

ALELOPATÍA Y SUSTANCIAS BIOACTIVAS

Selenio incorporado en material vegetal para la obtención de harina de lombriz y humus

Selenium incorporated in vegetable material for the obtaining of worm flour and compost

Ulbio Alcivar Cedeño¹, Alex Alberto Dueñas Rivadeneira¹, Ervelio Olazábal Manso² y Remigio Cortés Rodríguez²

1 Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador. Ave. Urbina y Che Guevara, Portoviejo, Manabí, Ecuador, C.P. 130105.

2 Centro de Bioactivos Químicos, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Carretera a Camajuani km 5 ½ Santa Clara, Villa Clara, Cuba. C.P. 54830.

E-mail: alduri81@hotmail.com

Resumen. Se realizó un estudio para evaluar la calidad de la harina de lombriz de tierra alimentada con la incorporación de Selenio. Se utilizaron dos grupos con tres réplicas; un alimento confeccionado de desechos vegetales esterilizados y otro con la adición de soya (5 %) como fuente de selenio. Se controló la temperatura, humedad y pH, para garantizar el óptimo crecimiento de las lombrices. La determinación Na, K, Fe, Ca, Zn, Mg, Mn, Cu, Li, Se, Hg y Pb fue realizada al procesar una muestra por cada réplica en ambos grupos para lo que fue pesado 0,5 g de cada muestra. Además, fue observada cualitativamente la calidad del humus aportado por las muestras y determinada la humedad, proteína, materia seca, lípidos, cenizas, fibra cruda y carbohidratos solubles. Los elementos Ca, Fe, Mg, Zn, Cu, Mn y Li resultaron satisfactorios debido a que tuvo concentraciones similares a la harina de lombriz convencional, lo que constituye una novedad para este tipo de producto. Igualmente presentó un alto valor de contenido en proteínas y lípidos, semejante a los alimentos convencionales obtenidos de animales. No se encontraron los metales pesados. Cabe destacar, que la utilización de los extractos de *Eisenia foetida* Savigny puede ser utilizado como suplemento en cantidades menores de 1 g por persona, lo que minimiza el riesgo por metales pesados. Así mismo el humus obtenido de lombrices alimentadas con Selenio aportó en 20 días plantas de maíz con diferencias significativas respecto a las no tratadas.

Palabras clave: análisis químico, harina de lombriz, Humus de lombriz, selenio.

ABSTRACT. A study was done to evaluate the quality of the earthworm flour fed with the addition of selenium. Two groups with three replicates were used; a food made of sterilized vegetable waste and other with the addition of soya (5%) as a source of selenium. Temperature, humidity, and pH were controlled to ensure the optimal growth of earthworms. A 0.5 g sample of both groups replicates was weighed in order to determine the amount of Na, K, Fe, Ca, Zn, Mg, Mn, Cu, Li, Se, Hg and Pb. The humus quality provided by the samples was also qualitatively analyzed, and the amount of moisture, protein, dry matter, fat, ash, crude fiber and soluble carbohydrates were determined. The amount of the elements Ca, Fe, Mg, Zn, Cu, Mn and Li was satisfactory because the flour had concentrations similar to the conventional worm flour, which is first achieved for this type of product. The amount of protein and lipid was also high similar to the conventional foods derived from animals. No heavy metals were found. Remarkably, the use of *Eisenia foetida* Savigny extracts can be used as a dietary supplement in amounts less than 1 g per person, which minimizes the risk of heavy metals. The application of humus from earthworms that were fed with a diet that contained selenium, corn plants obtained were significantly different from the untreated ones.

Palabras clave: chemical analysis, meal worm, worm, selenium.

INTRODUCCIÓN

El humus de lombriz roja de tierra *Eisenia foetida* Savigny y su harina han sido objeto de estudio, hasta la elaboración de suplementos dietéticos para el ser humano. Esta especie es

una de las más utilizadas en el cultivo intensivo o de pequeña y gran escala, bajo techo o a la intemperie, con distintos tipos de alimentos y climas.

Se ha reconocido su harina como un suplemento en la alimentación no solo animal, sino también humana (Vázquez *et al.*, 2003).

El humus obtenido es rico en enzimas y sustancias hormonales; posee un alto contenido de microorganismos, lo que lo hace superior a cualquier otro tipo de fertilizante orgánico conocido. Este producto cuando es incorporado al suelo cumple un papel trascendente al corregir y mejorar las condiciones químicas, físicas y biológicas del mismo (Restrepo, 1996, Mosquera, 2010).

Una forma de utilización de sustrato orgánico (homogéneo o heterogéneo), es mediante el lombricompostaje, biotécnica basada en la reproducción de lombrices que permite incrementar la biomasa sólida, creando a partir de esta, productos alimenticios con nutrientes que normalmente no son consumidos, así como nuevos productos de uso farmacéutico (García y Medina, 2013).

El Selenio es uno de los minerales más utilizados en los últimos dos decenios, pero su incorporación en dietas y suplemento a las lombrices no ha sido estudiado en condiciones para la producción de abono y harina de lombriz, lo que constituye el objetivo de esta investigación.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en la Universidad Técnica de Manabí, Ecuador. La lombriz de tierra *E. foetida* se alimentó durante cuatro meses semanalmente, con un sustrato formado por hojas de árboles dentro de un cantero techado formado por seis cubículos (tres para cada tratamiento) de 1 m de largo, 1 m de ancho y 0,6 m de profundidad; donde 0,15 m del fondo inclinado fue cubierto por bloques de arcilla (16 x 20 x 15 cm) con una cubierta de fibra de polietileno para permitir el drenaje. La parte superior del cantero fue protegido por una armazón de madera y tela fina de alambre, encima se colocó una cubierta de polietileno para protección de las aves y la conservación de la humedad en función de los riegos diarios.

Se alimentaron dos grupos de tres réplicas cada uno; uno a base de un alimento confeccionado de

desechos vegetales esterilizados y otro con el mismo alimento más soya (5 %) como fuente de selenio. A este compostaje se le controló la temperatura, humedad y pH, para garantizar el óptimo crecimiento de las lombrices.

De cada réplica fueron seleccionadas aleatoriamente 300 lombrices, las que después de lavadas profusamente con agua potable (para limpiarlas exteriormente), se dejaron durante 24 horas en una bandeja con dos papeles de filtro húmedos de un tamaño adecuado al recipiente, uno por debajo de las lombrices y otro por encima. Posteriormente fueron tapadas con otra bandeja de similar medida para producir condiciones de oscuridad. La temperatura en el laboratorio fue 25 °C y la humedad de 75 %. Después del beneficio fueron lavadas con abundante agua y colocadas en refrigeración a 0 °C durante 12 h antes de ser sacrificadas (Cova *et al.*, 2009). Después de descongeladas y colocadas en una bandeja de cristal que se introdujo dentro de una estufa con aire forzado a 50 °C durante 24 h para obtener un producto con el uso de un mortero hasta lograr un polvo fino. Este polvo pasó por un tamiz 0,315 mm de acero inoxidable para obtener un tamaño uniforme de partículas.

La evaluación se realizó por absorción atómica en un Espectrofotómetro de absorción atómica "Pye Unicam", modelo SP9, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas para la determinación de los elementos Na, K, Fe, P, Li, Mn, Zn, Cu, Mg, Ca, Se y Hg.

Se procesó una muestra por cada réplica en ambos grupos de la siguiente manera:

En la determinación de los elementos Na, K, Fe, Ca, Zn, Mg, Mn, Cu, Li, Se, Hg y Pb se pesaron y digirieron 0,5 g de cada muestra siguiendo los procedimientos utilizados con anterioridad (AOAC, 1999).

Los niveles de Ca, Mg, Na, K, Fe, Li, Mn, Zn, Se y Cu fueron determinados mediante el uso del método de Análisis por Inyección de Flujo-Espectrometría de Absorción Atómica (FIA-EAA) (Burguera *et al.*, 1986). La determinación de Hg fue realizada por

Generación de Vapor Frío con detección por Espectroscopia de Absorción Atómica y la de Pb fue por Espectroscopia de Absorción Atómica con Atomización Electrotérmica (ETAAS). El contenido de P fue analizado a través de la espectroscopia UV/visible siguiendo la metodología establecida para los mismos (AOAC, 1999).

Los extractos fueron también procesados para conocer sus componentes (proteínas, humedad, cenizas, lípidos y carbohidratos) utilizando un digestor eléctrico (Vapodest, Gerhardt, de procedencia alemana) mediante el método de la *Association of Official Analytical Chemistry* (AOAC, 1999). Para la cuantificación de los lípidos se utilizaron 5 g de cada muestra, los que fueron colocados en una solución de éter. Esta mezcla fue sometida a extracción con un extractor de grasas (Extractor solvent SER 148, Velp Scientific, EUA), hasta su consumo. Una vez terminado el proceso se evaporó el solvente y por diferencia de peso fue calculada la concentración de lípidos.

La humedad se obtuvo utilizando una mufla (Nabertherm, de procedencia Alemana). A partir del peso final e inicial se obtuvo el porcentaje de cenizas. Conjuntamente se realizó la determinación de proteínas (Kjeldahl) y grasas (Soxhlet) (AOAC, 1999). Para la evaluar la fibra cruda se utilizó el método por digestión *in vitro* (ácido-básico), la humedad fue por el Método de Karl-Fisher (USP, 2007) y los carbohidratos solubles se calcularon

por diferencia (composición centesimal).

Para la comparación entre los vermicompost obtenidos de ambos tratamientos se añadieron al suelo en proporción de 4 t/ha (Casanova *et al.*, 2000) a canchales mezclados con suelos pardos en casas de producción protegida. Se sembró maíz y las plantas fueron evaluadas en altura y longitud del sistema radical a los 20 días de iniciada su brotación. Los datos fueron anotados y posteriormente comparados estos parámetros.

Los datos se expresaron como (media \pm DE) de tres repeticiones y posteriormente fueron sometidos a una forma de análisis de varianza (ANOVA). Los promedios fueron procesados por la prueba múltiple de Duncan utilizando STATGRAPHICS Centurión XV Versión 15.2. 14. Los valores se consideraron estadísticamente significativos para $p < 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La composición química de los extractos secos de la *E. foetida* presentan un alto valor nutricional, debido a que el contenido de proteínas es semejante a los alimentos convencionales obtenidos de animales y además un alto contenido de lípidos de gran importancia porque dentro de ellos hay lípidos monoinsaturados y poliinsaturados que pueden tener un significado fundamental en las propiedades farmacológicas de la harina de *E. foetida* (Tabla 1).

Tabla 1. Composición química de la harina de *Eisenia foetida* criada con sustrato enriquecido con selenio (HLS), sin selenio (HLA) y reportada en la literatura (HLB)

PARAMETROS/UM	HLS		HLA		HLB	
	%	DE	%	DE	%	DE
HUMEDAD	10,87a	0,31	10,50a	0,30	10,58a	0,16
MATERIA SECA	21,63a	0,42	21,30a	0,56	21,51a	0,21
PROTEÍNAS	63,30a	0,95	62,40a	1,11	62,67a	1,03
LIPIDOS	8,14a	0,21	8,10a	0,30	7,98a	0,23
CENIZAS	11,16a	0,05	11,00a	0,07	11,03a	0,06
FIBRA CRUDA	2,47a	0,15	2,33a	0,21	2,18a	0,15
Carbohidratos solubles	7,00a	0,56	7,07a	0,25	7,20a	0,30

Leyenda: HLS= Harina de *E. foetida* criada con un sustrato enriquecido con Se, HLA= Harina de *E. foetida* criada en un sustrato sin selenio, HLB = Harina de *E. foetida* reportada en la literatura. DE= Desviación estándar, a = Letras iguales en la misma fila no difieren $p < 0,05$

Los resultados obtenidos en el análisis de minerales (Tabla 2) se refieren al producto seco obtenido del producto deshidratado de *E. foetida* donde se aprecia, respecto a los elementos Ca, Fe, Mg, Zn, Cu, Mn y Li encontrados en el extracto, que los resultados son satisfactorios cuando se les comparó con los publicados por otros investigadores, debido a que tuvo concentraciones similares a la harina de lombriz convencional.

Se debe destacar que en la harina obtenida de *E. foetida* alimentada con harina de soya se obtuvieron niveles de selenio aceptables para la misma, lo que constituye una novedad para este tipo de producto, debido a que solo se reportan vestigios de este elemento en la literatura consultada, sin definir el contenido real.

Al evaluar los metales pesados investigados Pb y Hg no se encontraron en las muestras analizadas. Esto pudo deberse al tipo de alimento utilizado o a las cantidades presentes en el extracto que pudieron estar por debajo del límite de detección del equipo (Tabla 3). Ha sido reportado en trabajos anteriores que la *E. foetida* obtiene los metales pesados del suelo, aunque generalmente se detectan en cantidades bajas cuando estos no tienen una presencia alta en el sustrato donde se encuentran (Bade *et al.*, 2012). No obstante, las crías

mantenidas artificialmente en condiciones de laboratorio pueden considerarse seguras para su utilización en la obtención de extractos con fines de productos biofuncionales. Por otro lado, cabe destacar, que la utilización de los extractos de *E. foetida* sería como suplemento biofuncional, utilizado en cantidades menores de 1 g por persona, lo que minimiza el riesgo toxicológico, por contaminación de estos elementos.

Cuando se midieron las plantas de maíz con 20 días de sembradas, se apreció que las mismas tuvieron diferencias significativas entre sí, con alturas y longitudes diferentes en su sistema radical, lo que pone en evidencia las potencialidades del Selenio incorporado en la dieta (Tabla 4).

Estos resultados muestran que se puede utilizar el Selenio tanto como suplemento biofuncional en dieta a personas como para mejorar el factor crecimiento en las plantas.

CONCLUSIONES

1. En las harinas de lombriz y humus tratados con selenio los valores de Ca, Fe, Mg, Zn, Cu, Mn y Li estuvieron en concentraciones similares a la harina de lombriz convencional.

Tabla 2. Contenido de los elementos Na, K, Ca, Fe Mg, Zn, Cu, Mn, Li, Se, Pb y Hg en la harina de *E. foetida* criada con sustrato enriquecido con selenio (HLS), sin selenio (HLA) y reportada en la literatura (HLb) mg/kg de materia seca

Metales	HLS		HLA		HLb	
	MEDIA	DE	MEDIA	DE	MEDIA	DE
K	942,19a	2,03	941,54a	4,18	940,93a	7,40
Na	642,82a	5,09a	645,08a	4,97	641,62a	2,56
P	501,83a	3,03	498,96a	3,14	500,74a	2,64
Ca	211,54a	2,51	210,53a	2,51	212,77a	2,51
Fe	106,46a	1,06	105,45a	1,06	107,69a	1,06
Mg	94,52a	0,89	93,42a	0,89	95,66a	0,89
Zn	4,23a	0,10	4,15a	0,46	4,51a	0,11
Cu	1,48a	0,04	1,30a	0,03	1,45a	0,03
Mn	4,73a	0,08	4,48a	0,08	4,74a	0,08
Li	0,72a	0,03	0,66a	0,03	0,76a	0,03
Se	0,05a	0,003	b-	-	b-	-

DE= Desviación estándar, a, b = Letras diferentes en la misma fila difieren $p < 0,05$

Tabla 3. Contenido de minerales en la soya utilizada como suplemento de la dieta de *Eisenia foetida*. mg/100g de materia seca

Metales	MEDIA
Ca	211,54
Cu	1,48
Fe	106,46
K	942,19
Li	0,72
Mg	94,52
Mn	4,73
Na	642,82
P	501,83
Se	0,060
Zn	4,23

Tabla 4. Altura y longitud del sistema radical en las plantas *Zea mays* a los 20 días de tratadas (medidas en cm)

Medida	Suelo con humus tradicional	Suelo con humus con Selenio
	MEDIA a	MEDIA b
Altura	15,2	16,7
	14,6	17,8
	15,3	18,0
	15,2	17,3
Longitud Raíz	6,7	7,8
	6,4	8
	6,8	7,6
	6,6	8,1

DE= Desviación estándar. **a, b** = Letras diferentes en las columnas difieren $p < 0,05$

2. En las harinas y humus de lombriz obtenidos del tratamiento donde se utilizó la dieta con selenio no se encontraron los metales pesados.

3. La utilización de los extractos de *Eisenia foetida* Savigny puede ser utilizado como suplemento en cantidades menores de 1 g por persona, lo que minimiza el riesgo por metales pesados.

4. El humus obtenido de lombrices alimentadas con Selenio aportó en 20 días plantas de maíz con diferencias significativas respecto a las no tratadas.

BIBLIOGRAFÍA

1. AOAC (Association of Official Analytical Chemistry): *Official Methods of Analysis of the*

- A.O.A.C.16. Ed. Arlington, V.A., USA. Pp. 17-43, 1999.
2. Bade, R.; S. Oh; W.S. Shin: Diffusive gradients in thin films (DGT) for the prediction of bioavailability of heavy metals in contaminated soils to earthworm (*Eisenia foetida*) and oral bioavailable concentrations. *Sci Total Environ*, 416 (1):127-136, 2012.
3. Burguera, M.; J. Burguera; O. Alarcón: Determination of copper, zinc and iron in parotid saliva by flow injection with flame atomic absorption spectrophotometry. *At. Spectros*, 7, 79-81. 1986.
4. Casanova Morales, A.; O. Gómez; M. Hernández; M. Chailoux; T. Depestre; F. Pupo; J. Hernández; V. Moreno; M. León; A. Igarza; C. Duarte; I. Jiménez; R. Santos; A. Navarro; A. Marrero; H. Cardoza; F. Piñeiro; N. Arozarena; L. Vilariño: Manual para la producción protegida de hortalizas. Edit. Iih "Liliana Dimitrova", La Habana, Cuba. 2000, 113p.
5. Cova, L.; J. García; D.E. Scorza; J.V. Medina; M.G. Clavero; T.F. Perea: Efecto de la estrategia de conservación en la calidad nutritiva de la harina de la lombriz roja (*Eisenia spp.*) a mediano plazo. *Rev Fac Agron (LUZ)*, 26:107-128, 2009.
6. García González, I.A. y R.M. Medina: Alimento alternativo a partir de lombriz *Eisenia foetida* generada en esquema productivo de RSO mediante lombricompostaje. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 10: 2-13, 2013.
7. Mosquera, B.: Abonos orgánicos: Protegen el suelo y garantizan alimentación sana. Manual para elaborar y aplicar abonos y plaguicidas orgánicos. Fondo para la Protección del Agua-FONAG, USAID, USA. 2010, 25 p.
8. Restrepo, J.: Abonos orgánicos fermentados. Experiencias de Agricultores de Centroamérica y Brasil. 1996. En sitio web: <https://bocashi.files.wordpress.com/2010/10/abonosorganicosfermentados.pdf> consultado el 25 de octubre 2013.
9. USP (The United States Pharmacopeia): *U.S. Pharmacopeial Convention, Inc.* 30th ed. Rockville, MD. USA. 2007.
10. Vázquez Vázquez, C.; E. Salazar Sosa; H.I. Trejo Escareño; J. Cruz Rodríguez; A. Gallegos Ponce (et al.): Abonos Orgánicos y Plásticultura. Edit. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, COCyTED, Durango, México. 2003, 233 p. ISBN: 968-6404-63-5.

Recibido:04/06/2014

Aceptado:16/03/2015