Primera Edición. Editorial Futura México.
18. Martínez, C. 2000. Lombricultura, alternativa en la agricultura sustentable. p. 133-153. *In Lombricultura y Agricultura Sustentable*. (Eds) C. Martínez y L. Ramírez. Primera Edición. Editorial Futura México.
19. Movimiento mundial por los bosque tropicales. <http://www.wrm.org.uy/boletin/14/indonesia2.html> (Agosto, 1998).
20. Neuhauser, E., R. Hartenstein, y L. Kaplan. 1980. Growth of the earth *Eisenia foetida* in relation to population density and food rationing. *Oikos* 35:93-98
21. Nogales, R., R. Melgar, A. Guerrero, G. Lozada, E. Benítez, R. Thompson, y M. Gómez. 1999. Growth and reproduction of *Eisenia andrei* in dry olive cake mixed with other organic wastes. *Pedobiologia* 43: 744-752.
22. Ocampo Durán, A. La palma aceitera, un recurso de alto potencial para la producción animal en el trópico. <http://www.fao.org/docrep/v4440t/v4440g.htm>. (No date).
23. Reinecke J. y S. Viljoen. 1991. A comparison of the biology of *Eisenia fetida* and *Eisenia andrei* (Oligochaeta). *Fertil Soils* 11:295-300.
24. Slejska, A. 1996. Vermicomposting of wastes from paper pulp industry. http://www.vurv.cz/czbiom/clen/as/engl_verm.html, (1996).
25. Venter, J. y A. Reinecke. 1987. Can the commercial earthworm *Eisenia fetida* (Oligochaeta) reproduce parthenogenetically or by self fertilization?. *Rev. Ecol. Biol.* 24(2):157-170.