

EVALUACION DE METALES PESADOS EN LA MEZCLA BIOSÓLIDO-CASCARA DE NARANJA

Cruz Ramales Silvia *¹, Ramírez Perucho Adolfo ¹, Torres López Diana. ¹, Coyotl
Castillo Ana Claudia ¹, Silveti Loeza Ángel ¹.

¹UTP, Carrera de Tecnología Ambiental, Antiguo Camino a la Resurrección 1002-A, Zona Industrial, fax 012222829882, Puebla, Mex.; ramales68@yahoo.com

RESUMEN

Las grandes ciudades del mundo, e incluso las pequeñas, tienen el problema de la eliminación de los residuos sólidos urbanos. Entre éstos, el lodo residual, los residuos de casa habitación y mercados.

La reducción de los biosólidos y residuos de casa habitación y la producción de lombrices pueden considerarse como una alternativa para la producción de abono orgánico para la agricultura. Con esta medida, se reduce el impacto sobre el medio ambiente.

Por lo que, en este trabajo, se propone utilizar la técnica de lombricultura para el reciclaje de biosólidos y desechos domiciliarios, como es la cáscara de naranja en conjunto con la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), para la obtención de humus de lombriz. Ésta última puede transformar una gran cantidad de desechos, siempre y cuando estén presentes ciertos requerimientos básicos, como temperatura, humedad y aireación.

Los parámetros evaluados durante el proceso de degradación por lombricultura son: cobre, níquel, zinc y plomo a los que se les dio seguimiento por seis meses, los resultados obtenidos se compararon con las especificaciones de humus de lombriz y de acuerdo a los resultados obtenidos el abono puede ser utilizado como abono orgánico en cultivos forestales y ornamentales

El objetivo del presente trabajo fue: Evaluar que los productos obtenidos del proceso de lombricultura en las mezclas de biosólidos-

cáscara de naranja, en diferentes porcentajes, cumplan con las especificaciones de humus de lombriz, con la finalidad de que el humus sea utilizado como abono orgánico.

Palabras clave: Lombricomposta, humus de lombriz, abono orgánico, biosólidos

INTRODUCCION

La lombricultura, tiene por objeto la reconversión de residuos biodegradables transformándolos en fertilizantes orgánicos. Se utiliza la lombriz roja californiana para realizar este proceso de transformación, las lombrices ingieren todos los residuos y pasan por su tracto digestivo, sus excreciones se convierten en "lombricomposta" o "humus de lombriz", siendo este el fertilizante orgánico de mayor importancia en el reino vegetal. El humus de lombriz, es inodoro, parecido a la borra del café. La cría y reproducción de las lombrices rojas californianas se efectúa en cunas apropiadas de materiales diversos, el alimento para las

lombrices puede ser a base de diferentes tipos de estiércoles de animales, pastos, forrajes secos, biosólidos generados de las plantas de tratamiento de aguas residuales y residuos orgánicos en general debidamente composteados. Con esta actividad, se genera el desarrollo sustentable de los recursos naturales y al mismo tiempo un producto económicamente rentable, que debe ser manejado con criterios y normas uniformes de producción.

El humus de lombriz, es un abono rico en hormonas, sustancias producidas por el metabolismo secundario de las bacterias, que estimulan los procesos biológicos de la planta.

Las características del humus dependen de la composición del sustrato con que se alimenta la lombriz. Dentro de los elementos nutritivos que se deben monitorear en la lombricomposta están el pH, conductividad eléctrica, materia orgánica, nitrógeno total, relación C/N, calcio, magnesio, potasio, fósforo, hierro, cobre, zinc, manganeso, cadmio, plomo, arsénico, mercurio, níquel y cromo. El humus debe ser soluble en agua, de esta manera se garantiza que los elementos nutritivos lleguen a las plantas. Si el humus presenta metales pesados, su empleo no será recomendado en cultivos destinados al consumo humano, sólo se utilizará en cultivos forestales y ornamentales.

En el estado de Puebla, se encuentran 82 plantas de tratamiento de aguas residuales en operación. Comúnmente, estos residuos sólidos son incinerados o llevados a

rellenos sanitarios. Debido a esta práctica, se ha generado contaminación a los mantos freáticos y/o contaminación atmosférica. Una de las características comunes en los biosólidos es la alta concentración en macronutrientes (Nitrógeno, Fósforo, Materia Orgánica) pero también cuenta con una cantidad alta en patógenos (*Salmonella*, *huevos de helminto*, *Coliformes fecales*), metales pesados, además de la alta concentración de olor y la atracción de vectores (1). Existen diversas técnicas de estabilización de los biosólidos, estabilización alcalina, digestión anaerobia, digestión aerobia, composteo (2). Otra manera de estabilizar el biosólido es por medio del lombricomposteo que se realiza a base de lombrices (*Eisenia andrei*, *Eisenia fétida*) generando humus que incrementa la materia seca de los cultivos, el crecimiento de la raíz y la parte alta de la planta.

Además, tiende a disminuir la concentración de metales pesados, olores y patógenos. Este producto denominado lombricomposteo permite aumentar la disponibilidad de los nutrientes para las plantas. El uso de las plantas de tratamiento, para sanear el agua de la ciudad de Puebla, genera un problema. Este problema son los lodos generados al finalizar el tratamiento del agua residual. Este proceso genera una pregunta, ¿Qué hacer con los lodos generados en las plantas de tratamiento en esta ciudad de Puebla?

El dar respuesta a esta pregunta, permitió investigar la concentración de metales pesados en los lodos y la combinación de la mezcla de cáscara de naranja con biosólidos, usando el proceso de lombricultura para obtener abono orgánico

OBJETIVO.

Evaluar, que los productos obtenidos del proceso de lombricultura en las mezclas de biosólidos-cáscara de naranja, en diferentes porcentajes, cumplan con las especificaciones para los metales: Cobre, Plomo, Níquel y Zinc, con la finalidad de que el humus sea utilizado como abono orgánico.

METODOLOGIA

Los sustratos evaluados fueron cáscara de naranja y biosólidos. El experimento se realizó en cajas de madera con dimensiones de 0.25 m. de ancho por 0.50 m de largo y 0.20 m. de altura. Se seleccionaron cinco tratamientos, los cuales se efectuaron por triplicado, dando un total de 15 cajas. La composición de cada proceso, se hizo de acuerdo a diferentes porcentajes, como se indica en la tabla 1.

Tabla 1. Composición de los tratamientos

Biosólido	Cáscara de naranja
0 %	100%
25 %	75%
50 %	50%
75 %	25%
100 %	0%

Cada caja tiene una superficie de 0.125 m². De acuerdo a estudios realizados, en un m², se recomienda sembrar 2000 lombrices, por lo que para el experimento, se sembraron en cada caja 250 lombrices. También, establece el estudio, que en un m², es posible colocar 120 Kg de los sustratos a tratar, por lo que en cada caja, se colocaron 15 kg de sustrato, el cual se proporciono en dos etapas. El tiempo estimado para realizar la degradación de los sustratos por las lombrices fue de tres meses, de esta manera al inicio del experimento se colocaron 7.5 Kg y al cabo de 45 días se agregaron los 7.5 Kg restantes.

La cáscara de naranja fue recolectada de los negocios

aledaños a la universidad donde se venden jugos durante dos semanas.

Los biosólidos fueron recolectados de la planta de tratamiento Alseseca sur ubicada en San Francisco Teotimihuacan.

La cantidad recolectada para todo el experimento fue de 225 Kg de los cuales, 112.5 Kg corresponden a cáscara de naranja y 112.5 Kg. de biosólido.

Precomposteo de la materia prima

Antes de iniciar la siembra, se efectuó una prueba de sobrevivencia de las lombrices rojas californianas. Se colocaron 5 lombrices, en un vaso de precipitados por 24

horas. Esta prueba, se realizó en los cinco porcentajes propuestos. Sin embargo, los resultados observados fueron la muerte de las mismas, en ambos casos, por lo que fue necesario, realizar un precomposteo de los sustratos estudiados.

La cáscara de naranja al inicio de experimento tuvo un pH de 5.33 y el del biosólido el pH al inicio fue de 6.6.

En la etapa de precomposteo, se colocaron 56.25 Kg de cáscara de naranja y 56.25 de biosólido, de acuerdo a los diferentes porcentajes seleccionados por triplicado y se inicio el precomposteo por dos meses.

Durante este tiempo se midió pH, temperatura, conductividad y se agregó agua para mantener la humedad. Este mismo procedimiento se repitió para la segunda etapa

Obtención del humus de lombriz

Después de dos meses de precomposteo, se realizó nuevamente la prueba de sobrevivencia de las lombrices en los diferentes porcentajes por 24 horas, posteriormente, se observo la sobrevivencia de las mismas por lo que se procedió a sembrar en cada caja 250 lombrices

Al sembrar las lombrices comienza la etapa de lombricomposteo, donde las lombrices convertirán los residuos en humus de lombriz. Después de 45 días, se colocaron nuevamente 56.25 Kg de cáscara de naranja y 56.25 Kg de biosólido y se dejo por 45 días más, manteniendo las mismas condiciones.

Durante los 90 días que duró la etapa de lombricomposteo, se monitoreo cobre, plomo, zinc, níquel. También, se estuvo regando para mantener la humedad,

Se continuó con el experimento, el cual se identificó como etapa de seguimiento del producto por 90

días más. Durante este tiempo no se dio comida a las lombrices y se continuó realizando los análisis ya mencionados.

Los resultados obtenidos, serán comparados con el proyecto de norma NMX-FF-109-SCFI-2008, donde se indica las especificaciones que debe cumplir el humus de lombriz.

RESULTADOS DE METALES PESADOS.

Para efectos de la norma NOM-FF-109-SCFI-2008, (Humus de lombriz.- Especificaciones), el humus de lombriz debe estar libre de metales pesados de carácter tóxico, que resulten nocivos para el hombre, animales o el ambiente y que pudieran estar

presentes en el producto obtenido.

Este trabajo, se realizó por seis meses y los metales que se analizaron fueron cobre, plomo, níquel y zinc.

- **Cobre**

Durante la etapa de lombricomposteo, se observó que el tratamiento de 0% de biosólido tenía un pH de 8.86, lo cual afecta el desarrollo de la lombriz, por lo que se suspendió el experimento para este tratamiento a los dos meses aproximadamente.

En la etapa de seguimiento del producto, se observó que el cobre bajó considerablemente sus niveles.

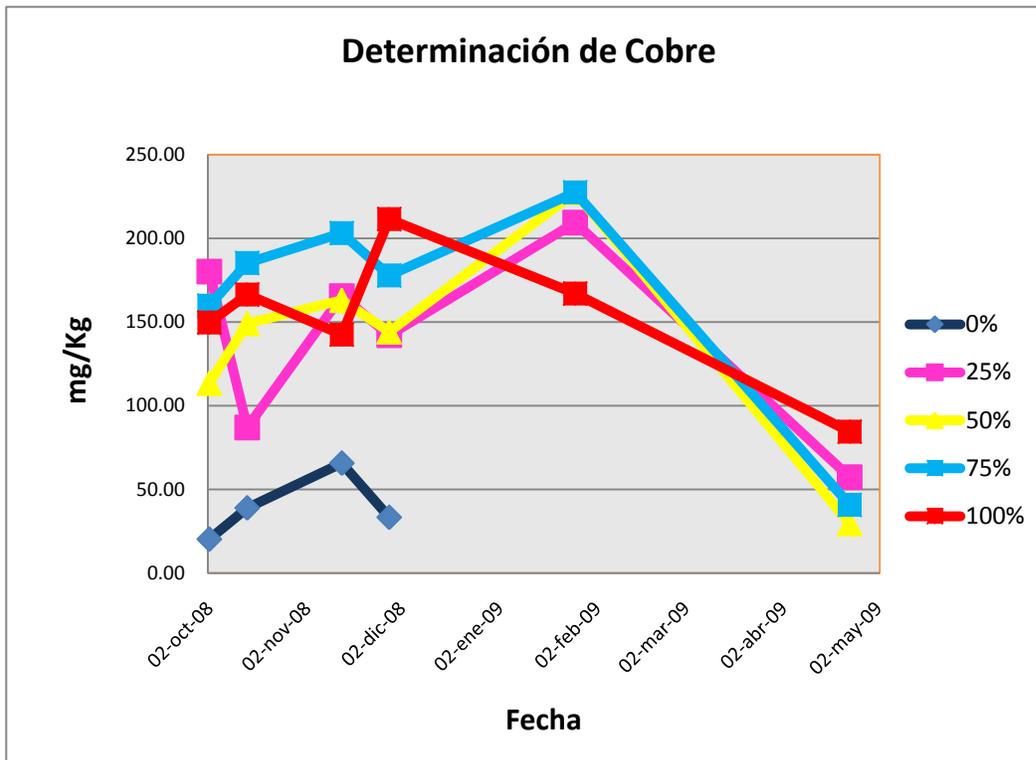
En La tabla 2, se muestran los resultados de cobre obtenidos en las diferentes etapas del experimento.

Tabla 2. Determinación de Cobre (mg(Kg) en mezclas de biosólido-cáscara de naranja.

Fecha	0%- 100%	25%- 75%	50%- 50%	75%- 25%	100%- 0%
02-oct-08	20.30	180.15	113.47	159.78	149.77
14-oct-08	38.96	86.94	149.15	185.25	166.34
13-nov-08	65.67	165.39	163.06	203.05	142.52
28-nov-08	33.36	142.08	144.20	177.84	211.41
26-ene-09		209.33	227.47	227.40	167.08
23-abr-09		57.31	29.62	40.79	84.50

Etapa de
Lombricomposteo

Etapa de
seguimiento del
producto



Gráfica 1. Determinación de Cobre

De la gráfica 1, se observa que todos los tratamientos al final del experimento tienen valores por debajo de 100 mg/Kg, cumpliendo con las

especificaciones de la norma de humus de lombriz, la cual establece, que el producto resultante debe tener una

concentración máxima de cobre de 100 mg/Kg.

- **Zinc**

La tabla 3, muestra los resultados de zinc, el tratamiento de 0% biosólido se

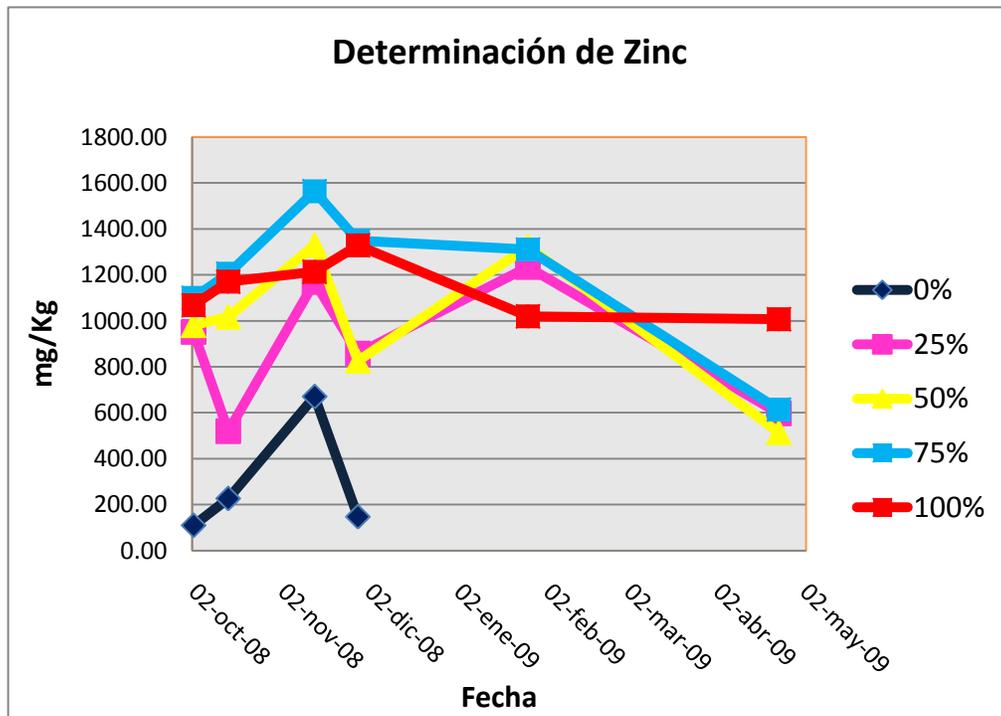
suspendió, los demás tratamientos bajaron los niveles de zinc a excepción del tratamiento de 100% biosólido, el cual se mantuvo sin variación.

Tabla 3. Determinación de Zinc mg/Kg en mezclas de biosólido-cáscara de naranja.

Fecha	0%-100%	25%-75%	50%-50%	75%-25%	100%-0%
02-oct-08	110.10	951.30	980.60	1099.50	1067.80
14-oct-08	226.70	519.10	1017.10	1205.00	1170.20
13-nov-08	670.10	1169.20	1329.60	1563.60	1213.30
28-nov-08	147.50	857.30	826.30	1349.40	1328.20
26-ene-09		1234.00	1323.30	1309.70	1018.90
23-abr-09		597.10	514.00	613.60	1006.40

Etapa de Lombricomposteo

Etapa de seguimiento del producto



Gráfica 2. Determinación de Zinc

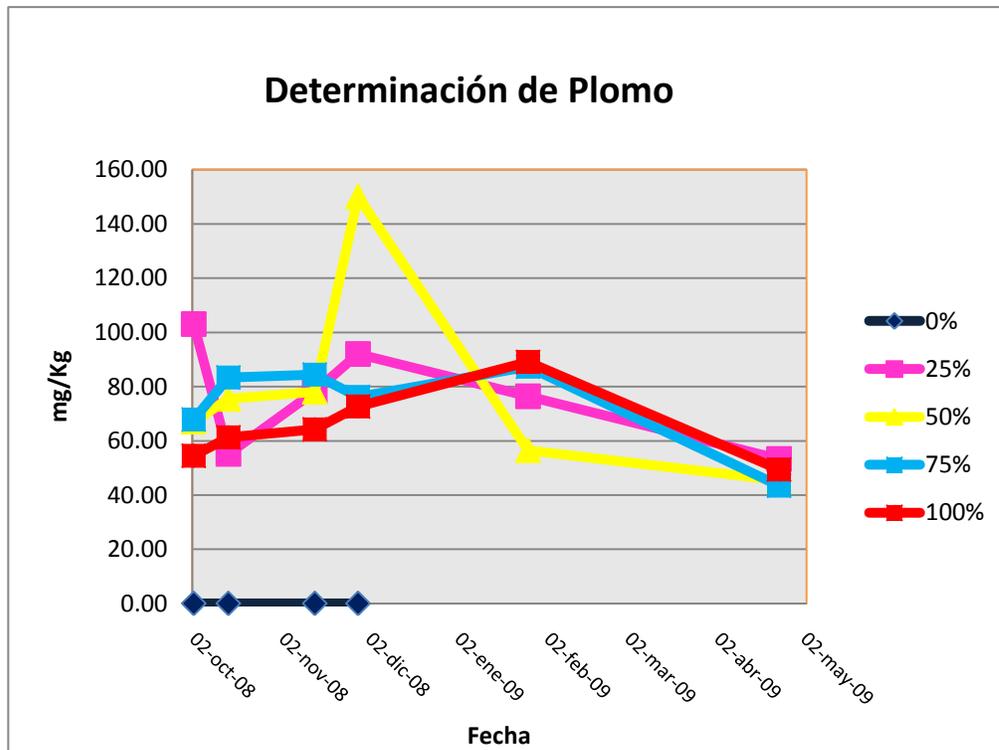
De la gráfica 2, se observa, que todos los tratamientos al final de experimento tienen valores por arriba de 200 mg/Kg, no cumpliendo con las especificaciones de la norma de humus de lombriz, la cual establece, que el producto resultante para poder ser utilizado debe tener una concentración máxima de zinc de 200 mg/Kg.

- **Plomo**

En la tabla 4, se muestran los resultados de plomo. El tratamiento de 0% biosólido se suspendió, los demás tratamientos bajaron los niveles de plomo, la variación más pequeña se encuentra en el tratamiento de 100% biosólido, el cual tiene un valor de 54.47 mg/Kg al inicio del lombricomposteo y al final de 49.45 mg/Kg, manteniéndose prácticamente sin variación.

Tabla 4. Determinación de Plomo (mg/Kg) en mezclas de biosólido-cáscara de naranja.

Fecha	0%-100%	25%-75%	50%-50%	75%-25%	100%-0%	
02-oct-08	N.D	103.03	67.06	67.88	54.47	Etapa de Lombricomposteo
14-oct-08	N.D	55.24	75.47	83.38	61.34	
13-nov-08	N.D	78.13	78.07	84.41	64.27	
28-nov-08	N.D	92.01	150.12	76.14	72.62	
26-ene-09		76.44	56.50	87.34	89.15	Etapa de seguimiento del producto
23-abr-09		53.33	45.41	43.41	49.45	



Gráfica 3. Determinación de Plomo

De la gráfica 3, se observa, que todos los tratamientos al final de experimento tienen valores por debajo de 100 mg/Kg, cumpliendo con las especificaciones de la norma de humus de lombriz, la cual establece, que el producto resultante para poder ser utilizado debe tener una

concentración máxima de plomo de 100 mg/Kg.

- **Níquel**

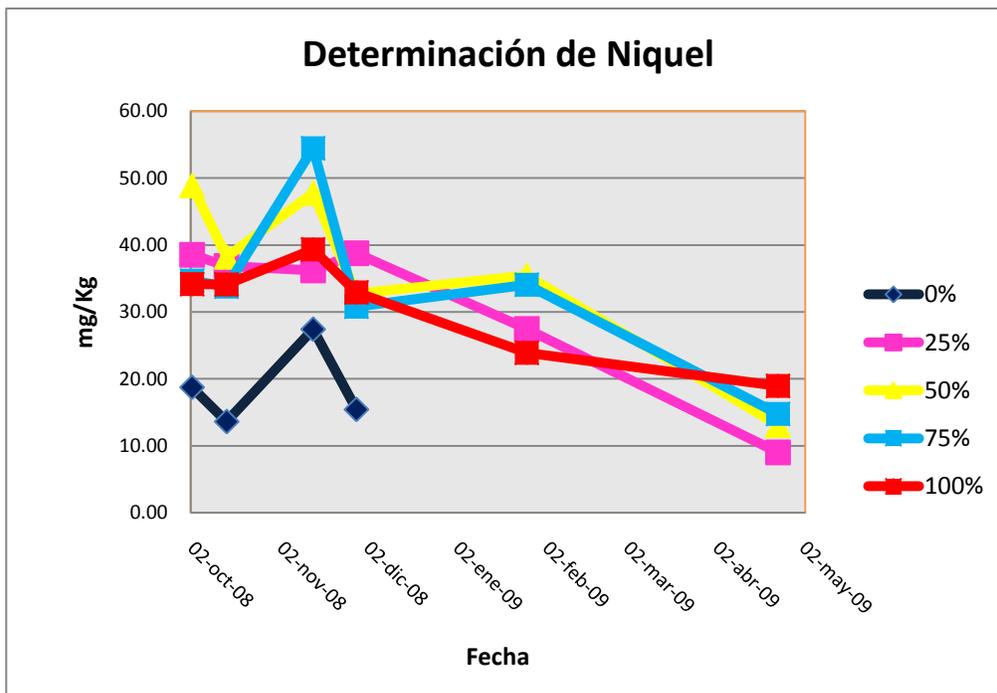
En la tabla 5, se muestran los resultados de níquel, el tratamiento de 0% biosólido se suspendió, los demás tratamientos bajaron los niveles de níquel.

Tabla 5. Determinación de Níquel (mg/Kg) en mezclas de biosólido-cáscara de naranja.

Fecha	0%-100%	25%-75%	50%-50%	75%-25%	100%-0%
02-oct-08	18.72	38.53	48.88	34.67	34.14
14-oct-08	13.60	36.87	38.22	33.77	34.11
13-nov-08	27.42	36.21	47.76	54.49	39.32
28-nov-08	15.41	38.78	32.71	30.79	32.92
26-ene-09		27.47	35.45	34.07	23.91
23-abr-09		8.98	13.11	14.77	18.94

Etapa de Lombricomposteo

Etapa de seguimiento del producto



Gráfica 4. Determinación de Níquel

De la gráfica 4, se observa, que todos los tratamientos al final de experimento tienen valores por debajo de 20 mg/Kg, por lo cual todos cumplen con las especificaciones de la norma de humus de lombriz, la cual establece, que el producto

resultante para poder ser utilizado debe tener una concentración máxima de níquel de 20 mg/Kg.

CONCLUSION

Los productos obtenidos cumplen con las especificaciones para los metales plomo, cobre, y níquel, no siendo así para zinc, por lo que el humus producido puede ser utilizado como abono orgánico en cultivos forestales y ornamentales.

La aplicación de la lombricomposta, permite reducir y transformar los residuos urbanos, en productos que pueden ser utilizados como mejoradores del suelo, esto resuelve el problema de contaminación ambiental, ya

que estos residuos al ser utilizados no tendrán que ser dispuestos en rellenos sanitarios.

El lombricompostaje puede ser manejado en granjas, casas-habitación, zonas rurales, al reciclar los residuos generados, por las diversas actividades realizadas en aquellos lugares, obteniendo abono orgánico, el cual puede ser aprovechado en diversos cultivos, siendo viable económicamente, ya que los costos de inversión pueden ser recuperados a mediano plazo, al ser comercializado.

Bibliografía

1. NOM-004-SEMARNAT-2002. *Protección ambiental.- Lodos y biosólidos.- Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento*
2. Cardoso Vigueros, Lina y Esperanza Ramírez Camperos. "Vermicomposting of sweage sludge: a new technology for México". *Water Sci Technol.* Vol. 46. 2002: 153-158.
3. Calderón Fabián, E., F. Martínez, J. Ruiz Carcaga, "Manual para la producción y uso del humus de lombriz". 1° Ed., México: BUAP, 2003.
4. NMX-FF-109-SCFI-2008. *Humus de lombriz (lombricomposta).- Especificaciones y métodos de prueba*