



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**PRODUCCIÓN DE VERMICOMPOSTA Y GANANCIA DE PESO DE
LOMBRIZ EN ESTIÉRCOL DE CERDO CON DOS ESPECIES DE
LOMBRIZ Y DOS FUENTES DE HUMECTACIÓN**

**TESIS QUE PRESENTA
RAUL MERAZ SANTILLAN
RAMON TINOCO PEREZNEGRON**

**PARA OBTENER EL TITULO DE MEDICO VETERINARIO
ZOOTECNISTA**

**ASESOR DE TESIS
MC EDILBERTO ROMERO ESPINOZA**

Morelia, Mich. Junio 2011



**UNIVERSIDAD MICHOCANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**PRODUCCIÓN DE VERMICOMPOSTA Y GANANCIA DE PESO DE
LOMBRIZ EN ESTIÉRCOL DE CERDO CON DOS ESPECIES DE
LOMBRIZ Y DOS FUENTES DE HUMECTACIÓN**

**TESIS QUE PRESENTA
RAUL MERAZ SANTILLAN
RAMON TINOCO PEREZNEGRON**

PARA OBTENER EL TITULO DE MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

**ASESOR DE TESIS
MC EDILBERTO ROMERO ESPINOZA**

Morelia, Michoacan; Junio de 2011

AGRADECIMIENTOS

Primero quiero agradecer a dios por darme la existencia, la oportunidad que mucha gente desearía, el de poder estudiar, por darme la capacidad, la paciencia y a los profesores que con mucho esfuerzo y trabajo me enseñaron lo que aprendi.

Gracias a la Universidad michoacana de San Nicolás de Hidalgo y a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, por darme una formación profesional.

Gracias a mi madre GrisceldaPereznegron Ruiz, por sus consejos, su apoyo emocional, económico, por ser mi mundo, mi guía y confiar en mí, por ser mi madre y mi padre a la vez, eres la mama y el papa más lindo del planeta, por todo eso mil gracias mama, sin tu apoyo no lo habría logrado y que te quede claro que los logros míos son logros tuyos por todo tu esfuerzo.

Gracias a mis hermanos (Moisés Tinoco Pereznegron, Ma. Nieves Tinoco Pereznegron, Maricela Tinoco Pereznegron, Emma Tinoco Pereznegron Y Delia Tinoco Pereznegron). Mil gracias por su apoyo en este logro tan importante de mi vida, porque sin ustedes no lo habría logrado.

Quiero agradecer a la familia Vega Vázquez (Manuel Vega Vázquez, Guadalupe Vega Vázquez, Mayra Vega Vázquez, Karla Vega Vázquez) y en especial al Dr. Manuel Vega Rodríguez y a su querida esposa Luz Elvira Vázquez Rabago, por todos sus consejos, por darme techo en donde vivir todo el tiempo que estuve cursando la carrera, gracias por ser tan buenas personas conmigo y creer en mí, fueron un pilar muy importante para mi formación.

Gracias al mc Edilberto Romero Espinoza, por aceptar ser mi asesor de este trabajo, sin su apoyo dedicación y confianza no lo hubiese logrado, así mismo agradezco a los profesores DR. Rogelio Garcidueñas Piña y MVZ. José Educto De Niz por enriquecer este trabajo con la aportación de sus conocimientos.

También quiero agradecer a todas y cada una de las personas que contribuyeron para que este trabajo fuera posible, de manera muy especial a todos mis maestros que durante toda la carrera estuvieron compartiendo conmigo sus conocimientos.

INDICE

1. Introducción.....	1
2. Antecedentes de la Lombricultura.....	3
3. Importancia de la Lombricultura.....	5
4. Morfología de la Lombriz.....	6
5. Características Organolépticas del Humus de Lombriz.....	9
6. Material y métodos.....	11
7. Resultados y Discusión.....	14
8. Conclusiones.....	18
9. Literatura Citada.....	19
Glosario.....	22

Resumen

El objetivo del trabajo fue evaluar la producción de vermicomposta y la ganancia de peso de lombriz en estiércol de cerdo utilizando lombriz Roja de California (*Eiseniafoetida*), y lombriz nativa (*Helodrilus*) con dos fuentes de humectación; agua potable y efluente de biodigestor alimentado con estiércol de bovino. Se utilizó un diseño factorial 2 x 2, con cinco réplicas por tratamiento; lombriz Roja de California + agua (RCA), Roja de California + efluente (RCE), lombriz *Helodrilus* + agua (HA) y *Helodrilus* + efluente (HE). El proceso de vermicomposteo abarcó un período de cuatro meses. Los datos se analizaron mediante mínimos cuadrados (GLM). Para producción de vermicomposta el mejor tratamiento fue RCE, siendo diferente ($p < 0.05$) que los tratamientos conformados por *Helodrilus* no importando la fuente humectante, pero igual ($p > 0.05$) que RCA; que a su vez presentó la mejor eficiencia en transformación de materia orgánica a vermicomposta con 41.2%. Para producción de biomasa de lombriz los cuatro tratamientos fueron diferentes entre sí ($p < 0.05$), siendo el mejor el tratamiento RCE (19.68g) y el que menos obtuvo HE (8.06g). Se encontró efecto del humectante siendo mejores los tratamientos del efluente de biodigestor en el crecimiento de la población en el período. Se concluye que en las dos variables estudiadas la lombriz que presentó el mejor comportamiento fue la Roja de California; sin embargo los resultados obtenidos por la *Helodrilus* plantean la posibilidad de utilizarla en la transformación de residuos orgánicos ya que su costo en el mercado es nulo, abaratando los costos de producción.

Palabras clave: vermicomposta, biomasa, *Eiseniafoetida*, Lombriz nativa.

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el problema de la contaminación ambiental ha alcanzado categoría de crisis a nivel mundial (Plascencia, *et ál.*, 1996). A esta situación, contribuyen los sistemas de producción animal; debido a que la mayoría de las unidades que los conforman no cuentan con sistemas adecuados para el tratamiento de las excretas animales, las cuales generalmente se canalizan hacia los cuerpos de agua o para su deposición sin tratamiento alguno sobre las tierras de cultivo, donde generan numerosos problemas de tipo social y sanitario que ponen en peligro el equilibrio ecológico con sus repercusiones económicas (CMP, 1995).

Las excretas animales, que no tienen un procesamiento adecuado, al degradarse emiten olores que pueden provocar molestias a las personas que viven en zona aledañas a los sistemas de producción (Moser, 1996). Además, se forma metano y bióxido de carbono cuando se apilan las excretas; ambos gases cooperan al efecto invernadero y el segundo también afecta a la capa de ozono (Sánchez y Gerón, 1992). El nitrógeno arrastrado por la lluvia o en los líquidos que drenan hacia las capas más profundas del suelo puede ser desnitrificado o bien puede llegar a convertirse en nitritos y posteriormente en nitratos, por la acción microbiana de estos estratos. Si este último producto, no es captado por las plantas se convierte en contaminante de los mantos freáticos (Taiganides, 1996).

Ante tal situación, los investigadores se han dado a la tarea de desarrollar y promover el uso de tecnologías que permitan obtener un residual menos agresivo, tanto química como biológicamente (Torres, 1993). Así, tenemos a las lagunas de sedimentación, biodigestores anaerobios y aerobios; cerdaza, como alternativa en la alimentación de rumiantes, procesos de composteo; depuraciones a través de

Plantas acuáticas y sistemas de separación de sólidos como alternativas de solución (Taiganides, 1996).

Otra de estas biotecnologías es la vermicultura, la cual es un proceso productivo autosostenible en el tiempo; ya que no degrada el medio ambiente, es técnicamente aceptable y económicamente viable y que integrada a un sistema de producción animal, constituye un subsistema donde se reciclan los desechos (excretas animales), transformándose en abonos orgánicos (humus de lombriz) y en todo este proceso se obtiene como excedente una biomasa de lombriz que constituye un alimento de elevada calidad proteínica (Martínez, 1996).

El objetivo de este trabajo fue evaluar la producción de vermicomposta de estiércol de cerdo y la biomasa resultante al final del proceso utilizando dos especies de lombriz y dos fuentes de humectación.

2. ANTECEDENTES DE LA LOMBRICULTURA.

Dentro de las actividades que no han sido muy difundidas en el país se encuentra la lombricultura; la cual es definida como una biotecnología, en donde la lombriz funge como herramienta de trabajo para la transformación de desechos orgánicos en productos útiles, además de proteger la vida y el medio ambiente (López, 1994; Martínez, 1996). Hablar del cultivo de lombrices sorprende a muchos, pero hoy en día es una realidad.

En México, se estimaba que aproximadamente el 50% del estiércol producido se desperdiciaba por mal manejo e inadecuada aplicación (Cruz, 1986); esta situación ha cambiado gracias a las políticas gubernamentales. Ante tal panorama, los investigadores han creado sistemas de tratamiento de desechos orgánicos, con el objetivo de obtener residuales cada vez menos agresivos tanto química como biológicamente (Plascencia, 1996).

Remontándose en la historia, en el antiguo Egipto era bien conocido el rol de las lombrices en el mejoramiento de las tierras de cultivo y parte importante de la fertilidad del valle del Nilo. Por eso los faraones tenían previstos castigos muy severos a quienes las dañaran (Ferruzi, 1987).

Por otro lado, Aristóteles, 500 A. C, se refería a la lombriz como el intestino de la tierra y realizó una descripción morfológica de ella (Américo, 1990). Más tarde, en los primeros años del siglo XIX, Darwin dedica 40 años de su vida al estudio de la lombriz y concluye con la escritura del libro “la formación de la tierra vegetal por la acción de las lombrices”; establece además que la lombriz es el animal que juega el rol más importante dentro de las criaturas, porque cierra el círculo de la vida y la muerte (Hurley, 1984). En otras palabras, la lombriz utiliza para su alimentación

materia muerta y regresa a la naturaleza materia viva, rica en microorganismos (Américo, 1990).

Ochenta por ciento de los criaderos de lombrices a nivel mundial, utilizan *Eiseniafoetida*, sin embargo, hay otras especies como *Eiseniaandrei*, *Perionixexcavatus* y *Eudrilluseugeniae*, que soportan vivir con altos contenidos de materia orgánica (SAGAR, 1996); o la híbrido rojo de California, que se cita como *Helodrilusfoetidus*. Esta especie tiene muchasemejanzacon*Eiseniafoetida*, al grado de que solo puede diferenciarse cuando proceden de criaderos específicos (Martinez, 1996). Se conocen aproximadamente 8000 especies de lombrices, pero solo 3500 de ellas han sido estudiadas y clasificadas; y en menor cantidad han sido domesticadas (Bravo, 1996).



Aristoteles, concluye que la lombriz come materia muerta y regresa a la tierra materia viva.

3. IMPORTANCIA DE LA LOMBRICULTURA

Los sistemas de producción animal en México representan una fuente de contaminación ambiental, debido a que la mayoría de las unidades que los conforman no cuentan con procedimientos adecuados para el tratamiento de las excretas producidas, las cuales generalmente se canalizan hacia los cuerpos de agua o la deposición sin tratamiento alguno sobre las tierras de cultivo (CMP, 1995); generando numerosos problemas de tipo social y sanitario que ponen en peligro el equilibrio ecológico con repercusiones económicas (Cruz, 1986).

Ante tal panorama, las leyes mexicanas han regulado la emisión de aguas residuales que pudiesen ser usadas incluso como agua para riego en terrenos agrícolas. La norma oficial, considera como contaminante patógeno a los coliformes fecales (CNA, 1998; NOM-001 Ecol-1996); éstos son el principal indicador de la adecuación del agua para usos domésticos, industriales o de otro tipo

.
El grupo coliforme fecal comprende un grupo de bacterias constituido por bacilos Gramm negativos, aerobios y anaerobios facultativos no formadores de esporas y capaces de crecer en presencia de sales biliares; fermentan la lactosa, con producción de ácido y gas a 35° C en 24-48 horas (Cottral, 1986). El grupo coliforme incluye a los géneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter* y *Klebsiella* (CNA, 1990).

La razón de utilizar organismos indicadores para la determinación de la calidad microbiológica del agua, es que las bacterias patógenas son al menos igualmente sensibles que los organismos coliformes a las condiciones ambientales. De manera que, si los coliformes han desaparecido por cualquier motivo, las bacterias patógenas habrán desaparecido también (Taiganides, 1996; CNA, 1990).

4. MORFOLOGIA DE LA LOMBRIZ.

La lombriz es un animal invertebrado que pertenece al phylo de los Anélidos (animales segmentados), y a la clase de los Oligoquetos, por los pelos en la superficie del cuerpo que les ayudan a moverse (Compagnoni, 1992).

El sistema digestivo de las lombrices comienza con la boca, la cual es sólo un orificio ó una cavidad; en realidad, los alimentos son aspirados por la faringe gracias a la poderosa contracción de sus franjas musculares, haciendo el efecto de una bomba succionadora. A continuación sigue el esófago, el cual posee glándulas calcíferas encargadas de neutralizar la acidez de la materia orgánica (Flores, 1998). Posteriormente se encuentra el buche y la molleja; en el primero se almacena el alimento y en el segundo se tritura para ser digerido en el intestino, donde ocurre la mayor parte de la digestión y absorción (Ferruzi, 1987).

Las lombrices son hermafroditas; poseen tanto órganos femeninos como masculinos, sin embargo, esto no implica la existencia de autofecundación, ya que los individuos deben cruzarse para intercambiar sus gametos (García, 1996). Se aparean una vez a la semana; para ello ponen en contacto los segmentos 9 a 11 opuestos al clítelo de la otra. Cada lombriz coloca los espermatozoides en las espermatecas de la compañera separándose una vez terminado el intercambio; sobre el clítelo de ambas se forma un especie de capullo (ooteca), compuesto por células mucosas, en donde se forma aproximadamente una veintena de huevos, se deslizan por un surco hacia atrás y se introducen en el capullo. Dentro de las galerías, la lombriz se mueve hacia atrás haciendo que el capullo se deslice hacia adelante arrastrando en el camino los espermatozoides expulsados por los poros seminales (Edwards, 1987; SAGAR, 1996).

Cada capullo contiene entre tres y veinte lombrices, además de albúmina que alimenta a los huevos durante la incubación, período que dura de 23 a 30 días.

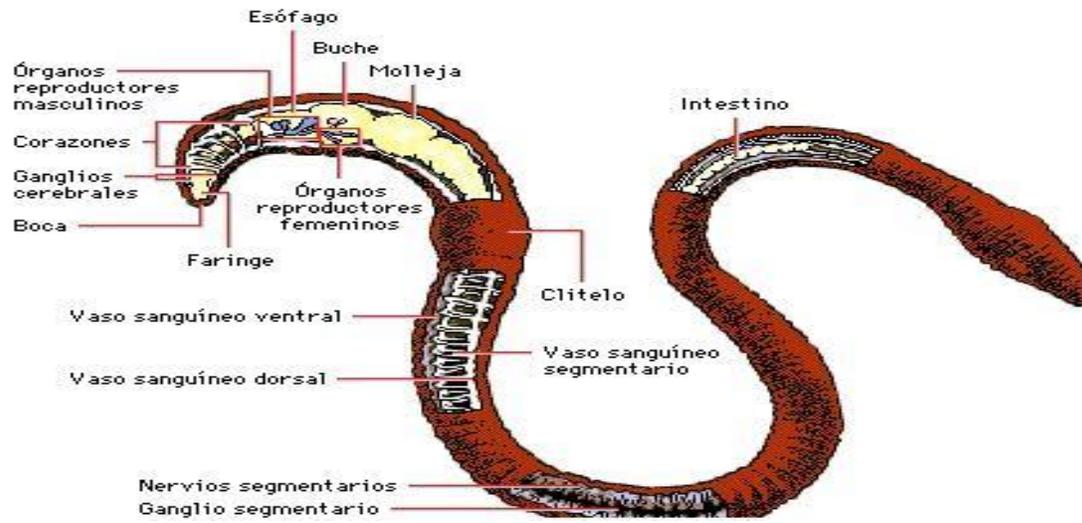
Entre los 60 y 90 días de nacida la lombriz alcanza su madurez sexual (García, 1996).

La lombriz se despoja de la cápsula en un sitio favorable (cerca de un depósito de alimento), pero si las condiciones ambientales se tornan inapropiadas, la eclosión puede durar varios meses sin mengua de la fertilidad (Fraile, 1986). Las lombrices recién nacidas son de color blanco y de la misma forma que sus padres aunque más pequeñas, miden menos de 0.5 cm (Edwards, 1987).

En estado adulto, la lombriz Roja de California mide entre 3.5 y 8.5 cm de largo; su peso oscila entre 0.6 y 0.8 gramos, llegándose a encontrar en condiciones apropiadas de cría ejemplares que pueden alcanzar 1 gramo (Kaplan et al., 1980).

La lombriz es muy voraz, es capaz de ingerir cualquier desecho orgánico en descomposición (estiércol, rastrojos, aserrines, etc.), llegando a comer hasta el 95% de su propio peso por día; de esta ingesta, excreta entre el 45 y 50% convertido en un nutriente natural de alta calidad conocido como vermicomposta. Por cada tonelada de estiércol vermicompostado, se produce de 400 a 450 kg de abono orgánico (Morgan, 1989).

Dentro de este contexto, la lombricultura aporta una interesante iniciativa destinada a regenerar y abonar las tierras en forma natural y económica (García, 1996). Es decir, restablecer en los cimientos mismos de la vida del hombre un proceso que desde tiempos inmemorables era tarea de la lombriz; airear y abonar la tierra de manera orgánica (Guerrero, 1994).



5. CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DEL HUMO DE LOMBRIZ.

La llamada “Revolución Verde” de los años 50 y principios de los 60 y la Teoría de Leibig de la nutrición mineral, verdad a medias que reducía la alimentación de las plantas a nitrógeno, fósforo y potasio; ignorando la importancia de los oligoelementos y microorganismos de la tierra, dio pie al desaforado desarrollo de fertilizantes químicos y al abandono progresivo del abono orgánico (SAGAR, 1996).

Los abonos químicos aportan elementos directamente asimilables por las plantas; no obstante, pueden tener efectos indeseables, como eliminar las bacterias que se encargan de hacer asimilables los distintos elementos del suelo para la nutrición de las plantas (Domínguez, 1989) y además, hacen que los cultivos dependan de los aportes continuos de estos abonos (Guerrero, 1996).

El utilizar desechos orgánicos de origen animal como fertilizantes orgánicos sin tratamiento alguno no es la solución. Esto debido a que los estiércoles incorporados en una superficie durante un tiempo pierden nutrientes debido a la acción del sol, lluvia y viento (Pratt, 1982); pueden estar contaminados con insectos, malezas, enfermedades que no deberían retornar a los cultivos además, tienen una alta relación carbono- nitrógeno que requiere un agregado extra de fertilización nitrogenada (FERTIMEX, 1986).

Al iniciar un proceso de vermicomposteo, es recomendable utilizar una especie nativa de la región, con la finalidad de reducir los costos de producción; ya que a nivel comercial un kilogramo de lombriz Roja de California fluctúa entre 300 y 500 pesos. Debe ser una lombriz que tenga un hábitat comparable con el medio en el que se va a explotar, que tenga una aceptable tasa reproductiva y que sus

requerimientos ambientales (pH, humedad y temperatura), tengan un amplio rango de variabilidad.

El humus que la lombriz produce es un fertilizante de estructura coloidal, que se presenta como un producto desmenuzable, ligero e inodoro, similar a la borra del café. Es un producto muy estable, imputrecible y no fermentable (Guerrero, 1996). Su riqueza en oligoelementos lo convierte en un fertilizante completo; aporta a las plantas sustancias necesarias para su metabolismo en razón de que su pH es cercano a 7; es decir, neutro, pudiendo utilizarse sin contraindicaciones, ya que no quema a las plantas. Además, produce hormonas; sustancias reguladoras del crecimiento y promotoras de las funciones vitales de las plantas (SAGAR, 1996).



Humus de lombriz.

6. Material y Métodos

Antes de iniciar el proceso de vermicomposteo, se realizó el precomposteo de estiércol de cerdo utilizado en la alimentación de las lombrices; éste consistió en exponer a los rayos solares directos la materia orgánica durante 15 días y posteriormente humedecer el estiércol con agua durante dos días antes de ofrecerlo a las lombrices. La finalidad fue encontrar en que día de exposición al sol y de contacto con el agua se encontraba la cercanía a un pH neutro, ideal para el confort de la lombriz. (Martínez, 1996).

El proceso de vermicomposteo se llevó a cabo en un laboratorio perteneciente a la Unidad de Servicios Auxiliares para el Diagnóstico, en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. El proceso de transformación de la materia orgánica por acción de las lombrices, abarcó un período de cuatro meses.

Las especies de anélidos empleadas para el experimento fueron: lombriz Roja de California (*Eiseniafoetida*) y lombriz nativa; la primera de ellas fue adquirida en la Universidad Autónoma de Chapingo, Estado de México y la segunda recolectada en asoleaderos de corrales de bovinos lecheros, en la Posta Zootécnica de la FMVZ.

Para la humectación en el proceso de vermicomposteo se utilizó agua de llave y efluente producido por un biodigestor anaerobio, alimentado con estiércol de bovino más agua.

Se diseñó un factorial dos x dos (Cochran, 1990), resultando los siguientes tratamientos:

1. Lombriz Roja de California + agua

2. Lombriz Roja de California + efluente
3. Lombriz nativa + agua
4. Lombriz nativa + efluente

Se realizaron cinco réplicas por tratamiento, y la biomasa de lombrices en cada réplica fue igual en número (20) y similar en peso; se incorporaron a los tratamientos individuos que presentaran clítelo, indicador de madurez sexual en la lombriz. Se alojaron en recipientes de plástico perforados en el fondo para facilitar el flujo del humectante y se les alimentó una vez a la semana, con el referente de que una lombriz come diariamente un volumen de materia orgánica equivalente a su peso (Lavelle, 1981); esto significa que semanalmente se recolectaban las lombrices de cada réplica y se pesaban para así poder calcular la cantidad de estiércol a suministrar.

Se muestrearon durante el proceso los tres parámetros físico químicos importantes para asegurar el confort de las lombrices; temperatura, pH y humedad; cada tercer día para el caso de temperatura y semanalmente para las dos restantes (Cuevas et al., 1987).

Terminado el proceso de vermicomposteo se pesó de manera individual cada réplica en relación a la biomasa de lombrices y a la cantidad (kg) de vermicomposta obtenida; Los datos resultantes fueron procesados mediante la metodología de mínimos cuadrados generalizados (Stell y Torre, 1995). Para obtener la eficiencia de transformación se dividió la vermicomposta obtenida al final del proceso entre la cantidad de estiércol que se les suministró a las lombrices como alimento, el dato obtenido se multiplicó por 100 para presentarlo como porcentaje.

La proyección de crecimiento anual se calculó multiplicando el dato obtenido en el crecimiento de la población en el período de vermicomposteo (4 meses), por sí

mismo. Con el dato obtenido, se repite la operación anterior, abarcando así, los tres períodos de cuatro meses que abarca un año.

7. Resultados y Discusión

Respecto a la producción de vermicomposta, del tratamiento que más se obtuvo, fue de Roja de California, no encontrándose diferencia ($p>0.05$) entre los tipos de humectación, pero diferentes con los tratamientos de lombriz nativa no importando la fuente humectante que se usó (Cuadro. 1).

Cuadro.1 Producción de vermicomposta por tratamiento.

Tratamiento	Estiércol Ofrecido (kg)	Medias de Producción (kg)	Eficiencia de Transformación (%)
Roja de California + agua	2.068a± 0.150	0.972a	41.2 a
Roja de California + efluente	2.165a± 0.156	1.024a	39.2 a
Nativa + agua	2.328b± 0.200	0.622b	34.4 b
Nativa + efluente	2.308b± 0.170	0.671b	34.5 b

Medias con distancia literal en cada columna son diferentes ($p<0.05$).

Algo similar ocurrió para eficiencia de transformación, en donde no hubo efecto de humectante, siendo lo mismo utilizar agua potable o efluente de biodigestor y la mayor eficiencia se encontró en los tratamientos con Roja de California (cuadro 1).

Para Fraile (1986), Guerrero (1994) y Martínez (1996), una de las características por la que la lombriz Roja de California es la más utilizada a nivel mundial es la voracidad en el consumo de desechos orgánicos y por ende una mayor

producción de humus, afirmación que concuerda con el resultado obtenido en ésta investigación ya que los dos tratamientos de lombriz California presentaron porcentajes superiores a los de la lombriz nativa (Cuadro.1).

A pesar de no ser iguales estadísticamente los tratamientos de lombriz nativa se encuentran cerca del porcentaje de transformación de estiércoles señalando por Gagliardi (1990), el cual es de un 40% en relación al material que consumió la lombriz en el proceso de vermicomposteo.

El peso inicial de las lombrices no difirió estadísticamente, al comparar los tratamientos (cuadro 2).

Para la producción de biomasa el tratamiento que presentó una mayor ganancia de gramos en el período fue el de Roja de California + efluente, siendo diferente ($p < 0.05$) que el de Roja de California + agua en un 25.4%. Respecto a los de lombriz nativa el mejor tratamiento fue el humectado con efluente en un 25.4% (Cuadro 2). Al comparar la ganancia de peso de las dos especies de lombriz, bajo la misma forma de humectación, se nota que la Roja de California es superior en casi 95% a la nativa; pero cuando a la nativa se le ofrece efluente y a la Roja de California agua, la diferencia cae a la mitad (46.8%). Todos los tratamientos entre sí fueron diferentes ($p < 0.05$). Cabe señalar que no se tomaron en cuenta las lombrices juveniles, recién nacidas y cocones, para analizar la biomasa.

Cuadro 2. Producción de biomasa por tratamiento

Tratamiento	Medias de peso inicial	Medias de peso final	Ganancia en gramos en el período	Crecimiento de la población en el período	Proyección de crecimiento anual (g)
Roja de California + agua	12.70 a	25.38 a	12.68 a	1.9 a	13.03 a
Roja de California + efluente	12.28 a	27.74 a	15.46 b	2.1 b	19.44 b
Nativa + agua	15.24 a	27.62 a	12.38 c	1.7 c	8.35 c
Nativa + efluente	14.76 a	27.76 a	13 d	1.8 d	10.49 d

Medias con distinta literal entre cada columna son diferentes ($p < 0.05$)

En estudios previos de contenidos de nutrientes en efluentes de biodigestor se encontraron contenidos de nitrógeno total que variaban de 195 a 313.5 mg/l (Vieyra et al., 2000); y fósforo de 33.42 mg/l (Vieyra et al., 2001). Por ello, se puede suponer que el contenido de nutrientes presente en el efluente provoca una mayor ganancia de peso, presumiblemente esto se ve amplificado en el aprovechamiento de nutrientes que probablemente tengan elevada calidad biológica para las lombrices, pues el efecto marca diferencia estadística (cuadro 3); la eficiencia en la generación de vermicomposta no se altera (cuadro 1);

La ganancia en gramos en el período fue superior en un 48.63% en los tratamientos de Roja de California humectados con agua, y en un 48.63% en los humectados con efluente, en relación a los de la lombriz nativa; resultado que concuerda con Bravo (1996) y Bownan (1991), ellos señalan la gran prolificidad de la lombriz Roja de California, ciclo reproductivo más corto que la lombriz nativa, y madurez sexual más precoz que la nativas, ya que fueron seleccionadas para ello.

SCIC (1998), proyecta la duplicación de un grupo de lombrices cada tres meses, aseveración que se asemeja a los resultados de esta investigación, ya que la biomasa obtenida en cuatro meses de proceso se acerca a la duplicación de que se hace mención; inclusive, el tratamiento Roja de California + efluente rebasa ésta proyección.

8. Conclusiones

Aunque la producción de vermicomposta fue diferente estadísticamente en los tratamientos conformados por lombriz Roja de California, del porcentaje de eficiencia de los tratamientos de lombriz nativa, sin importar la fuente humectante, se encuentran en un nivel aceptable para utilizarla en la transformación de desechos orgánicos.

La producción de biomasa demuestra el porqué la lombriz Roja de California es la más utilizada en los criaderos a nivel mundial; ya que su crecimiento (g) fue casi al doble de la lombriz nativa en la parte de comparación en nuestra investigación.

La ventaja de la lombriz nativa sobre la Roja de California es su nulo costo en el mercado comercial, lo que permite una menor inversión al montar el proceso entre productores con recursos económicos escasos.

9. Literatura Citada

- Américo C. Meinicke. 1990. Las lombrices. Editorial Hemisferio Sur. Montevideo
- Brownan, H. and A. Reinecke. 1991 A. defined medium for the study of growth and reproduction of the earthworm. *Eisenia foetida*. *Biol. Fertil Soils* 10: 285-289.
- Bravo VA. 1996. Técnicas y aplicaciones del cultivo de la Lombriz Roja de California, Facultad de Humanidades, Tecnología, Sociedad y Ambiente. Universidad Yacambú.
- Cochran William G. 1990. Diseños experimentales, Ed. Trillas. Segunda Edición.
- Compagnoni. 1988. Cría moderna de las lombrices Editorial de Vecchi Barcelona, España 121 p.
- Cuevas JR., Blandy LC., Coro MO. 1987. Instructivo Técnico para el desarrollo de la lombricultura, Comisión Nacional de Lombricultura. La Habana, Cuba. 40
- Edwards CS., Lofty J. 1987. *Biology of earthworms*. Chapman and Hall. Second edition. USA.
- Ferruzi V. 1987. Manual de lombricultura. Ediciones Mundi – Prensa Madrid.
- Flores M.T. y P. A. 1988. La lombriz de tierra, Biología y usos mas importantes. 7 -8: 771-784.
- Fraile, J. 1986. Las lombrices de tierra contribuyen al aprovechamiento de los recursos naturales. *Biocenosis* 2 46-50 p.
- Gagliardi K. 1990. La cría intensiva de lombrices. Buenos Aires, Edición del autor.
- García PR. 1996. La lombricultura y el vermicompost en México. En: *Agricultura Orgánica: una opción sustentable para el agro mexicano*, Universidad Autónoma Chapingo 26-33p.

- Guerrero P. 1994. La lombricultura, una alternativa para la producción orgánica. *Agrovisión* 14: 24-25.
- Guerrero GA. 1996, El suelo, los abonos y la fertilización de los cultivos. Mundi-prensa. España.
- Hurley J. H. D. B. Kettlewel. 1984. Darwin. Salvat, Barcelona.
- Kaplan DR., Hartenstein E., Malicky M. 1980. Physicochemical requirements in the environment of the earthworm *Eisenia foetida*. *Soil. Biology. Biochem.* 12: 347-352 p.
- Lavelle P. 1981. La función de las lombrices de tierra en los suelos. *Memorias VIV. Congreso SMCS.* 523-535 p.
- López T. A. 1994. La lombricultura, una opción para suelos y desechos. *La jornada ecológica.* 20 de Junio pp. 203.
- Martínez CC. 1996. Potencial de la lombricultura. *Técnicas Mexicanas,* México 140 p.
- Morgan C. 1989. *Earthworm. Feeds and Feeding.* Thirteenth edition. Shielks publication. USA. 90 p.
- SAGAR. 1996 Manual de lombricultura. *Agricultura sostenible. Alianza para el campo.* P 80.
- SCIC. 1988. *Lombricultura, una nueva fuente de proteína.* Septiembre, Quito, Ecuador.
- Steel DGR. Torre HJ. 1995. *Bioestadística: Principios y Procedimientos.* Ed. McGraw. México, DF. 238 p.
- Vieyra E.R.R; M.D. Méndez y C; T.R. Preston; G.X. Pedraza O; I. Rentarías S. y R. Mejía A. 2000. Monitoreo de biodigestor de bajo costo alimentado con estiércol de bovino como sustrato. *X1 Encuentro en investigación veterinaria y producción animal.* Morelia, Mich., México. 23-24 de noviembre. 49-54 p.
- Vieyra E.R.R; M.D. Méndez y C; T.R. Preston; G.X. Pedraza O. 2001. Capacidad descontaminante del sistema digestor – estanques de plantas

acuáticas. X11 Encuentro en investigación veterinaria y producción animal.
Morelia, Mich., México. 21-22 de noviembre. 28-31 p.

GLOSARIO

ABONO.- Mezcla de macroelementos y sustancias que se agregan al suelo para aumentar su fertilidad. Se dividen en orgánicos y minerales, los orgánicos aumentan de inmediato el humus del suelo y los segundos enriquecen sus materias nutritivas

ABONO ORGÁNICO.- Material o materiales que proceden de plantas o animales y que adicionados a las tierras laborables aumentan su fertilidad.

ANÉLIDOS.- Los anélidos comprenden unas 4,500 especies. Están provistos de un celoma, un cuerpo blanco y segmentado, y una estructura en forma de púas (quetas) que utilizan para deslizarse. Este grupo incluye a las lombrices de tierra (clase de los oligoquetos). Las sanguijuelas (clase hirudíneas), y la clase menos conocida, los gusanos con púas (clase poliquetos).

CELOMA.- Espacio existente entre la pared del cuerpo, externo y el tubo digestivo.

CLITELO.- Abultamiento glandular que se localiza en los somitos 32 al 37. Estructura donde se lleva a cabo la secreción de las cápsulas. Se presenta en individuos sexualmente maduros.

COLIFORMES FECALES.- Organismos capaces de crecimiento aeróbico a $44 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$, en un medio de cultivo líquido lactosado con producción de ácido y gas dentro de un período de 48 h. Generalmente se encuentra en el tracto

gastrointestinal de la mayoría de los animales. Es usado como indicador para detectar contaminación fecal.

CONTAMINANTE.- Toda materia o energía en cualesquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse en la atmósfera, agua, suelo, flora o fauna , altere o modifique su composición y condición natural.

DEGRADABLE.- Materiales que son susceptibles de ser mineralizados por la acción de microorganismos. Como ejemplo se pueden citar: los restos de los alimentos y los sobrantes de cosechas

DIGESTOR.- Dispositivo diseñado para el proceso de la degradación anaerobia microbiana de materia orgánica.

EFLUENTES.-Productos finales de los residuales procesados industrial ó microbiológicamente, los cuales son generalmente líquidos.

EISENIA foetida- Especie de lombriz domesticada, empleada por su eficiencia en la transformación de desechos orgánicos.

ESTIÉRCOL.-Residuos producidos por los animales, después del proceso de digestión de los alimentos. El estiércol es un residuo que consiste del excremento y la orina animal.

HABITAT.- Conjunto de factores que caracterizan el ambiente en el que una especie encuentra las condiciones necesaria para vivir.

HERMAFRODITA.- Individuos que poseen órganos reproductores tanto masculinos como femeninos y que en algunos casos, es capaz de autofecundarse.

HUMUS.- Parte estable de la materia orgánica descompuesta, pasando por productos efímeros de descomposición, hasta material estable, amorfo, de color castaño o negro, sin vestigios de estructura anatómica del material del cual se deriva.

LOMBRICOMPOSTA.-Corresponde a la excreta de la lombriz, resultado del alimento que consume.

NUTRIENTES.- Elementos o compuestos que son asimilados para el crecimiento y reproducción de organismos (plantas y animales); ejemplo, carbón, nitrógeno, fósforo.

OLIGOQUETO.- Anélido con pocas quetas en cada segmento

ORGÁNICO.- Referente o derivado de los organismos vivientes. En química el término orgánico se aplica a los compuestos formados por el carbono con el nitrógeno, oxígeno y el hidrógeno.

pH.- Es una abreviatura de potencial de hidrógeno. Es una escala que va de 1 a 14 y que se emplea para expresar la intensidad relativa de acidez o de alcalinidad.

PROSTOMIO.- Lóbulo carnoso que sobresale delante de la boca

QUETAS.- Apéndices diminutos en forma de bastón quitinoso presentes en la superficie ventral y lateral en cada somito.

SOMITOS.-Cada uno de los segmentos que integran el cuerpo de los anélidos.

