

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



LA LOMBRICULTURA EN EL ÁMBITO FORESTAL

Por:

MARIO RAYA PÉREZ

MONOGRAFÍA

Presentada como Requisito para Obtener el

Título de:

INGENIERO FORESTAL

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Junio de 2010

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

LA LOMBRICULTURA EN EL ÁMBITO FORESTAL

Por:

MARIO RAYA PEREZ

MONOGRAFÍA

Que se somete a consideración del H. Jurado examinador, como
requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

APROBADA

Asesor principal



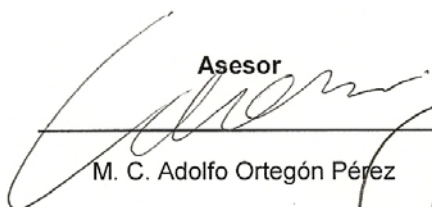
M. C. Jorge David Flores Flores

Asesor



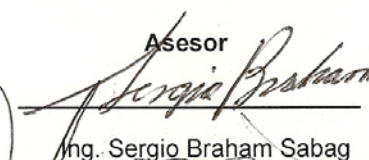
M. C. José Armando Nájera Castro

Asesor



M. C. Adolfo Ortegón Pérez

Asesor



Ing. Sergio Braham Sabag



Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo

Coordinador de la División de Agronomía
División de Agronomía



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Junio de 2010.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

LA LOMBRICULTURA EN EL ÁMBITO FORESTAL

Por:


MARIO RAYA PEREZ

MONOGRAFÍA

Que se somete a consideración del H. Jurado examinador, como
requisito parcial para obtener el título de:


INGENIERO FORESTAL

APROBADA


M.C. Jorge David Flores Flores

Asesor Principal


Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo

Coordinador de la División de Agronomía

Coordinación
División de Agronomía

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Junio de 2010.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por haberme brindado salud en el transcurso de mi carrera.

A mis padres, Roberto Raya Sánchez y Agustina Pérez Cardoso.

A mi Alma Mater: A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por abrirme la puerta y por haberme formado como profesionista.

En especial al M.C. Luis Morales Quiñones†, quien se nos adelantó en el camino, porque sus consejos fueron para mí bien y porque era una persona maravillosa y dedicada en su trabajo.

Al M.C. Jorge David Flores Flores, por haber aceptado ser mi asesor principal en este trabajo. Muchas gracias.

Al M. C. Adolfo Ortegón Pérez, por haber aceptado formar parte del jurado calificador de este trabajo. Muchas gracias.

Al M.C. José Armando Nájera Castro, por haberme dedicado gran parte de su tiempo y por sus buenos consejos durante mi formación. Muchas gracias.

A todos mis compañeros de generación, con quienes compartí muchos momentos agradables y de desvelo en el transcurso de nuestra formación.

Y a todos los profesores del departamento de la carrera forestal, por haberme brindado una gran parte de su tiempo y por sus consejos hacia mi persona.

DEDICATORIA

A mis Padres:

Sr. Roberto Raya Sánchez

Sra. Agustina Pérez Cardoso

Por su cariño, confianza y apoyo durante mi formación.

En especial al pueblo mexicano, y a las futuras generaciones, que sin duda son quienes tendrán en sus manos el futuro de nuestro país.

A mis Hermanos:

Felipe Raya Pérez⁺

Roberto Raya Pérez

Blanca Azucena Raya Pérez

Nancy Adriana Raya Pérez

Fermín Raya Pérez

Francisco Javier Raya Pérez

Armando Raya Pérez

A las Familias:

Raya Sánchez

Pérez Cardoso

INDICE DE CONTENIDO

INDICE DE CONTENIDO.....	i
INDICE DE FIGURAS	iv
INDICE DE CUADROS	vi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Importancia del estudio	1
1.2 Objetivos	3
Objetivo general	3
Objetivo específico	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 Historia de la lombricomposta	4
2.2 Generalidades de la Lombriz Roja Californiana (<i>Eisenia foetida</i>)	4
2.3 Clasificación zoológica	6
2.4 Clasificación ecológica de las lombrices	7
2.5 Ciclo biológico	7
III. POTENCIAL REPRODUCTOR DE <i>Eisenia foetida</i>	13
IV. IMPORTANCIA DE LOS SUSTRATOS	14
V. ALIMENTO PARA LA LOMBRIZ.....	17
VI. COMPOSICIÓN NUTRIMENTAL DE <i>Eisenia foetida</i>	18
VII. COMPOSICIÓN DEL HUMUS SÓLIDO Y LÍQUIDO DE LA LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA <i>Eisenia foetida</i>	21
VIII. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE HUMUS DE LOMBRIZ	23
8.1 Propiedades físicas	23
8.2 Propiedades químicas	23

IX. PRODUCCIÓN DE LOMBRICOMPOSTA	25
X. APLICACIÓN Y DOSIFICACIÓN DEL LOMBRICOMPUESTO	27
XI. APLICACIÓN DE LOMBRICOMPUESTO EN ESTADO SÓLIDO EN DIFERENTES ESPECIES VEGETALES	29
11.1 Aplicación del humus en estado sólido	30
11.2 Aplicación del humus en estado líquido	31
XII. ENEMIGOS, COMPETIDORES Y ENFERMEDADES DE <i>Eisenia foetida</i> ..	32
12.1 Artrópodos.....	33
12.2 Anfibios.....	34
12.3 Reptiles y Roedores	34
12.4 Aves	35
XIII. PROCEDIMIENTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA CAMA DE LOMBRICOMPOSTA Y FACTORES A CONSIDERAR PARA LA PRODUCCIÓN DE LOMBRICOMPUESTO.....	37
En el manejo del cultivo, es importante tener en cuenta los principales factores que participan en el compostaje como son:	42
XIV. MATERIALES Y HERRAMIENTAS UTILIZADOS DESDE EL ESTABLECIMIENTO DE LA LOMBRICOMPOSTA HASTA LA PRODUCCIÓN DE HUMUS SÓLIDO Y LÍQUIDO.....	53
XV. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA LOMBRICOMPOSTA	55
15.1 Ventajas	55
15.2 Desventajas.....	56
XVI. PROBLEMAS E INCONVENIENTES EN EL LOMBRICOMPOSTAJE.....	57
16.1 Problemas frecuentes.....	57
16.2 Inconvenientes	57
XVII. MECADO DE LA LOMBRICOMPOSTA Y PRINCIPALES PAISES PRODUCTORES	59

17.1 Mercados para la lombricultura	59
XVIII. PRECIOS PROMEDIO DE VENTA DE PRODUCTOS DE LA LOMBRICULTURA.....	60
XIX. CERTIFICACIÓN DE LA LOMBRICOMPOSTA	61
XX. TRABAJOS A FINES EN ALGUNAS CONÍFERAS.....	64
XXI. USO Y APLICACIÓN DE LOMBRICOMPUESTO EN VIVEROS E INVERNADEROS FORESTALES.....	66
21.1 Abonados	69
21.2 Labores de mantenimiento en viveros.....	71
XXII. CONCLUSIÓN.....	73
XXIII. RECOMENDACIÓN	74
XXIV. BIBLIOGRAFÍA	75

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Anatomía interna de <i>Eisenia foetida</i>	5
Figura 2. Lombriz roja californiana <i>Eisenia foetida</i>	6
Figura 3. Ciclo biológico de <i>Eisenia foetida</i>	10
Figura 4. Aparato reproductor de <i>Eisenia foetida</i>	11
Figura 5. Anatomía externa de la <i>Eisenia foetida</i>	11
Figura 6. Parte posterior y anterior de <i>Eisenia foetida</i>	12
Figura 7. Corte transversal de <i>Eisenia foetida</i>	12
Figura 8. Selección del área para establecer un lecho.....	45
Figura 9. Trazo del terreno donde se instalara un lecho de lombriz.....	45
Figura 10. Acondicionamiento del área para instalar el plástico en el lecho	45
Figura 11. Instalar el plástico sobre la cama o lecho de lombriz	46
Figura 12. Área de acondicionamiento del alimento de la lombriz	46
Figura 13. Siembra de lombrices <i>Eisenia foetida</i>	47
Figura 14. Camas o lechos en proceso de lombricomposteo.....	47
Figura 15. Riego por goteo.....	48
Figura 16. Recolección del humus líquido.....	48
Figura 17. Sistema de bombeo para oxigenar y llenado de contenedores para venta del.....	49
Figura 18. Recolector del humus líquido para su oxigenación y evaporación	49
Figura 19. Área de cribado, envasado y almacén de sólidos	50
Figura 20. Costales de 40 Kg que contienen humus sólido	50
Figura 21. Estiércol de vaca, materia prima para alimentar a las lombrices	51
Figura 22. Humus sólido o Vermicomposta sin cribar	51

Figura 23. Humus sólido o Vermicomposta cribado 52

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación zoológica	6
Cuadro 2. Concentración vitamínica en lombriz roja <i>Eisenia foetida</i>	18
Cuadro 3. Concentración de aminoácidos (% de MS) e índice de aminoácidos esenciales (IAAE) en.....	19
Cuadro 4. Concentración mineral de <i>Eisenia foetida</i>	20
Cuadro 5. Composición del humus sólido de <i>Eisenia foetida</i>	21
Cuadro 6. Composición del humus líquido de <i>Eisenia foetida</i>	22
Cuadro 7. Producción de lombricomposta en Kg por <i>Eisenia foetida</i>	25
Cuadro 8. Aplicación de lombricomposta en estado sólido, en diferentes	29
Cuadro 9. Dosis de empleo de humus sólido de lombriz roja californiana <i>Eisenia foetida</i>	30
Cuadro 10. Aplicación de humus líquido, en diferentes especies vegetales (Gerencia de empresas.....	31
Cuadro 11. Precios promedio de lombrices, humus sólido y líquido en (Kg) de la lombricomposta	60
Cuadro 12. Agencias certificadoras en varios países del mundo	63

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Importancia del estudio

En México, la mayor parte de los sustratos utilizados en la producción de plantas forestales, ya sea en viveros o invernaderos, se componen principalmente de tierra de monte o turba (peat moss) en combinación con tezontle. Cultivándose alrededor de 3075 has de plantas forestales en contenedores, las cuales ocupan aproximadamente 500000m³ de sustrato, siendo la tierra de monte o turba en combinación con tezontle, que se usan como principal componente de estos sustratos ocasionando un impacto ambiental indeseable, sin embargo en algunas zonas productoras de plantas forestales existen materiales naturales que podrían usarse para mejorar los sustratos y sustituir el uso de la tierra de monte para evitar impactos que a la larga pudieran ser irreversibles (García, 2001).

La producción de plantas en recipientes bajo condiciones de vivero e invernadero ha aumentado considerablemente en los últimos años, especialmente en las explotaciones de diversas especies forestales. Los cultivos en contenedores se caracterizan por poner a disposición el sistema radicular de las plantas a volúmenes reducidos de sustrato, inferior al espacio que tendrían fuera del invernadero. De ahí la importancia de la selección del sustrato y sus cualidades físicas, para asegurar el crecimiento y desarrollo óptimo de las especies forestales producidas en invernaderos y viveros (Pire, 2003).

La cadena de producción de plantas de vivero e invernadero conciernen tres grandes productos: el ornamental, frutal y el forestal; y a tres profesiones: productores, distribuidores y paisajistas (Briant, 1997).

México, presenta graves problemas de erosión, debido a que la mayor parte de su superficie se encuentra en relieves abruptos o difíciles. El enriquecimiento de los suelos en materia orgánica se debe realizar antes de cada plantación forestal, con aportación de sustratos orgánicos naturales, tomando como base

los estiércoles de vaca, cabra, borrego, caballo, gallina, cerdo, etc., o bien comercial, donde se debe calcular la cantidad necesaria a aportar, en función del tipo de humus que se aplique (sólido o líquido) (Toledo, 1989).

La Lombricultura es una biotecnología que utiliza a una especie domesticada de lombriz como una herramienta de trabajo, recicla todo tipo de materia orgánica obteniendo como fruto de este trabajo humus sólido y líquido mismo que ayuda en el desarrollo y crecimiento de las plantas. La lombriz más importante para este proceso es la *Eisenia foetida*. Se trata de una interesante actividad zootécnica, que permite perfeccionar todos los sistemas de producción primarios (agricultura, ganadería, pesca y forestaría). Es un negocio en expansión, y en un futuro será el medio más rápido y eficiente para la recuperación de suelos sobre todo de las zonas rurales (Bollo, 2001). Los materiales más utilizados para la alimentación de las lombrices, pueden ser desechos agrícolas, residuos sólidos, desechos domésticos, aguas negras, estiércol de vaca, cerdos, conejos, gallinas entre otros (Capistran, *et al.*, 2001).

En México, la extracción de humus de lombriz, también conocido como Vermicomposta, Lombricomposta o Fertilizante orgánico, para la producción de especies forestales en viveros e invernaderos, es de poco interés, sin embargo puede aportar muchas más ventajas en comparación con otros fertilizantes orgánicos (Pire, 2003). Por ello, la Lombricultura, debe ser considerada como una alternativa viable para el manejo de desechos que al transformarse en abonos orgánicos, reduce problemas de contaminación ambiental y aumentan la producción de especies forestales en vivero y en campo abierto. Esta práctica reduce la entrada de insumos y los costos de producción, contribuyendo a una mejor calidad de vida y mejorar sobre todo la calidad ambiental (Ancona, *et al.*, 2006).

Palabras clave. Lombricomposta, sustrato orgánico, *Eisenia foetida*, viveros, invernaderos, plantaciones forestales.

1.2 Objetivos

Objetivo general

Recabar información técnica sobre el tema de la Lombricultura enfocado al ámbito forestal.

Conocer el proceso de producción y extracción del humus sólido y líquido del Lombricompostaje.

Objetivo específico

Dar a conocer algunos resultados que se han obtenido con el uso de la Vermicomposta en la actividad forestal.

Generar un documento que sirva de sustento bibliográfico a estudiantes, profesionistas y productores del ámbito forestal; Así como a productores agrícolas.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Historia de la lombricomposta

En el antiguo Egipto se consideraba a la lombriz como un animal muy valioso, a tal extremo que tenían castigos muy rigurosos, incluso la pena de muerte para quien intentara explotar fuera del reino una sola lombriz. La fertilidad del valle del Nilo, se debe en gran parte al trabajo de este anélido. Los primeros estudios profundos sobre el tema y las primeras nociones sobre el hábitat y el sistema de reproducción de las lombrices comienzan en el año de 1837 por el Biólogo Darwin después de dedicar muchas horas de profundo estudio (Ferruzzi, 1986).

En 1947, Hugg, Carter, inicia su propia producción de lombrices en un ataúd. Veintiséis años más tarde (1973), estaba en condiciones de suministrar a las tiendas de caza y pesca más de 15 millones de lombrices anuales. Por esta misma fecha la Universidad Agrícola de California (Agriculture University of California) comienza a utilizar estos anélidos en la agricultura, ante numerosas solicitudes de horticultores, dueños de viveros y floricultores de aquel estado. Más tarde en el año de 1979 había en Estados Unidos unas 1,500 explotaciones industriales de lombrices y la mayor industria encontrándose en California. En marzo de 1983 la extensión era de 160,000 m² (16 hectáreas) (Ferruzzi, 1986).

2.2 Generalidades de la Lombriz Roja Californiana (*Eisenia foetida*)

Se trata de un gusano anélido oligoqueto (pequeño), hermafrodita, es decir que cada individuo posee órganos masculinos (testículos) y femeninos (ovarios). Los cuales están ubicados en la parte anterior cerca de la boca. Son muy prolíficas. Son de color café oscuro. El orden de los anélidos lo integran casi 9000 especies de gusanos marinos, de aguas dulces y terrestres, que incluyen a las

lombrices de tierra. No pueden auto fecundarse y necesitan aparearse dos individuos maduros para intercambiar los espermatozoides. La fecundación es cruzada. Son fotofóbicas, para comer avanza arrastrándose y escavando, el máximo tamaño de este anélido en un periodo de 2.5 a 3 meses es de 6 a 7 cm (eventualmente 12 cm), al término de 5 a 6 meses. En estado adulto pesa de 0.6 hasta 1 g (Schuldt, 2006).

La función respiratoria la cumple a través de la epidermis (piel). En particular *Eisenia foetida* muere tras pocos minutos de encharcamiento, pueden vivir varios días totalmente sumergidas en agua, sin embargo mueren cuando se eleva la temperatura, o bien cuando existe exceso de materia orgánica que también consume el oxígeno, situación que se presenta en los cultivos, y que las lombrices contrarrestan ascendiendo en el sustrato hasta alcanzar la superficie.

Las lombrices más efectivas y reproductivas para el aprovechamiento de residuos orgánicos han demostrado ser la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), la lombriz tigre (*Eisenia andrei*), la lombriz oriental de las compostas (*Perionix excavatus*) y la lombriz africana de las compostas (*Eudrilus eugeniae*), (Capistran *et al*; 2001).

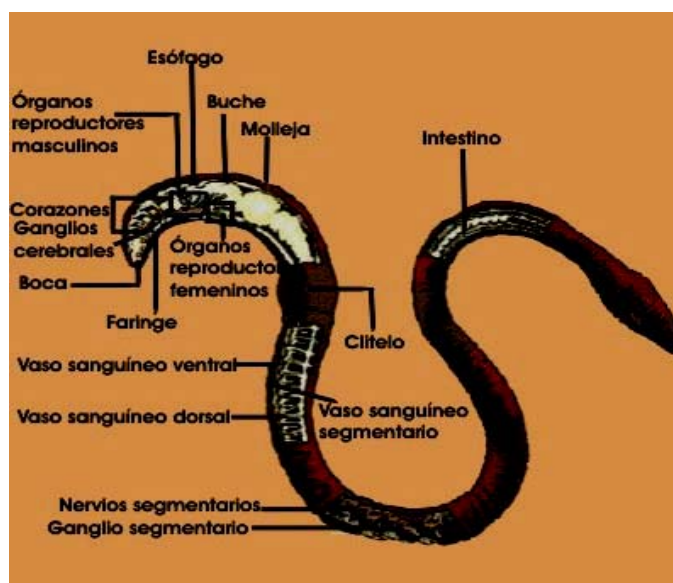


Figura 1. Anatomía interna de *Eisenia foetida*

2.3 Clasificación zoológica (García, 1978)

Cuadro 1. Clasificación zoológica

Reino:	Animal
Tipo:	Anélido
Orden:	Oligoqueto
Familia:	Lombricidae
Género:	<i>Eisenia</i>
Especie:	<i>Foetida</i>



Figura 2. Lombriz roja californiana *Eisenia foetida*

Eisenia foetida es la lombriz más conocida y empleada en más del 80% de los criaderos del mundo (García, 1978).

2.4 Clasificación ecológica de las lombrices

Comúnmente a las lombrices se les conoce como lombrices de tierra, pero es incorrecto ya que todas viven dentro de ésta. Desde el punto de vista ecológico se clasifican en tres grupos (Bollo, 2001)

1. **Endógenas.** Son aquellas que viven dentro del suelo, cavan galerías horizontales y se alimentan de tierra (*Lumbricus terrestris*).
2. **Epigeas.** Viven sobre la superficie del suelo, se alimentan de materia orgánica, hongos y bacterias y produce humus (*Eisenia foetida*).
3. **Anécicas.** Viven bajo la superficie del suelo, cavan galerías verticales en forma de "U", se alimentan de materia orgánica durante la noche (nocturnas), y durante el día realizan la digestión (*Perionix excavatus*).

2.5 Ciclo biológico

Durante la fase de acoplamiento las lombrices ponen en contacto el tercio anterior de una con el tercio anterior de la otra durante 15 minutos. Durante ese lapso, los espermatozoides producidos en las vesículas seminales (testículos) de la lombriz A pasan a la lombriz B, y son almacenados en órganos especiales llamados espermatecas. Al mismo tiempo, los espermatozoides producidos por la lombriz B pasan a la lombriz A, y también son almacenados.

Durante la fecundación de los óvulos y formación del saco de huevos, la lombriz se desplaza hacia atrás en la galería.

De esta forma, lo primero que segrega es una sustancia viscosa producida por un anillo más grueso ubicado en el tercio anterior, llamado clitelo.

Luego, salen los espermatozoides y, por último, los óvulos, que caerán directamente en un medio apropiado para su supervivencia y fecundación. Es decir, el clitelo segrega una sustancia que envuelve los óvulos fecundados formando el saco de huevos llamado capullo o cocón.

Aproximada mente a los cuatro días de separadas, las lombrices comienzan a producir óvulos, que salen por el oviducto al exterior. Éstos son fecundados por los espermatozoides que fueron liberados de las espermatecas.

Los huevos así formados son envueltos por una sustancia viscosa producida por el clitelo cuya función es la de protección y alimentación.

El saco contiene un número variable de huevos: de 3 a 20. Éstos darán origen, luego de 25 a 30 días de incubación, a las futuras lombricitas.

El cocón tiene forma de pera (piriforme), mide unos 3 a 4 Mm de largo y tiene un color amarillo verdoso.

La frecuencia de producción de cocones es de 1 cada 7 a 10 días. Cada generación de lombrices tiene un ciclo de tres meses. Este ciclo abarca desde el nacimiento hasta el estado adulto, que implica capacidad para reproducirse.

Una vez que se produce la fecundación, la lombriz deposita un saco de huevos de paredes resistentes denominado capullo o cocón.

El capullo o cocón piriforme tiene un color amarillo-verdoso, y mide 3-4 Mm de largo por 2-3 Mm de diámetro. Luego de un período de incubación de 25 a 30 días, emergen las lombrices por el extremo más agudo.

Como ya se menciona anteriormente, la producción de cocones es de aproximadamente uno cada 10 días, conteniendo cada uno de 3 a 20 lombricitas en el momento de la eclosión.

La cantidad de huevos en cada saco se debe a numerosos factores climáticos (humedad, temperatura, aireación) además de la calidad y cantidad de alimento que ingieren.

Al nacimiento, las pequeñas lombrices son de color blanco casi transparente y miden 2-3 Mm. A la semana adquieren un color rosa pálido. Desde que nacen, las lombrices se valen de sus propios medios, pero necesitan que el alimento esté descompuesto y sea lo suficientemente húmedo (70 a 80 %) para ser ingerido.

Cuando tienen 30 días alcanzan alrededor del 50% del tamaño del adulto. En 30-40 días más llegarán a su adultez con un completo desarrollo del clitelo y estarán en condiciones de acoplarse. A los 60-70 días después del nacimiento alcanzan la madurez sexual con un desarrollo completo de los órganos que intervienen en la reproducción (ovarios, testículos, clitelo).

A partir de este momento, están en condiciones de reproducirse. Las temperaturas de otoño y primavera son las más indicadas para su desarrollo, ya que se produce una mayor reproducción (Mendoza, 2008).

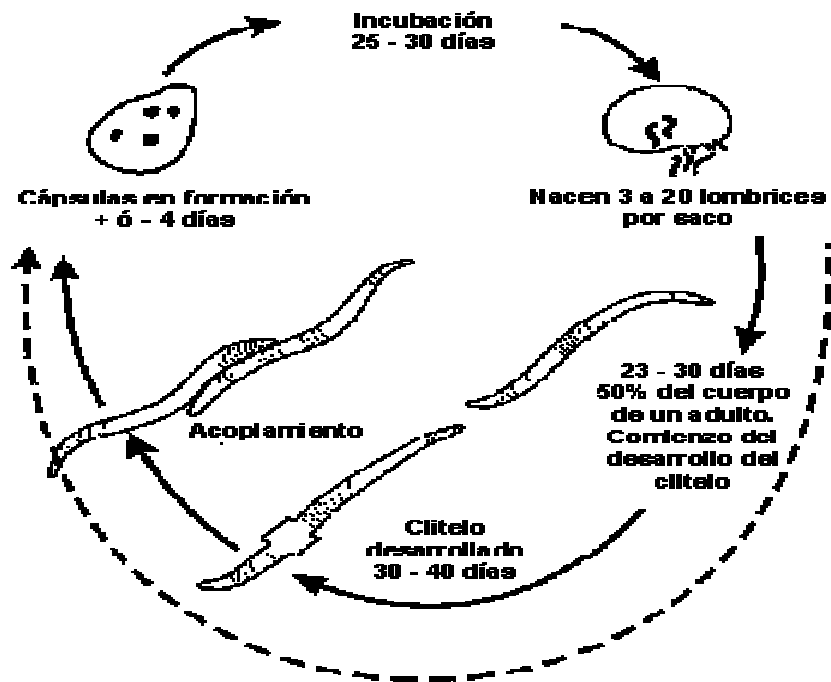


Figura 3. Ciclo biológico de *Eisenia foetida*

El número de lombrices por cocón es muy variado:

Ferruzzi (1987) menciona que cada cocón produce hasta 21 lombrices. Según Galvis (1991) los cocones producen un promedio de 12 lombrices por capsula y Bollo (2001) menciona que se produce de 3 a 2^o lombrices por saco o cocón.

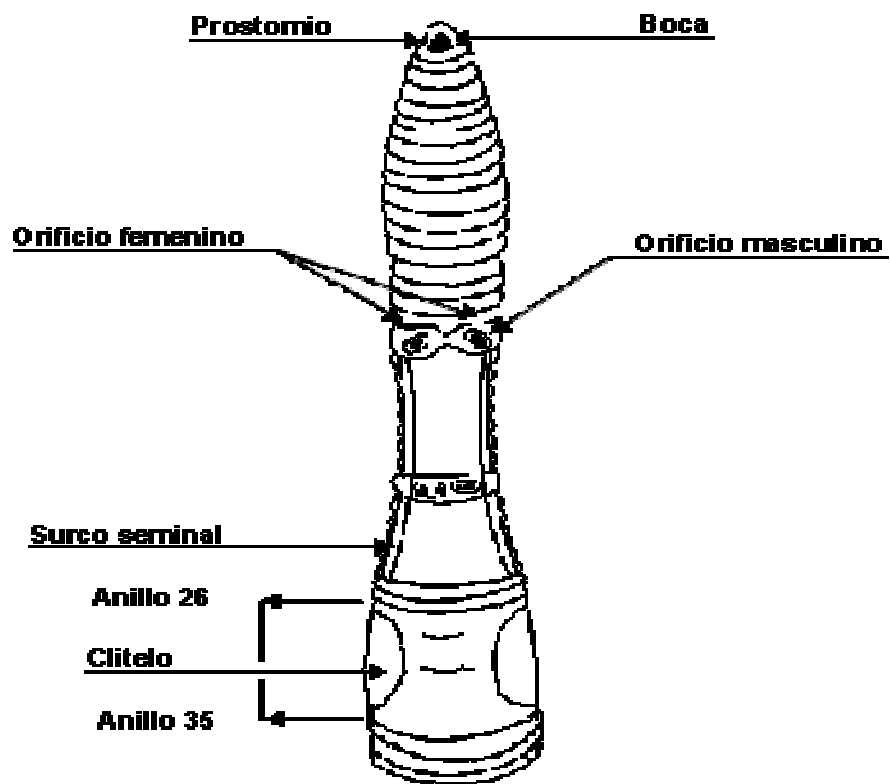


Figura 4. Aparato reproductor de *Eisenia foetida* (Schuldt, 2006)

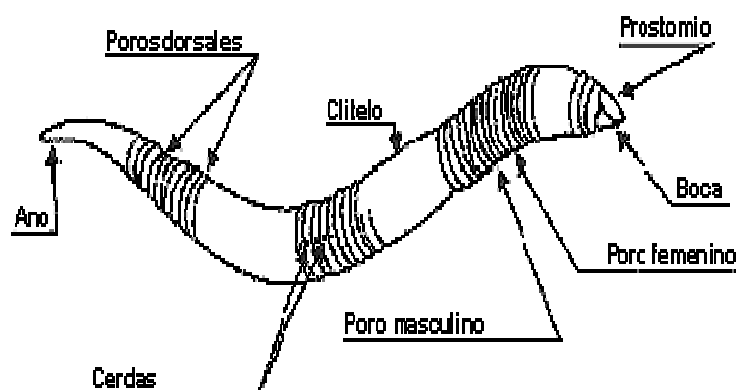


Figura 5. Anatomía externa de la *Eisenia foetida* (Schuldt, 2006)

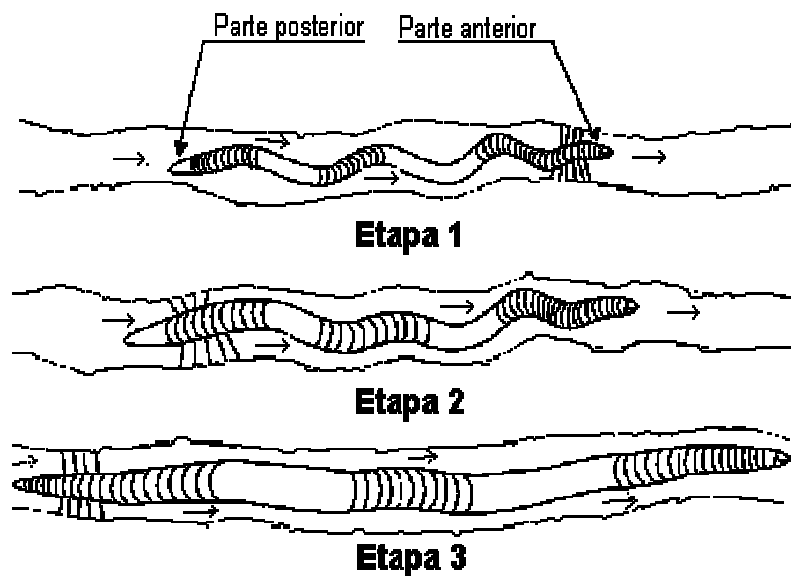


Figura 6. Parte posterior y anterior de *Eisenia foetida* (Schuldt, 2006)

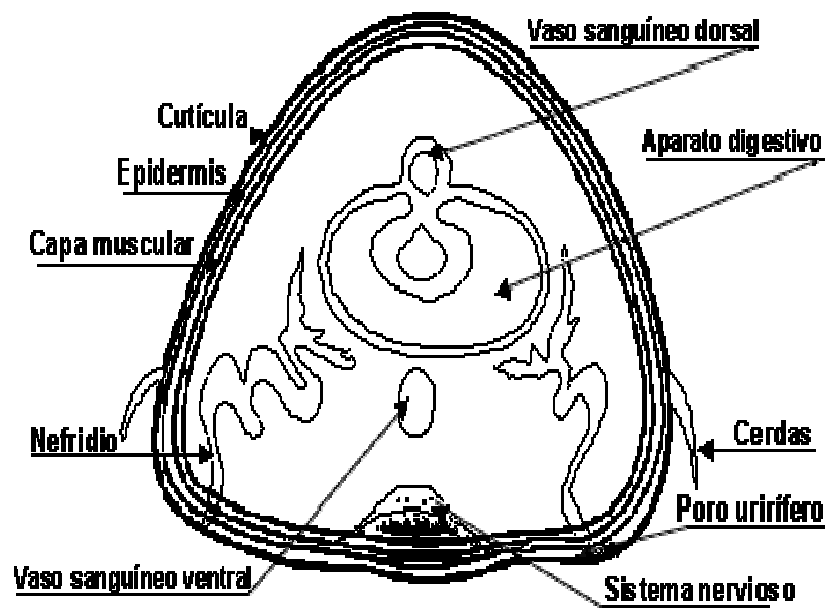


Figura 7. Corte transversal de *Eisenia foetida* (Schuldt, 2006)

III. POTENCIAL REPRODUCTOR DE *Eisenia foetida*

El potencial reproductor, constituye un estimador sensible frente a variables de conducción y estado de los cultivos, dado que se halla muy influido por la estructura de la población, particularmente el número de reproductores en un momento dado. La cantidad de lombrices sexualmente activas experimentan cambios continuos en los cultivos. El rango de variación de reproducción por año es de 80000 a 120000 lombrices por camas con medidas de 30 m de largo por 3 m de ancho. Es decir que el potencial reproductor de cada lombriz anualmente es de aproximadamente 1500 lombrices. En esas circunstancias el potencial reproductor supera en 5 veces el de la siembra inicial (Bollo, 2006)

IV. IMPORTANCIA DE LOS SUSTRATOS

El término sustrato se aplica en la producción Viverística, así como en los invernaderos, refiriéndose a todo material sólido que puede ser natural o sintético, orgánico o mineral y colocado en contenedores, de forma pura o mezclado, permite el anclaje de las plantas a través de su sistema radicular; el cual puede o no intervenir en el proceso de nutrición de la planta (Abad, 1993).

Abad (1993), menciona que las propiedades físicas más destacadas de los sustratos son:

- a) Densidad real y aparente
- b) Porosidad y aireación
- c) Retención de agua
- d) Permeabilidad
- e) Distribución del tamaño de los poros
- f) Textura
- g) Estabilidad estructural

Además, de que las propiedades químicas están definidas por la composición elemental de los materiales; éstas caracterizan la transferencia de materia entre el sustrato y la solución del mismo como son:

- a) Capacidad de intercambio catiónico
- b) pH
- c) Capacidad de amortiguamiento
- d) Contenido de nutrientes
- e) Materia orgánica

Los sustratos utilizados ejercen un efecto directo en el desarrollo inicial de las plantas, por lo cual, es necesario determinar el tipo de sustrato o mezcla con el que se obtenga una mayor producción (Vega 1986).

Por otro lado es importante considerar la calidad del sustrato empleado; en general éste debe de mantener una textura y composición tal que proporcione las condiciones adecuadas de humedad, temperatura, aireación y acidez (Fierros, 1990).

Napier (1985), menciona que el sustrato utilizado en las especies forestales ésta constituido por una mezcla de dos o más materiales, pero también puede estar formado solamente por uno. Por lo tanto un sustrato deberá de tener las siguientes características:

- a) Liviano en peso
- b) Homogéneo , poco costoso y fácil disponible
- c) Tener un pH de entre 5.0 a 6.0
- d) Estar libre de insectos, hongos y malezas
- e) Tener suficiente humedad
- f) Buen drenaje y aireación

Entre todos los productos que forman parte de un grupo de abonos orgánicos empleados en la agricultura, se incluye el que se conoce como composta, un producto que se obtiene a partir de los restos de materia orgánica, que mediante los procesos químicos y biológicos provocan un cambio drástico en el tamaño, apariencia, color y textura en los residuos orgánicos, también conocido con otros nombres como humus, composta, etc., y en algunos casos cuando se procesa con lombrices se le distingue como Lombricomposta, Vermicomposta, etc., (Capistran *et al*, 2001).

El interés en el uso de lombrices para la transformación de residuos orgánicos se apoya en el conocimiento de su potencial de crecimiento y desarrollo en sustratos poco tradicionales y su capacidad para transformarla en abono orgánico de calidad, además de ser una alternativa ecológica y que otorga valores agregados.

Martínez (1996), Menciona características y bondades del uso de la Lombricomposta y describe que el humus de lombriz, Lombricomposta o Vermicomposta, es un fertilizante orgánico, de aspecto terroso, suave ligero e inodoro que libera levemente sus elementos nutritivos y tiene la gran capacidad de mezclarse con el suelo, ayudando a la transformación de los elementos minerales nutritivos en elementos inorgánicos disponibles por la planta, por lo que se puede mencionar que mejora las características físicas y químicas de los suelos. Así mismo, menciona que el pH de la Lombricomposta está entre 7 y 8, además de que contiene ácidos húmicos y fúlvicos, dando lugar a otros compuestos diversos como son las enzimas, hormonas, vitaminas y antibióticos, incrementando la capacidad inmunológica de las plantas.

V. ALIMENTO PARA LA LOMBRIZ

La lombriz roja californiana come casi cualquier sustancia orgánica putrefacta y les encantan los azúcares, las sales y la celulosa como: (papel, aserrín y cartón). Cuanto más fino sea el granulado de la comida, menor dificultad tendrá para ingerirla y, por tanto, mayor será la producción de humus, es importante que el granjero triture el alimento antes de suministrarlo, para acelerar el proceso de degradación y mejorar la textura. Los estiércoles pueden considerarse como un abono universal, aunque sus características son muy variables. El contenido de nutrientes del estiércol varía con el tipo de animal del que provienen, la dieta de este, el método del manejo y la fracción ya sea sólido o líquido a que se refiera (Budowski, 1993).

Dentro de la gran diversidad de estiércol animal se recomienda usar los siguientes materiales: Estiércol de caballo, vaca, borrego, porcino, conejo, pollo, sin embargo el más usado en la Lombricultura es el estiércol de vaca, ya que es muy bueno como sustrato inicial y alimento durante la producción (Budowski, 1993).

VI. COMPOSICIÓN NUTRIMENTAL DE *Eisenia foetida*

La lombriz *Eisenia foetida* en su composición es rica en vitaminas, aminoácidos y minerales. Lo cual se muestra en los cuadros siguientes: (Bollo, 2001).

Cuadro 2. Concentración vitamínica en lombriz roja *Eisenia foetida* (Velázquez *et al.*, 1986)

Vitaminas	Concentración (ppm)
Niacina	656
Riboflavina	157
Ácido pantoténico	18.5
Tiamina HCL	13.7
Vitamina B12	3.7
Acido fólico	1.6
Biotina	1.1
Vitamina A	0.0

Cuadro 3. Concentración de aminoácidos (% de MS) e índice de aminoácidos esenciales (IAAE) en lombriz roja *Eisenia foetida* (Velázquez *et al.*, 1986)

Aminoácidos	Concentración (%)
Alanina	5.54
Arginina	7.03
Acido aspártico	11.01
Cistina	4.23
Ácido glutámico	13.57
Glicina	5.22
Histidina	2.51
Isoleucina	4.73
Lisina	12.51
Metionina	1.53
Fenilalanina	3.54
Prolina	4.47
Serina	3.30
Treonina	3.76
Tirosina	3.23
Valina	6.14
Leucina	7.39

Cuadro 4. Concentración mineral de *Eisenia foetida* (Velázquez *et al.*, 1986)

Minerales	Concentración en (%) y en (ppm)
Calcio	0.28%
Magnesio	0.14%
Fósforo	0.66%
Potasio	0.73%
Sodio	0.72%
Aluminio	184.2 ppm
Cobre	14.3 ppm
Hierro	414.3 ppm
Manganeso	32.5 ppm
Zinc	135.5 ppm

VII. COMPOSICIÓN DEL HUMUS SÓLIDO Y LÍQUIDO DE LA LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA *Eisenia foetida*

Cuadro 5. Composición del humus sólido de *Eisenia foetida* (Velázquez *et al.*, 1986)

Humedad	28-45%
pH	7%
Nitrógeno	2%
Fósforo	4%
Potasio	2%
Calcio	2.3%
Magnesio	1.8%
Materia orgánica	40-60%
Carbono orgánico	20-25%
Ácidos fúlvicos	3-4%
Ácidos húmicos	4.5-5.5%
Sodio	0.002
Cobre	0.05
Hierro	0.02
Manganeso	0.006
Tirosina relación Carbono/Nitrógeno	12:1
Flora microbiana Benéfica UFC/Gr	2, 800, 000

La Lombricomposta, humus o Lombricomposta, contiene cuatro veces más nitrógeno, veinticinco veces más fósforo, y dos veces y media más potasio que el mismo peso del estiércol de bovino (Velázquez *et al.*, 1986).

Cuadro 6. Composición del humus líquido de *Eisenia foetida* (Velázquez *et al.*, 1986)

Nitrógeno	0.65%
Fósforo	0.01%
Potasio	1.21%
Calcio	1.87%
Magnesio	1.06%
Sodio	1.51%
Ácidos fúlvicos	5.01%
Ácidos húmicos	1.48%
Hierro	14
Zinc	2.3
Manganeso	3.1
Cobre	3.1
Boro	27
Flora microbiana benéfica UFC/ml	1190, 000

VIII. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE HUMUS DE LOMBRIZ

De acuerdo con Capistran *et al.*, (2001) señalan que el humus de lombriz cumple un rol trascendente al corregir y mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas de los suelos, influyendo de la siguiente manera:

8.1 Propiedades físicas

a) Posee propiedades coloidales que al aumentar la porosidad y aireación del suelo contribuyen a la infiltración y retención del agua y al desarrollo radicular.

b) Mejora la estructura, dándoles menor densidad aparente a los suelos pesados y compactos y aumentando la unión de todas las partículas en los suelos arenosos.

c) Mejora la permeabilidad y aireación.

d) Reduce la erosión del suelo.

d) Incrementa la capacidad de retención de humedad.

e) Confiere color oscuro al suelo reteniendo calor.

8.2 Propiedades químicas

a) Incrementa nuestra disponibilidad de Nitrógeno, Fósforo y Azufre y, fundamentalmente, actúa favorablemente respecto al Nitrógeno.

b) Incrementa también la eficiencia de fertilización, particularmente con el Nitrógeno.

c) Estabiliza la reacción del suelo debido a su alto poder buffer.

d) Inactiva los residuos de plaguicidas debido a su capacidad de absorción.

e) Inhibe el crecimiento de hongos y bacterias patógenas.

IX. PRODUCCIÓN DE LOMBRICOMPOSTA

Cuadro 7. Producción de lombricomposta en Kg por *Eisenia foetida*

0 MES	A LOS 3 MESES	A LOS 6 MESES	A LOS 9 MESES	A LOS 12 MESES
Población inicial de lombrices	1 ^a Generación	2 ^a Generación	3 ^a Generación	4 ^a Generación
1000	10.000	100.000	1.000.000	10.000.000
Lombrices 1 Kg.	10	100	1.000	10.000
Alimento 1 Kg/día	10	100	1.000	10.000
Lombricompuesto 0.6 Kg/día	6	60	600	6.000
Proteína 0.04 Kg/día	0.4	4	40	400

Producción de Lombricomposta; siendo el promedio una lombriz adulta de un gramo de peso, que ingiere lo que pesa por día y excreta el 60% en forma de humus (0.6 gramos) (Martínez, 1996).

Una lombriz adulta come diariamente su propio peso, aproximadamente 1 gramo.

De aquél valor, el 60% lo excreta como abono y el 40% lo metaboliza para formar tejido y acumular energía.

En un año cada lombriz adulta puede generar 1500 individuos.

Peso de las 1500 lombrices: 1.5 Kg consumen 1.5 Kg de alimento diariamente y producen:

- 60% de 1.5 Kg: 0.9 Kg de humus.
- 40% de 1.5 Kg: 0.6 Kg de alimento utilizado para mantenimiento y crecimiento de tejidos. (Del peso de la lombriz el 90% es agua y 10% carne, tomada como contenido puro de proteína).
- 1.5 Kg de lombriz: 1.35 Kg de agua
- 0.15 Kg de proteínas.

Cada lombriz puede generar 0.15 Kg de proteína por año (Martínez, 1996).

X. APLICACIÓN Y DOSIFICACIÓN DEL LOMBRICOMPUESTO

El humus de lombriz se aplica en primavera y otoño, extendiéndose sobre la superficie del terreno, regando posteriormente para que la flora bacteriana se incorpore rápidamente al suelo. Si se aplica en el momento de la siembra favorece el desarrollo radicular de las plantas. El humus se puede almacenarse durante mucho tiempo sin que sus propiedades se vean alteradas, pero es necesario mantenerlas bajo condiciones óptimas de humedad (40%) (Schuldt, 2006).

El Lombricomposto se puede utilizar como enmienda orgánica proporcionando carbono orgánico al suelo, optimizando sus características fisicoquímicas. Como abono orgánico mejora las condiciones físicas del suelo, incrementando su capacidad de movilización y absorción de los nutrientes, y desde el punto de vista químico aporta macro elementos (nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio) y micro elementos (zinc, hierro, cobre, manganeso, boro) indispensables para el crecimiento y desarrollo de los cultivos forestales y no necesariamente forestales.

El humus de lombriz es un fertilizante orgánico, biorregulador. Utilizado como un medio único de cultivo, incrementa la germinación, pero incrementa el volumen de cosecha (Schuldt, 2006).

Conocido desde hace más de una década, el "humus líquido", no es más que un simple lixiviado de humus, obtenido por la extracción con agua del sólido. Los lixiviados contienen una cantidad de nutrientes a menudo de solo 1% de los presentes en el sólido, pero incrementan la producción significativamente de diversos cultivos como (algodón, maíz, soja, trigo, cítricos, tomate, papaya, pepino, zanahoria y ornamentales), además controlan los hongos patógenos. El humus líquido presenta la ventaja de su aplicación. Se trata de un abono más que nada de tipo foliar. El líquido posee productos de la actividad biológica que son

fitoestimulantes (hormonas vegetales y otros). Son caros y para un mercado exigente en cuanto a control de calidad (Schuldt, 2006).

El empleo del Lombricompuesto, es relativamente fácil y aporta ventajas al suelo que no le aportan los fertilizantes químicos (Martínez y Ramírez, 2000).

XI. APLICACIÓN DE LOMBRICOMPOSTO EN ESTADO SÓLIDO EN DIFERENTES ESPECIES VEGETALES

Cuadro 8. Aplicación de lombricomposta en estado sólido, en diferentes Especies vegetales.

CULTIVO	LOMBRICOMPOSTA	QUÍMICOS
Zanahoria	520 Kg/ha	20 Kg/ha
Berenjena	600 Kg/ha	200 Kg/ha
Tomate	820 Kg/ha	400 Kg/ha
Patata	350 Kg/ha	100 Kg/ha
Trigo	116 Kg/ha	40 Kg/ha
Maíz	210 Kg/ha	70 Kg/ha
Soja	52 Kg/ha	28 Kg/ha

El humus de lombriz posee una elevada carga microbiana del orden de los 20 mil millones de grano seco, contribuyendo a la protección de la raíz de bacterias y nematodos sobre todo, para el cual está especialmente indicado. Produce además hormonas como el ácido indol acético y ácido giberélico, estimulando el crecimiento y las funciones vitales de las plantas (Ferruzzi, 1987).

11.1 Aplicación del humus en estado sólido

Cuadro 9. Dosis de empleo de humus sólido de lombriz roja californiana *Eisenia foetida* (Schuldt, 2006)

ÁREA	DODIS
Praderas	800 G/M2
Hortalizas	1 KG/M2
Invernaderos	1 A 2 KG/M2
Ornamentales	150 G/PLANTA
Abonado de fondo	160-200 L/M2
Recuperación de terrenos	2500-3000 L/HA
Cultivos extensivos	1 A 3 TON/HA
Rosales y leñosas	0.5-1 KG/M2
Frutales	2 KG/ÁRBOL
Césped	0.5-1 KG/M2
Trasplante de coníferas	0.5-2 KG/ÁRBOL
Arboles adultos (coníferas)	2 A 5 KG/ARBOL
Setos	100-200 G/PLANTA

Respecto a la conveniencia de utilizar tal o cual granulometría del Lombricompost, cabe tener en cuenta que la velocidad de liberación de los nutrientes, se relaciona con el tamaño de las partículas, y por lo tanto si interesa que la planta incorpore estos elementos rápidamente, la elección es el Lombricompost de menor granulometría, mientras que si se busca un suministro continuo y lento como en el caso de los árboles convendrá una presentación gruesa del producto (Schuldt, 2006).

11.2 Aplicación del humus en estado líquido

Existen también presentaciones líquidas, conteniendo extractos húmicos que pueden superar el 10% y con materia orgánica (MO) en torno al 50%, las cuales se adecuan para ser agregadas al agua de riego (Schuldt, 2006).

Cuadro 10. Aplicación de humus líquido, en diferentes especies vegetales (Gerencia de empresas Universitarias, planta de Lombricultura UAAAN, Etiqueta de presentación del Producto)

RECOMENDACIÓN DE APLICACIÓN			
CULTIVO	METODO	RIEGO	ASPERCION
Tomate y chile	15 días después del trasplante. Aplicar dos a tres veces más con intervalos de 10 a 12 días.	20 LT/ HA	7 LT/ HA
Hortalizas y cucurbitáceas	15 días después del trasplante. Aplicar dos veces más con intervalos de 10 días.	20 LT/ HA	NO SE RECOMIENDA
frutales (durazno, cítricos, manzano, nogales)	Al inicio de la floración. Repetir cada 15 días tres veces más.	25 LT/ HA	9 LT/ HA
Cereales (trigo, cebada, avena)	Al inicio del embuche. Aplicar tres veces más con intervalos de 10 a 12 días.	20 LT/ HA	7 LT/ HA
Maíz	Después del primer cultivo. Aplicar dos veces más con intervalos de 12 días.	20 LT/ HA	8 LT/ HA
Áreas verdes	Iniciar al término del invierno. Aplicar cuatro o cinco veces más durante el año.	15 LT/ HA	6 LT/ HA
Plantas de ornato	Aplicar en el riego con intervalos de 1 lt de lombri-humus líquido diluido en 15 litros de agua.		

XII. ENEMIGOS, COMPETIDORES Y ENFERMEDADES DE *Eisenia foetida*.

La lista de los predadores, parásitos y competidores comprende diversos vertebrados (protozoarios, gusanos planos, nematodos, cien pies e insectos) y vertebrados (anfibios, reptiles, aves, y mamíferos). Muchos de estos no son tan malos, por lo que no está de más un repaso de los grupos y especies involucradas, con el fin de evitar recaudos y persecuciones, tanto inútiles como innecesarias. Entre las afectaciones que aquejan a las lombrices no puede dejar de mencionarse a las gregarinas (protozoarios), que castran a las lombrices, afectando en baja medida el potencial reproducción de las lombrices. La patología se relaciona con situaciones de estrés derivadas de poluentes, tales como metales pesados en los suelos (Schuldt, 2006).

Existen numerosos gusanos planos predadores (Turbelarios), que se presentan en las camas de las lombrices, pero por su baja densidad numérica no inciden significativamente en los resultados de la explotación. En el trópico estos gusanos pueden constituir una plaga, que en ciertos casos puede requerir el uso de preventivos químicos, que a final de cuentas no es aconsejable (Bollo, 2001).

Se pueden observar interesantes relaciones entre lombrices y nematodos. Los nematodos que prevalecen en las camas de Lombricomposta, se alimentan de bacterias y hongos y abundan en el material antes de iniciarse el Lombricompostaje. Una vez introducidas las lombrices en las camas, estos nematodos experimentan una disminución drástica, lo cual se debe a la competencia de las lombrices por el mismo alimento (bacterias y hongos). Solo pocos nematodos son parasito sede lombrices (Schuldt, 2006).

Con los artrópodos, se establecen relaciones diversas y solo pocas realmente conflictivas (Schuldt, 2006).

12.1 Artrópodos

Ciempíes. (Quilópodos) se presentan rara vez en los cultivos, por lo que no constituyen problemas. Cabe señalar que en los cultivos coexisten grandes cantidades de diplópodos del orden (diplura) que morfológicamente son muy semejantes a los quilópodos. Estos dos a diferencia de los ciempiés son útiles, ya que realizan una labor sinérgica en las lombrices, desmenuzando el sustrato, con lo cual facilitan la ingesta a las lombrices. Para fines prácticos interesa conocer a los quilópodos y a los del orden diplura, ambos grupos deben ser manipulados de preferencia con pinzas, ya que los ciempiés pueden inyectar veneno y los diplópodos producen exudados altamente tóxicos (Edwards, et al., 1996).

Colémbolos. Los insectos de este género se caracterizan por ser muy pequeños, sin alas. Abundan en las camas del cultivo. Se alimentan de materia en descomposición, efectuando una tarea de desmenuzamiento concurrente con la de los otros insectos, favoreciendo la acción de las lombrices (Edwards, et al., 1996).

Proturos (ciegos). Otro orden de insectos ápteros, cuyo rol es semejante al de los Colémbolos. Muy común en el humus, alcanzando densidades de hasta 4000 individuos por m². Suelen ser muy pequeños y carecen de ojos y antenas. Algunas larvas de insectos dípteros (moscas), pueden preda sobre cocones y parasitar lombrices (Edwards, et al., 1996).

Dermápteros (tijerillas). Son insectos que algunos autores consideran que es un enemigo de las lombrices, sin embargo no lo es así. Se hallan presentes en los las camas de Lombricomposta (Edwards, et al., 1996).

Coleópteros (gusanos de mayates). Las larvas de los coleópteros representan un riesgo en la integridad de las plantas, no de las lombrices. Quiere

decir que no afecta en el desarrollo de las lombrices ni en el proceso de transformación del humus (Edwards, et al., 1996).

Himenópteros (hormigas). Las instalaciones de hormigueros en las partes más elevadas de las camas de Lombricomposta son muy frecuentes. Ejercen cierta prefación sobre las lombrices juveniles (Schuldt, 2006).

El Combate de estos insectos puede ser de forma directa, por ejemplo removiendo el nido, riego directo y usando piretroides y piretrinas (Schuldt, 2006).

Isópodos (cochinillas de tierra). Son muy abundantes en las camas de la Lombricomposta. Constituyen en el desmenuzamiento del sustrato (Schuldt, 2006).

Gallinas ciegas. Representan un gran peligro para las lombrices, ya que ingieren las larvas de lombriz en grandes cantidades. El control es difícil, ya que su abundancia no se compara al de las lombrices. Sin embargo se puede controlar aplicando furadan antes de sembrar las lombrices y dejar por una semana para que actúe y no dañe a las poblaciones de lombrices (Schuldt, 2006).

12.2 Anfibios

Sapo (*Bufo arenarum*). Es un anfibio que se presenta con frecuencia en las camas de Lombricomposta. Carnívoro y encuentran en la lombriz un elemento alternativo a su comida constituida normalmente por moscas y mosquitos (Schuldt, 2006).

12.3 Reptiles y Roedores

Culebras. Se perfilan como enemigos de las lombrices, pero se presentan de manera ocasional, sin embargo debemos tener en cuenta que en explotaciones

cerca de cursos de agua o de estanques, el peligro puede venir por las culebras de agua, las cuales, aunque no son nocivas para el hombre, son carnívoras y encuentran en la lombriz un fácil alimento, no poniendo resistencia alguna a ser cazada (Ferruzzi, 1986).

Ratas. No consumen lombrices, pero pueden convertirse en un gran problema en todas las explotaciones donde la lombriz se alimenta, ya que las ratas encuentran en este medio su hábitat natural óptimo, por las condiciones de temperatura que se encuentran en el interior de la cama propiciado en gran porcentaje por el calor corporal de las lombrices, además de que contienen los principales alimentos necesarios. Una forma de control es propiciar en las explotaciones una variedad de alimentos, para desequilibrar su hábitat (Ferruzzi, 1986).

Topos. Son muy peligrosos ya que les encantan las lombrices, a las que puede considerar como uno de sus alimentos base. Su control es muy difícil, ya que es muy activo, pero el lombricultor lo puede controlar estableciendo trampas en sus madrigueras que hace sobre las camas de Lombricomposta (Ferruzzi, 1986).

12.4 Aves

Casi todos son carnívoros, y buscan a las lombrices para su alimentación. Aunque no las vean desde el exterior, remueven con el pico y las patas la parte superior de la cama. Pretende particularizar aquellas que representan un riesgo para la explotación. Por mencionar algunas tenemos: la calandria (*Mimus saturninus*), el hornero (*Furnarius rufus*). Estas aves ingieren lombrices. Las cuales aprenden a localizarlas rápidamente, por lo cual es conveniente cubrir las camas de Lombricomposta con malla del tipo “semisombra” con redes antigranizo (Schuldt, 2006).

Sin embargo no está de más señalar al **hombre**, como un enemigo potencial de los cultivos, sobre todo por el mal empleo de insecticidas y herbicidas, muchos de los cuales poseen efectos tóxicos sobre las lombrices (Schuldt, 2006).

XIII. PROCEDIMIENTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA CAMA DE LOMBRICOMPOSTA Y FACTORES A CONSIDERAR PARA LA PRODUCCIÓN DE LOMBRICOMPUESTO

El tamaño de la cama dependerá de la disposición del material para construir la composta. En términos generales casi cualquier materia orgánica fresca contiene valores más o menos suficientes de la mayoría de los elementos minerales, pero de entre todos ellos es el nitrógeno el que debe encontrarse en una proporción adecuada y suficiente (Bollo, 2001).

Se recomienda que la cama se elabore de preferencia de material con piso, en un lugar donde no caigan lluvias, con un desnivel del 5-6 %. Si no contamos con los recursos necesarios se recomienda poner un nylon sobre el suelo para recolectar el material orgánico, con un desnivel del 5-6 % para evitar inundaciones por exceso de riego. En este sentido diremos a manera de información que se pueden clasificar dos grupos principales de materiales orgánicos: los ricos en carbono y los nitrogenados (Ferruzzi, 1987).

Los tejidos de plantas secas, como pajas, ramas, hojas secas, aserrín, papel, cáscara de arroz, mazorcas de maíz, cortes de pastos secos, consisten principalmente de compuestos ricos en carbono como la celulosa y la lignina, pero son relativamente pobres en nitrógeno, por lo que su descomposición se hace lenta y requieren de ser adicionados con materiales más ricos en nitrógeno (Ferruzzi, 1987).

También existen otros residuos orgánicos, ricos en nitrógeno, tales como la gallinaza, el estiércol de vaca, cerdo, de conejo y otros estiércoles animales combinados con orines. En exceso, el nitrógeno puede favorecer la formación y liberación de sustancias amoniacales, perjudicial o mortal para los organismos que se desarrollan en la composta (Ferruzzi, 1987).

Pasos a seguir en la realización de la composta a cielo abierto:

Selección del sitio

Las características más relevantes para seleccionar el sitio para lombricultivo son:

- Que estén cerca a las fuentes de alimento (para evitar los altos costos de transporte de residuos orgánicos).
- Condiciones favorables para las lombrices.
- Disponibilidad de agua.
- Suelos franco arenosos.
- No debe haber arboles ni plantas resinosas.

Las condiciones de relieve no son tan importantes, ya que hay diversas formas y estructuras para los lechos. Cualquier día del año se puede iniciar una explotación de lombrices (Ortegón, 2010)

Construcción de las camas o lechos

Un lecho o cama es un espacio delimitado por madera o estacas resistentes a la humedad, ladrillos, bloques de cemento o cualquier elemento que sirva de contención. Aunque no es indispensable, se puede simplemente apilar el alimento sobre el suelo y se introduce en él a las lombrices. Las camas o lechos deben estar ubicadas de acuerdo a las direcciones del viento, ya que es un factor al que las lombrices temen y puede provocar su migración. La distancia entre cama y cama deben de permitir un fácil desplazamiento a su alrededor, la distancia recomendable entre cama y cama debe ser mínimo de 1 m, para permitir el desplazamiento de la carretilla en la que se transportara el alimento y el humus (Ortegón, 2010).

Preparación de la comida para las lombrices

La preparación de la comida debe basarse en una buena estrategia. Para comenzar a fermentar aeróbicamente es necesario que el sustrato este fresco, se comienza dando vuelta de 1 a 2 veces al día para que se eliminen los gases

tóxicos o el gas metano, alternando con suministro de agua para así evitar que el alimento se caliente, propiciando de esta forma la multiplicación de bacterias aeróbicas que comienzan a degradarlo. La temperatura de fermentación puede llegar a los 70°C u 80°C. Pasados 15 días, se añaden 300 cm³ por m² de carbonato de calcio (CaCO₃) y se mezcla bien para contrarrestar la acidez, se remueve el material cada 24 horas hasta que la temperatura sea constante y el material presente un color café oscuro, sin mal olor y al tacto sea pastoso. El riego al alimento se efectúa semanalmente o cada 4 a 5 días, para disolver el carbonato de calcio (CaCO₃) y lixiviar el ácido úrico presente; durante este tiempo, el alimento se debe airear y estar listo para dárselo de alimento a las lombrices. El objetivo de esto es que el alimento se estabilice en un pH de 7 a 8 a una humedad del 80% y a una temperatura ideal para las lombrices de 20°C a 22°C (Ortegón, 2010).

Llenado de camas

Una vez ya establecida la cama o lecho, se debe colocar sobre esta una capa de comida de 10 cm a 16 cm con periodos de 10 a 15 días. Por otra parte se recomienda colocar una capa de alimento de 15 cm en primavera/verano y 25 cm de alimento en otoño/invierno, al cabo de 6 meses será el tiempo óptimo para cosechar el humus y va a depender principalmente de la época del año y de la experiencia que se tenga (Ortegón, 2010).

Manejo del cultivo

Los cuidados más comunes que debemos observar para mantener sano y eficiente el procesamiento del estiércol con las lombrices, tiene que ver con proporcionarles la temperatura, humedad, acidez, control de luz y aireación adecuadas en el alimento, antes de poner el estiércol en la cama donde se sembraran las lombrices, es importante regar durante 15 días el mismo en un área separada de la cama, esto con la finalidad de que se elimine el gas metano del material y sea más agradable para las lombrices, ya que por lo contrario al no

controlar este factor, puede ser mortal para las lombrices y algunas pueden escapar de la cama, las cuales al final acabaran muriendo por el sol (Capistran *et al.*, 2001).

Para un manejo en condiciones óptimas, se recomienda disponer el sustrato a insemnar a modo de una capa uniforme sobre el suelo (en contacto directo con el mismo) y con un espesor de adecuado a la época del año en que se inicia el cultivo, debiendo ser el mismo de al menos 15 cm en primavera/verano y 25 cm en otoño/invierno (Schuldt, 2006).

El sustrato deberá regarse regularmente diariamente durante la primera semana de haber establecido las camas, y una vez las otras dos o tres semanas siguientes. Esto tiene como ventaja mantener la hidratación adecuada (90%). Cuyo objetivo es hidratar no lavar la Materia Orgánica (Schuldt, 2006).

Es conveniente controlar la temperatura del material por lo menos 2 veces por semana, para constatar que no se eleva es necesario hacer pruebas de pH con la ayuda de un pH-metro, de no tener este aparato, un indicador de un pH optimo (7), es la misma lombriz a notar que están gozando de su medio (Martínez y Ramírez, 2000). Cuando hay heladas en invierno, se recomienda cubrir las camas con nylon por toda la superficie para controlar las temperaturas en el medio (Schuldt, 2006).

Ahora bien cuando se van a cambiar las lombrices a otras camas al cabo de seis meses, se deben transportar aquellas que se encuentran en la parte superior de las camas con la ayuda de bolsas (tipo arpillera) o bien con cajas que contengan de 1000 a 1500 lombrices por m², las cuales son volcadas en el centro de las camas distribuyéndolas uniformemente, siguiendo el eje longitudinal a razón de 4000 a 10000 lombrices/cama. Siempre es conveniente programar las siembras de las lombrices por las mañanas, o con una intensidad del sol baja, ya que de esta manera la fotofobia de las lombrices asegura un rápido ingreso al nuevo medio donde serán depositadas. Por lo tanto el test de las 50 lombrices o **P 50 L** también conocida como prueba de supervivencia de las lombrices (realizable

también con 25, 10 o 5 lombrices), puede constituir una medida precautoria adecuada para comprobar la aptitud del sustrato para recibir a los anélidos, siendo conveniente efectuarla de forma rutinaria y cuando se ensayen nuevos alimentos. Las lombrices deben introducirse solas al medio. Transcurridas 24 hrs, se efectúa un recuento de las mismas, constatándose si gozan de perfecta salud todas ellas en el medio, de lo contrario se hará necesario estudiar mas a fondo el nuevo alimento. Como la muerte de la lombriz es de tipo muy agudo y extremo, en la práctica es conveniente tener experiencia. Tras el vaciado de las cajas o bolsas con lombrices, es conveniente regar las camas que se acaban de poblar.

Cada lecho requiere mensualmente unos 100 Kg. o 200 Kg. de alimento, lo que en la práctica significa distribuir semanalmente una capa de 10 a 15 cm de espesor sobre la cama. Puede convenir que la alimentación se suministre de 10 a 15 días (Schuldt, 2006).

Cuando se incorpora, grandes cantidades Materia Orgánica en las camas, por el tiempo recomendable anteriormente puede traer consecuencias graves como falta de aireación en el medio donde las lombrices llevan a cabo su actividad de descomposición y la compactación del medio. Lo cual no provoca la muerte de las lombrices pero si conlleva a una acción más lenta, que se propaga más allá de 6 a 9 meses pero su ventaja reside en que no es necesario efectuar nuevas porciones de alimento y que reduce el tiempo de acarreo del material, ya que la pila se reduce por la compactación. Sin embargo, para corregir la compactación y la falta de aireación es recomendable estibar o remover la cama con ayuda de herramientas especiales usadas en la actividad de Lombricompostaje (Schuldt, 2006).

El suministro regular del alimento eleva gradualmente las camas, al tiempo que la población inicial de lombrices se multiplica. El incremento de la población se hace cada vez más lento a medida que la densidad de las lombrices se acrecienta, lo cual al cabo de 3 meses la cama se eleva de 35 a 45 cm (Schuldt, 2006).

La cantidad de camas a insembrar con las lombrices extraídas de camas al cabo de 6 meses (tiempo óptimo para cosechar el humus), dependerá principalmente de la época del año de extracción ya que es posible dejar una gran cantidad de lombrices en las mismas (hasta un 50%), sobre todo por falta de experiencia. (Schuldt, 2006).

En el manejo del cultivo, es importante tener en cuenta los principales factores que participan en el compostaje como son:

- Temperatura
- Humedad
- Aireación
- Acidez
- pH

Temperatura. Las lombrices composteras, en especial la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), toleran un amplio rango de temperaturas en las cuales pueden desarrollarse, pero existen límites que sin duda no deben ser excedidos. Es uno de los factores que influyen en la reproducción, producción (lombrihumus) y fecundación de las capsulas. La temperatura más propicia para el desarrollo óptimo de las lombrices se encuentra entre los 20°C y 22°C en climas cálidos y a medida que disminuyen o aumentan las temperaturas, se reduce la ingestión del alimento y su actividad o función reproductora (Hernández, 2002).

Considerando temperaturas bajas, las lombrices entran en un estado de latencia a los 15°C y no pueden sobrevivir en temperaturas inferiores a 10°C, mientras que con los extremos de temperaturas mayores a 30°C pueden ser mortales para ellas, provocando la salida de las lombrices a la superficie del sustrato e incluso el intento de escape (Capistran *et al.*, 2001).

Humedad. Todas las lombrices necesitan humedad, ya que respiran a través de su cuerpo, el sustrato debe de mantenerse húmedo para que el intercambio de gases se efectúe. Condiciones secas obligan a las lombrices a esconderse al fondo en busca de humedad; en este sentido la humedad promedio más favorable para las lombrices es de 85%. Por otra parte debemos prevenir la entrada de agua en grandes volúmenes que pueda llegar a inundar el sustrato, lo que reduce la aireación necesaria y provoca el escape o ahogamiento de las lombrices, se recomienda regar de 2 a 3 hrs cada tercer día (Capistran *et al.*, 2001).

Riego.

- Por goteo: 3 horas cada 2 días.
- Por aspersión: 2 horas cada 3 días variable de acuerdo al caudal.
- Con mangueras: 1 riego por semana hasta el final.

No cabe duda que la permanente atención del proceso es el mejor indicador sobre la periodicidad de los riegos, que en el caso señalado son tentativos, ya que éstos han de variar según las temperaturas reinantes, grado de humedad ambiente, periodo del año, etc.

Los sistemas de riego empleados son por goteo, que se debe regar la cama durante tres horas cada dos días. Por otro lado tenemos el riego por aspersión que se deberá hacer por dos horas cada tercer día y el manual. El manual consta de una manguera de goma de características variables según la función de los lechos. Por su sencillez es muy difundido pero requiere un trabajador implicado exclusivamente en esta labor. Este tipo de riego, requiere mayor, inversión (Bollo, 2001).

Si el contenido de sales y de sodio en el agua de riego es muy elevado dará lugar a una disminución en el valor nutritivo de la Lombricomposta, sustrato o

Vermicomposta. Los encharcamientos deben evitarse, ya que un exceso de agua desplaza el aire del material y provoca fermentación anaeróbica (Bollo, 2001).

Aireación. Las lombrices al igual que los organismos aeróbicos, respiran tomando el oxígeno del aire y eliminando el bióxido de carbono. Adiciones exageradas de alimento fresco muy denso o pasto provoca una falta de ventilación, y se puede evitar distribuyendo capas más delgadas, así como añadiendo materiales como pajas o bien hojarasca que le permiten una mejor porosidad. La altura de la pila no debe exceder de 1.2-1.5 m. Puesto que el peso conduce a la compactación (Capistran *et al.*, 2001).

Acidez. Es indispensable efectuar la prueba de acidez cada vez que se recibe una nueva partida de alimento, con la finalidad de controlar su envejecimiento y su estado de descomposición. Se puede utilizar un papel tornasol para determinar el valor de acidez o de basicidad del alimento. La acidez o la alcalinidad en las camas o el medio, es una característica más difícil de observar y reconocer a simple vista, por lo que conviene contar con un instrumento indicador de pH o potencial hidrogeno que en este caso el más recomendable sería un pH-metro (Bollo, 2001).

El pH óptimo para las lombrices es cuando está entre 6.8 a 7.5, casi neutro. Si el pH es ácido, se desarrollan en el alimento una plaga conocida comúnmente como planaria (Bollo, 2001).

El estiércol con un pH mayor a 9.7 y conductividad eléctrica mayor a 10 dS m⁻¹, causan la muerte de las lombrices. Se considera como óptimo una concentración de sales que oscile entre 2.5 a 3.0 dS m⁻¹ (Bollo, 2001).



Figura 8. Selección del área para establecer un lecho



Figura 9. Trazo del terreno donde se instalara un lecho de lombriz



Figura 10. Acondicionamiento del área para instalar el plástico en el lecho



Figura 11. Instalar el plástico sobre la cama o lecho de lombriz



Figura 12. Área de acondicionamiento del alimento de la lombriz



Figura 13. Siembra de lombrices *Eisenia foetida*



Figura 14. Camas o lechos en proceso de lombricomposteo



Figura 15. Riego por goteo



Figura 16. Recolección del humus líquido

Al regar el lecho o la cama, el excedente se precipitara sobre la canaleta y por la pendiente escurrirá sobre el drenaje previamente establecido para almacenarse en las piletas recolectoras y evaporadoras, donde se oxigenara para mantener el proceso anaeróbico vigente y a la vez favorecer la evaporación para alcanzar la densidad adecuada para su venta (1.020).



Figura 17. Sistema de bombeo para oxigenar y llenado de contenedores para venta del humus líquido



Figura 18. Recolector del humus líquido para su oxigenación y evaporación

En el caso del la vermicomposta, se dejara por tres o cuatro meses en el area hasta que se seque por completo para despues pasarlo a otra area donde despues se encostalara para su venta.



Figura 19. Área de cribado, envasado y almacén de sólidos



Figura 20. Costales de 40 Kg que contienen humus sólido



Figura 21. Estiércol de vaca, materia prima para alimentar a las lombrices



Figura 22. Humus sólido o Vermicomposta sin cribar



Figura 23. Humus sólido o Vermicomposta cribado

XIV. MATERIALES Y HERRAMIENTAS UTILIZADOS DESDE EL ESTABLECIMIENTO DE LA LOMBRICOMPOSTA HASTA LA PRODUCCIÓN DE HUMUS SÓLIDO Y LÍQUIDO.

Las principales herramientas necesarias en el proceso de Lombricompostaje son pocas y de costos reducidos, los cuales se pueden encontrar con facilidad en el mercado (Ferruzzi, 1987).

- a) Carretilla.
- b) Rastrillo de mango redondo.
- c) Azadón.
- d) Manguera de plástico.
- e) Papel tornasol o pH-metro.
- f) Termómetro.
- g) Pico.
- h) Pala.
- i) Guantes.



Carretilla



Rastrillo



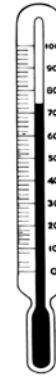
Azadón



Manguera



pH-metro



Termómetro



Pico



Pala



Guantes

XV. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA LOMBRICOMPOSTA

15.1 Ventajas

Félix (2008) menciona que la aplicación de materia orgánica humificada, aporta nutrientes y funciona como base para la formación de múltiples compuestos que mantienen la actividad microbiana, como son: las sustancias húmicas (ácidos húmicos, fúlvicos y huminas). Que al incorporarla ejercerán distintas reacciones en el suelo como:

- a) Aumenta la capacidad de retención de agua.
- b) Mejora la capacidad de retención de humedad del suelo.
- c) Mejora y regula la velocidad de infiltración del agua, lo cual disminuye la erosión del suelo, producida por el escurrimiento superficial.
- d) Mejora la estructura del suelo.
- e) Mayor permeabilidad en los suelos.
- f) Estimula el desarrollo de las plantas.
- g) Aumenta la productividad en las plantas.
- h) Hace más fértil el suelo.
- i) Aporta mayor contenido proteico como: nitrógeno, fósforo y potasio, entre otros.
- j) El humus aumenta la capacidad de intercambio catiónico en los suelos.
- k) Forman complejos fosfo-húmicos, manteniendo el fósforo en estado asimilable por las plantas.
- l) El humus favorece al desarrollo normal de cadenas tróficas en el suelo.
- m) Controla poblaciones de patógenos en el suelo.

15.2 Desventajas

En el manejo orgánico del suelo (forestal y agrícola) pueden presentarse algunas situaciones que pudieran parecer desventajas, pero que a largo plazo serán superadas (Félix, 2008).

- a) En el hombre causan enfermedades respiratorias y cancerígenas.
- b) Algunas especies asimilan los nutrientes muy lentamente.
- c) Huele mal, sobre todo cuando no se tiene buen manejo.

XVI. PROBLEMAS E INCONVENIENTES EN EL LOMBRICOMPOSTAJE

16.1 Problemas frecuentes

En las zonas de compostaje existe una elevada cantidad de esporas de hongos que en algunas personas provoca una sintomatología respiratoria, la aspergilosis que puede causar problemas graves o severos, según la sensibilidad del operador expuesto. Por tanto se recomienda que cualquier persona con trastornos en la inmunidad debe permanecer fuera de las áreas de composta. Conviene en general observar medidas de seguridad en los operarios (guantes, botas, barbijo, lentes, etc.), (Schuldt, 2006).

16.2 Inconvenientes

Los inconvenientes de manejo que se presentan con mayor frecuencia, deben enfocarse a dos instancias del cultivo: pre y post-inseminación del sustrato con lombrices.

Inconvenientes previos a la inseminación

a) Materia orgánica muy compacta. Cuando se presente este inconveniente, es recomendable descompactar con un cincel. Es recomendable que la MO de las camas sea depositada lo mas fragmentada posible para acelerar el compostaje, el picado fino y la lluvia o riego suelen apelmazar y compactar, limitando la aireación en varias partes de la cama. Cuyo síntoma es la aparición de olores (olor a basura) (Schuldt, 2006).

b) Elevación térmica no deseada. Riego abundante y descompactar para propiciar una mejor aireación (Schuldt, 2006).

c) Encharcamientos. Si no es severo, solo se debe suspender el riego. Si es severo incorporar fibras sobre las camas de Lombricomposta (rastros, pastos viejos) pero todos secos sin contenido de humedad, nivelar el terreno y hacer zanjas (Schuldt, 2006).

d) Aparición de hormigueros. Se recomienda remover, regar y si es necesario aplicar insecticidas como piretroides (Schuldt, 2006).

e) Presencia de cuevas. Corroborar si se trata de roedores, se observara que estas serán muy largas y superficiales. Son muy peligrosos por ser portadores de hantavirus. Si las cuevas son mucho más profundas y cortas seguramente se trata de sapos y ranas, mismos que no causan problema a las lombrices, ya que se alimentan de insectos (Schuldt, 2006).

Inconvenientes post- inseminación

a) Fugas de lombrices de Materia Orgánica vieja. Cuando el material esta apilado por más de dos años sin usar, es recomendable aplicar material más fresco.

b) Fugas de Materia Orgánica relativamente recientes. Para controlar es recomendable checar los parámetros físicos, como acidez, temperatura y contenido de humedad. Si la causante es la elevación térmica, se debe regar. Si la materia orgánica es muy húmeda, puede relacionarse con problemas de aireación (entonces las lombrices se ubican en cercanías de la superficie de las camas) (Schuldt, 2006).

XVII. MERCADO DE LA LOMBRICOMPOSTA Y PRINCIPALES PAISES PRODUCTORES

La Lombricomposta o Vermicomposta puede ser vendida a quienes se dedican a las actividades agrícolas intensivas, a los viveristas, productores de granos, y por tanto necesitan añadir de forma continua nutrientes al suelo, al consumidor final para su jardín o a los comercios dedicados a su reventa (Mendoza, 2008).

Esta biotecnología, se desarrolla en casi todo el mundo. Los estadounidenses fueron los primeros en explotar a las lombrices para la producción de Lombricomposta. Los europeos, en cambio aprovecharon el estiércol para la producción de humus. Los árabes, las utilizaban para recuperación de suelos. Sin embargo los principales países productores de lombrihumus de América Latina son: (Brasil, Perú, Argentina, Ecuador, Chile y Colombia).

Estos países cuentan con grandes explotaciones industriales de lombriz roja californiana para la extracción de Lombrihumus, además se ha incrementado dicha actividad para obtener la base alimentaria para los animales y humanos y así lombrihumus, útil en el suelo, viveros e invernaderos.

17.1 Mercados para la lombricultura

Lombrihumus. Viveros e invernaderos, Parques, Mercados, Canchas de golf, Plantaciones forestales, Agricultura. **Carne de lombriz.** Cría de ranas, cría de lagartos, cría de peses, cría de truchas, establecimientos avícolas. **Lombriz viva.** Carnadas para pesca, para Lombricomposta, mejoramiento de suelos. **Harina de lombriz.** Alimento balanceado, hamburguesas, tortillas, etc.

XVIII. PRECIOS PROMEDIO DE VENTA DE PRODUCTOS DE LA LOMBRICULTURA

Cuadro 11. Precios promedio de lombrices, humus sólido y líquido en (Kg) de la lombricomposta (CECYTECH 2008)

DESCRIPCIÓN	PESOS MEXICANOS
KG. SIN CERNIR A GRANEL	\$ 2.00- 3.00
KG. CERNIDO A GRANEL	\$ 3.00 –5.00
KG. CERNIDO ENVASADO EN COSTALES DE 50KG.	\$ 5.00
COSTALITOS DE 5KG.	\$ 15.00
LT ACIDOS HUMICOS	\$ 20.00
KG DE LOMBRICES, SIN IMPORTAR TAMAÑO	\$ 650

La variación de los precios puede darse por el tipo de mercado, calidad del producto, entre otros.

Cada Kg Contiene de 1000 A 1500 lombrices, comprende mezcla de juveniles, adultas y cocones.

XIX. CERTIFICACIÓN DE LA LOMBRICOMPOSTA

Los procesos de certificación, tales como las series de normas ISO, la certificación orgánica, los sellos ambientalistas y la certificación de semillas, etc., nacen como una necesidad del mercado de garantizar al cliente las características de los productos que se quieren comercializar. La certificación puede verificar la calidad del producto final o proceso de producción, puede referirse al cumplimiento de niveles específicos de calidad, o a gestiones en una dirección y otra, como en el caso de ISO 14000 gestión ambiental (Martínez y Ramírez, 2000).

En certificación de la Lombricomposta, existen de los dos tipos, en los cuales se busca regular el proceso productivo, y en los que se busca garantizar la calidad del producto final (Martínez y Ramírez, 2000).

En la certificación del proceso, este es revisado con dos objetivos principales, asegurar la garantía del producto final, pero sobre todo en el manejo de desechos urbanos, se busca controlar el impacto ambiental y comunal que estas instalaciones puedan tener (Martínez y Ramírez, 2000).

En la mayoría de los países latinoamericanos los principales reguladores son de tipo directo. Los países que más están trabajando en la certificación de las Lombricomposta son los países del norte de Europa y en California (Martínez y Ramírez, 2000).

La certificación es conferida no por un agente gubernamental pero si por asociaciones de productores de Lombricompostaje organizados, que buscan con la certificación ofrecer un servicio a sus socios, para facilitar el mercado de sus productos. Debe verse la certificación como una herramienta que facilite la comercialización del producto y no como un impuesto establecido con fines de lucro. Es por eso que la mayoría de los productores dedicados a la Lombricomposta en el norte de Europa han tenido una actitud productiva, buscando ser ellos mismos los que se regulen y no esperar que sea el estado el que venga a imponer la normativa de certificación (Soto, 2000).

La producción de composta en Estados Unidos es regulada a nivel estatal, por lo que cada estado puede tener variaciones en sus regulaciones dependiendo del tipo de operación presente en su territorio. Uno de los estados que más ha desarrollado legislación al respecto es California. En California existe el California Integrate Waste Management Board (CIWMB). Encargado de regular los métodos de producción de Lombricomposta (Soto, 2000).

El Consejo de Calidad de Composta de California (CCQC, California Compost Quality Council), ha creado un sistema de verificación, que conlleva que el producto facilite información acerca de su proceso de Composteo y acepte una visita de un inspector independiente. Con el objetivo de crear un mejor conocimiento del proceso de compostaje (Soto, 2000).

Este consejo fue creado en 1995 como una ONG, en forma independiente por algunos productores preocupados de que el gobierno tomara la regularización en sus manos. Cuyo objetivo es regular y normalizar los procesos para aumentar el uso adecuado del compostaje. Sobre todo a aquellos productores que cumplen con las regulaciones del CCQC y por tanto se les da un sello para comercializar su producto (Soto, 2000).

Cuadro 12. Agencias certificadoras en varios países del mundo (Soto, 2000).

PAIS	AGENCIA
Estados Unidos (California)	(CCQC) California Compost Quality Council
Australia	(KGVO) Compost Quality Union of Australia
Bélgica	(VILACO) Flemish Organization for the Promotion of Marketing of Compost in Belgium
Alemania	(BGK) Compost Quality Assurance Organization of Germany
Holanda	(VVAV) Dutch Waste Processors Organization
México	SAGARPA

XX. TRABAJOS A FINES EN ALGUNAS CONÍFERAS

De la Cruz F (2007), realizo un trabajo, cuyo objetivo principal fue enfocar de manera sustentable una plantación comercial de cedro rojo (*Cedrela odorata*) en etapas establecimiento y desarrollo inicial de la misma especie. En el predio El Plan municipio de Chicontepec, Estado de Veracruz, utilizando Lombricomposta y otros insumos orgánicos. Las variables evaluadas fueron el desarrollo inicial en altura, diámetro del tallo, diámetro de copa y altura del fuste limpio. Se utilizo un diseño experimental con bloques al azar con seis tratamientos con seis repeticiones y cinco repeticiones con cinco unidades de muestra cada una: **T1**: Testigo (Tierra del sitio), **T2**: 50% de Lombricomposta + 50% de tierra del sitio, (2:2 paladas), **T3**: 75% de Lombricomposta + 25% de tierra del sitio (3:1paladas), **T4**: Pro Enzim® (25 mil/árbol), **T5** Bio Mix (25 mil/árbol). Los resultados obtenidos al realizar el análisis de varianza mostraron que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos para las variables evaluadas debido al efecto de los tratamientos y no del medio ambiente. Lo cual recomienda usar en plantaciones comerciales de cedro rojo los siguientes tratamientos:

T2: 50% de Lombricomposta + 50% de tierra del sitio.

T3: 75% de Lombricomposta + 25% de tierra del sitio (3:1paladas).

T4: Pro Enzim® (25 mil/árbol).

Caballero y Torran (1967), analizaron las influencias de los sustratos; tierra de monte con altos porcentajes de materia orgánica, arena sílica y papel filtro en cajas petri en la germinación y desarrollo inicial de *Pinus pseudostrobus* var. *Oaxacana* y concluyeron de este estudio, que la germinación y el desarrollo inicial de las plántulas fue mayor en tierra de monte con altos porcentajes de materia orgánica.

Romero, Ferrera y Almaraz (2001), realizan una investigación donde utilizaron una mezcla de estiércol de conejo y residuos de podas de jardín, el sustrato se colocó en ocho contenedores de madera de 0.50 m x 0.50 x 0.20 m de altura. Cubiertos por dentro con un plástico negro. Cuatro de ellos se utilizaron para el Vermicomposteo, donde se adicionaron lombrices de *Eisenia fétida* y encuentran que a las 7 a 11 semanas la población de lombrices era baja, después agregaron más lombrices y aplicaron riegos para mantener la temperatura ambiente, con esto encuentran que la temperatura es importante y esencial para el desarrollo de lombrices, puesto que proliferan entre los 13 y 37 ° C, aunque prosperan mejor entre los 22 y 24° C.

Vega (1986), Reporta que los viveros en la región central de México emplean en un 13 % hojarasca, estiércol de vaca y tierra común, para la germinación de las semillas y el 87% con tierra de monte.

XXI. USO Y APLICACIÓN DE LOMBRICOMPUESTO EN VIVEROS E INVERNADEROS FORESTALES

Se llama vivero a un terreno dedicado a la multiplicación y a la cría de plantas hasta el momento en que están suficientemente fuertes para ser plantadas en el terreno definitivo o hasta ser vendidas (Rodríguez, 1987).

Aunque se puede utilizar el término vivero para designar la cría de todas las plantas, se aplica a la de las plantas leñosas así como a la de las plantas herbáceas (Rodríguez, 1987).

El nombre de vivero se da también a los establecimientos comerciales que se dedican a la multiplicación y a la cría de árboles, arbustos y plantas herbáceas (Rodríguez, 1987).

Por tanto el vivero permite dar a las semillas, injertos y plantas jóvenes en general los cuidados que necesitan para su desarrollo y que son difíciles de dar cuando están dispersas en un cultivo (Rodríguez, 1987).

La multiplicación y cría de de árboles en terreno definitivo no dan buen resultado y producen plantaciones irregulares dispares, en consecuencia, el suelo se utiliza mal y hay un desperdicio importante de espacio mientras que los árboles son jóvenes (Rodríguez, 1987).

A veces es interesante conservar el ápice radicular de los árboles; por lo cual el vivero y los invernaderos tienen una utilidad muy importante ya que presta un gran servicio (Rodríguez, 1987).

La producción de plántulas en recipientes bajo condiciones de vivero ha notablemente en los últimos años, especialmente en las explotaciones de especies forestales y florales (Bures, 1999).

Los sustratos usados en la producción de especies forestales en recipientes, tiene la función de proveer soporte físico a la vez de proporcionar aire,

agua para el apropiado funcionamiento de las raíces. El equilibrio entre el agua retenida y la aireación en el medio de crecimiento es un aspecto esencial. Debe existir suficientes poros pequeños para retener el agua que va a absorber la planta y suficientes poros grandes para permitir el intercambio de aire con el medio externo y mantener las concentraciones de oxígeno por encima de los niveles críticos (Pire, 2003).

El sustrato debe ser lo suficientemente pesado (suficiente densidad aparente) para mantener a la planta en estado vertical, evitando el volcamiento, y al mismo tiempo sin exceso de peso que dificulte el manejo de las plantas e incremente los costos de transporte. Es importante mencionar que la densidad aparente representa el peso seco del medio con relación al volumen total que ocupa (Pire, 2003).

El suelo y el subsuelo son dos factores de gran importancia en los viveros para la producción de plantas forestales, frutales, hortícolas, entre otras. Como normalmente no es posible modificar mucho las condiciones del suelo, es importante elegir un suelo lo más conveniente posible para el fin que se persigue (Rodríguez, 1987).

Es indispensable una buena profundidad del suelo, puesto que los árboles tienen un sistema radicular muy desarrollado, especialmente las especies de raíz pivotante; una profundidad del suelo de 70 cm es el mínimo exigible, a condición de que el subsuelo no sea ni impermeable ni muy pobre en nutrientes (Rodríguez, 1987).

A menudo los viveros se instalan en suelos profundos, con varios metros de profundidad. En los suelos pocos profundos no se pueden criar más que arbustos y plantas herbáceas (Rodríguez, 1987).

Los viveros deben producir árboles vigorosos, bien constituidos y capaces de arraigar fácilmente cuando sean plantados en el terreno original, por ello, deben

establecerse en suelos de buena calidad que aseguren a la planta un crecimiento y desarrollo satisfactorio (Rodríguez, 1987).

Es importante mencionar que los árboles obtenidos en viveros con suelos muy fértiles dan malos resultados cuando se plantan en suelos de menor calidad, puesto que si la planta sufrió alteraciones en su etapa juvenil como consecuencia de la mala calidad del suelo, no serán después árboles vigorosos, incluso si se plantan en suelos fértiles (Rodríguez, 1987).

Para establecer viveros, es conveniente evitar los terrenos turbosos y muy frescos en los que los árboles dan brotes fuertes, mal constituidos e insuficientemente maduros y raíces largas, poco ramificadas. En lo que se refiere a las características físicas, los suelos de consistencia relativamente ligera son convenientes para los viveros de multiplicación, por el contrario, los viveros de crianza precisan suelos más fuertes, de textura franca. No todas las plantas tienen las mismas exigencias; unas son calcifugas como el rododendro, las cuales temen a la caliza que les provoca clorosis; otras son calcícolas como los avellanos, que se desarrollan bien en los suelos calizos (Rodríguez, 1987).

En vivero, la palabra *subsuelo* tiene un sentido particular; se designa con este nombre a la capa de suelo situada a partir de los 50 o 60 cm. de profundidad; en cima está el *suelo*, cuya profundidad es mayor que en el resto de las producciones hortícolas. El subsuelo debe ser permeable y tener una cierta fertilidad, puesto que debe contribuir a la alimentación de los árboles (Rodríguez, 1987).

El desfonde, tiene una gran importancia en los viveros; se realiza en los suelos en los que se va a instalar un vivero por primera vez, y después con periodicidad de 6 a 10 años. En la actualidad, se han producido modificaciones en la manera de realizar esta labor del suelo, ocasionadas por la mecanización y por el aumento del costo de la mano de obra. Antes el desfonde o movimiento de la tierra se realizaba a mano, ahora se hace con aperos mecánicos.: con lo cual se alcanza una profundidad de 40 a 45 cm, en vez de 50 o 60 cm. El desfonde se puede realizar por medio de un cabrestante, que precisa menos potencia que un tractor y

que no compacta el suelo, puesto que el arado desfondador es arrastrado por un cable y no se ejerce ninguna presión sobre el terreno. Además, en periodos húmedos no es necesario esperar a que el suelo esté lo suficientemente seco para como para que pueda moverse sobre él el tractor. Los desfondes se realizan durante el invierno, cuando el terreno está sin cultivo; gracias a los medios mecánicos actuales, se realizan los desfondes con una periodicidad de 4 a 6 años (Rodríguez, 1987).

Las enmiendas, son poco frecuentes en viveros. Las enmiendas orgánicas abundantes, con estiércol o con basuras, dejan en el suelo cantidades importantes de humus, que constituyen una excelente enmienda humífera, contrario a la cal, no hay peligro de tener demasiado humus en el suelo, de ahí el interés de los fertilizantes orgánicos utilizando excretas de animales como vacas, cabras, cerdos, entre otros. Que juegan un papel de enmienda y modifican favorablemente las propiedades físico químicas del suelo (Rodríguez, 1987).

21.1 Abonados

Si las enmiendas tienen por objeto mejorar las condiciones físico-químicas de los suelos, los abonados deben cubrir las necesidades alimenticias de los árboles; deben mantener y, si es posible, mejorar la fertilidad de los suelos (Rodríguez, 1987).

El abonado varía de acuerdo a la fertilidad natural del suelo y de las exigencias de las plantas. Los suelos dedicados a viveros son profundos y de buena calidad, por lo que no es necesario hacer aportes masivos de abonos orgánicos para llevarlos al nivel conveniente de productividad (Rodríguez, 1987).

El abonado debe poner a disposición de los arboles todos los elementos necesarios para su crecimiento, debe tener una acción lenta y progresiva, de ahí

el interés que tiene la presencia de humus en cantidades suficientes o también conocido como fertilizante orgánico, ya sea (sólido o líquido) (Rodríguez, 1987).

Los abonados se pueden clasificar de la siguiente forma: de fondo, de mantenimiento y complementarios.

Los primeros, a base de abonos orgánicos, se aplican cuando tiene lugar la labor de desfonde. Independientemente de la calidad de los suelos, tiene normalmente la ventaja de constituir reservas de elementos fertilizantes por la incorporación de abonos de descomposición lenta que aseguran a los árboles una alimentación regular y constante durante el periodo de su cultivo.

El abonado de fondo se justifica por la profundidad de las raíces de los árboles y por el desplazamiento muy lento en el suelo del potasio y ácido fosfórico, incorporados superficialmente.

Este abonado normalmente consiste en la aplicación de 60 a 60 toneladas por hectárea de estiércol de granja o de basura de ciudad, con periodos de cada 5 a 6 años.

El abonado de mantenimiento, se aplica cada dos años, se aplica en forma orgánica (de 20 a 25 toneladas de estiércol o de basura por hectárea).

Los dos abonados anteriores se realizan durante el invierno y se entierran por medio de un desfonde o labor profunda, cuando no hay cultivo, o por medio de una labor superficial, cuando hay cultivo. Por ejemplo en las plantaciones forestales.

Los abonados empleados deben tener una proporción suficiente de nitrógeno para formar el esqueleto, los tejidos leñosos de los árboles jóvenes sobre todo. El exceso de nitrógeno es un defecto que se debe evitar, puesto que este elemento proporciona un vigor excesivo a las plantas y perjudica la buena constitución de los tejidos, lo cual hace que disminuya la calidad de producción.

El abonado complementario se aplica cuando se presentan las necesidades, en primavera, al inicio de la vegetación; para algunos cultivos (rosales, arboles jóvenes plantas diversas). Consiste en la aplicación de abono orgánico, que contenga nitrógeno, fósforo, potasio, sulfato de amonio, nitratos, entre otros. A razón de 100 a 200 Kgs por hectárea, y enterrarlo superficialmente por medio de una labor. Esta aplicación tiene efectos benéficos sobre las plantas, pero en la primavera hay que evitar cualquier exceso de nitrógeno.

El abonado orgánico con gran cantidad de nitrógeno, hace reverdecer a muchas plantas que sufrieron durante el invierno y les da un mejor aspecto.

Se utilizan también abonos o fertilizantes orgánicos foliares como (humus líquido), aplicados por pulverización (Rodríguez, 1987).

Las labores se pueden dar sobre el terreno con o sin cultivo; en invierno se realiza con la ayuda de un arado de vertedera o escarificadores y en primavera se puede utilizar el motocultador con una fresadora rotativa (Rodríguez, 1987).

Cuando el suelo está ocupado por un cultivo (en el caso de plantaciones forestales y hortícolas), las labores se realizan con cultivador, muy superficiales para evitar romper o dañar las raíces de los árboles o arbustos. A veces se da una labor de aporcado en otoño (Rodríguez, 1987).

21.2 Labores de mantenimiento en viveros

Las labores mantienen el suelo limpio, con lo que se combate la principal causa de desecación, en efecto la transpiración de las malas hierbas consume gran cantidad de agua del suelo (Rodríguez, 1987).

En muchos viveros, durante el periodo de vegetación, se da una labor de cultivo cada tres a cuatro semanas, con un cultivador de tracción animal o con un motocultor. Algunos motocultores pequeños, de una sola rueda, permiten dar

labores a plantas jóvenes con una separación entre líneas de 30 a 40 centímetros (Rodríguez, 1987).

El paso continuo de tractores pesados y potentes provoca la compactación del suelo y la degradación de su estructura a gran profundidad (Rodríguez, 1987).

El abono producido por las lombrices, debe usarse correctamente en sus dosis recomendadas, siempre con resultados positivos en el crecimiento, producción y desarrollo de las plantas. Este abono está concentrado con un 100% de origen orgánico, por lo cual se recomienda mezclar con otros materiales inorgánicos, para formar un suelo completo. En términos muy generales, una combinación de cuatro partes de abono de lombrices por seis partes iguales de tierra franca, nos pueden dar lugar a un suelo de utilidad y uso generalizado (Capistran, *et al.*, 2001).

Debido a la calidad y finura del abono producido por las lombrices, su mejor y mas eficiente uso se esta dando en México como sustrato especializado de crecimiento en semilleros con charolas germinadoras bajo condiciones de invernadero. Las charolas germinadoras contienen muchas y pequeñas cavidades, para alojar solo cantidades muy reducidas de sustratos especializados para la germinación de las plántulas. En lapsos cortos de tiempo, deben desarrollarse millones de plántulas sanas, vigorosas y uniformes de variedades altamente productivas, que deberán ser trasplantadas para la producción agrícola y forestal (Capistran, *et al.*, 2001).

En condiciones de invernadero, el abono producido por las lombrices facilita el control, manejo y operación del invernadero, reduciendo el tiempo de estancia de las plántulas en el mismo, la necesidad de riegos y de fertilizantes disueltos, mejorando su crecimiento y vigor al trasplante en el terreno natural (Capistran, *et al.*, 2001).

XXII. CONCLUSIÓN

De acuerdo a la revisión de literatura de este trabajo, se puede concluir lo siguiente:

En México, la producción de plantas forestales en contenedores bajo condiciones de vivero e invernadero ha aumentado considerablemente en los últimos años, especialmente en las explotaciones de diversas especies forestales. La mayoría de los productores utilizan sustratos que se componen de tierra de monte o turba (peat moss), en combinación con tezontle. A pesar de que México presenta graves problemas de erosión, debido a que la mayor parte de su superficie se encuentra en relieves abruptos o difíciles. Al usar estos sustratos ocasiona un impacto ambiental indeseable. Por fortuna existe la NOM 027 SEMARNAT (1996), que establece los procedimientos, criterios y especificaciones para el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de tierra de monte. La cual actúa cuando se hace mal uso de la misma y con la finalidad de evitar impactos ambientales indeseados en áreas forestales

Por ello La Lombricultura debe ser considerada como una alternativa sustentable, ya que influye de manera positiva en el aspecto económico, ecológico y social.

En México se producen anualmente 26 millones de toneladas de excretas animales, las cuales representan la tercera fuente de contaminación de lagos, ríos y mantos freáticos. Para reducir la contaminación y evitar impactos indeseados es importante adoptar esta biotecnología sustentable y hacer buen uso de la lombricomposta que se extrae con este proceso y así contribuir a un mejor y rápido crecimiento de las especies forestales producidas en viveros e invernaderos, así como en plantaciones.

XXIII. RECOMENDACIÓN

Se debe tomar mayor interés en esta biotecnología para la producción de especies forestales en viveros e invernaderos, ya que aparte de ser una alternativa sustentable, tiene muchas otras ventajas en las plantas, en comparación con los fertilizantes químicos, que solo contaminan, son muy costosos y se lixivian rápidamente.

Respecto a las ventajas que trae el uso y aplicación de la lombricomposta son muchas, por mencionar algunas de ellas tenemos:

- Mejora la capacidad de retención de humedad del suelo.
- Aumenta la productividad en las plantas.
- Hace más fértil el suelo.
- Mejora la estructura del suelo.
- Controla poblaciones de patógenos en el suelo.

Es recomendable usar el fertilizante 100% orgánico procesado por las lombrices para la producción de especies forestales bajo condiciones de viveros e invernaderos, con la finalidad de acelerar el crecimiento y desarrollo de las mismas y con esto reducir su tiempo de estancia en los viveros e invernaderos y al mismo tiempo disminuir los impactos ambientales indeseados.

Este abono está concentrado con un 100% de origen orgánico, por lo cual se recomienda mezclar con otros materiales inorgánicos, para formar un suelo completo.

XXIV. BIBLIOGRAFÍA

- Abad, M. 1993. Sustratos Orgánicos, Características y Propiedades Terra Volumen 3. 47-62 pp.
- Acebedo, I., y Pire R. 2004. Efectos de la Lombricomposta como enmienda de un sustrato par el crecimiento del lechoso (*Carica papaya*). Interciencia, mayo, Vol. 29, numero 005. Asociación Interciencia, Caracas Venezuela. Pp.274-279.
- Alvarado, A. 1993. Indicadores de Sostenibilidad para los Sectores Agrícolas y de Recursos Naturales en Costa Rica. Vol. 1. Pp.1-21.
- Ancona, L., Pech, V., y Flores A. 2006. Perfil del mercado de la Vermicomposta como abono para jardín en la ciudad de Mérida, Yucatán, México. Revista Mexicana de Agronegocios, Julio-Diciembre. Vol. X, numero 19. Universidad de la Laguna, Torreón, México.
- Bollo T, E. 2001. Lombricultura, una alternativa de reciclaje. Segunda Edición. Impreso en Soboc Grafic. Quito-Ecuador. 149 p.
- Budowski, G. 1993. Agroforestería: Una disciplina basada en el conocimiento tradicional. Revista Forestal Centroamericana, Vol. 3. pp.14-18.
- Caballero, D.1967. Efectos del tamaño de la semilla en tres tipos de sustratos en la germinación y desarrollo inicial de *Pinus pseudostrobus* var. Oaxacana. Boletín técnico numero 23 INIF. México. 35 pp.
- Bures, S. 1999. Introducción a los sustratos: Aspectos generales. Segunda edición. Tecnología de sustratos: Aplicación a la producción Viverística Ornamental, Hortícola y Forestal. Universidad de Lleida España. pp. 19-46.

- Capistran, F., E. Aranda, y J.C. Romero. 2001. Manual de reciclaje, compostaje y lombricompostaje. Primera edición. Primera impresión. Instituto de ecología, A. C. Xalapa, Veracruz, México. 151 pp.
- Compagnoni, L. 1998. Cría moderna de las lombrices y utilización rentable del humus. Editorial De Vecchi, S. A. Barcelona. 127 pp.
- Cruz, M. 2005. Reproducción de la lombriz roja (*Eisenia foetida*) en sustratos orgánicos pecuarios. Impresiones Gala, saltillo, Coahuila, México. 43 pp.
- De Jesús, M. 2002. Efecto de la lombricomposta como sustrato alternativo en el crecimiento inicial de *Pinus ayacahuite*, *Pinus oaxacana*, *Pinus rudis* y *Pinus hartwegii*. 64 pp.
- De la Cruz, F. 2007. Enfoque sustentable de una plantación comercial de cedro rojo (*Cedrela odorata*), en el Estado de Veracruz, utilizando lombricomposta y otros insumos orgánicos.
- Delgado, M., Ángel, M., Miralles R., Beltrán, E., y Veringola L. 2004. Efecto de la Vermicultura en la descomposición de Residuos Orgánicos. Revista Internacional de Contaminación Ambiental, Abril-Junio. Vol. 20, número 002. Universidad Nacional Autónoma de México. Distrito Federal, México. Pp. 83-86.
- Díaz, L., Medina, L., y Sosa, S. 2004. Aclimatación de Plantas Micropropagadas de caña de azúcar utilizando Humus de Lombriz. Revista de Investigaciones Agropecuarias, agosto, Vol. 33, número 002. Buenos Aires Argentina. pp.115-128.
- Edwards, C.A y P.J. Bohlen, 1996. Biología y ecología de las lombrices. Ediciones Mundi-prensa. Primera edición. 425 pp.
- Félix, J., Sañudo, R., Rojo, G., Martínez, R., y Oralde, V. 2008. Importancia de los abonos orgánicos. Vol. Numero 4, Universidad Autónoma Indígena de México. 57- 67 pp.

- Ferruzzi, C. 1986. Manual de Lombricultura. Ediciones Mundi-Prensa México. 138 pp.
- Ferruzzi, C. 1987. Manual de Lombricultura. Ediciones Mundi- Prensa – Castellano. 37 p.
- Friedich; Neuman, K. 2001. Lombricultura. Serie de Agronegocios. Centro de Estudios Agropecuarios. Grupo Editorial Iberoamérica, S. A. de C. V. México. 58 pp.
- Fierros, G. 1990. Producción masiva en viveros de árboles selectos. En: Memoria Mejoramiento Genético y Plantaciones Forestales. Centro de Genética Forestal. A. C. Chapingo, México. 159 pp.
- Fuentes, J. 1982. La crianza de la lombriz roja. Hojas divulgadoras Numero 1. HD. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Colombia.
- Galvis, A. 1991. Un autentico reciclaje natural: la Lombricultura. Caja Agraria. Departamento Risararda, Pereira, Colombia, 4 pp.
- García G., F. 1978. Utilización de la lombriz roja (*Helodrilus foetidus*) como sustituto parcial de proteína en la alimentación de gallinas ponedoras. Tesis profesional, E.N.A Chapíngo, Estado de México, Méx. 43 pp.
- Hernández, J. 2002. Observaciones preliminares del efecto de la temperatura sobre la reproducción de la lombriz roja (*Eisenia fétida*) Segundo Simposium Internacional de Lombricultura y Abonos Orgánicos.
- Jiménez, R. 1998. Agricultura Sostenible. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España.
- León, S., G. Villalobos, J. Fraite y N. González. 1992. Cultivo de lombrices (*Eisenia fétida*) utilizando compost y excretas animales. Agronomía Costarricense 16 (1): 23-28.
- Luevano, A., Velásquez, N, E. 2001. Ejemplo singular en los Agronegocios Estiércol Vacuno: De problema ambiental a excelente recurso. Revista

- Mexicana de Agronegocios, Julio-Diciembre, Vol. 9. Sociedad Mexicana de Administración Agropecuaria A.C. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro "Unidad Laguna" Torreón, México. pp. 306-320.
- Martínez, C. 1996. Potencial de la Lombricultura. Primera edición en español, Lombricultura técnica mexicana. México. 129 p.
- Martínez, M. 1948. Los pinos mexicanos. Ediciones Botas. México, 361 p.
- Martínez, C., y Ramírez, L. 2000. Lombricultura y Agricultura Sustentable. Primera edición, Ediciones Mundí-Prensa. 236 pp.
- Mendoza, L. 2008. Manual de Lombricultura. Colegio de estudios científicos y tecnológicos del estado de Chiapas CECYTECH. 39 pp.
- Montenegro, J., y Mora, L. 2000. Efecto de las excretas de Bovino sobre el crecimiento inicial de la Orquídea *Arundina graminifolia*. Revista de las Sedes Regionales, Vol. 3, número. 004. Universidad de Costa Rica. pp. 45-51.
- Mulet, Y., Díaz, M., y Vilches E. 2008. Determinación de algunas Propiedades Físico-Mecánicas y Químicas del Humus de Lombriz en condiciones de la Vaquería de la finca Guayabal, San José de las Lajas, la Habana, Cuba. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias. Vol. 17, número 001, la Habana, Cuba. pp.27-30.
- Napier, I. 1985. Técnicas de viveros forestales. Conferencia especial a Centroamérica Escanifoor. Siguatepeque, Honduras, C. A. Volumen 5. 274 pp.
- Pire, R., y Pereira, A. 2003. Propiedades Físicas de Componentes de Sustratos de uso común en la Horticultura del Estado Lara, Venezuela, Propuesta Metodológica. Vol. 15, Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado. pp.55-64.

- Puerta, S. 2004. Los Residuos Sólidos Municipales como Acondicionadores de Suelo. Revista lasallista de Investigación, junio, Vol. 1, número 001. Antioquia Colombia. pp.56-65.
- Plan Nacional de Desarrollo 1995-2000. Ed. Secretaria de Hacienda y Crédito Público. México.
- Quesada, G., y Méndez, C. 2005. Evaluación de sustratos para almácigos de Hortalizas. Agronomía Mesoamericana, Julio- Diciembre. Vol. 16. Número 002. Universidad de Costa Rica, Alajuela, Costa Rica. pp.171-183.
- Rodriguez, A. 1987. La multiplicacion de las plantas en el vivero. Septima edicion. Ediciones Mundi-Prensa. pp.165.
- Romero, S., Ferrera, R. 2002. Dinámica poblacional de *Eisenia andrei*, en diferentes Residuos Orgánicos. Terra Latinoamérica. Julio-Septiembre. Vol. 20, número 003. Universidad Autónoma de Chapíngo, Chapíngo, México. pp.303-310.
- Romero, S., Ferrera, R., y Almaraz, J. 2001. Dinámica y relaciones de microorganismos durante el Composteo y Vermicomposteo. Revista Agrociencia. Volumen numero 4. Colegio de Postgraduados, Texcoco, México. 337-384 pp.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México, Editorial- Limusa, México.
- Soto, G. 2000. Regulaciones en la producción y uso de abonos orgánicos, Lombricultura y Agricultura Sustentable. Primera edición. pp. 173- 183.
- Schuldt, M. 2006. Lombricultura, teoría y práctica. Ediciones Mundi-prensa. México. Primera edición. 307 pp.
- Toledo, V. 1989. La producción rural en México. Alternativas ecológicas. Fundación siglo XXI, México.

Torres, F. 1996. El ordenamiento agrícola en los países pobres, Ed. Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM, México. pp.21-30.

Vega, C. 1986. Estudios de algunos factores que influyen en la producción de *Pinus montezumae* Lamb. En vivero, tesis de Maestría. Chapíngo, México. 141 p.