

# Efecto del proceso de secado de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) en sus características nutricionales

## *Effect of drying process of California red earthworm (Eisenia foetida) in their nutritional characteristics*

MARÍA GUADALUPE DE GYVES CÓRDOVA<sup>1\*</sup>, MARÍA DE LOURDES ADRIANO ANAYA<sup>1</sup>,  
JOSÉ ALFREDO VÁZQUEZ OVANDO<sup>1</sup>, JOSÉ ALFONSO LÓPEZ GARCÍA<sup>1</sup> Y EFRAÍN JIMÉNEZ SILVANO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Biociencias. Universidad Autónoma de Chiapas.  
Carretera a Puerto Madero Km 2.0. Tapachula, Chiapas. México. Tel y Fax (962) 6427972

\*Autor para correspondencia: Correo-e: maria.degyves@unach.mx

RECIBIDO EL 14 DE MARZO DE 2013 / ACEPTADO EL 10 DE ABRIL DE 2013

### RESUMEN

Se condujo un experimento para evaluar el efecto del método de secado sobre la composición nutricional de la harina de carne de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*). Así mismo se evaluó la adición de aceite rojo de palma como antioxidante natural; con un diseño factorial anidado 4x2 con dos tipos de secado (horno a T<sub>1</sub>= 60, T<sub>2</sub>= 70 y T<sub>3</sub>= 80 °C y T<sub>4</sub>= secado al sol cada uno con dos duraciones de secado (T<sub>1</sub>= 6 H y T<sub>2</sub>= 9H). Se determinó el contenido de humedad, cenizas, proteína, grasa total, azúcares reductores, fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente ácida (FDA). Para evaluar el efecto antioxidante se empleó un ensayo de decoloración con un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos (A= 0, B= 1000, C= 1,300 y D=1,500 rpm de aceite). El contenido de proteína en los tratamientos fue superior al 60% b.s. excepto para T<sub>1</sub>. El mayor contenido en grasa (8.9% b.s.) se obtuvo con T<sub>1</sub>T<sub>2</sub> así como los azúcares reductores que presentaron el mayor contenido (2.4% b.s.) en T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> con T<sub>2</sub>. El contenido de FAD fue superior para T<sub>3</sub> (>7% b.s.) y 5.8% para FDN EN T<sub>4</sub>T<sub>2</sub> (P<.05). El contenido de cenizas no presenta diferencias significativas entre los tratamientos ni entre los tiempos. Los tratamientos no tuvieron diferencias significativas con el uso de antioxidantes (p>.05).

**Palabras clave:** secado solar, harina de lombriz, proteína no convencional, antioxidante.

### INTRODUCCIÓN

El uso de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) en raciones para la alimentación animal puede ser una alternativa para la utilización de fuentes de proteína que no compitan con el ser humano, cuya crianza, además de ser benéfica desde la perspectiva ambiental —pues se emplean en la transformación de materia orgánica para la producción de abonos orgánicos—, resulta ser un organismo fácil de propagar y cuya harina presenta un contenido proteico de 61 a 62% b.s. (Vielma y Medina, 2006), y que además se caracteriza por tener aminoácidos esenciales tales como lisina (3.1%), fenilalanina (2.9%), leucina (13.8%), isoleucina (5.3%) y valina (3.6%) (Vielma, Ovalles, León y Medina,

### ABSTRACT

An experiment was conducted to evaluate the effect of the drying method on the nutritional composition of Californian red worm meal (*Eisenia foetida*). Also adding red palm oil as a natural antioxidant was evaluated as a natural antioxidant; factorial design nested 4x2 with two types of drying (oven at T<sub>1</sub> = 60, T<sub>2</sub> = 70, T<sub>3</sub> = 80 °C and T<sub>4</sub> = sundried each with two durations of drying (T<sub>1</sub> = 6 H and T<sub>2</sub> = 9H) . Moisture content, ash, protein, total fat, reducing sugars, neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) was determined. To evaluate the antioxidant effect of bleaching, an assay with a completely randomized design with four treatments (A = 0, B = 1000, C = 1,300 and D= 1,500 rpm oil) was used. The protein content in the treatments was greater than 60% bs except for T<sub>1</sub>. The higher fat content (8.9% db) was obtained with T<sub>1</sub>T<sub>2</sub> as well as the reducing sugars which showed the highest concentration (2.4% db) in T<sub>2</sub> and T<sub>3</sub> with T<sub>2</sub>. The FAD content was higher for T<sub>3</sub> (> 7% db) and 5.8% for FDN IN T<sub>4</sub>, T<sub>2</sub> (P <.05). The ash content does not present differences between treatments or between times. The treatments were not significantly different with the use of antioxidants (p> .05).

**Keywords:** solar drying, worm meal, unconventional protein, antioxidant

2003), tiene también un coeficiente de digestibilidad mayor al 80%, lo que la hace aún más factible de ser utilizada (García, Cova, Castro, Medina y Palma, 2009; García, 1997). Además, se caracteriza por tener contenidos interesantes de ácidos grasos esenciales, como el linoléico C18:2 (Vielma, Usubillaga y Medina, 2003), y que resulta ser un elemento indispensable en el alimento para aves para producción de carne (Rostagno et al., 2005).

La obtención de esta harina requiere de un procedimiento de deshidratación que puede ser llevado a cabo mediante secado en aire caliente, a altas temperaturas (80-100 °C) (Bolougne, Márquez, García, Medina y Cayot, 2008), o por liofilización (Vielma, Rosales D., Rosales Y. y Medina, 2008); aunque la desventaja del segundo es que eleva el costo neto de

la obtención. Independientemente del proceso de secado que se emplee, se conoce poco acerca del impacto de los mismos en el contenido nutricional del alimento. Existen estudios como el realizado por Bolougne et al. (2008) en donde se demuestra que el menor tiempo de secado de la carne de lombriz (*Eisenia andrei*) sometida previamente a un proceso de prensado (9.7 y 14.9 kg, para retirar parte del agua y acelerar el secado), hasta alcanzar la humedad de 12% lo presentaron las muestras a temperaturas de 80 y 100 °C con un tiempo de 80 y 70 minutos respectivamente, sin embargo las proteínas se desnaturalizan a estas temperaturas, por lo que concluyen que la temperatura óptima es a 60°C por 100 minutos, con el inconveniente de que en el prensado se pierden líquidos y aproximadamente 6% de proteína soluble ( Bolougne et al. 2008).

Debido a su contenido de ácidos grasos con una y más insaturaciones, la harina de lombriz es susceptible a la oxidación, lo que repercute en su calidad como alimento, ya que afecta sus propiedades nutricionales como lo reportan Vielma et al. (2003) y lo vuelve sensorialmente inaceptable, por lo que es necesario el uso de antioxidantes que prolonguen su vida de anaquel. Se ha demostrado que el extracto de aceites esenciales de orégano tiene una actividad antioxidante tan eficaz como el butil-hidroxitolueno (BHT) empleado como referencia (Olmedo, Nepote, Mestrallet y Grosso, 2009). Otro material que ha demostrado fungir como antioxidante natural es el aceite de palma (*Elaeis guineensis*), debido a que posee concentraciones deseables de  $\beta$ -caroteno (0.359 mg/g) según García et al. (2008), así como tocoferoles y tocotrienoles que se encuentran aproximadamente en una concentración de 468 ng/L (Nagendran, Unnithan, Chu y Kalyana, 2000); componentes importantes que contribuyen a la estabilidad del mismo por su demostrado potencial antioxidante.

Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de dos procesos de secado de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) sobre las características nutricionales de la harina, así como el empleo de aceite rojo de palma como antioxidante natural.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Características del sitio

El experimento se condujo en el laboratorio de investigación y docencia del Centro de Biociencias y en el Centro Experimental del mismo ubicado en camino La Pita km 5, municipio de Tapachula.

### Producción de lombrices

#### *Producción de lombrices*

Se utilizó como material biológico lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), obtenida comercialmente y cultivada en las instalaciones del campo experimental del Centro de Biociencias (CenBio) de la UNACH. Los sustratos para la fuente de alimento de la lombriz fueron cáscara de café (proveniente del beneficio seco) y estiércol de borrego (1:1 p/p), compostados por 4 semanas y colocados en tanques de 4 m<sup>3</sup>, a una razón de 1,000 lombrices por m<sup>2</sup>.

#### *Secado de las lombrices*

Después de 5 meses de cultivo se recolectaron 12 kg de lombrices adultas de los tanques y se llevaron al laboratorio de investigación del CenBio en donde se realizó un pre-lavado con agua para eliminar el residuo de la composta. Para eliminar el bolo alimenticio se colocaron las lombrices en agua por 24 h con insuflación de aire. Posteriormente se sacrificaron mediante tratamiento térmico a una temperatura de 100 °C durante 1 min (Bolougne et al., 2008).

La carne de lombriz obtenida fue sometida a uno de dos métodos de secado (Figura 1). Para el secado en horno, las lombrices se extendieron en charolas de aluminio a 0.5 cm de grosor y se introdujeron a un horno marca Felisa, modelo FE 291, a diferentes temperaturas (70, 80 y 90 °C) en tiempos de 6 y 9 h, según el diseño propuesto; para el secado solar se realizó el mismo procedimiento y se expusieron a la radiación solar al aire libre con tiempos de 6 y 9 h, registrándose una temperatura promedio de 45 °C. La biomasa fue procesada en un molino y colocada en frascos de vidrio color ámbar, para su posterior análisis.

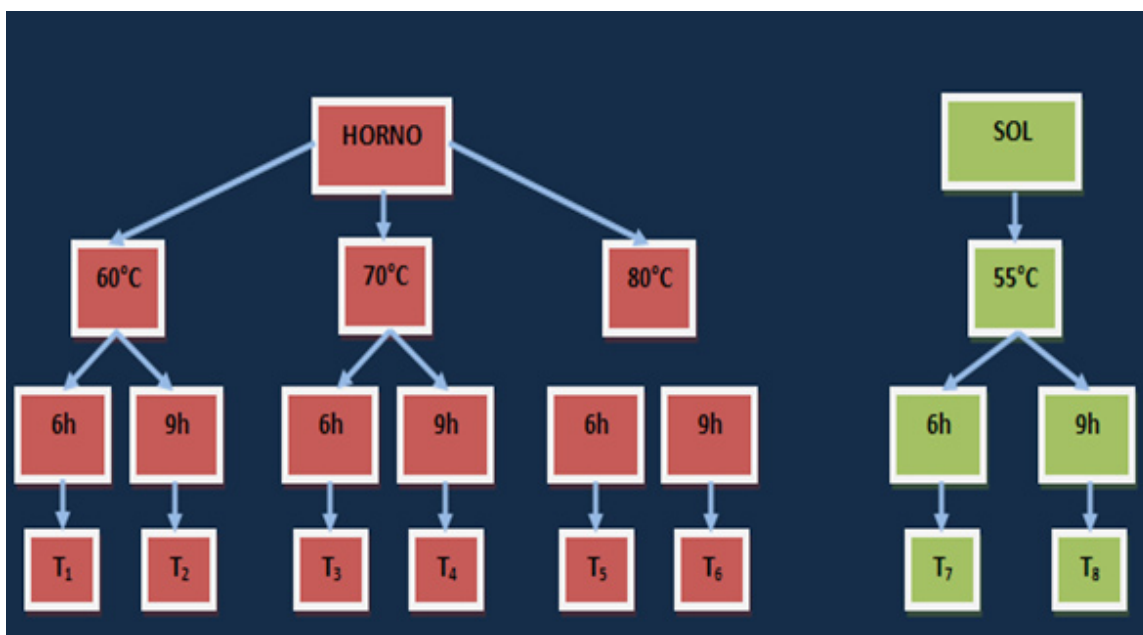


Figura 1. Matriz de los tratamientos en un diseño con arreglo factorial anidado.

## DISEÑO EXPERIMENTAL

### Variables evaluadas o de estudio

#### Composición química de la harina de lombriz

Se determinó el contenido de nitrógeno (método 981.10), grasa cruda (método 920.39), cenizas (método 923.03), y humedad (método 925.09) de acuerdo con los métodos sugeridos por la AOAC (1997). El nitrógeno fue determinado con un sistema de digestión Velp Cientific UDK 152 (*automatic steam distillation & tritration unit operation manual*), usando sulfatos de cobre y de potasio como catalizadores. El contenido de proteína fue expresado como nitrógeno multiplicado por 6.25. El contenido de grasa cruda fue obtenido por extracción con hexano durante 1 h. Las cenizas fueron calculadas como el peso de la muestra después de la calcinación a 550 °C durante 4 h. La humedad fue medida como la pérdida en peso de la muestra después de permanecer por 4 h a 110 °C en una estufa de secado. La determinación de azúcares reductores solubles se hizo mediante la hidrólisis enzimática, empleando como referencia el ácido dinitrosalicílico (DNS) por la técnica descrita por Miller.

El contenido de fibra neutro detergente (FND) se determinó por el método de Van Soest.

Para fibra ácido detergente (FAD), se determinó por el método de Van Soest y Wine (1994).

#### Adición de antioxidantes en la harina de lombriz

Para evaluar el efecto antioxidante se seleccionó el tratamiento que resultó con mayor aporte de proteína estableciéndose 4 tratamientos: T<sub>1</sub>: 1,000, T<sub>2</sub>: 1,300 y T<sub>3</sub>: 1,500 ppm de aceite por cada 1 kg de harina de lombriz y una muestra se mantuvo sin antioxidante (T<sub>4</sub>: 0 ppm) que sirvió como testigo. Como variable respuesta, se determinó actividad antioxidante mediante el ensayo de la decoloración por el atrapamiento del radical 2,2-azino-di (3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfónico) ABTS+ sugerido por Vázquez, Rosado, Chel y Betancur (2009).

#### Análisis estadístico

Para el primer experimento se usó un diseño factorial anidado 4x2 con tres réplicas, y para el segundo experimento se usó un diseño completamente al azar con 4 tratamientos con tres réplicas por tratamiento. El análisis estadístico de los datos se realizó a través de análisis de varianza, para determinar diferencias entre las medias de los tratamientos y una prueba de Tukey para la comparación múltiple entre las medias con el programa infostatmr versión 2011 profesional.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### *Composición química*

Los niveles de proteína para todos los tratamientos evaluados fueron similares (62%) a los reportados por Vielma, Carrero, Rondón y Medina (2007), y superiores (57%) a los reportados por García, D.E. et al. (2009). Sin embargo, existen diferencias significativas ( $p < .05$ ) entre los tratamientos con respecto al método y tiempo de secado ( $T_1$  y  $T_2$ ) con los niveles más bajos de proteína, aunque esto ha sido reportado por los autores Vielma et al. (2006) y Díaz et al. (2008). Al concluir el proceso de secado en estos tratamientos, la harina de lombriz presentó un contenido elevado de humedad, presentando además residuos líquidos en los recipientes de secado, mismos que pudieron haber arrastrado la proteína soluble y disminuir su contenido en la harina.

En la misma figura se puede observar que la proporción de grasa en los tratamientos evaluados supera el 7%, con diferencias significativas entre los tratamientos ( $p < .05$ ) y uno de ellos ( $T_8$ ) con 8.9%, datos que no coinciden con lo reportado por García E.D. et al. (2009) quienes reportaron valores de 4 a 5% en sus tratamientos, lo que puede explicarse por la composición de la ración para las lombrices en cultivo. El menor contenido en grasa ( $T_1$  y  $T_2$ ) podría deberse al efecto de la menor temperatura sobre los extractos hexánicos.

Los valores para el contenido de azúcares reductores en harina de lombriz con diferentes métodos y tiempos de secado, muestran diferencias significativas ( $p < .05$ ) entre los tratamientos, donde  $T_4$  y  $T_6$  muestran los porcentajes más altos. Sin embargo, Vielma y Medina (2006) encontraron contenidos superiores (8.3%).

El nivel de azúcares reductores cuantificada de los tratamientos oscilaron entre 0.9% y 1.8%, sin mostrar diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0.05$ ) (Figura 2). Para los tratamientos  $T_4$  y  $T_6$  presentaron niveles de 2.4% de azúcares reductores, siendo los tratamientos con mayor nivel, aunque todos los valores son inferiores a lo reportado por Vielma y Medina (2006).

El contenido de FDA y FDN mostraron diferencias significativas ( $p < .05$ ) entre los trata-

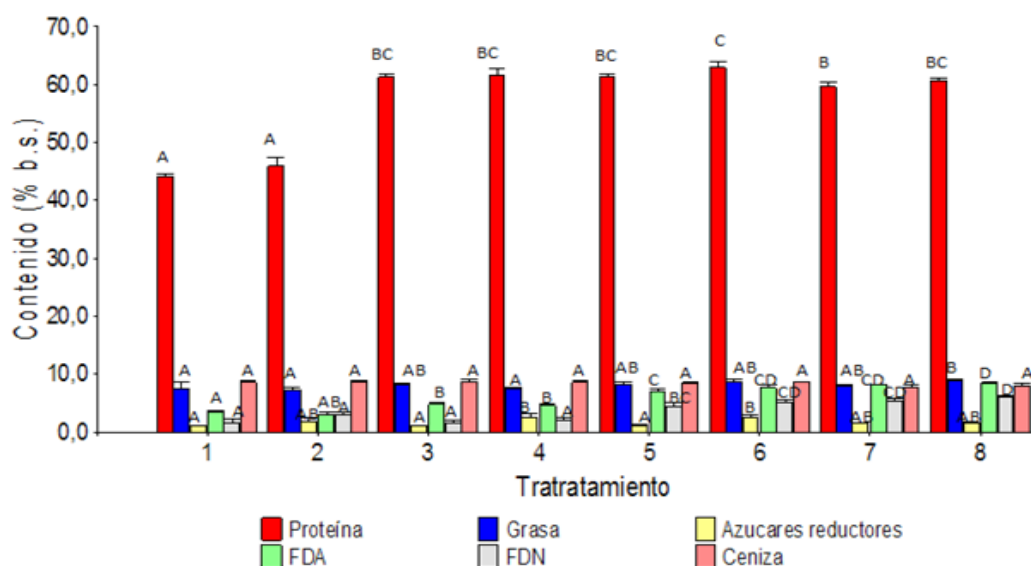
mientos que oscila entre 3 y 8%, lo cual difiere de lo encontrado por García, M.D. et al. (2005) que encontraron valores de fibra cruda total del 2%, inferior a nuestros resultados.

Los contenidos de fibra ácido detergente (FAD) cuantificada van del 3 al 8.4% sin encontrar reportes de otros trabajos hasta el momento. Los tratamientos  $T_1$  y  $T_2$  presentaron niveles muy bajos (3, 3.3% b.s.) como se muestra en la Figura 2. En los tratamientos 3 y 4 se encontraron niveles de 4.5 y 4.8% b.s. Para los tratamientos 5 y 6 los niveles fueron 7 y 7.6%, respectivamente; estos tratamientos no mostraron diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0.05$ ). En los tratamientos secados al sol  $T_7$  y  $T_8$  no se observó una diferencia significativa ( $p > 0.05$ ).

Los niveles de FND determinados estuvieron entre 1.5 y 5.8%. Sin embargo, estos valores no coinciden con lo reportado por García et al. (2009). Los tratamientos 1, 2, 3 y 4 no presentaron diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0.05$ ) con niveles que van del 1.5 al 2.0%, siendo los tratamientos con valores inferiores al 2.8% como lo reportan Díaz et al. (2008). Por sus características fibrosas de bajo valor (2% b.s.), esta harina puede ser utilizada sin restricciones para la alimentación de animales monogástricos (García et al., 2009). Los tratamientos  $T_5$ ,  $T_6$  y  $T_7$  presentan la mayor proporción de FDN que superan los valores obtenidos por García et al. (2009). El tratamiento  $T_8$  obtuvo un nivel de 5.8% siendo así uno de los tratamientos con superioridad en FDN, aunque no mostró diferencia estadísticamente significativa al tratamiento  $T_7$  ( $p > 0.05$ ) sometido al mismo método de secado.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ) entre los dos métodos de secado para los contenidos de cenizas (Figura 2), observándose que del tratamiento 1 al 6 se obtuvieron valores superiores al 8.3%, mientras los tratamientos 7 y 8 indican niveles de 7.8 y 7.9%, respectivamente; sin embargo, la cifra obtenida fue inferior a la reportada por García et al. (2008) y Díaz et al. (2008), esta variación puede deberse a los minerales asimilados durante la alimentación de las lombrices y el tipo de sustrato, tal como lo reportan Vielma R.A. et al. (2007), ya que las lombrices son biotransformadoras de desechos orgánicos (García et al., 2009).





**Figura 2.** Resultado del análisis químico (proteína, grasa, azúcares reductores, fibra detergente ácida (FDA), fibra detergente neutra (FDN) y ceniza) (% b.s.) de cuatro tratamientos de harina de lombriz *Eisenia foetida*. T1:6 0°/6h, T2:60°/9h, T3:70°/6h, T4:70°/9h, 'T1:80°/6h, 'T2:80°/9h, 'T3:sol/6h, 'T4:sol/9h. Letras distintas indican diferencias significativas (p<0.05).

Los valores para cenizas oscilaron entre 7.8 y 8.3% sin diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, resultado inferior al reportado por Díaz et al. (2008).

#### Análisis de correlación

El análisis de correlación (Cuadro 1) reveló una fuerte asociación entre el nivel de proteína, grasa, FDA y FDN con la temperatura (p<.05), pero no con el tiempo de secado, en el que únicamente están asociados los niveles de FDA (p<.05). Esto indica que la temperatura es un factor que contribuye a la modificación en los valores, mientras que el tiempo que transcurre para el secado no influye, lo cual concuerda con lo reportado por Boulogne et al. (2008) quienes reportan una temperatura de 60 °C como la óptima para el secado, con la consecuente pérdida del 6% de los valores de proteína.

**Cuadro 1.** Análisis de correlación

	Efecto temperatura		Efecto tiempo	
	Coefficientes	p-valor	Coefficientes	p-valor
Proteína	r=0.88	p<0.0001	r=0.07	p=0.7721
Grasa	r=0.62	p=0.0295	r=-0.11	p=0.6704
Azúcares r.	r=0.23	p=0.0206	r=0.84	p<0.0001
FDA	r=0.97	p=0.1082	r=-1.0	p=0.9967
FDN	r=0.68	p=0.0040	r=0.31	p=0.2134
Ceniza	r=-0.23	p=0.3504	r=0.01	p=0.9798

Las pequeñas variaciones del nivel de grasa obtenidos están relacionados con la acción de la temperatura sometida (r=0.62, p=0.0295), tal como lo indica la correlación; para el tiempo de secado no se observó ningún efecto. Para el caso de azúcares reductores, la temperatura de secado no influyó, el tiempo de secado está relacionado directamente con la variación de acuerdo con la correlación positiva (r=0.84, p<.0001), ya que al exponer más tiempo la carne de lombriz, se obtiene mayor nivel de azúcares reductores (2.4% b.s.).

#### Actividad antioxidante del aceite rojo de palma africana

No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos para la actividad antioxidante del aceite rojo de palma africana (p>.05), la cual fue disminuyendo a lo largo de las cinco semanas que fue evaluada esta variable, por lo que la vida de anaquel no se prolonga más allá de este tiempo; por ello se recomienda la búsqueda de nuevos productos naturales que puedan tener un efecto más prolongado (Figura 3).

En la primera semana se mantuvo elevada la concentración de antioxidante, esto se debió posiblemente a que la harina de lombriz contiene glicoproteína (G-90) y estas moléculas tienen propiedades antioxidantes como lo reportan

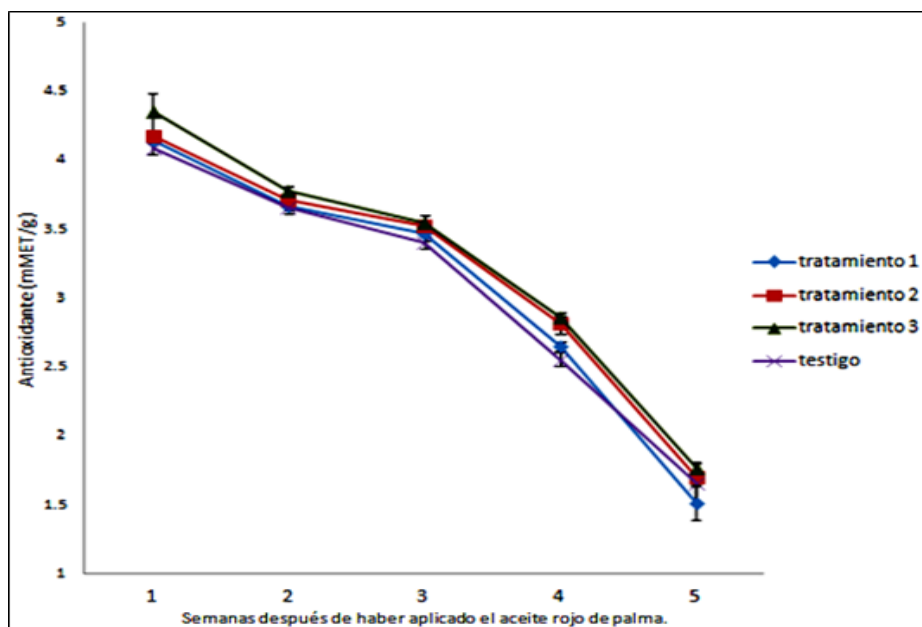


Figura 3. Comportamiento de antioxidantes (mMET/g) en la harina de lombriz durante 5 semanas.

Popovic, Grdisa y Hrzenjak (2005), que pudieron actuar como antioxidantes naturales que la protegieron de la oxidación durante un corto período de tiempo (Cova et al., 2009).

El aditivo utilizado en esta investigación mostró un resultado deficiente para prolongar la vida de anaquel, ya que durante el transcurso de las cinco semanas las moléculas de antioxidante disminuyeron para los cuatro tratamientos, de manera que avanzaba la semana la disminución de antioxidantes fue incrementándose, tal como se muestra en la Figura 3. Para mantener el valor nutritivo de los alimentos y evitar la oxidación se requiere la búsqueda de nuevos aditivos naturales para reemplazar un antioxidante sintético (García D. et al., 2008), ya que generalmente se usan los compuestos de naturaleza química (estabilizantes-preservadores y antioxidantes) (Cova et al., 2009).

## CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados, este recurso no convencional es una importante fuente de nutrientes en la alimentación animal, sobre todo por su gran aporte en proteínas. Las diferentes concentraciones de proteína, grasa, FND y FAD se encuentran condicionadas por el factor temperatura, con excepción de los azúcares reductores. La concentración de cenizas encontrada

se debe posiblemente al tipo de sustrato usado en esta investigación. El aceite rojo de palma, al ser utilizado como antioxidante natural, no mostró eficiencia para disminuir la oxidación.

## REFERENCIAS

- AOAC. Official Methods of Analysis. 1997. 17a ed. Washington, D.C. USA: Association Official Analytical Chemists.
- Badui, S. 1999. Química de los alimentos. Naucalpan de Juárez, Edo. de México: editorial Alhambra Mexicana.
- Bolougne, S.; Márquez, E.; García, Y.; Medina, A. y Cayot, P. 2008. Optimización de la operación de secado de la carne de lombriz (*Eisenia andrei*) para producir harina destinada al consumo animal. Revista Ciencia e Ingeniería. 29(2): 91-96.
- Cáceres, J.C.; Cedeño, J.L.; Taylor, R. y Okumoto, S. 2006. Elaboración y evaluación de una ración alimentaria para pollos de engorde en un sistema bajo pastoreo con insumos del trópico húmedo. Tierra Tropical. 2(2): 113-120.
- Cova, L.J.; García, D.E.; Scorza, D.; Medina, M.G.; Clavero, T.; Perea, F. y Gonzales, D. 2009. Efecto de la estrategia de conservación en la calidad nutritiva de la harina de lombriz roja (*Eisenia ssp.*) a mediano plazo. Revista de la Facultad de Agronomía. 26: 107-128.
- Díaz, D.; Cova, L.J.; Castro, A.; García, D.E. y Perea, F. 2008. Dinámica del crecimiento y producción de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida* sav.) en cuatro sustratos a base de estiércol de bovino. Agricultura Andina. 15: 39-55.
- García, M.D.; Macías, M.; Martínez, V.; Rodríguez, M.; Mastrapa, L. y Domínguez, P.L. 1997. Composición química de dos especies de lombrices de tierra (*Eisenia foetida* y *Eudrilus eugeniae*) obtenidas a partir de residuales porcinos. Rev. Comp. Prod. Porcina. 4(2)27-34. Disponible en: <http://www.Sian.info.ve/porcinos/publicaciones/rccpn/rev42/maridia> (Consultado: 15 de mayo de 2012).
- García, D.; Sandoval, J.; Saldaña, R.; Cárdenas, G.; Soplín, J.A.; Sotero, V.; Pavan, R. y Mancini, J. 2008. Fraccionamiento e interesterificación del aceite de palma (*Elaeis guineensis*) cultivado en la Amazonía peruana. Grasas y Aceites. 59(2): 104-109.

- García, D.E.; Cova, L.J.; Castro, A.R.; Medina, M.G. y Palma, J.R. 2009. Efecto del sustrato alimenticio en la composición química y el valor nutritivo de la harina de la lombriz roja (*Eisenia spp.*). FCV-LUZ. 19(1): 55-62.
- Miller, G.L. 1959. Use of Dinitrosalicylic Acid Reagent for Determination of Reducing Sugar. Analytical Chemistry. 31(3): 426-428.
- Mora, B. 2001. Nutrición animal: Concepto e importancia de la nutrición animal. 1ª ed. San José, Costa Rica: Editorial EUNED.
- Nagendran, B.; Unnithan, U.; Chu, Y. y Kalyana, S. 2000. Characteristics of red palm oil a carotene- and vitamin E- rich refined oil for food uses. Food and nutrition bulletin; 21(2): 189-19.
- Popovic, M.; Grdisa, M. y Hrenjak, T.M. 2005. Glycolipoprotein extrac (G90) from earthworm *E. foetida* exerts some antioxidative activity. Veterinarski Arhiv. 75(2): 119-128.
- Rostagno, H.S.; Teixeira, L.F.; López, J.; Gómez, P.C.; Miranda, R.F.; Clementino, D.; Soares, A. y De Toledo, S.L. 2005. Tablas brasileñas para aves y cerdos: Composición de alimentos y requerimientos nutricionales. 2ª ed. Viçosa, Brasil: Editorial UFV.
- Olmedo, R.H.; Nepote, V.; Mestrallet, M.G. y Grosso, N.R. 2009. Aceite esencial de orégano como antioxidante natural para aceite de maní. En: Zabala J.R., Reyna NB editores. XXIV Jornada Nacional de Maní. Córdoba, Argentina. 14: 53-54.
- Van Soest, P. y Wine, R. 1967. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV Determination of plant cellwall constituents. Journal Association Official Analytical Chemistry. 50: 50-55.
- Van Soest, P. 1994. Nutritional ecology of the ruminants. 2nd ed. Ithaca, USA and London, UK: Cornell University Press. 476.
- Vázquez, J.A.; Rosado, G.; Chel, L. y Betancur, D. 2009. Physicochemical properties of a fibrous fraction from chia (*Salvia hispanica* L.) Food Science and Technology. 42: 168-173.
- Vielma, R.A.; Ovalles, D.; León, A. y Medina, A. 2003. Valor nutritivo de la harina de lombriz (*Eisenia foetida*) como fuente de aminoácidos y su estimación cuantitativa mediante cromatografía en fase reversa (HPLC) y derivatización precolumna con o-ftalaldehído (OPA). Revista de la Facultad de Farmacia. 44(1): 43-58.
- Vielma, R.A.; Usubillaga, A. y Medina, G. 2003. Estudio preliminar de los niveles de ácidos grasos de la harina de lombriz (*Eisenia foetida*) mediante cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas. Revista de la Facultad de Farmacia. 45(2): 39-44.
- Vielma, R.A. y Medina, A.L. 2006. Determinación de la composición química y estudios de solubilidad en la harina de lombriz *Eisenia foetida*. Revista de la Facultad de Farmacia. 48(1): 1-7.
- Vielma, R.A.; Carrero, P.; Rondón, C. y Medina, A.L. 2007. Comparación de contenidos minerales y elementos trazas en la harina de lombriz de tierra (*Eisenia foetida*) utilizando dos métodos de secado. Revista Saber. 19(1): 83-89.
- Vielma, R.A.; Rosales, D.; Rosales, Y.; Medina, A.L. y Villareal, J. 2008. Perfil electroforético y calidad microbiológica de la harina de lombriz (*Eisenia foetida*). Revista Chilena de Nutrición. 35(3): 225-234.