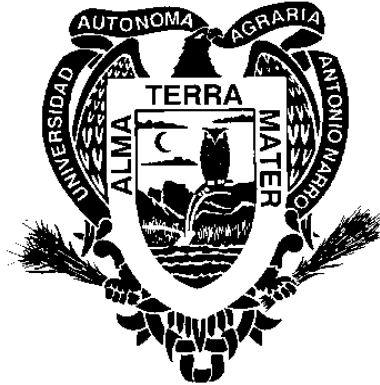


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGIA



**ELABORACION DE LOMBRICOMPOSTA Y HUMUS DE LOMBRIZ EN LOS
MOCHIS, SINALOA.**

Por:

SERGIO FERNANDO MÁRQUEZ QUIROZ

MEMORIA EXPERIENCIA PROFESIONAL

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRONOMO PARASITOLOGO

Buenavista, Saltillo, Coahuila

Junio 2011.

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGIA**

**ELABORACION DE LOMBRICOMPOSTA Y HUMUS DE LOMBRIZ EN LOS
MOCHIS, SINALOA.**

MEMORIA EXPERIENCIA PROFESIONAL


Presentada por:

SERGIO FERNANDO MÁRQUEZ QUIROZ

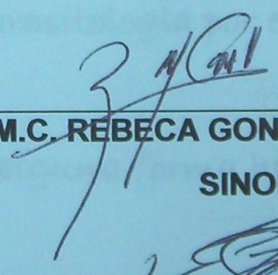
**Que somete a Consideración de H. Jurado Examinador como Requisito Parcial
para Obtener el Título de:**

INGENIERO AGRÓNOMO EN PARASITOLOGIA

APROBADA POR



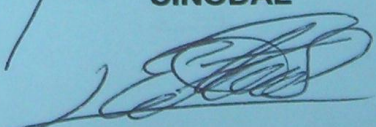
DR. MARIANO FLORES DAVILA
PRESIDENTE DE JURADO



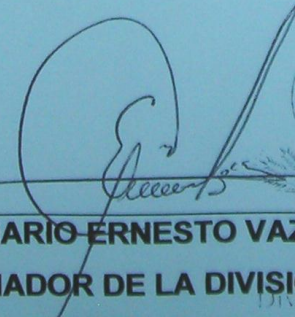
M.C. REBECA GONZALEZ VILLEGAS
SINODAL



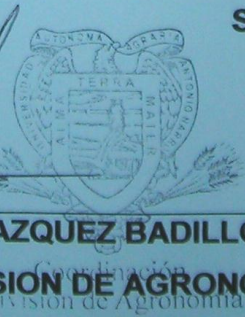
DR. LUIS ALBERTO AGUIRRE URIBE
SINODAL



DR. ERNESTO CERNA CHAVEZ
SINODAL



DR. MARIO ERNESTO VAZQUEZ BADILLO
COORDINADOR DE LA DIVISION DE AGRONOMIA



SALTILLO, COAHUILA, MEXICO

Junio 2011.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a mí "Alma Terra Mater" por haberme cobijado durante mi estancia en la UNIVERSIDAD.

Con agradecimiento al H. Jurado Examinador por colaborar del presente trabajo, así mismo todo el esfuerzo, accesibilidad y apoyo que mostraron en todo momento.

A mis Maestros que me formaron como profesionista y me dieron las bases para poder desempeñarme en el campo laboral.

En especial al Departamento de Parasitología por el apoyo y la enseñanza recibida.

A todas aquellas personas que de alguna forma han contribuido en mi vida.

DEDICATORIA

A mis padres

JESUS MARQUEZ CAUDILLO (finado)

y

MARIA ESTHELA QUIROZ DE MARQUEZ

Por la vida y las enseñanzas recibidas para salir adelante,
por las palabras de aliento que siempre me dieron

A mis hermanos por todos los buenos y malos momentos que
siempre hemos compartido.

Al Lic. Bernardino Rosas Ibarra, por la amistad y el
apoyo que he recibido.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág
AGRADECIMIENTOS.....	III
DEDICATORIA.....	IV
INDICE DE CONTENIDO	V
RESUMEN	IX
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVO	3
REVISION DE LITERATURA.....	4
Breve historia de la lombricultura.....	4
Generalidades.....	4
Biología de la lombriz de tierra.....	5
Ubicación Taxonómica.....	6
Hábitat y alimentación.....	6
Descripción y medio de vida.....	7
Fisiología.....	11
Humedad y aireación	11
Temperatura	12
Luz	12
pH.....	13
Reproducción de la lombriz de tierra.....	13
Efecto de las lombrices en el sustrato.....	14
Descomposición	14
Rendimientos.....	15
Descripción e importancia.....	15
Mercado.....	17
Impacto económico social.....	17
Que se necesita para iniciarse en la lombricultura?.....	19
Qué es el compostaje?.....	19
Como compostear?.....	20
Como se genera la lombricomposta?.....	21

Manejo de la lombricomposta.....	23
Materiales recomendados para compostar	23
Organismos en la composta.....	23
Madurez de la composta	24
Usos y beneficios de la composta	25
Establecimiento del criadero	26
Fabricación de las camas.....	26
Alimento para las lombrices	26
CONCLUSIÓN.....	29
LITERATURA CITADA.....	30

RESUMEN

La lombricomposta se ha utilizado como apoyo en la agricultura con excelentes resultados, pero es necesario emplear grandes volúmenes. Es importante evaluar diferentes sustratos que estén disponibles en cada región, ya que es factible obtener lombricomposta de una gran variedad de materiales orgánicos. La presente investigación tuvo como objetivo evaluar tres sustratos orgánicos (estiércol bovino, lirio acuático, y mezcla de desechos de mercado) como fuente para producir lombricomposta.

Como parte de las estrategias para mejorar la calidad de los suelos de cultivo, se están desarrollando nuevos procesos y fertilizantes que no dañen los ecosistemas. Los fertilizantes de origen orgánico ayudan a incrementar la materia orgánica de la tierra de cultivo a través de materia biodegradable como los desechos de animales, vegetales y lodos residuales que pueden ser estabilizados por las lombrices

El lombricompostaje es una técnica versátil para la producción de composta, y con los nuevos retos que promueve el desarrollo sustentable, una opción para mejorar la calidad del suelo gracias al efecto que tiene la lombriz sobre la transformación de la materia orgánica.

Las lombrices se alimentan de detritus orgánico formado de residuos vegetales y animales. Este detritus es llevado desde la superficie hasta las madrigueras, liberando los nutrientes necesarios para las plantas como son el nitrógeno, carbono, calcio, magnesio y fósforo.

Palabras clave: Lombricomposta, estiércol bovino, aireación, pH.

INTRODUCCIÓN

Como parte de las estrategias para mejorar la calidad de los suelos de cultivo, se están desarrollando nuevos procesos y fertilizantes que no dañen los ecosistemas. Los fertilizantes de origen orgánico ayudan a incrementar la materia orgánica de la tierra de cultivo a través de materia biodegradable como los desechos de animales, vegetales y lodos residuales que pueden ser estabilizados por las lombrices (Loehr *et al.*, 1988).

La mezcla de compuestos orgánicos incorporados al suelo representa un beneficio directo para la agricultura, ya que promueve un suelo saludable al hacerlo más poroso, mejorando el intercambio gaseoso y nutricional que requieren las plantas. Además, se propicia un pH neutro para el cultivo de cualquier tipo de vegetales (Rodríguez, 1998). El excremento de las lombrices o lombricomposta, provee de alimento a plantas y microorganismos (Day, 2001).

El lombricompostaje es una técnica versátil para la producción de composta, y con los nuevos retos que promueve el desarrollo sustentable, una opción para mejorar la calidad del suelo gracias al efecto que tiene la lombriz sobre la transformación de la materia orgánica (Neuhauser *et al.*, 1988). Las lombrices se alimentan de detritus orgánico formado de residuos vegetales y animales. Este detritus es llevado desde la superficie hasta las madrigueras, liberando los nutrientes

necesarios para las plantas como son el nitrógeno, carbono, calcio, magnesio y fósforo (Ipinza, 1985).

Estudios relacionados con la presente investigación muestran que se ha hecho uso de diferentes tipos de sustratos para la producción de lombricomposta y, dependiendo tanto del origen como de su volumen, se han llegado a reducir costos en el manejo de la industria lechera o de lodos residuales (Solleiro *et al.*, 1993). En el manejo de lodos residuales de la industria pape-lera, los transformados de lombricomposta se aplican en la agricultura española (Elvira *et al.*, 1998). Debido a la alta concentración de materia orgánica presente en los lodos residuales de las plantas de tratamiento de aguas negras, se elabora lombricomposta que es utilizada para la recuperación de suelos agotados (Neuhauser *et al.*, 1988). En el cuidado del medio natural, Mitchell (1997) y Domínguez y Edwards (1997), han aplicado la técnica del lombricompostaje en estiércol bovino y de cerdo para disminuir el grado de contaminantes que se encuentran en éstos cuando se acumulan en grandes cantidades en depósitos sin control.

La aplicación de lombricomposta ha mejorado la germinación y crecimiento de diferentes tipos de plantas (Subler *et al.*, 1998; Atiyeh *et al.*, 2000), debido a la gran cantidad de nutrientes presentes en la composta y que no se encuentran en los fertilizantes químicos en su totalidad, como los son, el nitrógeno, fósforo, potasio soluble, así como calcio y magnesio (Orozco *et al.*, 1996). La lombricomposta también es un contenedor biológico de sustancias activas y reguladoras del crecimiento de las plantas en un medio de crecimiento o almácigo (Atiyeh *et al.*, 2002; Tomati *et al.*, 1990).

Ayala *et al.*, (2001) reportan el uso de lombricomposta como sustrato para la producción de plántulas de lechuga como una fuente de nutrimentos que ayuda al crecimiento foliar y radical de éstos. Además, se ha aplicado en cultivos como el maíz dulce, con la finalidad de observar su comportamiento y eficiencia agronómica en un ciclo de crecimiento bajo condiciones de invernadero (González, 2001), favoreciendo el crecimiento y productividad de las diferentes variedades de plantas, tanto de ornato como comestibles (Atiyeh *et al.*, 2002).

Es importante mencionar que a través del lombricompostaje, los sustratos disminuyen los niveles de bacterias patógenas e inhiben el movimiento de los metales pesados durante el proceso de transformación (Domínguez, 1997) por acción del extracto que producen las lombrices (Aguirre del Real, 1985).

OBJETIVO GENERAL

Elaboración de lombricomposta y obtención humus de lombriz.

REVISIÓN DE LITERATURA

Breve historia de la lombricultura

Fue Carl Von Linneo (1707-1773), quién en su “Sistema Natural” (1758), por primera vez incluyó una especie de lombriz, *Lombricus terrestres*. Savigny en 1826, describió una serie de especies de la familia lombricide. Posteriormente taxonomistas como Holfmeister (1845) y Righi (1979) publicaron mimeografías sobre las lombrices. La lombricultura como técnica tiene sus orígenes en 1936 (Taylor, 1948) en los Ángeles, EE.UU. con el Doctor Tomas Barret.

Según Compagnoni (1983), el cultivo de lombrices nació y se desarrolló en Norteamérica con Hugh Carter en 1947. Así se va extendiendo por Europa, Asia y América. En 1988 la dedicación de algunas investigaciones permitieron encontrar otra especie de lombriz, con una capacidad superior a la tradicional, esta es la *Eisenia Foetida*.

Generalidades

La **lombriz** está clasificada en el reino animal como Anélido terrestre de la Clase Oligoquetos. Vive en ambientes húmedos, rehuye la luz y se nutre de restos

orgánicos vegetales y animales en descomposición, siendo un excelente recuperador. Hoy se conocen aproximadamente 8.000 especies de lombrices, pero solo 3.500 de ellas han sido estudiadas y clasificadas. Aunque, en principio, puede utilizarse cualquier lombriz terrestre, el animal recomendado en el **Vermicompostaje**, es la **lombriz roja californiana o *Eisenia foetida***. Las razones en que se basa esta elección concreta de esta especie es debida a:

- ✓ Su longevidad, vive aproximadamente 16 años.
- ✓ Aunque es hermafrodita y no puede autofecundarse, es muy prolífica.
- ✓ Es muy voraz, cada individuo ingiere diariamente una cantidad de materia orgánica equivalente a su propio peso (alrededor de 1 gramo en individuos adultos).
- ✓ Sus deyecciones, el vermicompost, constituyen el 60 % de su ingesta diaria y un producto de elevada calidad.

Biología de la lombriz de tierra.

La lombriz de tierra es un organismo biológicamente simple, siendo el agua su principal constituyente (80 a 90 %) de su peso total. Tiene diferentes colores variando de pálidos, rosados, negros, marrones y rojos intensos con franjas amarillentas entre los segmentos, su forma es cilíndrica con secciones cuadrangulares, el tamaño varía de acuerdo a las especies de 5 a 30 cm de largo y

su diámetro oscila entre 5 a 25 mm el número de segmento es de acuerdo a la especie, variando de 80 a 175 anillos (Tineo, 1990).

Ubicación Taxonómica

Su taxonomía es la siguiente:

Reino : Animal

Phyllum : Annelida

Clase: Oligoqueta

Familia: Lombricidae

Género: Lombricus, Eisenia

Especies: *Terrestris, foetida*

Hábitat y alimentación

Las lombrices de tierra, corresponden a la macrofauna del suelo, con amplia distribución en el mundo y con mas de 7,000 especies identificadas (Núñez, 1985). Todas las especies terrestres se alimentan de materia orgánica descompuesta en la superficie, pero también utilizan sustancias orgánicas. De acuerdo a los recursos alimenticios que explotan y las condiciones ambientales en que habitan pueden clasificarse en detritívoras, aquellas que comen sobre mantillo vegetal o sobre estiércol animal en los horizontes superficiales del suelo rico en materia orgánica, siendo la pared del cuerpo de pigmentos rojos y las geofagas, las que comen

grandes cantidades de suelo con materia orgánica, generalmente de colores pálidos (Satchell, 1971). Las lombrices prefieren sitios húmedos, no toleran las sequías ni las heladas, son más numerosas en suelos frescos (Russell, 1964).

Descripción y medio de vida

Las lombrices californianas pueden criarse en cualquier lugar del planeta que posea temperaturas que no superen los 40 °C, y al menos, una temporada con temperaturas promedio inferiores, siendo los climas templados los ideales. Estas lombrices alcanzan la máxima capacidad de reproducción de 14 °C a 27 °C, se reproducirán menos durante los meses más cálidos y los más fríos.

Cuando la temperatura es inferior a 7 °C, las lombrices no se reproducen, pero siguen produciendo abono, aunque en menor cantidad. Las lombrices adultas pesan de 0,24 hasta 1,4 g, comiendo una ración diaria que tiende su propio peso, de la cual un 55 % se traduce en abono, lo que hace muy interesante a la lombricultura, incluso si consideramos la carne de lombriz producida a partir de desperdicios.

Separarlas del lombricompuesto es un proceso muy sencillo. Solo hay que dejarlas uno o dos días sin alimento (no agregar alimento), y después poner alimento nuevo a un lado del lugar donde se encuentran.

Las lombrices en busca de alimento irán a su nuevo lugar rápidamente (el 50 % de las lombrices llegará en solo unas horas). Pero quedarán en el lombricompuesto los capullos y las pequeñas lombrices, para que lleguen a trasladarse las pequeñas lombrices y las que nacerán después es necesario esperar

al menos 30 días. Si solo desea vender lombrices puede extraer una gran cantidad solo colocando alimento nuevo y extraerlo al cabo de unos días. De esa manera le quedaran capullos, pequeñas lombrices, y un porcentaje de adultos para continuar con la producción. La lombricultura es un negocio que está en expansión, y en un futuro será indispensable para la subsistencia de los campos.

Actualmente, en Europa es mayor la demanda que la oferta tanto de lombrices como de humus de lombriz. No obstante, fuera del ámbito local, los mercados potencialmente más interesantes para la exportación son África, Arabia y Asia.

La única forma de restituir la fertilidad de un campo que ha sido explotado con fertilizantes artificiales durante mucho tiempo es con HUMUS de lombriz. Un campo que ya no sirve para cultivos, puede producir aún más de lo que producía en su mejor época, solo con la aplicación del único abono 100% orgánico (HUMUS de lombriz). También pueden criarse para la producción de abono para el hogar, pero en este caso, se tendrá un excedente de lombrices que, cada cierto tiempo deberá ser retirado, este excedente puede venderse, regalarse, o acumularse para obtener una mayor producción (Acevedo, s/f.)

La **lombriz roja** vive normalmente en climas templados. Su temperatura corporal oscila entre los 19-20 °C. Es de color rojo oscuro, y su cuerpo está “metamerizado”, es decir, dividido en anillos o metámeros, que son apreciables a simple vista. Mide entre 8-10 cm de longitud, y unos 3-5 mm de diámetro.

En la lombriz de tierra el aparato respiratorio es muy primitivo y el intercambio de oxígeno se realiza a través de la pared del cuerpo.

El sistema circulatorio, nervioso y excretor está también metamerizado, es decir, repartido en los distintos anillos. Así en cada anillo se hallan 5 pares de corazones y un par de riñones.

Para comer, la lombriz chupa la comida a través de su boca, denominada probóscide. Cuando llega al estómago, unas glándulas especiales se encargan de segregar carbonato cálcico, que neutraliza los ácidos presentes en la comida ingerida.

El sistema muscular está muy desarrollado tanto en sentido longitudinal, como en sentido circular, lo que permite al animal efectuar cualquier tipo de movimiento.

La lombriz avanza arrastrándose sobre el terreno, utilizando unos anillos especiales, que son capaces de “clavarse” en el terreno. Para avanzar, la lombriz fija los anillos anteriores en el terreno, encoge el resto del cuerpo hacia la parte anterior (hacia la boca), fija entonces los anillos posteriores, libera los anillos anteriores y, empujando con la parte posterior del cuerpo la parte anterior, inicia el movimiento de avance. En esta fase es cuando abre la boca y chupa la comida, la cual después de atravesar todo el aparato digestivo, es expulsada por el ano, que se encuentra en la parte terminal de la lombriz.

Los rayos U.V. matan a las lombrices en pocos minutos, por esta razón, las lombrices de tierra son fotófobas. Poseen unas células especiales colocadas a lo largo de su cuerpo, que le avisan de la presencia de luz, y les permite huir en dirección contraria.

Cada lombriz está dotada de un aparato genital masculino y de un aparato genital femenino. El primero está en la parte anterior, muy cerca de la boca, y el femenino, en posición un poco más posterior.

La cópula se efectúa cada 7-10 días. En fase de acoplamiento, dos lombrices giran en sentido opuesto la una de la otra, de manera que pueden contactar el aparato genital masculino de una, con el femenino de la otra. De este modo reciben el esperma y lo retienen hasta la fecundación.

La fecundación se efectúa a través del clitelo, un anillo más ancho y de color blanquecino situado en la parte anterior de la lombriz, presente en todas las lombrices adultas. Las glándulas del clitelo producen una cápsula, llamada espermatóforo, de color amarillo verdoso y unos 3-4 mm de tamaño, con forma de pera.

Tras 14-21 días de incubación, según las condiciones ambientales, emergen de la cápsula, que ha adquirido ya un color más oscuro, entre 2 y 21 lombrices de color blanco y aproximadamente 1 mm de longitud.

Desde el mismo momento de su nacimiento, las lombrices son autosuficientes: comen solas y solo necesitan que el sustrato sea lo suficientemente húmedo y tierno para su pequeña boca.

A los 15 días, las lombrices miden ya 12-15 mm y presentan un color rosa pálido. A los 90 días la lombriz es ya de color rojo oscuro, y presenta clitelo, lo que indica que es sexualmente madura; su longitud es de unos 3 cm. A los 7 meses, tiene ya su tamaño definitivo, unos 8-10 cm, y un peso de 1 g continuará así hasta su muerte, aproximadamente a los 16 años de edad.

Dependiendo de las condiciones ambientales, la alimentación y los cuidados, una pareja de lombrices puede llegar a producir hasta 3000 individuos anualmente, es decir, duplicarán su población cada 3-4 meses.

Fisiología

Fisiológicamente, el desarrollo de las lombrices está condicionado por diversos factores físicos que son fundamentalmente, humedad, luz, acidez del medio o ph, temperatura y aireación.

Humedad y aireación

La humedad y la aireación del sustrato están muy relacionadas. En un terreno empapado, las gotas de agua desplazan las burbujas de aire, y se produce falta de oxígeno y ventilación. Ambos factores influyen tanto en la ingesta de alimento como en la respiración y la reproducción. Para la supervivencia de las lombrices, **la humedad debe estar entre el 70 y 80 %.**

Si el sustrato está empapado, con una humedad superior al 85 % la oxigenación es insuficiente. La falta de aireación, hace que el consumo de alimento se reduzca, y que las lombrices entren en un período de latencia, en el que por supuesto no se produce vermicompost, se detienen los apareamientos y aumenta el tiempo de maduración de las cápsulas.

Una humedad por debajo de 70 % constituye una condición desfavorable. Al estar el sustrato seco, se dificulta el deslizamiento del animal a través del medio, así como la ingestión del alimento.

Niveles de humedad inferior al 55 % o superior al 95 %, resultan mortales para las lombrices.

Temperatura

La temperatura considerada óptima para el desarrollo de las lombrices, oscila entre 18 a 25 °C (su temperatura corporal es de 19-20 °C). Cuando la temperatura desciende por debajo de 15°C las lombrices entran en un período de latencia, disminuyendo su actividad. Van dejando de reproducirse y crecer, y los espermátóforos no eclosionan hasta que se presentan condiciones favorables.

Temperaturas por **encima de los 35-40 °C o por debajo de los 4 °C** le resultan mortales para el animal.

Luz

En la naturaleza, las lombrices de tierra se desplazan por las praderas a través de los túneles que excavan, buscando las zonas húmedas. Por eso, en periodos de lluvia intensa, es frecuente encontrarlas debajo de piedras, etc...

La lombriz de tierra es **fotofóbica** (huye de la luz del sol), pues los rayos ultravioleta matan a los animales en pocos segundos. Posee unos sensores en la epidermis, que les ayudan a detectar la procedencia de la luz y huir de ella.

Por otro lado, la luz directa del sol, aumenta la temperatura del medio, llegando a alcanzarse temperaturas mortales si el animal no tiene posibilidad de huir.

pH

La lombriz vive en sustratos con **pH de 5 a 8,4**. Fuera de esta escala, la lombriz entra en una etapa de latencia. Con pH ácido en el sustrato (<7) puede desarrollarse una plaga conocida en el mundo de la lombricultura como planaria (Ortigosa, s/f).

Reproducción de la lombriz de tierra

Las lombrices de tierra son hermafroditas, cada individuo produce espermatozoides y óvulos, el sistema reproductor consta de órganos masculinos y femeninos dispuestos en la región ventral entre los segmentos 9-14 (Di Persia, 1980).

Adeil y Mensua (1989), mencionan que cada individuo después de una cópula produce cocones en número variable. A 20 °C de cada cocon emergen las lombrices

después de un período de 2 a 4 semanas. La madurez ocurre entre 40 – 50 días después de la eclosión. El estado adulto se caracteriza por la presencia del clitelo.

La reproducción de la lombriz tiene lugar durante todo el año. El apareamiento de *E. foetida* ocurre cada 7 días. Entre los principales factores que influyen en la reproducción de cápsulas están: especie, densidad, calidad del alimento, temperatura y humedad del medio. Si la lombriz es periódicamente trasladada a alimentos frescos la producción de cápsulas y fecundidad aumentan. Esta disminuye a medida que pasa el tiempo de crianza, pues las reservas alimenticias disminuyen. La humedad más favorable es de 80%. La temperatura óptima es de 20 °C; sin embargo *E. foetida* vive sin problemas en ambientes con temperaturas que fluctúan entre 10-25 °C bajo condiciones favorables las cápsulas (cocones) eclosionaron después de 4 a 5 semanas (Lund, 1987).

Efecto de las lombrices en el sustrato

Descomposición

Aunque en un análisis de suelo, un valor alto de porcentaje de materia orgánica se considera positivo, en los abonos orgánicos es lo opuesto, esto es así porque una alta concentración indicaría que el material es fresco y consecuentemente que la transformación no ha ocurrido, la actividad de las lombrices causa la transformación de la materia orgánica fresca hacia un estado de mineralización., esto es medido por el incremento en la concentración de cenizas. La

relación C/N se incrementa con la presencia de lombrices, siendo el valor de 10 el que indica la relación óptima con un grado adecuado de maduración del sustrato. También la *E. foetida* causa un incremento en el PH y en la capacidad de intercambio catiónico (Aranda, 1989).

Rendimientos

Considerando una reducción del volumen inicial de pulpa del orden de 60% al convertirse en abono orgánico se tiene calculado producir un aproximado a 126 litros de abono orgánico por cada quintal de café cereza (245 Kg) procesado en beneficio húmedo (Aranda, 1989).

Aranda (1989,) obtuvo con *L. rubellus* en pulpa de café, una pérdida de 38.33 % de materia seca, al convertirse en abono orgánico, reduciéndose en un 40 % del volumen inicial de la pulpa y un 50 % del peso fresco inicial (pasando de una humedad inicial de 89.42 % a 85.30 % final).

Descripción e importancia

Su implementación no requiere de grandes inversiones, la lombriz que se emplea (Roja californiana) transforma los residuos en muy corto tiempo y su reproducción constante permite tener excedentes de lombriz que también tienen un mercado a nivel nacional e internacional. En el país existen pocas empresas

dedicadas a este rubro y la demanda de abono orgánico ha crecido en los últimos años en todo el país.

Los suelos agrícolas y sus cultivos necesitan de este tipo de abonos ya que les proporciona materia orgánica que mejora la estructura del suelo, restituye la vida del suelo incrementando el número de microorganismos benéficos, es un producto que no altera el ecosistema, cosa que los abonos químicos no pueden hacer, usando lombricomposta se obtienen plantas productivas, fuertes y sanas.

La lombricultura representa la alternativa más efectiva y rápida para el composteo de residuos orgánicos.

Los objetivos son la conversión de los residuos orgánicos en algo útil, esto es la producción de abono orgánico utilizando la lombricultura como una estrategia ecológica y económicamente viable.

- Producir una composta (humus de lombriz) de alta calidad que no altere el ecosistema del suelo sino que lo favorezca
- Producir plantas sanas fuertes y de alto rendimiento
- Contribuir a reducir los índices de contaminación.
- Aprovechar los residuos orgánicos.
- Fomentar una cultura ecológica.
- Brindar alternativas de producción a bajo costo y con altos rendimientos.

El abono orgánico (lombricomposta o humus de lombriz) y la lombriz, productos de este proceso, por sus características tan favorables pueden ser utilizados en el sector agrícola en los diferentes niveles.

Mercado

El humus de lombriz puede ser vendido a tiendas de jardinería o a las cadenas de almacenes departamentales. A los productores de hortalizas, frutales, flores, para la germinación de semillas etc.

El hecho de ser un producto orgánico lo recomienda ampliamente para el cultivo de productos orgánicos que tienen alto valor y demanda no solo en el extranjero sino actualmente también en nuestro país.

Por su parte la lombriz puede ser vendida para la instalación de nuevas empresas que quieran dedicarse a esta actividad o vendida como carnada para la pesca o como complemento alimenticio para peces, aves o ranas.

Impacto económico social

El impacto que pueda tener varía dependiendo del tamaño que sea la granja de lombricompostaje y de los residuos que se reciclen, por ejemplo, si es establecida con un grupo de productores del medio rural, puede ser considerada como una alternativa económica y ecológica para producir un bioabono a bajo costo y alta calidad, que incremente la producción de sus cultivos a bajo costo y les permita competir, no solo en el mercado general de los productos del campo, sino en el mercado de los productos orgánicos que cada vez tiene mayor demanda.

Por otro lado si se trabaja con residuos de un mercado o de una comunidad, su impacto se observa en el bienestar social, en la salud, y refleja una comunidad

que se preocupa por su entorno. Además de lo anterior la lombricultura se debe considerar un importante agente reductor de contaminación que indudablemente llevará a un mejoramiento de la calidad de vida no solo del lugar donde se establezca sino a lo largo de los ríos y suelos que están siendo contaminados.

Uno de los principales problemas que tienen los criadores de animales estabulados, es la acumulación de estiércol de sus animales, el mal olor y la generación de fauna nociva se suman al problema, en este caso la lombricultura representa una alternativa económica y adecuada para convertir todo tipo de estiércol en un abono orgánico que se puede comercializar.

Si nos referimos, a la lombricomposta, tiene gran importancia como la base para producción de cultivos orgánicos y cultivos en general, es un excelente mejorador de suelos, no solo por sus características físicas, sino también por su aportación de materia orgánica, microorganismos y por su buena composición de los elementos principales, NPK, y elementos menores. Lo anterior se traduce en plantas más productivas, sanas y de calidad.

A su vez, disminuye la extracción, el uso y deterioro del suelo forestal (tierra negra) que tanto se usa en jardinería y que puede ser sustituido por la lombricomposta.

Muchos productores no tienen la capacidad económica para adquirir fertilizantes, al mismo tiempo desperdician los residuos de sus cosechas o el estiércol de sus animales, sin saber que por medio de la lombricultura pueden producir un abono orgánico de excelente calidad.

Que se necesita para iniciarse en la lombricultura?

Los materiales necesarios son residuos orgánicos (comida para la lombriz), material para la construcción y mantenimiento de camas, terreno y agua.

No requiere de instalaciones complejas ya que se puede hacer al aire libre.

Debido a la gran cantidad de desechos agroindustriales, la lombricultura es una alternativa viable para desarrollar en casi cualquier región de México.

Teniendo la comida para la lombriz y las condiciones adecuadas se favorecen una rápida producción de lombriz y por lo tanto de abono.

Además existe alta demanda de lombricomposta en nuestro país y en el extranjero.

No partimos de cuestiones teóricas sino de experiencias prácticas que pueden ser implementadas sin grandes inversiones y con amplios márgenes de beneficios tanto económicos como ecológicos.

Qué es el compostaje?

El compostaje es un proceso de transformación de la materia orgánica para obtener compost, un abono natural. Esta transformación se lleva a cabo en cualquier casa mediante un compostador, sin ningún tipo de mecanismo, ningún motor ni ningún gasto de mantenimiento. La basura diaria que se genera en los hogares contiene un 40 % de materia orgánica, que puede ser reciclada y retornada a la tierra en forma de humus para las plantas y cultivos.

De cada 100 kg de basura orgánica se obtienen 30 kg de compost. De esta manera se contribuye a la reducción de las basuras que se llevan a los vertederos o a las plantas de valorización, al mismo tiempo se consigue reducir el consumo de abonos químicos.

Por otro lado, cabe también destacar que con el compostaje doméstico se emiten 5 veces menos gases de efecto invernadero que el compostaje industrial para tratar la misma cantidad de restos de cocina y jardín.

Como compostear?

Una vez reunidos los materiales se ponen en el terreno previamente aflojado para permitir que los microorganismos del suelo penetren en el montón. Se pone primero un material grueso y los demás materiales se van intercalando en franjas de 10 cm de grosor, agregando humedad a cada uno de los que estén secos, la altura del montón no debe ser mayor de 1.5m y el ancho no más de 3m; ya que entre más ancha se dificulta la entrada de oxígeno hacia el centro del montón, el largo depende de la cantidad de material con que se cuente.

Si la relación carbono nitrógeno, la humedad y la oxigenación son las adecuadas, el montón debe aumentar su temperatura en el segundo o tercer día, hasta llegar a una temperatura de entre 60°C a 70°C, esta temperatura se mantiene por varios días en compostas grandes y después empieza a bajar. Al darle vuelta a la composta la temperatura vuelve a subir, por otros días, después comienza a

descender. Es necesario que cuando se le de la vuelta a la composta se agregue humedad para que el proceso continúe.

Como se genera la lombricomposta?

La lombricomposta o humus de lombriz - se genera en el tubo digestor de la lombriz, y de acuerdo al uso que se destine, se puede clasificar como: fertilizante orgánico, mejorador del suelo y medio de crecimiento (MC) para especies vegetales que se desarrollan en invernaderos (Edwards y Steele 1997; Farrell, 1997; Jensen, 1997; Riggle, 1998; Eastman, 1999; Atiyeh *et al.*, 2000a; Brown *et al.*, 2000; Buck *et al.*, 2000; Ndegwa *et al.*, 2000; Domínguez *et al.*, 2000; Gajalakshmi *et al.*, 2001; Atiyeh *et al.*, 2002)

Manejo de la lombricomposta

El manejo de la lombricultura, es una de las nuevas técnicas de la agricultura orgánica, en la que por medio del manejo de procesos naturales en el suelo, permiten favorecer su dinámica y como consecuencia, obtener un impacto benéfico en lo agrícola, social y económico (Guadarrama y Taboada, 2004) la aplicación de abonos orgánicos se remonta a la época de los aztecas y mayas, quienes utilizaban el pescado como fuente de fósforo (Martínez, 2003).

La lombricultura es una tecnología que utiliza una especie de lombriz domesticada, como herramienta de trabajo, recicla todo tipo de materia orgánica

obteniendo como resultado humus, carne y harina de lombriz. La lombricultura representa un negocio en expansión, y en un futuro será el medio más rápido y eficiente para la recuperación de suelos de las zonas rurales. Las lombrices rojas californianas (originaria de Eucrasia, fueron criadas intensivamente a partir de los años 50 en California (Estados Unidos), y empleada en más del 80% de los criaderos del mundo, por lo que la hace la especie más cultivada en el mundo dada su rusticidad, tolerancia a los factores ambientales, potencial reproductor y capacidad de apiñamiento (Guadarrama y Taboada, 2004).

Debido a que las actividades productivas tanto urbanas como rurales generan grandes cantidades de desechos orgánicos que representan una fuente potencial de contaminación, para poder incrementar el valor económico de estos desechos, es necesario convertirlos en productos útiles (Corlay, 1999). El uso de la vermicomposta es muy variado; puede usarse como mejorador del suelo o también como sustrato para el crecimiento de plantas en invernaderos o viveros (Kale, 1992). En el proceso de producción de vermicomposta intervienen varios factores tales como el tipo y cantidad de composta, la especie y la cantidad de lombrices, la humedad de la composta y las condiciones de las instalaciones utilizadas.

Para el empleo de los residuos a través este proceso es necesario conocer su efecto sobre el desarrollo de las lombrices. Es por esto que nos planteamos como objetivo la caracterización de la composta obtenida, utilizando diferentes sustratos de origen animal y además evaluar el efecto de estos residuos sobre el desarrollo de la lombriz.

Materiales recomendados para compostar

Para iniciar el composteo se recolecta material orgánico diverso como: estiércoles, recortes de jardín, residuos de cosechas, hojas de caducifolios, etc. Existen algunos materiales con los que se deberá tener cuidado al agregarlos a la composta ya que pueden acarrear moscas, ratas u otros organismos no deseados. También existen otros materiales que no es aconsejable compostar ya que pueden causar daño como: los excrementos de mascotas, o los que puedan contener metales pesados.

Organismos en la composta

Los organismos más abundantes en la composta son las bacterias, las cuales generan el calor asociado con el composteo y las que realizan la descomposición principal de los materiales orgánicos, preparando los materiales para el siguiente grupo de organismos más grandes que continuarán el trabajo.

Las bacterias no se tienen que agregar a la composta ya que están presentes en todos los materiales orgánicos y se reproducen rápidamente bajo condiciones favorables de humedad, oxígeno, balance propicio de carbón y nitrógeno, y una superficie amplia.

En la composta existen diferentes tipos de bacterias. Cada tipo crece bajo condiciones especiales y con diferente material orgánico. Existen bacterias psicrófilas que pueden degradar materia orgánica aun a bajas temperaturas, pero al

degradar el material generan suficiente calor para el crecimiento del siguiente tipo de bacterias que son las mesofílicas que prosperan en un rango de temperatura medio, entre los 20 °C a los 35 °C, su actividad eleva la temperatura hasta los 45°C lo que propicia que se desarrollen las bacterias termofílicas, que son las que prefieren el calor y elevan la temperatura de la composta hasta 75°C, y las que degradan la mayor parte del material a compostar y una vez que baja su actividad la composta reduce su temperatura.

Además de las bacterias en la composta proliferan gran cantidad de organismos, muchos de los cuales se alimentan de ellas. Estos organismos incluyen a los actinomicetos, hongos, protozoarios, nematodos, tijeretas, cochinillas, mil pies, etcétera, todos ellos ayudan en la fragmentación y descomposición de la materia orgánica.

Madurez de la composta

Para determinar la madurez de la composta no existe un parámetro determinado. ya que el proceso de degradación no se da uniformemente en los diferentes materiales dado que algunos son más duros que otros, los puntos que se toman como referencia para decidir que ya está lista la composta son: que no se reconozcan la mayoría de los materiales originales, que tenga la apariencia de un material parecido a la tierra (de color oscuro, suelto y desmoronado y con olor a tierra húmeda), y el volumen del montón se reduce entre un 30 al 50 % del inicial. Una vez llegado a ese punto la composta está lista para usarse en los cultivos.

Usos y beneficios de la composta

La composta sirve como aporte de nutrientes para el cultivo, pero también genera otros beneficios; ya que mejora la calidad del suelo debido a que fomenta la formación de agregados, mejorando la estructura de cualquier tipo de suelo y tiene efecto sobre otras características del suelo como son: incrementar la CIC, la capacidad de retención de humedad, la aireación, las poblaciones de microorganismos, etcétera. Todo lo anterior se refleja en un mejor desarrollo del cultivo.

La composta se puede utilizar de varias formas:

- Distribuyéndola sobre la superficie del suelo y alrededor de las plantas, ya sean flores o árboles, se ponen de 1 a 2 pulgadas sobre la zona de goteo.
- Para arropar el césped se criba la composta con malla de 0.5 pulgadas y se mezcla con arena fina a partes iguales, distribuyéndola sobre el césped.
- Para enmendar la tierra cultivable antes de sembrar. Se puede tirar al voleo, o también se puede tirar sobre la línea de siembra antes de sembrar, para que la semilla quede arriba de la composta. Una vez terminado el ciclo de cultivo se incorporara al terreno con las siguientes labores.
- Para preparar sustratos para producción de plántulas. La recomendación para usarla como sustrato es que se tiene que mezclar con otros materiales; ya que sola puede inhibir la germinación de algunas semillas.

Establecimiento del criadero

Fabricación de las camas

Una vez ubicado el terreno en donde se instalará el criadero, se procede a fabricar las camas, las cuales pueden estar en contacto directo con el suelo, poner una película de polietileno para aislarla del suelo o pueden fabricarse de concreto. Lo más práctico es poner la película de polietileno o hacerlas de concreto ya que facilitan la captación del humus líquido, la cosecha de la lombricomposta y evitan que las lombrices emigren fácilmente.

El ancho más recomendable de las camas es máximo de 2 metros, el largo puede ser cualquiera, deben tener un pequeño canal recolector en ambos lados de la cama, por lo que deberá tener una ligera pendiente del centro hacia los lados, y una pendiente a lo largo de por lo menos el 1%, y contar con un colector al final de la pendiente para el humus líquido.

Alimento para las lombrices

Es el factor de mayor importancia para el cultivo de lombrices, ya que de éste depende la supervivencia y buena reproducción de las lombrices y la calidad de la lombricomposta.

Puede utilizarse cualquier desecho orgánico, excepto aquellos que puedan tener parásitos compatibles con el hombre, como son los excrementos de mascotas

o que puedan contener metales pesados. Lo más común es utilizar estiércol de ganado estabulado o de engorda porque se genera en grandes volúmenes y es de buena calidad.

El estiércol no debe ser demasiado viejo porque afecta la calidad de la composta, pero si está demasiado fresco puede afectar a las lombrices porque se genera fuerte calor y el pH no es el adecuado, por lo que puede ser necesario darle un precomposteo humedeciéndolo y aireándolo por aproximadamente 20 días, después de lo cual está listo para usarse como alimento.

El objetivo es que el estiércol se estabilice en un pH 7.5 a 8, humedad 80 % y temperatura de 18 a 25 °C. Se pone una capa de 10 cm de alimento húmedo sobre la cama al inicio y sobre éste se incorporan las lombrices, en número aproximado de 1000 lombrices por metro cuadrado, agregando capas de alimento iguales cada 10 a 15 días, hasta tener una altura de 70 a 80 cm aproximadamente, entre los 4 a 5 meses la lombricomposta está lista para cosecharse.

Para cosechar se debe extraer la mayor cantidad posible de lombrices de la cama, para esto se realiza un trampeo con arpilleras llenas de alimento nuevo, una vez que las lombrices penetran al alimento nuevo, que es entre dos a tres días, se recogen las arpilleras y se llevan a una nueva cama de siembra y se repite el procedimiento varias veces. Se levanta la lombricomposta poniéndola en costales para venderla o almacenarla y debe estar la lombricomposta con un 30 % de humedad para conservar vivos los microorganismos así como las lombrices pequeñas y huevecillos que lleve.

Durante el tiempo que se tarda en estar lista la lombricomposta y por la alta humedad que se necesita en el sustrato de las camas, se genera escurrimiento de agua que acarrea consigo humus y minerales, el cual es llamado humus líquido de lombriz y puede ser comercializado para usarse como abono en los cultivos. No es recomendable recolectar los escurrimientos al inicio ya que las lombrices todavía no procesan el estiércol, por lo que la cantidad de material humificado y mineralizado es poco y el líquido saldrá muy pobre, además con una fuerte concentración de sodio por las sales que se le dan al ganado, por lo que se recomienda eliminar los primeros escurrimientos.

CONCLUSIÓN

La lombricomposta es una buena alternativa para enriquecer las condiciones minerales y orgánicas de los suelos de cultivo, ya que el proceso incrementa y mejora las condiciones de la materia orgánica en los sustratos y produce un abono orgánico con mayor calidad nutricional y con un pH adecuado para el desarrollo de cualquier tipo de planta. El estiércol de bovino es un sustrato con buenas cualidades para producir lombricomposta y lombrices, pues se requiere de poco tiempo para que los sustratos se transformen en composta.

LITERATURA CITADA

- Acevedo, P. F. W. s/f. Programa Jardín Botánico UNET- Sub Proyecto- Lombricultura. <http://www.monografias.com/trabajos71/humus-liquido-lombriz-roja-californiana/humus-liquido-lombriz-roja-californiana2.shtml>
- Adeil, J.C.; Mensua, J. L. 1989. Study of Quantitative characters in the Earthnory *Eisenia foetida* (oligochaeta, lumbricidae). Reuve D Ecologie et de Biologie on sol 26 (4).p. 439-449.
- Aguirre del Real, S. 1985. Aspectos microbiológicos de la lombricultura. Primera Jornada Nacional de Lombricultura. Universidad de Santiago de Chile. Santiago, Chile. 11-13.
- AOAC. 1990. Oficial Methods of Análisis.14thed. Williams S. Ed. Association of Analytical Chemists.Washington, D.C.
- Aranda, D. E. 1989. Perspectivas de la utilización de lombrices en la transformación de la Pulpa de café en abono orgánico. INMECAFE. Boletín técnico de café. 7. 7p.
- Atiyeh, R. M. Subler, S., Edwards, C. A., Bachman, G., Metzger, J. D., and Shuster, W. 2000a. Effects of vermicomposts and composts on plant growth in horticultural container media and soil. Pedobiologia. 44: 579-590.

- Atiyeh, R. M., N. Q. Arancon, C. A. Edwards and J. D. Metzger. 2000. The influence of earthwormprocessed pig manure on the growth and yield of greenhouse tomatoes. *Bioresource Technology*, Elsevier. No.75: 175-180.
- Atiyeh, R. M., N. Q. Arancon, C. A. Edwards and J. D. Metzger. 2002. The influence of earthworm-processed pig manure on the growth and productivity of marigolds. *Bioresource Technology*, Elsevier. 81: 103-108.
- Ayala, H. J., E. Arias A. y M. Andrade R. 2001. Sustratos para la producción de plántulas de lechuga (*Lactuca sativa* L.) bajo condiciones de invernadero. Reunión Interamericana de Ciencias Hortícolas. *Horticultura Mexicana*. 8: 54.
- Chapman H.D., Pratt P.F. 1973. *Manual de Análisis para Suelos, Aguas y Plantas*. Ed. Trillas, México. Pp.195.
- Compagnoni, L. 1983. *Cría moderna de lombrices, el abono más económico, rentable y Eficaz*. Editorial de Vecchi S.A., Barcelona.
- Congreso Internacional de Lombricultura y Abonos Orgánicos. Guadalajara, Jal. Méx.
- Corlay Ch. L., Ferrera C. R., Etcheves B. J. D., Echegaray A. A., y Santizo R. J. A. 1999. Cinética de grupos microbianos en el proceso de producción de composta y vermicomposta. *Agrociencia* 33: 375-380.
- Day, Leslie. 2001. The city naturalist – earthworms. Nysite West side. 100101, internet. www.nysite.com/nature/fauna/earthworm.htm
- Di Persoa , D. H. 1980. Fauna edáfica de la provincia de Santa Fe. III. Oligoquetos(lombrices de tierra), I características generales. *CYTA (Argentina)* No. 16: 7 – 10.

- Domínguez, J, and C.A. Edwards. 1997. Effects of stocking rate and moisture contents on the growth and maturation of *Eisenia andrei* (oligochaeta) in pig manure. Soil. Biol. Biochemistry. 29: 743-746. Domínguez, J. 1997. Testing the impact of vermicomposting. Biocycle. 38: 23-26.
- Dominguez, J., Edwards, C.A. and Ashby, J., 2001. The biology and population dynamics of *Eudrilus eugeniae* (Kinberg) (Oligochaeta) in cattle waste solids. Pedobiologia, 45: 341-353.
- Domínguez, J., Edwards, C.A. and Webster, M., 2000. Vermicomposting of sewage sludge: Effect of bulking materials on the growth and reproduction of the earthworm *Eisenia andrei*. Pedobiologia, 44: 24-32.
- Domínguez, J., Parmelee, R.W. and Edwards, C.A., 2003. Interactions between *Eisenia andrei* (Oligochaeta) and nematode populations during vermicomposting. Pedobiologia, 47: 53-60.
- Eastman, B. R. 1999. Achieving pathogen stabilization using vermicomposting. BioCycle. 62-64. Disponible en: <http://gnv.fdt.net/~windle/refrence/nov99.htm>. Fecha de recuperación: 15 de abril de 2000.
- Edwards, C. and Steele, J. 1997. Using earthworm systems. Biocycle. 63-64. Disponible en: <http://gnv.fdt.net/~windle/refrence/july97-1.htm>. Fecha de recuperación: 20 de febrero de 2000.
- Elvira, C., L. Sampedro, E. Benítez and R. Nogales. 1998. Vermicomposting of sludges from paper mill and dairy industries with *Eisenia andrei*: A pilot-scale study. Bioresource Technology, 63: 205-211.

- Farrell, M. 1997. Growing worms with food residuals. BioCycle. 65-66. Disponible en: <http://gnv.fdt.net/~windle/refrence/july97-2.htm>. Fecha de recuperación: 20 de febrero de 2000.
- Frederickson J., Ross-Smith S. 2004. Vermicomposting of precomposted mixed fish/shelfish and green waste.
- González G., D. 2001. Eficiencia agronómica residual de tres fertilizantes orgánicos en el cultivo de maíz dulce. Reunión Interamericana de Ciencias Hortícolas. Horticultura Mexicana. 8: 63p.
- Graefe, G. 1983. Orujos de uva para energía y fertilización, aprovechamiento de un subproducto a agrícola con reciclado de la materia. Viena. Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung, 163 p.
- Guadarrama R. O. y Taboada S. M. 2004. La Lombricultura, una Propuesta al Medio Rural. Memorias del Primer Congreso Internacional de Lombricultura y Abonos Orgánicos. Guadalajara, Jal. Méx.
- Gutiérrez O. V. F., Cabrera C. B. I., Nafate M. C. C., Rincón R. R., Oliva LI. M. A., Dendooven L., Gutiérrez M. F. A. 1992. Influence of vermicompost application on the available macronutrients and selected microbial population in a paddy fields. Soil Biol. Biochem. 24: 1317-1320.
- INN. (2005) INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. Norma Chilena Oficial NCh 2880.Of 2004: Compost, Clasificación y requisitos. Chile, 19p.
- Ipinza R., J. 1985. Relaciones filogenéticos de la lombriz. Primera Jornada Nacional de Lombricultura. Universidad de Santiago de Chile. Santiago, Chile. 9-10 p.

- Jégou, D., Daniel Cluzeau, D., Hallaire, V., Balesdent, J. and Tréhen, P. 2000. Burrowing activity of the earthworms *Lumbricus terrestris* and *Aporrectodea giardi* and consequences on C transfers in soil. Eur. J. Soil Biol. 36: 27-34.
- Jensen, J. 1997. Worm farm takes on new challenges. BioCycle. 56-57. Disponible en: <http://gnv.fdt.net/~windle/reference/jan98.htm>. Fecha de recuperación: 20 de febrero de 2000.
- Loehr, R. C., J. H. Martin and E. F. Neuhauser. 1988. Stabilization of liquid municipal sludges using earthworms. En Earthworms in Waste and Environmental Management. SPB. Academic Publishing. 95-110 p.
- Lofs-Holmin, A. 1985. Vermiculture. Present knowledge of the art of earthworm farming. wedish univ. Of agric. Sciences. Sweden. 69 p.
- Lund. *Eisenia foetida* (Savigny 1826). Su descripción y cultivo. Universidad Católica de Chile, 100p.
- Martinez C.C. 2003. Abonos Orgánicos: Origen, Usos y Aplicación. Secretaría de Desarrollo Social del Gobierno del Estado de Chiapas. Dirección de Promoción Social. Chiapas México.
- Mitchell, A. 1997. Production of Eisenia Fetida and vermicompost from feed-lot cattle manure. Soil. Biol. Biochemistry. 29: 763-766.
- Ndegwa, P. M., Thompson, S. A. and Das, K. C., 2000. Effects of stocking density and feeding rate on vermicomposting of biosolids. Biores. Technol. 71: 5-12.
- Neuhauser, E. F., R. C. Loehr and M. R. Malecki. 1988. The potential of earthworms for managinig sewage sludge. En Earthworms in Waste and Environmental Management. SPB. Academic Publishing. 7-16 p.

- Núñez, J. 1985. Fundamentos de edafología. 2ª. Ed. Edit. UNED, San José. 184 p.
- Orozco, F. H., J. Cegarra, L.M. Trujillo and A. Roig. 1996. Vermicomposting of coffee pulp using earthworm *Eisenia foetida*: Effects on C and N contents and the availability of nutrients. *Biology and Fertility of Soils*. No.22: 162-166.
- Ortigosa, R. C. s/f. *Biología. Anatomía y fisiología de la lombriz roja*.
<http://www.compostadores.com/descubre-el-compostaje/biodiversidad/anatomia-y-fisiologia-de-la-lombriz-roja>
- Pino G.P., Varnero M. M.T., Alvarado V. P 2005. Dinámica del compostaje de residuos vitivinícolas con y sin incorporación de guano Broiler. *Revista de la ciencia del suelo y nutrición vegetal*. Universidad Autónoma de Chihuahua 5 (2) 19-25
- Ravera A. R. y De Sanzo, C.A. 1999. *Como Criar Lombrices Rojas Californianas*, Programa de Autosuficiencia Regional. Buenos Aires, Argentina.
- Reinés M. M., Rodríguez C., Vilches E., García M. 2004. Efecto del Alimento en el Desarrollo de las Lombrices de Tierra. *Memorias del Primer*
- Rodríguez, Q. G. 1998. *El lombricompostaje de biosólidos. Una biotecnología alternativa para la obtención de bienes y servicios ambientales*. COLEFCICESE. Tesis de maestría. 28p.
- Russel, E. J. 1964. *Las condiciones del suelo y el desarrollo de las plantas*. 3 Ed. Trad. G. González. Editorial Agruilar, Madriz 771 p.
- Satchell, J. E. 1971. *Lombrices*. En *biología del suelo*. Editado por Alan Burger, y Frank Raw. Ed. Omega, Barcelona. 307-308p.

- Solleiro, J. L., M. del C. del Valle e I. L. Sánchez. 1993. La innovación tecnológica en la agricultura mexicana. Comercio Exterior. 43:320.
- Soto, M. G. 2004. Regulaciones en la producción y uso de abonos orgánicos. Buenos Aires, Argentina.
- Subler, S., C. A. Edwards and J. Metzger. 1998. Comparing vermicompost and compost. Biocycle. 39: 63-66.
- Taylor, F. 1948. Cuanto se debe a la humilde lombriz. Selecciones del Read Digest, Julio 1948.
- Tineo, A. L. 1990. Crianza y manejo de lombrices de tierra con fines agrícolas. CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- Tomati, U., E. Galli, A. Grappelli, and G. Dihena. 1990. Effect of earthworm cast on protein synthesis in radish (*Raphanus sativum*) and lettuce (*Lactuca sativa*) seedlings. Biology and Fertility of Soils. 9: 288-289.