



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

ESTABLECIMIENTO DE LA TÉCNICA DE
LOMBRICOMPOSTA CON ESTIÉRCOL
DE GANADO VACUNO

SERVICIO PROFESIONAL QUE PRESENTA
JOSÉ JULIÁN CAMBRÓN ÁLVAREZ

PARA OBTENER EL TÍTULO DE MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Asesor:
Dra. Ernestina Gutiérrez Vázquez

Morelia, Michoacán, septiembre de 2005

Establecimiento de la técnica de lombricomposta con estiércol de ganado vacuno



UNIVERSIDAD MICHOCANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

ESTABLECIMIENTO DE LA TÉCNICA DE
LOMBRICOMPOSTA CON ESTIÉRCOL
DE GANADO VACUNO

SERVICIO PROFESIONAL QUE PRESENTA
JOSÉ JULIÁN CAMBRÓN ÁLVAREZ

PARA OBTENER EL TÍTULO DE MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Morelia, Michoacán, septiembre de 2005

Establecimiento de la técnica de lombricomposta con estiércol de ganado vacuno

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
DEPARTAMENTO DE TITULACIÓN

Documento No.1018/2005

Se dictamina APROBAR la impresión
definitiva del documento

Morelia, Mich., a 5 de julio de 2005

C. MVZ. Alberto Arres Rangel
Director de la FMVZ-UMSNH
Presente.

Por este conducto hacemos de su conocimiento que la tesina titulada **ESTABLECIMIENTO DE LA TÉCNICA DE LOMBRICOMPOSTA CON ESTIÉRCOL DE GANADO VACUNO**, del P.MVZ. *José Julián Cambrón Álvarez*, dirigida por el Dra. Ernestina Gutiérrez Vázquez, fue **revisada y aprobada** por esta mesa sinodal, conforme a las normas de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

ATENTAMENTE.

MC. Orlando Arturo Vallejo Figueroa
Presidente

MVZ. Eduardo Muñoz Estrada
Vocal

Dra. Ernestina Gutiérrez Vázquez
Vocal

ÍNDICE

	Pág.
1.0 INTRODUCCIÓN	1
1.1 Lombricultura.....	2
1.2 Vermicomposta.....	4
1.3 Sustratos de la lombriz	6
1.4 Estiércol como sustrato	7
1.5 Proteína de lombriz	9
1.6 Especies de lombrices composteadoras	10
1.7 Clasificación taxonómica de las lombrices de tierra	11
1.8 Principales características de las lombrices	12
1.8.1 Morfología.....	12
1.8.2 Sistema digestivo	13
1.8.3 Sistema circulatorio	13
1.8.4 Sistema respiratorio	14
1.8.5 Sistema excretor	14
1.8.6 Sistema nervioso	14
1.8.7 Sistema reproductivo	15
1.8.8 Sistema locomotor	15
1.9 Factores que influyen en el comportamiento de las lombrices	16
1.9.1 Materia orgánica.....	16
1.9.2 Humedad	16
1.9.3 Temperatura	17
1.9.4 Aireación	17
1.9.5 Luz	17
1.9.6 Textura del suelo	18
1.9.7 Acidez del suelo	18
1.10 Enemigos de las lombrices	18
2.0 OBJETIVOS	20
3.0 MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
3.1 Obtención de la vermicomposta	21
3.2 Preparación del terreno	21
3.3 Elaboración de la cama	21
3.4 Siembra	22
3.5 Riego	22
3.6 Alimentación	22
3.7 Mediciones	23
4.0 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
5.0 CONCLUSIONES	26
6.0 BIBLIOGRAFÍA	27

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

	Pág.
Cuadro No.1. Valores de la composta y lombricomposta	5
Cuadro No. 2. Análisis químico inmediato (AOAC) en porcentaje de materia seca de la carne de lombriz roja de California	10
Cuadro No. 3. Mediciones realizadas a la lombricultura	24
Figura 1. Estructura de la lombriz	12

1.0 INTRODUCCIÓN

El desarrollo tecnológico, la industrialización y el uso de nuevos métodos en la agricultura tecnificada son factores que contribuyen para que entren al ambiente de manera continua cantidades crecientes de un gran número de sustancias químicas, sintéticas y naturales, cuyas interacciones y efectos expuestos, tanto sobre el ambiente como sobre los seres vivos en general, no son conocidos o se conocen insuficientemente (Albert, 1997).

Los residuos animales, vegetales forestales e industriales constituyen hoy día una gran amenaza para la salud humana por su efecto contaminante al medio ambiente, siendo su eliminación un serio problema para la humanidad (Reinés *et al.* 2004). México, de manera similar a la gran mayoría de los países en desarrollo, elimina y desperdicia una gran cantidad de residuos orgánicos, tanto en la actividad agroindustrial, pecuaria como en la urbana. Aproximadamente el 60% de la basura urbana en México es de origen vegetal (SEDESOL, 1995).

Ramírez *et al.* (1997) mencionan que el incremento demográfico presente en nuestro país trae como consecuencia una demanda creciente de alimentos y por lo tanto la necesidad de producirlos.

Desde el punto de vista ecológico una actividad humana no controlada, conduce al incremento en la degradación del ambiente, mientras que cuando el hombre actúa sobre el ambiente en forma equilibrada, esto conduce a un desarrollo sustentable (Martínez, 1996).

A la fecha existe ya un evidente y grave deterioro en algunos suelos por la creciente erosión y pérdida de la fertilidad, causado muchas veces por prácticas agrícolas intensivas que conllevan a una reducción del contenido orgánico o la pérdida de la biodiversidad de los suelos (Miller y Mic, 1994).

Es necesario mantener un suelo vivo, y la forma de lograrlo es incrementando la flora y la fauna microbiana (Capistrán *et al.* 1999). Para esto se requieren diseñar

modelos de manejo que reduzcan la aplicación de agroquímicos, el uso de la maquinaria agrícola y se incremente la densidad de cultivos y rotación de estos (Martínez, 1996).

Por otro lado muchas explotaciones de cerdos, de vacas lecheras, pollos de engorda o gallinas ponedoras se han convertido en focos de contaminación, por moscas, malos olores y hasta enfermedades zoonóticas (Uicab, *et al.* 2004).

Las excretas animales requieren tratamiento para ser reciclados. Entre los métodos comunes de tratamiento se encuentran los digestores anaerobios, lagos de oxidación, deshidratado, tratamientos químicos ensilaje, separación de líquidos y sólidos, la incineración y tratamiento con lombriz (García, 2000).

1.1 Lombricultura

Una definición básica de la lombricultura, se deriva de la palabra misma, cultivo de lombrices; actividad que no requiere de gran técnica para su desarrollo. Sin embargo, en la última década se ha dado una nueva definición a esta actividad desde el punto de vista biotecnológico. Es por esta razón que hoy día se define a la lombricultura como aquella biotecnología en la cual la lombriz de tierra funge como herramienta de trabajo para la transformación de desechos en productos orgánicos (Martínez, 1996).

En el antiguo Egipto se consideraba a la lombriz como un animal enormemente valioso. Ello llegaba a tal extremo, que se tenían previstos castigos muy rigurosos e incluso la pena de muerte para quien intentara exportar fuera del reino una sola lombriz. La fertilidad del Valle de Nilo, por todos conocida, se debe, en su mayor parte, al incansable trabajo de estos maravillosos animales (Correa, 2002).

Los primeros estudios profundos sobre el tema y las primeras nociones sobre el hábitat y el sistema de reproducción de las lombrices, datan de 1837. Estos fueron dirigidos por el biólogo Darwin, que dedicó a la lombriz muchas horas de profundo estudio (Correa, 2002).

Reinés (1998), menciona que las primeras referencias acerca del conocimiento de la importancia de las lombrices de tierra datan de los años 885-332 antes de nuestra era cuando Aristóteles las llamó el intestino de la tierra. En 1777 Gilbert White escribió “El gusano de tierra en apariencia ínfimo eslabón de la cadena de la naturaleza, dejaría si desapareciera, un lamentable vacío...” ya que ellas cierran el ciclo de la vida “Los gusanos de tierra parecen ser los grandes promotores de la vegetación”.

La lombricultura es una técnica que involucra varios procesos biológicos, que aceleran la transformación y mineralización de un residuo orgánico en descomposición y lo convierte en abono para las plantas (Capistrán *et al.* 1999).

La lombriz se alimenta de residuos orgánicos descompuestos o en descomposición, restos de animales y vegetales, dándoles preferencia a los restos animales (Murados, 2002).

La importancia del desarrollo de la lombricultura radica en el alto contenido microbiológico que presentan las excretas de la lombriz, que comúnmente se conocen como lombricomposta, vermicomposta o abono de lombriz (Martínez, 1996).

La lombricultura es una actividad que poco a poco ha ido alcanzando un lugar importante dentro del campo mexicano, al ofrecer alternativas de desarrollo para una familia o comunidad. Estas alternativas están enmarcadas dentro de un esquema sustentable, puesto que persiguen un mejor aprovechamiento de recursos con miras a la protección del ambiente, para llenar las necesidades de la generación presente, pensando en legar un futuro mejor a las generaciones próximas. Con la debida sustentabilidad, se busca la eficiencia económica, armonía ecológica y auto suficiencia local (Carabias, 1995; Martínez, 1996).

1.2 Vermicomposta

El compostaje de los residuos orgánicos producidos por la agroindustria, constituye una forma racional de reducir el volumen de los mismos y permitir la obtención de una enmienda orgánica estable, con un gran potencial para su reutilización en múltiples aplicaciones (Brichta, *et al.* 2004).

La vermicomposta es un producto obtenido de la transformación de los residuos orgánicos, los cuales son fraccionados en el intestino de las lombrices. De esta manera se incrementa el área aprovechable para la actividad microbiana (Cortez *et al.* 1989); dado que a lo largo de su tracto digestivo permite a los microorganismos multiplicarse hasta mil veces (Martínez, 1996), esta acción favorece la desaparición del efecto residual de la aplicación de herbicidas y otros productos fitosanitarios (Pacuso y Silenco, 2001).

El vermicomposteo es un proceso en el cual intervienen varios factores tales como el tipo y cantidad de sustrato, la especie y la cantidad de lombrices, la humedad de la composta y las condiciones de las instalaciones utilizadas (Santamaría *et al.* 2001),

La lombricomposta es un fertilizante orgánico por excelencia. Cuando se habla de abonado y fertilización, se refiere a la incorporación de materia orgánica y/o nutrientes minerales como el amoníaco y el sulfato de amoníaco. La síntesis de ambos se encuentra en la vermicomposta, un fertilizante natural de extraordinaria calidad (Pacuso y Silenco, 2001). En el cuadro 1 se muestra el contenido de nutrientes del lombricompuesto, vermicomposta, abono o humus de lombriz, así como una comparación con una composta común. A lo que Gómez (1998), menciona que la lombricultura ayuda al desarrollo de la microflora y microfauna (flora y fauna presentes en el suelo) en los terrenos de cultivos, aporta una gran cantidad de elementos nutritivos (nitrógeno, fósforo, potasio, azufre y boro) para el buen desarrollo de las plantas, además de que los libera lentamente, según los vaya requiriendo el cultivo, favorece la absorción de los nutrientes por parte de las raíces, aumenta la capacidad de absorción del agua, mejora las características de estructura (desligando los suelos arcillos y agregando los suelos arenosos, evita la presencia de

clorosis férrica en los cultivos y también neutraliza la presencia de algunos contaminantes como: herbicidas, ésteres fosfóricos, anticriptogámicos, etc.

Cuadro No. 1. Valores de la vermicomposta y composta

<i>Parámetro</i>	<i>Vermicomposta</i>	<i>Composta</i>
pH	6.9	7.0
Conductibilidad eléctrica	1.42	4.00
Nitrógeno total (%)	1.316	0.220
Fósforo (ppm) ²	217.00	166.828
Potasio (ppm) ²	4,250	4,750
Calcio (ppm) ²	3,166	2,400
Magnesio (ppm) ²	1,5556	1,000
Hierro (ppm) ²	25.9	S D ¹
Boro (ppm) ²	7.19	2.00
Cobre (ppm) ²	26.40	S D ¹
Manganeso (ppm) ²	223.11	S D ¹
Zinc (ppm) ²	65.20	S D ¹
Materia orgánica %	18.6	S D ¹
Humus (kg/ton)	S D	100
Coefficiente de intercambio catiónico	18.75	S D ¹

¹Sin Dato

Fuente: (Gómez, 1998).

² Partes por millón

Bravo (2002), menciona la necesidad de conservar vertederos, para manipular grandes volúmenes de residuos orgánicos, con un objeto ambiental de preservación y al mismo tiempo, la obtención de un producto final de valor. En la actualidad se ha desarrollado en los países industrializados una importantísima actividad compostizadora.

A la fecha ha sido estudiado el impacto de las lombrices en la agricultura e industria. Así Capowiez, *et al.* (2002); Jiménez, *et al.* (2002); Vadi, *et al.* (2002), refieren un efecto positivo de la vermicomposta en la germinación, producción de plantas y sistema agroforestales, porque mejoran la estructura de los suelos. Otros estudios refieren el efecto de la composta en vegetales y plantas ornamentales (Edwards, 2002); del humus en el crecimiento de plantas en invernadero (Lee, *et al.*, 2002); en plántulas de cedro (*Cedrela odorata*) y primavera (*Tabebuia Donell Smithii*) (Cuevas *et al.*, 2004); en el rendimiento y en las principales plagas insectiles en el cultivo de *phaseolus vulgaris*.

Actualmente se mencionan trabajos que han valorado la calidad y maduración de la vermicomposta sobre la germinación y crecimiento de plantas (*Raphanus sativus*; *Tapetes patula*; *Barbarea verna*), sobre plantas selectas (Aguilera, *et al.*, 2004); de plántulas hortícolas y forestales (Nava, *et al.*, 2002); sobre los sistemas agroforestales (Suzuki, *et al.*, 2002). De manera específica sobre las plántulas de cedro (*Cederla odorata*) y primavera (*Tabebuia Donell. Smithhii*) (Cuevas, *et al.*, 2004); brócoli (Rodríguez, *et al.*, 2004), producción de semilla de papa en invernadero (Patrón, *et al.*, 2002^a); frijol (Sánchez, *et al.*, 2004); cultivo de *Cucúrbita pepo* (Patrón, *et al.*, 2002^a); lechuga (*lactuca Sativa L*) (Hernández, *et al.*, 2004); en el crecimiento de tomates y sus poblaciones rizosféricas (Sosa, *et al.*, 2004); en el desarrollo de *Aeschynomene americana L* (Romo, *et al.*, 2004) y en el cultivo de maíz (Rezendiz, *et al.*, 2004).

También el efecto de la mineralización ha sido estudiada por Ranganathan (2002), Aira *et al.*, (2002) y Sampedro *et al.* (2002); y su caracterización integral por Gutiérrez *et al.* (2004) y Brichta, *et al.*, (2004).

1.3 Sustratos de la lombriz

Numerosos estudios demuestran con diferentes resultados que las lombrices son capaces de transformar residuos domésticos (Morales y Patrón, 2002); desechos orgánicos (Ang y Asiedu, 2002; Giraddi y Lingappa, 2002; Gilchrist, 2002; Rodríguez, *et al.*, 2004); desechos de cocina (Kostecka, 2002); estiércol y pulpa de café (Patrón *et al.*, 2002^b); desechos biosólidos de empresas lecheras; de desechos de hongos comestibles (Ancona, *et al.*, 2004^a); de bagazo de henequén (Ancona *et al.*, 2004^b); de residuos de pañales (Arreguín, *et al.*, 2004); de desechos orgánicos de mercados (Cuevas, *et al.*, 2004); residuales sólidos y líquidos de zonas rurales (Damas, *et al.*, 2004); de cachaza (Pérez, *et al.*, 2004); del contenido ruminal (Uicab, *et al.*, 2004); de frutas (Arancon, *et al.*, 2002) y de diferentes sustratos a la vez (Reinés, *et al.*, 2004).

Además se señala que la lombriz actúa en la descontaminación de los sustratos y sobre la contaminación ambiental (Reinecke and Reinecke, 2002). A las lombrices se les menciona como biomonitores de químicos agrícolas (Reinecke y Reinecke, 2002; Rodríguez, *et al.*, 2002); de fungicidas y otros compuestos químicos (Rault *et al.*, 2002; Sahu y Panda, 2002).

1.4 El estiércol como sustrato

Murados (2002), aconseja usar como alimentación principal para la lombriz el estiércol del ganado, pues se adapta mejor a este tipo de alimento. Las lombrices se multiplican mejor en estiércol que en cualquier otro material, además de que este puede ser aprovechado a un bajo costo (Gómez, 1998). La producción diaria de estiércol varía en función del tipo y talla de animal, así como del alimento, la temperatura y humedad de la cama en caso de ser utilizada; además, del agua que se desperdicia en el lavado de los corrales y de los bebederos. La cantidad y características se expresan usualmente en términos de peso o volumen por unidad de peso vivo y se refieren a la producción de estiércol fresco, además de la orina (Andreidakis, 1992).

El valor nutritivo de la vermicomposta está en función del contenido de nutrientes presentes en el alimento que consume la lombriz; por lo tanto un manejo adecuado en los desechos da como resultado un abono rico en microorganismos y nutrientes (Martínez, 1996).

El estiércol de bovino es el menos problemático en su manejo, y es el más

estable química y físicamente. El estiércol recién excretado por el bovino tiene un pH ligeramente ácido. El pH en este tipo de estiércol es variado, tiende a ser ácido (6.0) cuando el animal que lo produce es alimentado a base de granos y cuando los animales se alimentan con forrajes toscos el pH del estiércol es mayor de 6.5 (Zepeda, 2000).

La concentración de Na, Ca y P en las heces aumenta cuando los animales consumen sal a libre acceso. Es muy común que muchos ganaderos den a los animales (toros de engorda o vacas lecheras) sales minerales a libre acceso. En la mayoría de los casos las pre-mezclas minerales contienen sal común casi en forma libre, eso produce excrementos muy cargados de Na y por consiguiente de mala calidad (Zepeda, 2000).

Al iniciar un cultivo de lombriz, es importante valorar las características del estiércol que se va a usar, si el estiércol ha sido amontonado húmedo, éste estará cargado de amoníaco, gas, metano y algunas veces ácido sulfhídrico. Estos gases, especialmente el amoníaco son letales para la lombriz. En estos casos el estiércol debe aerearse hasta perder totalmente el olor a amoníaco. Como el estiércol ha sufrido un proceso de mineralización regularmente el pH es superior a 8.0, en algunos casos puede llegar hasta 9.8. Es recomendable medir el pH, si éste es superior a 8.5 no se puede sembrar la lombriz, ya que tardará mucho tiempo en adaptarse (Zepeda, 2000).

Si el estiércol no es apropiado para sembrar la lombriz, el pH puede sufrir modificaciones, con el uso de pajas, la paja de trigo de avena o cebada, cuando se mojan producen una reacción ácida. Un método sencillo para acidificar el estiércol consiste en hacer una composta agregando dos partes de paja por una de estiércol, a los 30 días habrá bajado el pH por lo menos una unidad. En ocasiones el productor espera que la paja esté descompuesta, aunque no es necesario que llegue a degradarse totalmente. En muchas explotaciones durante la temporada de sequía, el estiércol excretado, es después desmenuzado y se deshidrata al aire libre. De

manera que lo que se obtiene es un material granulado muy manejable es un buen insumo para sembrar y alimentar a la lombriz (Zepeda, 2000).

Ferruzi (1994), menciona que el estiércol vacuno se utiliza como sustrato inicial y como alimento durante la producción. El período mínimo de envejecimiento aconsejable es de 6 meses, pero es más fácil encontrarse con un pH adecuado, cuando este período ha sido de 7 meses.

También se pueden mezclar diversos alimentos, pero deberá tenerse especial cuidado, ya que la lombriz tiende a dirigirse siempre al mejor alimento. Si en un cantero (cama) se encuentran dos tipos de estiércol (uno rico y el otro pobre en nutrientes), las lombrices serán más abundantes del lado rico en nutrientes. Por eso la mezcla debe ser bien homogénea (Murados, 2002).

1.5 Proteína de la lombriz

La lombricultura permite además obtener excedentes de carne, la cual contiene proteína y aminoácidos esenciales que puede ser empleada en la comunidad rural para alimentar especies menores tales como aves, peces, conejos, entre otros (Zepeda, 2000).

La harina de lombriz *Eisenia foetida* alimentada con estiércol de ganado vacuno confirma su potencial como insumo en la alimentación animal (Nava, *et al.*, 2002).

En el cuadro 2 Nava, *et al.* (2002), muestran los resultados del análisis químico realizado a la carne de lombriz roja de california.

La carne fue evaluada con el análisis químico proximal que determina: extracto etéreo, cenizas, fibra cruda, extracto libre de nitrógeno, proteína verdadera y proteína cruda (por método Kjendahl y Dumas). La carne de lombriz contiene valores superiores que en la harina de pescado. La carne de lombriz contiene valores superiores que en la harina de pescado, por lo anterior Nava *et al.* (2002), menciona

que la harina de lombriz resulta ser una fuente alternativa de proteína de muy buena calidad y a bajo costo.

Cuadro No. 2. Análisis químico inmediato porcentaje de materia seca de la carne de lombriz roja de California.

Materia seca	10.66
Humedad	89.34
Proteína cruda (nitrógeno *6.25)	51.03
Proteína cruda (nitrógeno *6.25)	53.20
Proteína verdadera	21.63
Extracto etéreo	8.00
Fibra cruda	6.49
Cenizas	11.99
Extracto libre de nitrógeno	22.49

(Nava, *et al.*, 2002).

1.6 Especies de lombrices composteadoras

Las lombrices composteadoras utilizadas en la transformación de residuos orgánicos son individuos que pertenecen a diferentes especies. Entre las principales se encuentran *Dendrobaena veneta*, *Eudrilus eugeniae*, *Eisenia foetida* y *Eisenia andre* (Velasco *et al.*, 1996). En teoría cualquier tipo de lombriz puede usarse para la descomposición y humificación de la materia orgánica. En la práctica, sólo unas pocas especies son utilizadas para el vermicompostaje (Zepeda, 2000). La *Eisenia foetida*, conocida como lombriz roja californiana es la especie que mejor se adapta al cautiverio, por sus características se presta para la explotación intensiva; en la producción de abono orgánico, carne o harina es la especie más productiva en el mundo (Zepeda, 2000).

Correa (2002), menciona que en 1973, Hugg Carter, estaba en condiciones de suministrar a las tiendas de caza y pesca más de 15 millones de lombrices anuales. En los años 70, la Universidad Agrícola de California, empezó a programar con seriedad la utilización de estos anélidos en agricultura, ante las numerosas solicitudes que tenía en este sentido de: agricultores, hortelanos, dueños de viveros y floricultores de aquel estado.

Los primeros trabajos mexicanos sobre lombrices composteras se presentaron entre 1986 y 1989 (Sada, 1989). Este autor encontró que las lombrices *E. foetida* y *Metaphire californica* se desarrollaban de manera natural en pulpa de café en la región de Xalapa, Veracruz. Numerosas investigaciones reportan a *E. foetida* como la lombriz con mayor capacidad para adaptarse a condiciones de cultivo y amplio rango de factores ambientales como temperatura, humedad y pH (Reineecke y Viljoen, 1991).

Actualmente existen desacuerdos en cuanto a la taxonomía, para las lombrices *E. foetida* y *E. andrei*. La primera tiene bandas amarillas y rojas alternadas, en tanto que la segunda es de color rojo vivo uniforme, no presentándose otras diferencias biológicas entre ambas (Reineecke y Viljoen, 1991).

La lombriz *Eisenia foetida* en estado adulto mide entre 3,5 cm y 8,5 cm de largo, y en raros casos llega hasta los 13 cm (Pacuso y Silenco, 2001), que la convierten en la especie que facilita el vermicompostaje (Navas, 2000).

1.7 Clasificación taxonómica de las lombrices de tierra

La lombriz se encuentra en toda la superficie de la tierra. Se incluyen más de 3000 especies de lombriz, pertenece al *Phylum annelida*, clase clitelata o gusanos redondos constituidos por anillos metámeros y al orden oligochaetos del griego oligo (exceso) y chaeta (pelo), y a la familia de lumbricidae, aunque existen varias familias, algunas incluso son acuáticas (Zepeda, 2000).

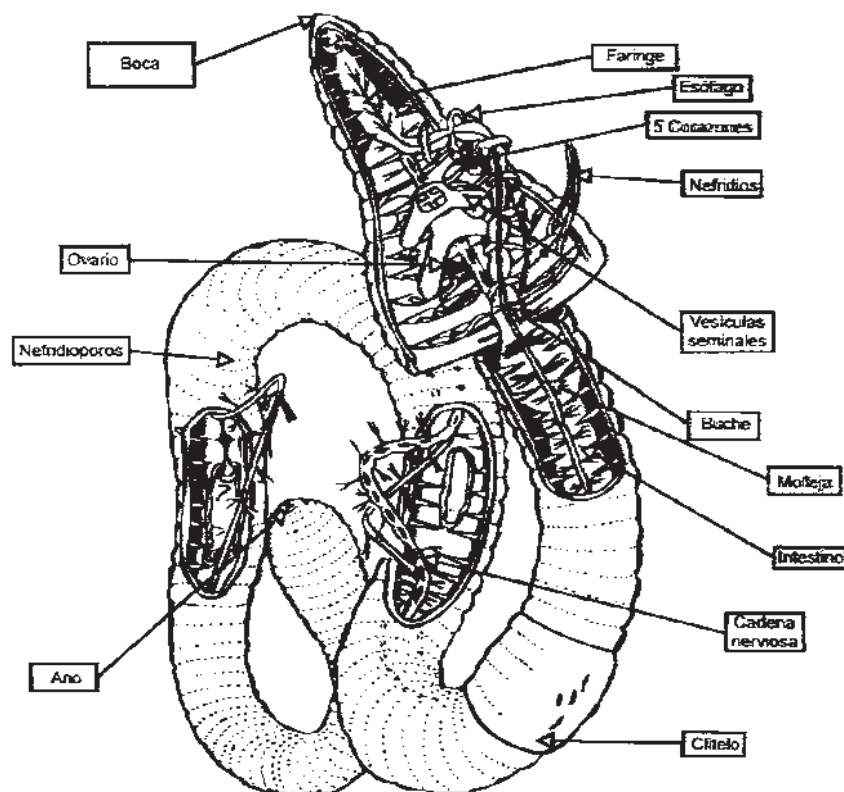
La lombriz de tierra es un animal invertebrado que pertenece al grupo de los gusanos o familia de los anélidos (animales segmentados) y a la clase de los quelópodos, tienen apéndice (cola) y pelos en la superficie del cuerpo que les ayuda a moverse; al interior de este grupo, se integra en el orden de los oligoquetos que presentan pelos casi imperceptibles y tienen apéndice (Gómez, 1998).

1.8 Principales características de las lombrices

1.8.1 Morfología

Las lombrices tienen un cuerpo cilíndrico y alargado que consiste de dos tubos concéntricos; la pared del cuerpo y el tubo digestivo, separados por el celoma. El celoma está dividido en segmentos llamados somitos y presenta una parte anterior y una posterior. El primer somito de la parte anterior es la boca, donde se encuentra el prostomio, estructura carnosa que sobresale delante de ella; el último segmento que se encuentra en la parte posterior es el ano. Una lombriz adulta puede llegar a tener entre 40 y 250 somitos (Martínez, 1996).

Figura 1. Estructura de la lombriz



El clitelo puede ubicarse entre los somitos 13 y 37. Su función está directamente relacionada con la reproducción. La formación de cápsulas se da en el

clitelo, como resultado de la secreción de una sustancia viscosa que permite proteger y transportar los huevos espermáticos (Gómez, 1998).

1.8.2 Sistema digestivo

Está formado por la boca que es una pequeña cavidad que se une con la laringe y en ella se lubrica el alimento que pasa posteriormente al esófago, en el cual se encuentran las glándulas calcáreas, cuya función es excretar carbonato cálcico para neutralizar los ácidos orgánicos presentes en el alimento. Posteriormente se encuentran el buche y la molleja. En el buche se almacena el alimento y en la molleja se tritura, para ser digerido en el intestino, donde ocurre la mayor parte de la digestión y la absorción (Martínez, 1996). La especie de lombrices terrestres *Eisenia foetida* es capaz de degradar materiales orgánicos y generar un abono muy similar a la turba, rico en nutrientes disponibles, con alta capacidad de retención de humedad, lo que hace que este material tenga un gran potencial como sustrato para la germinación en horticultura (Ramírez *et al.* 1997).

1.8.3 Sistema circulatorio

Las lombrices tienen un sistema circulatorio cerrado, constituido por dos grandes vasos sanguíneos uno dorsal y el otro ventral: además, de cinco vasos principales a lo largo del cuerpo y cinco pares de corazones, uno en cada uno de los somitos del 7 al 11. La sangre de las lombrices está compuesta por un plasma líquido de color rojo, debido a la presencia de hemoglobina. La función de la sangre es absorber las sustancias alimenticias de los intestinos, liberar residuos solubles en los riñones, transportar el oxígeno a todo el cuerpo y liberar gas carbónico a través de la piel (Martínez, 1996).

1.8.4 Sistema respiratorio

Gómez (1998) menciona que las lombrices respiran por medio de la piel, por lo que necesitan de la humedad. La falta de un sistema circulatorio organizado permite que la sangre circule por capilares que se ubican junto a la cutícula húmeda de la pared del cuerpo, lo que favorece la absorción de oxígeno y la liberación de anhídrido carbónico. Por lo tanto, la respiración sólo puede darse con la cutícula húmeda. Cuando se expone una lombriz al sol, deja de respirar al irse secando y muere. Otra causa de muerte es la falta de oxígeno que se presenta en condiciones de saturación de agua, de inundación, por ejemplo, como cuando hay precipitaciones altas (Martínez, 1996).

1.8.5 Sistema excretor

Este sistema lo componen los pares de nefridios que se encuentran en los somitos, excepto en los tres primeros y el último. Se inicia en una especie de embudo llamado nefrostoma y termina con el nefridioporo, estructura que descarga los desechos en el exterior. Está ubicado cerca del par ventral de quetas. Los productos a excretar se forman en la pared del cuerpo y el tubo digestivo, y ambos entran en la sangre y en el líquido celómico. La función de estas estructuras son filtración, reabsorción y secreción. El nefrostoma es ciliado y el movimiento de los cilios permite la liberación del líquido celómico (Martínez, 1996).

1.8.6 Sistema nervioso

Está formado por un cerebro, que a su vez lo integran dos ganglios suprafaríngeos. Existen dos conectivos que rodean la faringe y comunican con los ganglios subfaríngeos bilobulados. Desde aquí sale el cordón nervioso ventral que se extiende por la parte ventral del celoma hasta el último somito, que corresponde al ano (Martínez, 1996).

En cada somito se presenta un ganglio que se origina a partir del cordón nervioso ventral, del cual emergen tres pares de nervios laterales, de los cuales salen las fibras sensitivas y las fibras motoras; las primeras llevan impulsos de la epidermis al cordón nervioso y las segundas del cordón nervioso a los músculos y células epidérmicas (Martínez, 1996).

1.8.7 Sistema reproductivo

La lombriz es hermafrodita, por lo que se producen óvulos y espermatozoides en un mismo individuo. Sin embargo, no puede autofecundarse, pues necesita un intercambio de espermatozoides. Este intercambio se realiza, cuando las lombrices se aparean y unen entre sí sus poros, donde se liberan los espermatozoides y el líquido prostático. Posteriormente se separan y luego cada individuo por sí solo efectúa la liberación de cápsulas, que son estructuras que contienen los huevecillos. Dependiendo de la especie será el tamaño de las cápsulas y el número de huevecillos que contenga (Martínez, 1996). La lombriz roja alcanza su madurez sexual a los tres meses de edad y se le puede considerar completamente adulta a los siete meses de su nacimiento (Ferruzi, 1994).

1.8.8 Sistema locomotor

En cada segmento se ubica un sistema hidráulico cerrado; el celoma que actúa como un esqueleto hidrostático, gracias al líquido celómico. En la parte ventral del celoma se localizan los músculos circulares y los longitudinales; la contracción del músculo circular alarga el cuerpo y la del músculo longitudinal, lo acorta. La lombriz se mueve hacia delante o hacia atrás sin dificultad alguna, con la participación de las quetas, que le permiten adherirse a la superficie sobre la que se desplaza (Martínez, 1996).

1.9 Factores que influyen en el comportamiento de las lombrices

1.9.1 Materia orgánica

La base principal de la alimentación de las lombrices la constituyen los microorganismos que participan en la descomposición de la materia orgánica del suelo, por lo que es importante mantener el suelo con restos vegetales para que las lombrices tengan su fuente de alimento. Esto se aprecia muy bien en suelos con cobertura vegetal amplia, como los del bosque o el pastizal, donde la caída de hojas, flores, tallos y frutos es constante, por lo que en este tipo de condiciones es común encontrar grandes cantidades de lombrices por metro cuadrado (Martínez, 1996).

1.9.2 Humedad

La humedad y la alimentación se consideran como los factores más importantes para las lombrices. Estos animales no tienen un mecanismo de conservación de agua adecuado, no obstante que requieren de humedad en la pared corporal para su respiración y pierden mucha agua en la orina. Sin embargo, resisten la pérdida de agua de hasta un 75%. Como mecanismo de defensa ante la falta de humedad, la lombriz reduce al máximo su superficie corporal haciéndose un nudo o bolita. El agua también es importante en su sistema locomotor, ya que la presión hidráulica del líquido celomático no se da si el contenido de agua del cuerpo se reduce en más de 15%. En la lombriz, entre 80 y 90 por ciento de su peso vivo es agua (Zepeda, 2000).

La falta de agua reduce el movimiento de la lombriz, afectando directamente la búsqueda de alimento, lo que repercute en una disminución de la población puesto que se afecta su reproducción y se reduce la liberación de cápsulas. Por lo tanto, debe adicionarse agua al suelo en la cantidad suficiente para conservar la humedad que requieren las lombrices para satisfacer sus necesidades vitales de supervivencia, siempre cuidando no excederse porque un exceso de agua provocaría

que la lombriz muera ahogada (Martínez, 1996).

1.9.3 Temperatura

En la literatura se cita rango de temperaturas que van de 0 a 35°C en las que se desarrollan las lombrices, según la especie. Durante épocas frías y en zonas áridas las lombrices permanecen inactivas. Con humedad y temperatura adecuadas durante el día, las lombrices permanecen en la parte superior de la galería (cama) con la parte anterior hacia la entrada cerrada con materia orgánica (Zepeda, 2000).

Temperaturas altas causan desecación y por consiguiente la muerte. En condiciones naturales es difícil controlar este factor, pero cuando se tienen criaderos con especies domesticadas, el control de temperatura es muy importante, por lo que hay que estar preparado para protegerlas del frío o del calor (Martínez, 1996).

1.9.4 Aireación

Sus necesidades de oxígeno puede satisfacerlas la lombriz de aire existente en el medio ambiente o del agua. Aunque este factor no ha sido muy estudiado, se conoce que hay mucha variación entre especies en cuanto a mantenerse o no en suelos con altas o bajas concentraciones de oxígeno. Lo que sí se ha demostrado es que prefieren mas bien suelos saturados con agua que con aire (Martínez, 1996).

1.9.5 Luz

Las lombrices necesitan de oscuridad, ya que la presencia de luz las afecta directamente. La exposición por tiempos cortos a los rayos ultravioleta las deseca y les causa la muerte si no se les protege en forma rápida. Toleran la luz roja pero evitan la azul y se estima que las lombrices más pigmentadas son menos sensibles. Durante la noche la lombriz saca su parte anterior de la galería, para explorar, alimentarse o aparearse (Martínez, 1996).

1.9.6 Textura del suelo

Las lombrices se encuentran en suelos sueltos, de textura ligera y con materia orgánica, lo que da idea sobre los requerimientos de un suelo para encontrar lombrices. Claro está que los suelos arcillosos, compactos, con ausencia de oxígeno, no son adecuados para las lombrices y en igual forma suelos muy arenosos. Sin embargo, la lombriz tiene la capacidad de seleccionar su hábitat (Martínez, 1996).

1.9.7 Acidez del suelo

El pH del suelo es un factor importante que determina la presencia o ausencia de lombrices, no obstante, esto va a depender de la especie de la lombriz de que se trate (Zepeda, 2000).

La acidez influye directamente en la alimentación y reproducción de la lombriz, aunque algunos autores indican que la muerte se debe principalmente a su sensibilidad a la acidez del suelo. En algunos casos, cuando la acidez es muy baja, la lombriz migra hacia la superficie del suelo, donde se queda quieta y posteriormente se muere. De acuerdo con su tolerancia a la acidez, dentro de un rango de pH de 4.2 a 8 las lombrices han sido clasificadas en acidófilas, basófilas y neutrófilas (Martínez, 1996).

1.10 Enemigos de las lombrices

Gómez (1998), menciona que sería interesante preguntarse sobre quién es el principal enemigo de la lombriz. Sin temor a equivocarse, se puede decir que es el hombre, porque en condiciones naturales la lombriz tiene un hábitat, que sólo es perturbado sistemáticamente por la mano del hombre. No hay más que comparar un suelo cultivado, con uno de bosque para comprobar lo anterior. Un suelo de bosque que no ha sido alterado, presenta una densidad alta de lombrices por metro cuadrado, mientras que en el suelo cultivado la densidad poblacional es muy baja.

Existen otros enemigos de la lombriz; las hormigas, las planarias, los topes, las ratas, las cochinillas, entre otros. Sin embargo, la extinción de las lombrices no se debe al efecto de la depredación de éstos (Zepeda, 2000).

Por otra parte en criaderos de lombrices, también se pueden encontrar todas las formas de asociación. Las ratas y topes se presentan cuando los desechos no se manejan bien. Las aves se presentan cuando hay algún insumo que les atrae o cuando la maquinaria agrícola pasa y voltea la capa superior del suelo, en este caso las aves van siguiéndola para alimentarse de la fauna que queda expuesta, entre ellas las lombrices que están dentro de las camas (Martínez, 1996).

2.0 OBJETIVO

El objetivo del presente trabajo consistió en establecer la técnica de lombricomposta, transformando el estiércol de ganado vacuno en abono orgánico.

Objetivos particulares:

1. Preparar el terreno y elaboración de camas para la siembra de la lombriz.
2. Registrar el pH así como la temperatura del ambiente y de la cama de la lombriz.

3.0 MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia ubicada en el km 9.5 de la carretera Morelia-Zinapécuaro.

3.1 Obtención de la vermicomposta

Para la obtención de la vermicomposta fue necesario establecer un módulo de vermicomposteo. La lombriz (*Eisenia foetida*) se adquirió en la granja de lombrices propiedad del Ing. Rubén Zepeda Piña, ubicada en Texcoco, estado de México.

Las lombrices pasaron por un periodo de adaptación de 21 días, donde únicamente se mantuvo una humedad constante, se llevó un registro de las temperaturas ambientales en dicho periodo. Una vez transcurrido el periodo de adaptación se procedió a sembrar.

3.2 Preparación del terreno

La preparación del terreno se realizó en tres fases. En la primera se utilizaron arados de reja (barbecho) con dirección de este a oeste con una profundidad de 45 cm. En la segunda se utilizó una rastra de 20 discos, fue pasada de norte a sur, posteriormente de este a oeste. En la tercera fase tercera donde se utilizaron arados a una distancia de 1.5 m uno de otro en dirección de este a oeste y con profundidad de 20 cm.

3.3 Elaboración de la cama

Se elaboró una cama de 5 m de largo x 1.5 m de ancho, con unos surcos de 10 cm de profundidad a los lados y una pendiente de 10 cm. sobre la cama, se colocó un plástico de calibre 600", el cual se estiró perfectamente teniendo cuidado de que no quedaran arrugas sobre de ella para seguir con la siembra de lombriz.

3.4 Siembra

La siembra se realizó a las 6:00 p.m. Se colocó una línea de estiércol deshidratado, a razón de 1 kg por metro lineal en la cama como alimento, haciendo un canal en el centro de 5 cm de profundidad aproximadamente por 30 cm de ancho, donde se depositaron 5 kg la lombriz, a una densidad de 1 kg por metro lineal. Se agregó 1.5 l de agua por cada kg de lombriz, se extendió a lo largo y posteriormente se cubrió con el estiércol, después se regó generosamente con agua a razón de 2.5 l por cada kg de estiércol, hasta quedar perfectamente humedecida. Por último se colocó encima una malla elaborada con arpillas entretejidas con rastrojo picado (extraído de pacas) y totalmente seco a manera de colcha.

3.5 Riego

Previo retiro de la malla, el riego se efectuó generosamente por las mañanas en forma lineal, teniendo cuidado de no producir encharcamientos. Esta actividad se realizó todos los días durante un año (septiembre 2000 a septiembre 2001).

3.6 Alimentación

La alimentación se suministró cada 8 días por las mañanas a las 7:30 a.m. antes del riego agregando 1 kg de estiércol de ganado vacuno por metro como alimento en forma lineal y después de esto se procedió a hacer el riego habitual. El estiércol provenía de bovinos alimentados con estiércol de cerdo, melaza y rastrojo en proporción de 30 y 35% y 35% (BS).

3.7 Mediciones

Diariamente a las 8:00 a.m. se midió el pH, humedad, temperatura dentro de las camas y la temperatura ambiental. El pH se midió con un potenciómetro modelo Corning Digital, el cual cuenta con un sensor, que se introduce en la mezcla que se obtiene con 5 g del material de las camas y 5 ml de solución buffer. La temperatura de las camas se midió con un termómetro de mercurio de barra, introduciéndolo dentro de las camas en sus dos extremos. La medición de la temperatura ambiente se mantuvo monitoreada por medio de un termómetro ambiental.

4.0 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los datos que se obtuvieron al establecer la técnica de lombricomposta con estiércol de ganado vacuno fueron los siguientes: La temperatura ambiente se mantuvo en un rango de $32.7 \pm 3.8^{\circ}\text{C}$ como máxima y $9.4 \pm 9.0^{\circ}\text{C}$ mínima (cuadro 3); al respecto Martínez (1996) y Zepeda (2000) mencionan un rango adecuado de 0 a 35°C , por otra parte Ferrurzi (1994) menciona que debe de ser lo más cercana a los 19°C .

Cuadro No. 3. Mediciones realizadas a la lombricultura

Mes	Temperatura / Ambiente		pH/Estiércol		Temperatura/ Cama		pH/Cama	
	Max.	Min.	Max	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.
Septiembre	31°	10°	7.3	7.1	16°	13°	7.4	7.2
Octubre	30°	9°	7.4	7.2	17°	14°	7.3	7.1
Noviembre	29°	9°	7.2	7.0	12°	11°	7.2	7.1
Diciembre	26°	9°	7.1	6.9	11°	9°	7.0	6.9
Enero	28°	9°	7.2	7.1	13	10°	7.1	7.0
Febrero	31°	9°	7.3	7.2	16°	12°	7.4	7.2
Marzo	34°	9°	8.3	7.3	19°	13°	8.0	7.3
Abril	39°	9°	7.8	7.6	19°	13°	7.8	7.6
Mayo	36°	9°	7.9	7.7	19°	13°	7.9	7.5
Junio	36°	9°	7.7	7.4	20°	13°	7.4	7.2
Julio	37°	10°	7.3	6.99	18°	10°	7.2	7.0
Agosto	34°	9°	7.7	7.1	19°	11°	7.4	7.2
Septiembre	34°	10°	7.2	7.1	18°	12°	7.1	7.0
Promedio	32.7°	9.4°	7.5	7.2	16.7°	11.8°	7.4	7.2
D. E.	3.8°	9.0°	0.36	0.24	1.28°	0.90°	0.32	0.2

(Septiembre 2000 – Septiembre 2001).

En tanto que la temperatura de la cama fue de $16.7 \pm 1.28^{\circ}\text{C}$ como máxima y $11.8 \pm 0.90^{\circ}\text{C}$ como mínima (cuadro 3), valores aceptables, según lo refieren Zepeda (2000), Martínez (1997), Capistran (1999) y Correa (2002); estos autores

señalan valores de 39°C máxima y 0° mínima respectivamente.

El pH del estiércol se mantuvo en 7.5 ± 0.36 como máximo y 7.2 ± 0.24 como mínimo (cuadro 3). En relación a esto, Martínez (1996) menciona un rango de 4.0 a 7.0, Ferruzi (1994) de 6.5 a 7.5 y Zepeda (2000) de 6.7 a 9.0.

Por su parte el pH de la cama se mantuvo en un rango de 7.4 ± 0.32 y 7.2 ± 0.2 , valores que indican un menor rango de pH en la cama de la composta. Esto posiblemente se debe a la capacidad de la lombriz para neutralizar los sustratos.

5.0 CONCLUSIONES

El pH del estiércol varió de 6.9 a 7.7 durante el año de observación, lo que coincide con lo reportado en la literatura (4 a 9), la medición de la temperatura de la cama varió de 20°C máxima a 9°C mínima, valores fuertemente influenciados por la temperatura ambiente observada, durante el periodo experimental varió de cero como mínima a 35°C como máxima, aunque ésta influyó sobre la temperatura de la cama, la lombriz se adaptó y sobrevivió.

Dado que el establecimiento de la técnica de la lombricomposta se realizó durante un año, bajo las condiciones climáticas y ambientales de la posta zootécnica de la FMVZ – UMSNH con parámetros que permiten la sobrevivencia y el desempeño de la lombriz, por lo cual se concluye que es factible implementar esta técnica para reducir la contaminación por estiércol de los diferentes sectores.

6.0 BIBLIOGRAFÍA

- Aguilera, C. R.A., Loza, Li. J. A. y Reines, S. M. 2004. El potencial bactericida de la lombriz roja de california. Primer Congreso Internacional de Lombricultura y Abonos Orgánicos. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco. México. p. 61.
- Aira, M., Monroy, F., Domínguez, J., Sampedro, L. and Mato, S. 2002. Biochemical and microbial population dynamics during vermicomposting of pig slurries. The 7th International Symposium on Earthworm Ecology. Cardiff. Wales. 1st – 6th september 2002. Cardiff University, Wales, UK. p. 230.
- Albert, A. L. 1997. Cursos básicos de toxicología ambiental. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud, Organización Panamericana de la Salud, (O. M. S.) p. 7.
- Ancona, L., Belmar, R., Sandoval, C. y Mendoza, H. 2004^a. Obtención de vermiabono usando productos agrícolas derivados del cultivo de hongos comestibles en el medio rural. Primer Congreso Internacional de Lombricultura y Abonos Orgánicos. Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco. México. p. 110
- Ancona, L., Uicab, L. y Belmar, R. 2004^b. Producción de vermicomposta a partir del desecho residual de *Pleurotus djamar*. Primer Congreso Internacional de Lombricultura y Abonos Orgánicos. Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco. México. p. 113.
- Andreadakis, A. D. 1992. Anaerobic digestion of piggery wastes. 25 Ed. Wat.sci.tech Vol. 1 p. 9-16.
- Ang, L. M., Asiedu, S. L. 2002. Integration earthworms in ecological management. The 7th International Symposium on Earthworm Ecology. Cardiff. Wales 1st – 6th september 2002. Cardiff University, Wales, UK. p. 322.
- Arancon, N. Q., Yadirm, E., Edwards, C.A. and Lee, S. 2002. The trophic diversity of nematodo communities in soils treated with vermicompost. The 7th International Symposium on Earthworm Ecology. Cardiff. Wales 1st – 6th september 2002. Cardiff University, Wales, UK. p. 237.
- Arreguín, L. M., Espinosa, V. R. M., Turpin, M. S. and Delfín, A. L. 2004. Producción de vermicomposta a partir de mezclas de residuos de pañales con residuos alimentarios. Primer Congreso Internacional de Lombricultura y Abonos Orgánicos. Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco. México. p.122.
- Bravo, V. A. 2002. Técnicas y aplicaciones del cultivo de la lombriz roja de california [En línea]. Ver<<<http://usuarios.arnet.com.ar/mmorra/vravovaras.htm/1996>>> [Consulta 4 de enero 2002].

- Brichta, J. P., Rendina, A. E. y Premuzic, Z. 2004. Estandarización y tipificación de las propiedades fisicoquímicas de vermicomposts derivados de distintos orígenes agroindustriales. Primer Congreso Internacional de Lombricultura y Abonos Orgánicos. Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco. México. p. 147.
- Capistrán, F., Aranda, E. y Romero J. C. 1999. Manual de reciclaje y composteaje y lombricomposteaje. Instituto de Ecología, A.C. Jalapa, Veracruz. México. p. 80-81.
- Capowiez, Y., Rault, M., Mazzia, C., Belzunces L. 2002. Modifications of the burrowing, behavior of *Aporrectodea nocturnal* and *Allolobophora chlorotica* due to the presence of imidacloprid in the soil. The 7th International Symposium on Earthworm Ecology. Cardiff. Wales 1st – 6th september 2002. Cardiff University, Wales, UK. p. 106.
- Carabias, J. 1995. El desarrollo sustentable única opción para la conservación. 2° Seminario Internacional de Agroecología y Desarrollo Sustentable. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México.
- Correa, R. P. 2002. Manual de lombricultura [En línea] <<http://www.scasoftware.tripod.com/adm/popup/roadmap/.shtml?member_nae=scasoftware&path=lombriz.htm&client_ip=152.163.66&ts=1>>. [Consulta 6 de enero 2002].
- Cortez, J., Hammed M. B. and Bouche. 1989. and N Transfer in soil with or without earthworms fed with ¹⁴ ¹⁵N -labelled wheat staw. Soil Biol. Biochem. 21: 491-7.
- Cuevas, G. R., Domínguez, Ch. M. A. y Pérez, C. R. 2004. Compostaje y lombricompostaje de residuos orgánicos de dos mercados en Tapachula, Chiapas. Primer Congreso Internacional de Lombricultura y Abonos Orgánicos. Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco. México. p. 126.
- Damas, M. R., Martínez, C. J. A. y Abrante, H. P. R. 2004. Tratamiento de residuales sólidos y líquidos en zonas rurales. Primer Congreso Internacional de Lombricultura y Abonos Orgánicos. Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco. México. p. 131.
- Edwards, C. A. 2002. Greenhouse and laboratory studies on the effects of vermicompost on growth of vegetables and ornamentals. The 7th International Symposium on Earthworm Ecology. Cardiff. Wales 1st – 6th september 2002. Cardiff University, Wales, UK. p. 129.
- Ferruzi, C. 1994. Manual de lombricultura. Mundi-Prensa, Madrid, España p. 39,67,71.

- García, R. A. 2000. Calidad alimentaria de la mezcla estiércol de cerdo y esquilmos agrícolas deshidratado al sol para bovinos de engorda. (Tesis Maestría). Universidad de Colima. Tecomán, Colima, México.
- Gilchrist, R. 2002. Combining bioaerated thermophilic composting with vermicomposting using floor – through in – vessel systems for the cost – effective processing of organic wastes. The 7th International Symposium on Earthworm Ecology. Cardiff. Wales 1st – 6th september 2002. Cardiff University, Wales, UK. p. 246.
- Girardi, R. S. and Lingappa, S. 2002. Population growth rates of three detritivore species of earthworms in field designs used for bioconversion of organic wastes. The 7th International Symposium on Earthworm Ecology. Cardiff. Wales 1st – 6th september 2002. Cardiff University, Wales, UK. p. 247.
- Gómez, T. L. 1998. Manual de lombricultura. Instituto Nacional de Capacitación del Sector Agropecuario. Ed. Inca Rural, A.C. México, D. F. p. 23, 29.
- Gutiérrez, O. V. F., Cabrera, C. B. I., Nafate, M. C. C., Rincón, R. R., Oliva, L. M. A., Dendoven, L. y Gutiérrez, M. F. A. 2004. Caracterización integral de vermicomposta. Primer Congreso Internacional de Lombricultura y Abonos Orgánicos. Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco. México. p. 137.
- Hernández, G. J. J., Oliver, G. R. y Tabada, S. M. 2004. Uso de abonos en la producción de lechuga *lactuca sativa* L. en Cuernavaca, Morelos. México. Primer Congreso Internacional de Lombricultura y Abonos Orgánicos. Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco. México. p. 97
- Jiménez, J. J. Decaens, T., Mariani, L. and Lavelle, P. 2002. Earthworms as ecosystem engineers : a case of study in the Colombian well – drained savannas. The 7th International Symposium on Earthworm Ecology. Cardiff. Wales 1st – 6th september 2002. Cardiff University, Wales, UK. 121 pp.
- Kostecka, J. 2002. The earthworm ecology box part I: How to overcome a declining earthworm population. The 7th International Symposium on Earthworm Ecology. Cardiff. Wales 1st – 6th september 2002. Cardiff University, Wales, UK. p. 249.
- Lee, P. H., Morris, A. W. J., Pearce, T. G. Patel, D. and Semple, K. T. 2002. Impact of cable insulating oil on earthworms in soil. The 7th International Symposium on Earthworm Ecology. Cardiff. Wales 1st – 6th september 2002. Cardiff University, Wales, UK. p. 170.
- Martínez, C. C. 1996. La lombricultura una alternativa viable en la agricultura sustentable. II Simposio Internacional y III Reunión Nacional sobre Agricultura Sostenible. San Luis Potosí, México. p. 177-180.

- Martínez, C. C. 1997. La lombricultura en una granja integral sustentable. III Simposio Internacional y IV Reunión Nacional sobre Agricultura Sostenible. Guadalajara, México. p. 147-149.
- Miller, F. P. and Mic, W. 1994. Land use issues and sustainability of agriculture. Word Congress of Soil Science. ISSS-MSSS, Acapulco, México. p. 17-33.
- Morales, T. M. and Patrón, I. J. C. 2002. Transformation of domestic organic residuals in organic fertilizar for Works *eisenia foetida* (annelida – oligochaeta) in Puebla. Aira, M., Monroy, F., Domínguez, J., Sampedro, L., Mato, S. 2002. Biochemical and microbial population dynamics during vermicomposting of pig slurries. The 7th International Symposium on Earthworm Ecology. Cardiff. Wales 1st – 6th september 2002. Cardiff University, Wales, UK. p. 260.
- Murados, R. A. 2002. Desarrollos alternativos. [En línea] <<http://www.revistapalermo.com.ar/notas/instalación27.htm> [Consulta 6 de mayo, 2002].
- Nava, E. A., Gutiérrez, V. E., Cárdenas, N. R y López, P. L. 2002. Evaluación de los productos extraídos de la lombricultura. XIII Encuentro en Investigación Veterinaria y Producción Animal. Morelia, Mich. México. p. 108.
- Navas, S. C. 2000. Como criar lombrices rojas californianas [en línea] <<http://www.usuarios.arnet.com.ar/mmorral/libro%20de%20lombricultura.htm> .2002 [Consulta 3 de enero, 2002].
- Pacuso y Silenco. 2001. Lombricultivos para la elaboración de humos. [En línea] <http://www.yahoo.com.mx> [Consulta 29/noviembre, 2001].
- Patrón, C. Barois, I. and Fragoso, C. 2002^a. Population interactions between *pontoscolex corethrurus* and *pulypheretima elongata* during six serial cycles of maize in la mancha (Veracruz, México). The 7th International Symposium on Earthworm Ecology. Cardiff. Wales 1st – 6th september 2002. Cardiff University, Wales, UK. pp. 50.
- Patrón, I. J. C., Sánchez, G. D. Tepale, Z. G. and Asención, V. A. 2002^b. Agronomic evaluation of three vermicomposts in the greenhouse cultivation of *Cucurbita pepo*. The 7th International Symposium on Earthworm Ecology. Cardiff. Wales 1st – 6th september 2002. Cardiff University, Wales, UK. pp. 264.
- Pérez, Q. L. M., Aguirre, B. M. J., Briones, E. F. y Macías, H. B. A. 2004. Utilización de la cachaza para la producción de vermicomposta. Primer Congreso Internacional de Lombricultura y Abonos Orgánicos. Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco. México. p. 142.
- Ranganathan, L. S. 2002. Vermicomposting enhances trace element mineralisation and chelation. The 7th International Symposium on Earthworm ecology.

- Cardiff. Wales 1st – 6th september 2002. Cardiff University, Wales, UK. p. 228.
- Ramírez, S. L. F., Salazar S. E. y Díaz S. R. 1997. Establecimiento de un módulo de vermicomposteo. III Simposio Internacional y IV Reunión Nacional Sobre Agricultura Sostenible. Guadalajara, Jalisco, México. p 143 - 145.
- Rault, M. y Guel E., Mazzia, C., Berard A., Capowiez, Y., and Belzuneces, L. 2002. Comparision of different bromarkers in the earthworm *allolobophora ictericia* to detect effects of prochloraze. The 7th International Symposium on Earthworm Ecology. Cardiff. Wales 1st – 6th september 2002. Cardiff University, Wales, UK. p. 182.
- Reinecke, A. J. and Viljoen S. A. 1991. A comparison of the biology of *Eisenia foetida* and *Eisenia andrei* (Oligochaeta). Biol. Fertil. Soils 11:295 - 300.
- Reinecke, S A. and Reinecke, A. J. 2002. Earthworm biomarkers as tools to determine the effects of agricultural chemicals on non – target organisms. The 7th International Symposium on Earthworm Ecology. Cardiff. Wales 1st – 6th september 2002. Cardiff University, Wales, UK. p. 183.
- Reinés, A. M. 1998. Lombricultura Alternativa del Desarrollo Sustentable. Universidad de Guadalajara. Las Agujas, Municipio de Zapopan Jalisco. México. p. 1.
- Reinés, M., Rodríguez, C., Vilches, E. y García, M. 2004. Efecto de alimento en el desarrollo de las lombrices de tierra. Primer Congreso Internacional de Lombricultura y Abonos Orgánicos. Universidad de Guadalajara. Guadalajara. Jalisco México.
- Rezendiz, H. F., López, A. C. Calderón, C. J. F., Lepiz, I. R., y López, A. F., 2004. Aplicación de fertilisuelo en el cultivo de maíz y su efecto en rendimiento de grano y la flora bacteriana del suelo, en el valle de Zapopan, Jalisco. Primer Congreso Internacional de Lombricultura y Abonos Orgánicos. Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco. México. p. 155.
- Rodríguez , Q. G., Valenzuela, Q. W. y Méndez, L. J. 2004. Lombricomposta como *fuelle de nitrógeno en la germinación de fríjol azufrado higuera (Phasseolus vulgaris)* en charolas. Primer Congreso Internacional de Lombricultura y Abonos Orgánicos. Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco. México. p. 17.
- Romo, C. R. L., Contreras, R. S. H. y Muñoz, U. A. 2004. Evaluación de dos abonos orgánicos y su efecto sobre el desarrollo de *Aeshynomene americana L.* en suelos degradados. Primer Congreso Internacional de Lombricultura y Abonos Orgánicos. Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco. México. p. 107.

- Sada, T. 1989. Agricultura natural. Ed. Fundación Centro Internacional de Investigación y Desarrollo de la Agricultura Natural. Japón. p. 34.
- Sahu, S. K. and Panda S. 2002. Assessment of recovery of growth, reproduction, metabolism and acetylcholine esterase activity of *Drawida willsi* (oligochaeta) following application of carbofuran to soil. The 7th International Symposium on Earthworm Ecology. Cardiff. Wales 1st – 6th september 2002. Cardiff University, Wales, UK. p. 185.
- Sampedro, L., Aira, M., Briones, M. J. I., Pérez, D. and Mato, S. 2002. Microbial populations from different organic wastes effects to mineralization and growth of *Eisenia andrei*. Aira, M., Monroy, F., Domínguez, J., Sampedro, L., Mato, S. 2002. Biochemical and microbial population dynamics during vermicomposting of pig slurries. The 7th International Symposium on Earthworm Ecology. Cardiff. Wales 1st – 6th september 2002. Cardiff University, Wales, UK. p. 267.
- Sánchez, H. R., Ordaz, C. V. M. y Amador, A. M. 2004. Evaluación de vermicompost como sustrato en la producción de plántulas horticolas y forestales. Primer Congreso Internacional de Lombricultura y Abonos Orgánicos. Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco. México. p. 82.
- Sánchez, P.S., López, A. E. y López, A. F. 2004. Propuesta en rendimiento de grano a la fertilización orgánica en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Primer Congreso Internacional de Lombricultura y Abonos Orgánicos. Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco, México. p. 158.
- Santamaría, R. S., Ferrera, C. R. Almaraz, S. J. Galvis, S.A. y Barois, B. I. 2001. Dinámica y relaciones de microorganismos, C. orgánico y N. total durante el composteo y vermicomposteo. p. 36.
- Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL). 1995. Proceso del manejo y generación de los residuos sólidos municipales (tríptico) en: Promoción del Buen Manejo de los Residuos Sólidos Municipales. Carpeta con 6 trípticos. México, D. F.
- Sosa, P. R., Corrales, E. A. R. y Olivas, N. D. E. 2004. Efecto de seis compostas en el crecimiento de tomate y en sus poblaciones microbianas rizosféricas. Primer Congreso Internacional de Lombricultura y Abonos Orgánicos. Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco. México. p. 71
- Suzuki, T. Honda, M. Matsumoto and S. Gamou, S. 2002. Molecular cloning of conand – determining gene(s) from *eisenia foetida* (savigny, 1826) oligochaeta: Lumbricidae. The 7th International Symposium on Earthworm Ecology. Cardiff. Wales 1st – 6th September 2002. Cardiff University, Wales, UK. p. 68.
- Uicab, B. L. A. Morales, A. D., Medina, P.S. y Ancona, M. L. 2004. Producción de composta a partir de contenido ruminal obtenido del rastro de la FMVZ-

- UADY. Primer Congreso Internacional de Lombricultura y Abonos Orgánicos. Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco. México. p. 150
- Vadi, G., Gobat, J. M. and Le, Bayon, R. C. 2002. Induence of earthworms (oligochaetes, lumbricidae) on the soil structuring in recent fluviatile deposition. A microcosm experiment. The 7th International Symposium on Earthworm Ecology. Cardiff. Wales 1st – 6th september 2002. Cardiff University, Wales, UK. p. 138.
- Velasco, J. Santamaría, R. S. y Ferrera, C. R. 1996. *Eisenia andrei* “comercial” y “*Eisenia andrei*” “c.li” en el vermicomposteo de paja. II Simposio Internacional y III Reunión Nacional Sobre Agricultura Sostenible. Montecillo, Estado de México. p. 153-158.
- Zepeda, P. R. 2000. Manual práctico de lombricultura. Curso Práctico. Universidad Autónoma de Chapingo. Culiacán Sinaloa. p. 2-8, 26-28.