

UNIVERSIDAD DE SONORA
DIVISION DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

“LOMBRICULTURA, UNA ALTERNATIVA SUSTENTABLE”

TESINA

Que para obtener el diploma de la especialidad en
“Desarrollo Sustentable”

Tutor académico: Dr. Luis Eduardo Velázquez C.

Autor: Ing. Rosangela Martínez Villa

Hermosillo, Sonora. A 9 de Diciembre de 2008.

Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



**"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"**



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess



EL SABER DE MIS HIJOS
HARÁ MI GRANDEZA

UNIVERSIDAD DE SONORA
DIVISIÓN DE INGENIERÍA
COORDINACIÓN DEL PROGRAMA
ESPECIALIZACIÓN EN DESARROLLO SUSTENTABLE



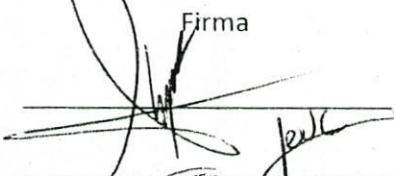
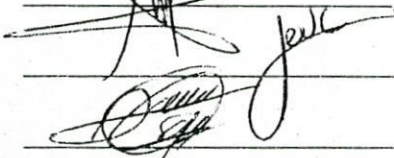
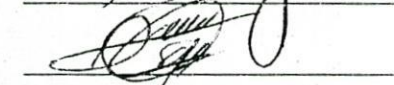
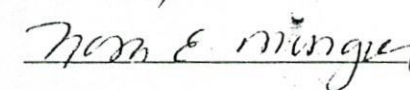
UNIVERSIDAD CERTIFICADA
EN ISO 14001

Hermosillo, Sonora a 25 de Noviembre del 2008

Dr. Luis Eduardo Velázquez Contreras
Coordinador del Programa
Especialización en Desarrollo Sustentable
Presente.-

Por este conducto, hago de su conocimiento que estoy de acuerdo que se realice el examen profesional del alumno Rosangela Martínez Villa Expediente 207190187, el cual será el día 9 de diciembre del 2008 en el aula Lozano Taylor a las 10:00 am.

Relación de Jurados

| | Nombre | Firma |
|------------|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| PRESIDENTE | M.C. Andrea Zavala Reyna |  |
| SECRETARIO | Dr. Luis Eduardo Velázquez Contreras |  |
| VOCAL | Dr. Javier Esquer Peralta |  |
| SUPLENTE | Dra. Nora Elba Munguía Vega |  |

ATENTAMENTE

MIEMBROS DEL JURADO

ÍNDICE

| | |
|----------------------------------------------------------------|-----------|
| ÍNDICE | Pág. i |
| LISTA DE TABLAS | ii |
| LISTA DE FIGURAS | ii |
| | |
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| CAPITULO 1. ANTECEDENTES | 4 |
| 1.1 Concepto | 4 |
| 1.2 Lombriz Roja Californiana..... | 6 |
| 1.2.1 Características Generales..... | 9 |
| 1.2.2 Alimentación..... | 9 |
| 1.2.3 Condiciones Climáticas para su Desarrollo..... | 14 |
| 1.2.4 Reproducción..... | 15 |
| 1.2.5 Criaderos..... | 16 |
| CAPITULO 11. BENEFICIOS DE LA PRACTICA DE LOMBRICULTURA | 19 |
| 2.1 <i>HUMUS</i> , Abono Orgánico..... | 19 |
| 2.2 Carne de Lombriz..... | 23 |
| 2.3 Harina de Lombriz..... | 24 |
| CAPITULO 111. IMPORTANCIA ECONOMICA | 24 |
| CAPITULO 1V. OTRAS APLICACIONES | 25 |
| CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 26 |
| BIBLIOGRAFÍA | 27 |
| DIGITOGRAFÍA | 28 |

LISTA DE TABLAS

| Tabla | Título | Página |
|-------|--------------------------------------------------------------------|--------|
| 1 | Características anatómicas de <i>Eisenia Foetida</i> | 7 |
| 2 | Producción de Humus | 20 |
| 3 | Comparación de aplicación de Humus vs Fertilización química..... | 20 |
| 4 | Composición química de humus..... | 22 |
| 5 | Dosis para la utilización de Humus en diferentes vegetaciones..... | 23 |

LISTA DE FIGURAS

| Figura | Título | Página |
|--------|-----------------------------------------------------------------------|--------|
| 1 | Anatomía de <i>Eisenia Foetida</i> | 8 |
| 2 | Diagrama de técnica de composteo de estiércol..... | 12 |
| 3 | Técnica de campo de determinación de humedad..... | 15 |
| 4 | Representación de reproducción sexual de <i>Eisenia Foetida</i> | 16 |

❧ INTRODUCCION ❧

La agricultura, ganadería y la industria en general produce cantidades masivas de sólido y líquido de desechos. La disposición y la dirección medioambiental amistosa de estos residuos industriales se han vuelto un serio problema global. Por consiguiente, mucha atención se ha prestado en recientes años para desarrollar las tecnologías eficaces para convertir estos residuos orgánicos en productos rentables ricos de nutrientes para las prácticas de la agricultura sustentables.(Suthar,2007)

El abono producido por la Lombricultura es de gran utilidad al suelo para fertilización, enriquecimiento de flora bacteriana del suelo, eficiente retención de humedad, lo cual es menor cantidad de agua para riego, pero sobre todo un efecto positivo sobre el crecimiento de la planta. Junto a este beneficio la Lombriz mas utilizada es la roja californiana la cual tiene una actividad de reproducción elevada pudiendo reproducirse al doble de su población en alrededor de dos meses. Y la cual puede ser comercializada tanto como carnada de pesca, alimento para aves e incluso para la ingestión humana.(Arancon, Edwards y Babenko; 2007)

Objetivo general:

Analizar las técnicas de Lombricultura para el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos como una solución viable para enfrentar la problemática ambiental.

Objetivos específicos:

- Revisar el valor económico de los productos generados de la práctica de Lombricultura, principalmente abono orgánico y pie de cría de ***Eisenia Foetida***.
- Valorar la contribución al saneamiento del medio ambiente al tratar los residuos sólidos provenientes de la actividad ganadera, agrícola y domestica.

- Introducir el conocimiento y manejo de la técnica de Lombricultura, que fortalezca la practica tanto en huertas familiares como al campo agrícola.

☞ JUSTIFICACION ☞

Siendo la ganadería la principal actividad económica, es importante tener en cuenta la cantidad de residuos sólidos que se generan, pues hoy en día este es un desafío mundial debido a la acumulación y generación en ascenso. En vías de la sustentabilidad su tratamiento y transformación en productos benéficos, es la mayor aportación a la problemática medio ambiental.(Arancon, Edwards y Babenko,2007)

La Lombricultura produce abono a partir de la degradación de residuos orgánicos, como estiércol vacuno, bovino, aves, residuos municipales, de agricultura, que son los producidos en mayor cantidad en la región.

Estos residuos al no ser tratados generan un foco de contaminación al municipio y de los cuales al no tratarse forman parte de las crisis ambientales que sufren ríos, suelos, aire y produce enfermedades a la población.

Entonces si hay un desecho a tratar, existe un buen motivo de realizar una remediación ambiental con esta técnica. Además de los múltiples beneficios económicos que trae consigo la implementación de esta técnica.

RESUMEN

La Lombricultura basada en el empleo de la lombriz de tierra como agente biológico en la degradación de residuos orgánicos a gran escala, es una biotecnología que constituye parte de un Biosistema integral, del cual se obtienen numerosos beneficios, además del humus, biomasa de lombriz como fuente proteica no convencional, medicamentos, entre otros.

SUMMARY

The vermicompost based in the employment of the earth worm like biological agent in the degradation of organic residuals to great scale, it is a biotechnology that constitutes part of an integral Biosystem, of which numerous benefits are obtained, besides the humus, worm biomass like source of non conventional protein, medications among others.

Capítulo 1. ANTECEDENTES

1.1 CONCEPTO

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, carne y harina de lombriz.

La proporción creciente en la que los residuos orgánicos se están generando se ha vuelto un problema que requiere estrategias para la disposición y/o dirección. La Lombricultura, ha demostrado ser una técnica conveniente debido a su bajo costo y las cantidades grandes de basura orgánica que pueden ser procesadas. La Lombricultura involucra la bio-oxidación y la estabilización de material orgánico por la acción de la Lombriz de tierra y microorganismos. Aunque los microbios actúan en la degradación bioquímica de materia orgánica, la Lombriz de tierra son los encargados principales del proceso, ellos condicionan el sustrato y alteran su actividad biológica. (Aira y Domínguez, 2007)

La lombricultura es un negocio en expansión, y en un futuro será el medio más rápido y eficiente para la recuperación de suelos de las zonas rurales.

Se trata de una interesante actividad zootécnica, que permite perfeccionar todos los sistemas de producción agrícola.

Las lombrices de tierra son aprovechadas para reciclar las cosas que no podemos utilizar directamente en un insumo importante para la agricultura como lo es el abono orgánico que producen, el que es considerado el fertilizante mas completo que se puede elaborar, porque además de contener todos los nutrientes que las plantas necesitan es rico en enzimas y en flora bacteriana que ayudan a mantener el equilibrio biológico en el suelo y por consiguiente a reducir grandemente el ataque de las enfermedades en las plantas. (Plaza, Nogales y Senesi;2007.)

Además de mejorar la fertilidad química del suelo también se mejora su fertilidad física (lo que ningún otro fertilizante hace) al hacer galerías dentro del suelo, mejorando la aeración y porosidad de este, lo que favorece un mejor desarrollo de las plantas. Hay que sumar la gran ventaja que significa el manejo del estiércol de los corrales y de la basura orgánica que se acumula en los campos de los pequeños agricultores, la que generalmente es quemada inútilmente. Por estas virtudes y otras mas, las lombrices de tierra son aprovechadas desde la antigüedad, si embargo con la destrucción de los árboles, las quemas y el uso de productos químicos en la agricultura moderna, hemos destruido el habitat en el que se desarrollan y las hemos envenenado, ya que las lombrices necesitan un ambiente húmedo el cual encuentran en lugares con abundante vegetación y son susceptibles a los insecticidas y demás productos químicos que aplicamos en el suelo, eliminandolas.(Dpto. Sec.,2008)

Son necesarios cuatro elementos básicos para el desarrollo de la Lombricultura:

- 1) La disponibilidad de agua limpia y libre de contaminantes en cantidades suficientes para realizar riegos controlados.
- 2) Contar con el volumen de desechos orgánicos suficientes para alimentar a las lombrices, preferentemente de producción doméstica propia, ya que adquirir este tipo de desechos implica un encarecimiento de los costos de producción y la pérdida de rentabilidad.
- 3) Tener un espacio apropiado en función de tus objetivos y capital. Puede ser desde una azotea o jardín, hasta una parcela en forma.
- 4) Utilizar lombrices especiales para el manejo de desechos orgánicos, ya que no todas las especies son aptas para este tipo de trabajo. (Dpto.Sec.,2008)

1.2 LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA

La lombriz Roja Californiana, llamada así por haber sido descubierta en el estado de California, E.U.; y donde también se investigaron sus propiedades para el ecosistema y se instalaron los primeros criaderos.(Agri-Nova,2008)

Su Clasificación zoológica se puede observar continuación:

Reino: *Animal*
Tipo: *Anélido*
Clase: *Oligoqueto*
Orden: *Opisthoro*
Familia: *Lombricidae*
Género: *Eisenia*
Especie: *E. foetida*

Eisenia foetida es la lombriz más conocida y empleada en más del 80% de los criaderos del mundo. En muchos países del mundo se ha experimentado con ella, en diferentes condiciones de clima y altitud, viviendo en cautiverio sin fugarse de su lecho.(Schuldt,2001)

Es muy prolífera, madurando sexualmente entre el segundo y tercer mes de vida. Y su longevidad está próxima a los 16 años.

Su capacidad reproductiva es muy elevada, la población puede duplicarse cada 45-60 días.1.000.000 de lombrices al cabo de un año se convierten en 12.000.000 y en dos años en 144.000.000. Durante este periodo habrán transformado 240.000 toneladas de residuos orgánicos en 150.000 toneladas de humus. (Isnaini,2007)

Se alimenta con mucha voracidad, consumiendo todo tipo de desechos agropecuarios (estiércoles, residuos agrícolas, etc.) y desechos orgánicos de la industria. (Nair, Sekiozoic y Anda. 2005). Produce enormes cantidades de humus y de carne de lombriz por hectárea como ninguna otra actividad zootécnica lo logra. Se pueden obtener otros productos base para la industria farmacéutica. A partir del líquido celomático, se han producido antibióticos para uso humano.

Características como el no sangrar al producirse un corte de su cuerpo y ser totalmente inmune al medio contaminado en el cual vive, como la elevada capacidad de regeneración de sus tejidos, son motivos de investigación para la aplicación en el ser humano. (Agri-Nova,2008). En la siguiente tabla se muestran las características anatómicas de *Eisenia Foetida*.

Tabla 1. Características anatómicas de *Eisenia Foetida*

| CARACTERISTICAS INTERNAS | CARACTERISTICAS EXTERNAS |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>-Cutícula. Es una lámina muy delgada de color marrón brillante, quitinosa, fina y transparente.</p> | <p>Cuerpo alargado, segmentado y con simetría bilateral.</p> |
| <p>-Epidermis. Situada debajo de la cutícula, es un epitelio simple con células glandulares que producen una secreción mucosa. Es la responsable de la formación de la cutícula y del mantenimiento de la humedad y flexibilidad de la misma.</p> | <p>Existe una porción más gruesa en el tercio anterior de 5 mm. de longitud llamada clitelium cuya función está relacionada con la reproducción.</p> |
| <p>-Capas musculares. Son dos, una circular externa y otra longitudinal interna.</p> | <p>Al nacer las lombrices son blancas, transcurridos 5 o 6 días se ponen rosadas y a los 120 días ya se parecen a las adultas siendo de color rojizo y estando en condiciones de aparearse.</p> |
| <p>-Peritoneo. Es una capa más interna y limita exteriormente con el celoma de la lombriz.</p> | |
| <p>-Celoma. Es una cavidad que contiene líquido celómico y se extiende a lo largo del animal, dividida por los septos, actuando como esqueleto hidrostático.</p> | |
| <p>-Aparato circulatorio. Formado por vasos sanguíneos. Las lombrices tienen dos vasos sanguíneos, uno dorsal y otro ventral. Posee también otros vasos y capilares que llevan la sangre a todo el cuerpo. La sangre circula por un sistema cerrado constituido por cinco pares de corazones.</p> | |
| <p>-Aparato respiratorio. Es primitivo, el intercambio de oxígeno se produce a través de la pared del cuerpo.</p> | |

-Sistema digestivo. En la parte superior de la apertura bucal se sitúa el prostomio con forma de labio. Las células del paladar son las encargadas de seleccionar el alimento que pasa posteriormente al esófago donde se localizan las glándulas calcíferas. Estas glándulas segregan iones de calcio, contribuyendo a la regulación del equilibrio ácido básico, tendiendo a neutralizar los valores de pH. Posteriormente tenemos el buche, en el cual el alimento queda retenido para dirigirse al intestino.

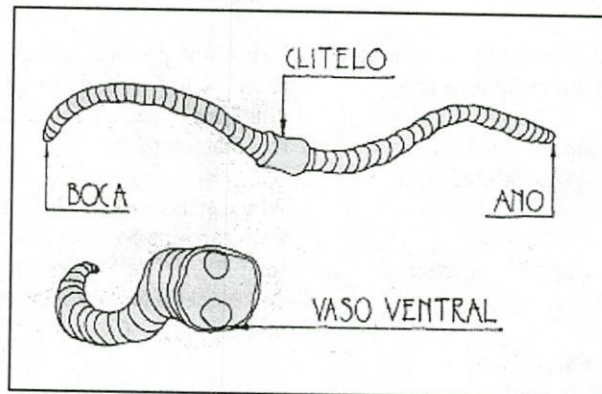
-Aparato excretor. Formado por nefridios, dos para cada anillo. Las células internas son ciliadas y sus movimientos permiten retirar los desechos del celoma.

-Sistema nervioso. Es ganglionar. Posee un par de ganglios supraesofágicos, de los que parte una cadena ganglionar.

La lombriz californiana se alimenta de animales, vegetales y minerales. Antes de comer tejidos vegetales los humedece con un líquido parecido a la secreción del páncreas humano, lo cual constituye una predigestión.

Fuente: Agri-Nova,2008

Figura 1. Anatomía de *Eisenia Foetida*



Fuente: Manual de lombricultura,2008

1.2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

- Mide de 6 a 8 cm de largo, de 3 a 5 milímetros de diámetro y llegan a pesar de adultas de 0.24 hasta 1.4 gramos, comiendo una ración diaria que tiende su propio peso, de la cual un 55% se traduce en abono.
- No soporta la luz solar, una lombriz expuesta a los rayos del sol muere en unos pocos minutos.
- Vive aproximadamente unos 4.5 años y puede llegar a duplicar su población en cuatro meses.
- Estas lombrices, de 14°C a 27°C alcanzan la máxima capacidad de reproducción, se reproducirán menos durante los meses mas cálidos y los mas fríos.
- Cuando la temperatura es inferior a 7°C , las lombrices no se reproducen, pero siguen produciendo abono, aunque en menor cantidad.
- La lombriz californiana avanza excavando en el terreno a medida que come, depositando sus deyecciones y convirtiendo este terreno en uno mucho más fértil que el que pueda lograrse con los mejores fertilizantes artificiales.
- La Lombriz de tierra, animal considerado como el mas perfecto, por haber concluido su ciclo evolutivo, que le da características no encontradas en otros animales, como el no enfermarse ni transmitir enfermedades.(Isnaini,2007)
- Los excrementos de la lombriz contienen: 5 veces más nitrógeno, 7 veces más fósforo, 5 veces más potasio, 2 veces más calcio que el material orgánico que ingirieron.

1.2.2 ALIMENTACIÓN

- El alimento que se les proporcionará es materia orgánica parcial o totalmente descompuesta (Composteadas). Si no es así las elevadas temperaturas generadas durante el proceso de fermentación (hasta 75° C), matarán a las lombrices. (Agri-Nova,2008)

Los alimentos orgánicos útiles en la alimentación de lombrices son muy variados, destacando entre otros:

- Restos de serrerías e industrias relacionadas con la madera.
- Desperdicios de mataderos.
- Residuos vegetales procedentes de explotaciones agrícolas, jardinería y pastoreo.
- Estiércol de especies domésticas.
- Frutas y tubérculos no aptos para el consumo humano o vegetal.
- Fangos de depuradoras.
- Basuras.

Debe considerarse que del valor nutritivo de la materia orgánica a utilizar dependerá la calidad del abono a obtener. Este material debe someterse a un trabajo previo de fermentación, para lo cual se puede proceder con el siguiente método sobre preparación de composta: (Schuldt, 2006)

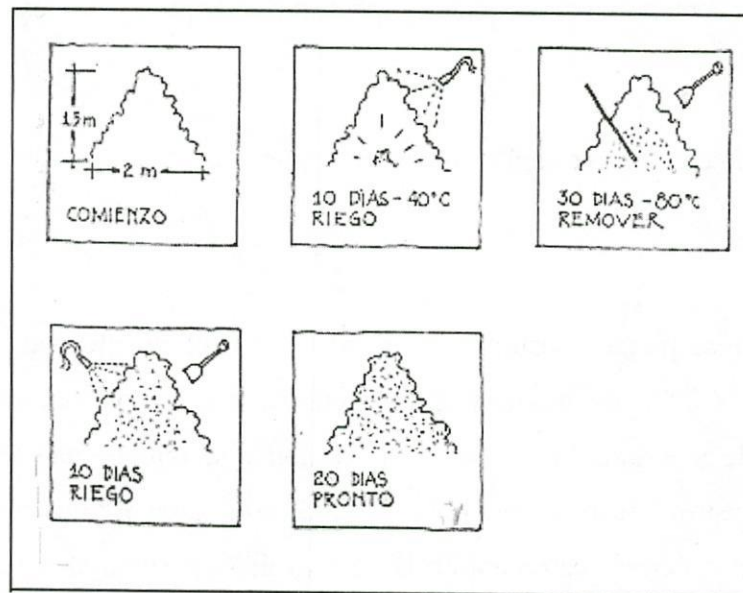
- 1) Obtenga un recipiente: tambo, bolsa de plástico, malla pollera, caja de madera o un agujero en el suelo.
- 2) Junte material orgánico: Hojas, malezas, desechos de hortalizas, frutas, basura orgánica, triturando.
- 3) Obtenga estiércol del tipo vacuno, caprino, bovino, caballar etc.
- 4) Ponga todo en el recipiente de la siguiente manera:
 - Una capa de material orgánico de 5 a 15 cm. de grueso.
 - Cubrir el material anterior con una capa de estiércol.
 - Cubrir los materiales anteriores con una capa de tierra común.
- 5) Humedezca suficientemente todo el material.

- 6) Procure que el centro de este material quede flojo no así las orillas que se deben apretar.
- 7) Después de una semana voltee el material para que se ventile y su descomposición sea más rápida.
- 8) Según el clima la composta estará lista de 4 a 12 semanas.

Si solamente se prepara sustrato con estiércol es necesario formar un bulto de estiércol de 1 a 1.5m de altura y 2m de ancho, iniciar con riego diario solo humedecer sin dejar escurrir o formar charcos, donde se iniciara una fermentación anaerobia en el centro iniciando con 40°C llegando a 80°C en el transcurso de 2 a 3 días, el color del estiércol cambiará en la corteza de color natural del estiércol de verde oscuro a café y en el interior color amarillento, debe ser removido de tan forma que el estiércol del centro este expuesto a la aireación invirtiendo el bulto, en esta etapa solo bacterias anaerobias están fermentando y colonizando en el estiércol; donde la exposición al aire del ambiente, esta población bacteriana será eliminada y solo cuidando la existencia de mesófilas en una comunidad diversa de acidolácticas y hongos de gran importancia para la actividad digestiva de las lombrices. Las remociones se harán paulatinamente según lo necesario procurando la eliminación del indicador del color amarillo el cual debe ser eliminado y aparecer un color café tierra con olor al mismo.

Al igual que el color es un indicador del composteo del estiércol el olor a lo largo de la fermentación también es importante y nos indica la eliminación de amoniaco en el sustrato preparado. Es decir, color amarillento lejano al oscuro esperado es señal de amoniaco presente y muy notorio a corta distancia del bulto.

Figura 2. Diagrama de técnica de composteo de estiércol.



Fuente: Manual de lombricultura,2008

- También puede utilizarse únicamente estiércol de las especies señaladas, debiendo juntarse, humedecerse y cubrir con plástico, removiéndolo periódicamente, generalmente a partir del segundo o tercer día la temperatura aumentará, por lo que debemos cuidar que no exceda de 60 °C, usando el método del machete, si este se calienta, será preciso airear y humedecer, al estabilizarse la temperatura a 30-35 °C podrá ya ser utilizado como sustrato y procederse a la inoculación. (Manual de Lombricultura,2008)

Cuando se desea incrementar la población de lombrices debe utilizarse solo estiércol.

Cuando el objetivo es la producción de abono, la mezcla de por ejemplo estiércol y pulpa de café en una relación 1:2 dará muy buenos resultados pues estarán presentes N-P-K, en tanto que el estiércol solo produce abono rico en N pero bajo en P-K. (Suthar,2007).

Cuando se usa gallinaza el trabajo de la lombriz se aprecia más lento.

Cuando se usa estiércol de cerdo es preferible primero pasarlo por un biodigestor y posteriormente proporcionarlo a la lombriz.

- En condiciones térmicas óptimas se añade una capa de 5-10 cm. de alimento cada 10-15 días, cuyo principal objetivo es mejorar la aireación y en el supuesto de que alguna porción del alimento no estuviera totalmente fermentada. (Dpto. Sec.2008)
- Para la determinación del pH del sustrato, se requiere de un potenciómetro o bien no es difícil obtener papel tornasol con lo cual se puede determinar el estado del sustrato; al no contarse con los recursos anteriores puede tomarse 4 lombrices, inocularlas en el sustrato nuevo y observar; si las condiciones son adecuadas se introducirán al material y no emergerán, pero si el pH es inadecuado tratarán de salir, debiendo ser retiradas, de otro modo morirán, el tiempo de observación puede ser de 10 minutos hasta 4 o 5 horas. . (Unión de Ejidos,2008)
- Cuando el material es inadecuado, aunque no intenten huir se les puede observar pegadas a las paredes o fondo del recipiente utilizado, esto debe ser suficiente para retirarlas de este sustrato. Si fuera urgente el proporcionar alimento y este no se encontrara en las mejores condiciones puede mezclarse con un poco de tierra sin dejar de observar, generalmente se logra la aceptación del nuevo material. (Unión de Ejidos,2008)

1.2.3 CONDICIONES CLIMATICAS PARA SU DESARROLLO

Las condiciones climáticas necesarias para la implementación de la técnica de Lombricultura son Humedad adecuada, Temperatura, pH, Riego y Aireación.

- **Humedad.**

Será del 70% para facilitar la ingestión de alimento y el deslizamiento a través del material. Si la humedad no es adecuada puede dar lugar a la muerte de la lombriz. Las lombrices toman el alimento chupándolo, por tanto la falta de humedad les imposibilita dicha operación.

El exceso de humedad origina empapamiento y una oxigenación deficiente.

- **Temperatura.**

El rango óptimo de temperaturas para el crecimiento de las lombrices oscila entre 12-25° C. Durante el verano si la temperatura es muy elevada, se recurrirá a riegos más frecuentes, manteniendo los lechos libres de malas hierbas, procurando que las lombrices no emigren buscando ambientes más frescos. Una opción para mantener una temperatura fresca dentro de los lechos es cubrir con paja. (Agri-Nova,2008)

- **pH.**

El pH óptimo es 7.

- **Riego.**

Los sistemas de riego empleados son el manual y por aspersión. 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.

El riego por aspersión requiere de mayor inversión, habiendo diversas modalidades según su disposición en los lechos. Aun así este sistema es el más utilizado ya que brinda mayor uniformidad en la dispersión de agua en los lechos.

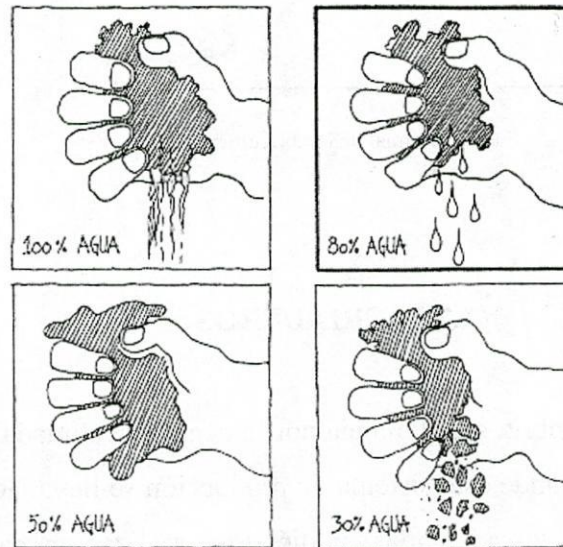
Si el contenido de sales y de sodio en el agua de riego son muy elevados darán lugar a una disminución en el valor nutritivo del humus.

- Los encharcamientos deben evitarse, ya que un exceso de agua desplaza el aire del material y provoca fermentación anaeróbica. (Agri-Nova,2008)

- **Aireación.**

Es fundamental para la correcta respiración y desarrollo de las lombrices. Si la aireación no es la adecuada el consumo de alimento se reduce; además del apareamiento y reproducción debido a la compactación. (Schuldt,2001)

Figura 3. Técnica de campo de determinación de humedad.



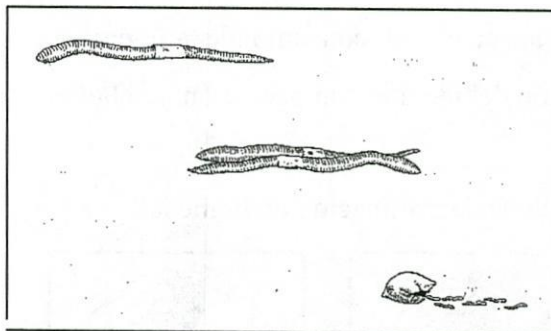
Fuente: Manual de lombricultura,2008

1.2.4 REPRODUCCIÓN

Es hermafrodita insuficiente, es decir tiene ambos sexos pero necesita vivir en pareja para reproducirse. En el apareamiento ocurre un intercambio de espermatozoides, que cada uno deposita en su propio receptáculo seminal. Al ovular recubren el primer tercio de su cuerpo con un mucus formando una especie de "tubo" que las envuelve, a través del cual circulan los óvulos que al pasar por el receptáculo seminal son fecundados, finalizada la ovulación, el "tubo" es expulsado y forma una cápsula que puede contener entre 2 y 20 huevos, los que después de 14 a 21 días de incubación eclosionan, originando lombrices autosuficientes de inmediato, la lombriz puede

expulsar cada 7 a 10 días una cápsula; se dice que en condiciones óptimas puede llegar a producir hasta 1300 organismos al año a partir de una.(Schuldt, 2001)

Figura 4. Representación de reproducción sexual de *Eisenia Foetida*



Fuente: Manual de lombricultura,2008

1.2.5 CRIADEROS

La crianza de Lombriz se diferencia por la cantidad estimada producir a menor escala es cría domestica, donde este sistema de producción se lleva acabo en jardines y terrazas o algún sitio en las viviendas, pudiéndose realizar en cajones reducidos aprovechándose una fracción importante de los residuos orgánicos transformándolos en un abono para las plantas del hogar.(Schuldt, 2006)

La cría doméstica más sencilla es empleando cajones de madera o de polietileno (con orificios en el fondo). No requiere un acondicionamiento previo, primero se coloca las lombrices en un extremo del cajón y se le empieza a suministrar diariamente alimento. Los residuos se deben cubrir con una capa de tierra para evitar la presencia de moscas y otros insectos.

La lombricultura intensiva se realiza en una estratificación de material orgánico descompuesto llamado lecho sobre el cual se incorporan las lombrices. En condiciones ideales de cría intensiva la longevidad de las lombrices se incrementa, siendo de pocos meses en estado silvestre hasta varios años en cautiverio. Se emplean

dos métodos preferentemente según la colocación de los lechos. Si éstas se colocan en el interior de los galpones o invernáculos (muy empleado en Europa) o al aire libre, utilizado sobre todo en América.(Schuldt, 2001)

Los lechos bajo tierra es un método que se suele emplear en zonas de bajas temperaturas y donde las precipitaciones no constituyen un peligro. Estos lechos o cunas bajo tierra se realizan cavando un pozo de más de un metro de ancho por 50 cm. de profundidad.(Dpto.Sec.,2008)

A. Preparación de terreno.

Para la elección del lugar donde se implantaran los lechos, es importante tomar en cuenta la eliminación de gastos por transportación y acceso al recurso del agua, además del ahorro de infraestructura por la flora presente en el lugar.

De acuerdo al clima de la región donde se implemente la técnica, es importante conservar la humedad en los lechos de lombrices la época de verano por lo que la sombra artificial (Malla sombra) o natural (árboles) ubicados en el lugar ahorrara el costo para la protección de altas temperaturas.

B. Pie de cría.

La cantidad de Lombriz estimada es directamente proporcional a la cantidad de sustrato disponible para la alimentación de estas, tomando en cuenta que la producción de producto de la Lombricultura (abono), es tan importante como el pie de cría producido para su comercialización. Entonces es fundamental contar con sustrato disponible para el ritmo de reproducción que se desea obtener.

C. Composteo del Sustrato.

La alimentación de las lombrices estará basada en estiércol, el cual deberá tener un composteo previo de 7 a 10 días, humedeciendo y volteando diariamente.

D. Infraestructura e insumos.

Para la elaboración de los lechos es necesario formar un colchón de estiércol preparado, las dimensiones son de 2 mts de ancho por 6 mts de largo en un total de 10 lechos con estas características. Sobre los cuales se alimentara una capa de sustrato de 10cm. cada quince días por los primeros 2 o 3 meses, después la población será el doble y entonces se reducirá el tiempo a una semana.

E. Posibles problemas y sus soluciones.

La patología más importante es la intoxicación proteica en la elaboración de lechos y alimentación de las lombrices, provocada por la presencia de un elevado contenido de sustancias ricas en proteínas no transformadas en alimento por las lombrices. Estas sustancias proteicas en exceso favorecen la proliferación de microorganismos, cuya actividad genera gases y provoca un aumento de la acidez del medio. Las lombrices ingieren los alimentos con una excesiva acidez que no llega a ser neutralizada por sus glándulas calcíferas. Por tanto se produce la fermentación en el buche y en el ventrículo provocando su inflamación y muerte.(Schuldt, 2001)

Los síntomas más frecuentes suelen ser el abultamiento de la zona cliterar, coloración rosada o blanca de las lombrices y una disminución generalizada de su actividad, por lo que es importante el monitoreo de pH en los lechos elaborados.

Como medida de control se debe remover la tierra para favorecer la oxigenación y la aplicación de elevadas dosis de carbonato de calcio si es que ya se ha detectado el problema.(Nair, Sekiozoic y Anda. 2005)

Capítulo II. BENEFICIOS

2.1 HUMUS, Abono Orgánico

El humus es el producto final de la compostización. El humus es la vida del suelo y debe estar presente para que sea fértil. La presencia de sólo uno a dos por ciento del humus en el suelo es suficiente para diferenciar un suelo fértil de otro que no lo es. (Gil, Gracia y Gomez;2007)

El humus de lombriz ayuda en la formación de *microrizas*, o sea bacterias, esenciales para facilitar la fijación de nitrógeno. El humus de la lombriz acelera el desarrollo de la raíz y los procesos de brotación, floración y maduración del cultivo. Y además, el humus aumenta la resistencia de las plantas al ataque de plagas y enfermedades, y también a las heladas. (Tejada, Gonzalez y Hernandez;2007)

La lombriz tiene alta capacidad de producir excrementos ricos en bacterias y materia orgánica descompuesta. Por ejemplo, en un estudio se comparó un suelo común sin abono y un suelo con el abono de lombriz. Se encontró que el último puede tener hasta cinco veces más de nitrógeno, siete veces más de fósforo, once veces más de potasio, dos veces más de calcio, y dos veces más de magnesio que el suelo sin el abono. (Suthar,2007)

De las muchas especies de lombrices que existen, la lombriz *Eisenia foetida*, popularmente conocida como la "Roja Californiana". Es la especie más recomendada para cría en la lombricultura.(Isnaini,2007)

Produce un aumento del porte de las plantas, árboles y arbustos y protege de enfermedades y cambios bruscos de humedad y temperatura durante el transplante de los mismos.(Nair, Sekiozoic y Anda. 2005)

En la siguiente tabla se muestra los valores de la producción de humus; 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).

Tabla 2. Producción de Humus.

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

Fuente: Agri-Nova,2008

Se han efectuado diversos experimentos con humus en diferentes especies vegetales, demostrando un aumento de la cosecha (Kg/ha) comparados con la fertilización química como se muestra a continuación:

Tabla 3. Comparación de aplicación de Humus vs Fertilización química.

| CULTIVO | VERMICOMPOST Kg/ha | QUÍMICOS Kg/ha |
|----------------|-------------------------------|---------------------------|
| Zanahoria | 520 | 20 |
| Berenjena | 600 | 200 |
| Tomate | 820 | 400 |
| Trigo | 116 | 40 |
| Maíz | 210 | 70 |
| Soja | 52 | 28 |

Fuente: Agri-Nova,2008

El humus de lombriz es de color negruzco, granulado, homogéneo y con un olor agradable a mantillo de bosque. La lombriz recicla en su aparato digestivo toda la materia orgánica, comida y fecada, por otras lombrices.

El humus contiene un elevado porcentaje de ácidos húmicos y fúlvicos; pero éstos no se producen por el proceso digestivo de la lombriz sino por toda la actividad microbiana que ocurre durante el periodo de reposo dentro del lecho. Produce además hormonas como el ácido indol acético y ácido giberélico, estimulando el crecimiento y las funciones vitales de las plantas.(Arancon, Edwards y Babenko, 2007)

A demás es un fertilizante de primer orden, protege al suelo de la erosión, siendo un mejorador de las características físico-químicas del suelo, de su estructura (haciéndola más permeable al agua y al aire), aumentando la retención hídrica, regulando el incremento y la actividad de los nitratos del suelo, y la capacidad de almacenar y liberar los nutrientes requeridos por las plantas de forma equilibrada (nitrógeno, fósforo, potasio, azufre y boro). (Suthar,2007)

Absorbe los compuestos de reducción que se han formado en el terreno por compactación natural o artificial, su color oscuro contribuye a la absorción de energía calórica, neutraliza la presencia de contaminantes (insecticidas, herbicidas...) debido a su capacidad de absorción. .(Lombricultura 21,2008)

El humus de lombriz evita y combate la clorosis férrica, facilita la eficacia del trabajo mecánico en el campo, aumenta la resistencia a las heladas y favorece la formación de micorrizas.

La actividad residual del humus de lombriz se mantiene en el suelo hasta cinco años. Al tener un pH neutro no presenta problemas de dosificación ni de fitotoxicidad, aún en aquellos casos en que se utiliza puro.

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.(Dpto.Sec.,2008)

No debe enterrarse, pues sus bacterias requieren oxígeno. Si se aplica en el momento de la siembra favorece el desarrollo radicular, por otra parte, al hacer más esponjosa la tierra, disminuye la frecuencia de riego.

El humus de lombriz puede almacenarse durante mucho tiempo sin que sus propiedades se vean alteradas, pero es necesario mantenerlas bajo condiciones óptimas de humedad (40%).

En la siguiente tabla se muestra la composición del humus de lombriz:

Tabla 4. Composición química de humus.

| | |
|-------------------------|----------|
| Humedad | 30-60% |
| Ph | 6.8-7.2 |
| Nitrógeno | 1-2.6% |
| Fósforo | 2-8% |
| Potasio | 1-2.5% |
| Calcio | 2-8% |
| Magnesio | 1-2.5% |
| Materia orgánica | 30-70% |
| Carbono orgánico | 14-30% |
| Ácidos fúlvicos | 14-30% |
| Ácidos húmicos | 2.8-5.8% |
| Sodio | 0.02% |
| Hierro | 0.02% |
| Manganeso | 0.006% |
| Relación C/N | 10-11% |

Fuente: Agri-Nova,2008

Dentro de la cosecha del humus de lombriz, debido a la intensidad de acoplamiento de las lombrices californianas, es aconsejable dividir la población original por lo menos tres veces al año. Las divisiones se realizarán durante los periodos de recogida de humus, efectuando una primera recogida en marzo, una segunda en septiembre y una tercera recogida en diciembre.(Lombricultura 21,2008)

Siendo el periodo estival en el que la lombriz se reproduce con mayor frecuencia.

Una vez retiradas las lombrices se dejará secar el humus durante unos días.

Seguidamente se formará un cono lo más alto posible con el material que todavía contenga lombrices y huevos.(Agri-Nova,2008)

Este cono cubierto de paja se llenará de lombrices en pocos días y se cubrirá con una lona negra para mantener la humedad y para que no broten semillas.

En la siguiente tabla se muestran las dosis de empleo de humus de lombriz:

Tabla 5. Dosis para la utilización de Humus en diferentes vegetaciones.

| | |
|---------------------------------|--------------------------|
| Praderas | 800 g/m ² |
| Frutales | 2 Kg/árbol |
| Hortalizas | 1 Kg/m ² |
| Césped | 0.5-1 Kg/m ² |
| Ornamentales | 150 g/planta |
| Abonado de fondo | 160-200 L/m ² |
| Transplante | 0.5-2 Kg/árbol |
| Recuperación de terrenos | 2500-3000 L/ha |
| Setos | 100-200 g/planta |
| Rosales y leñosas | 0.5-1 Kg/m ² |

Nota: 1 litro de humus de lombriz al 50% de humedad equivale a 0.54 Kg.

Fuente: Agri-Nova,2008

2.2 CARNE DE LOMBRIZ

La carne de Lombriz se trata de una carne roja, siendo una fuente de proteínas de bajo costo, de la que se obtiene harina con un 73% de proteína y una gran cantidad de aminoácidos esenciales.

La carne de lombriz se emplea tanto en la alimentación humana como en la animal.

Aunque su riqueza mineral es inferior a las harinas de pescado y su contenido en fibra es muy reducido.

La carne de lombriz es un recurso económico importante al tratarse de un alimento rico en proteínas y de fácil producción. A lo largo de miles de años, diferentes pueblos de África y China encontraron en la carne de lombriz un complemento nutricional que ayudó a sostener a su población.(Isnaini,2007)

Podría ser considerado como un alimento para los países en vías de desarrollo; ya que una parte puede ser destinada a la continuidad del criadero y la otra a la elaboración de harina.

2.3 HARINA DE LOMBRIZ

Si la cosecha de lombriz se destina a la producción de harina, es necesario separar las lombrices de su medio empleando una malla de alambre tejido y posteriormente someterlas a baños especiales para eliminar bacterias y hongos indeseables.

Por último son secadas al sol y molidas. El resultado final es un polvo de color amarillento que contiene de 60-82% de proteína animal.

Es necesario de 8-10 Kg de lombrices vivas para producir 1 Kg de harina. (Agri-Nova,2008)

Capítulo III. IMPORTANCIA ECONÓMICA

La eliminación de los residuos urbanos y desechos agroindustriales son un problema a nivel mundial. La solución a este grave inconveniente es la selección de las basuras y con la ayuda de las lombrices se puede regenerar y transformar éstas en un 100% de fertilizante orgánico. (Nair, Sekiozoic y Anda;2006)

La lombriz roja californiana tiene una gran importancia económica, pues contribuye a la fertilización, aireación, mejora de la estructura y formación del suelo.

El humus de lombriz es un producto con grandes posibilidades de comercialización en todo el mundo, pero su calidad es un factor importante para obtener los mejores precios del mercado.

La carne de lombriz puede ser utilizada en la alimentación animal de forma cruda y directa o en la elaboración de harina de carne de lombriz para ser mezclada con otros productos y producir concentrados de excelente calidad.

Capítulo IV. OTRAS APLICACIONES

La lombricultura combinada con otras biotecnologías como el composteo, están siendo utilizadas en la actualidad, para remediación de sitios contaminados tales como derrames de petróleo y chapopote en suelos, lodos producidos de tratamientos de aguas, (Gil y García, 2007). Se ha mostrado que las Lombrices de tierra pueda procesar lodo del alcantarillado y tierras con baja fertilidad, desechos de las cervecerías, desechos de la industria del papel, los residuos urbanos y residuos de animales. (Aira y Domínguez, 2007).

Capítulo V.

∞ CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ∞

El uso de la lombricultura permite ahorrar el consumo de agua, favorece la retención de agua en el suelo, aumenta los rendimientos y calidad de los cultivos a la vez que mejora su resistencia a condiciones extremas; reduce el empleo de insecticidas y plaguicidas, su costo está muy por debajo de los fertilizantes químicos, y su desarrollo como negocio no implica esfuerzos costosos.

Sin duda, esta alternativa es una vía al desarrollo sostenido, haciendo énfasis en la búsqueda de tecnologías eficientes para reducir problemas de contaminación y aprovechamiento integral tanto de recursos como de residuos orgánicos.

Esta Biotecnología además de ofrecer beneficios ecológicos por la restauración que ofrece al suelo, también es un negocio lucrativo ya que sus productos como el abono orgánico, carne y harina de lombriz incluso el pie de cría de alta calidad tienen un alto valor económico en el mercado y la materia prima son residuos.

La magnitud de beneficios que podemos generar con la práctica de lombricultura son importantes desde la cantidad de residuos domésticos tratados para uso de jardín, hasta los generados en gran cantidad por la industria, y por consecuencia a la sensibilización de enfrentar la problemática ecológica, social y económica actual.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Aira, M; Dominguez, J. **2007**. Optimizing vermicomposting of animal wastes: Effects of rate of manure application on carbon loss and microbial stabilization. Elsevier. 1, 4.
- 2.- Arancon, N; Edwards, C; Babenko, A. **2007**. Influences of vermicomposts, produced by earthworms and microorganisms from cattle manure, food waste and paper waste, on the germination, growth and flowering of petunias in the greenhouse. Elsevier. 91, 95.
- 3.-Gil, J; Gracia, L; Gomez, E. **2007**. Composting and vermicomposting experiences in the treatment and bioconversion of asphaltens from the Prestige oil spill. Elsevier. 1821-1822.
- 4.- Nair, J; Sekiozoic, V; Anda, M. **2005**. Efect of pre-composting on vermicomposting of kitchen waste. Elsevier. 2091, 2094.
- 5.- Nair, J; Sekiozoic, V; Anda, M. **2006**. Efect of pre-composting on vermicomposting of kitchen waste. Elsevier. 2091-2092.
- 6.-Plaza,C; Nogales, R; Senesi, N. **2007**. Organic matter humification by vermicomposting of cattle manure alone and mixed with two-phase olive pomace. Elsevier. 5086-5087.
- 7.- Tejada, M; Gonzalez , J; Hernandez, M. **2007**. Agricultural use of leachates obtained from two different vermicomposting processes. Elsevier. . 1, 4.
- 8.- Suthar,S. **2007**. Bioconversion of post harvest crop residues and cattle shed manure into value-added products using earthworm *Eudrilus eugeniae* Kinberg . Elsevier. 206-207.
- 9.- Schuldt, M. **2001**. *Lombricultura facil*. Workgraf, La Plata. 152 pags.
- 10.-Schuldt,M., **2006**. Lombricultura: Teoría y Práctica. Mundi-prensa, Madrid, 307 págs.

DIGITOGRAFIA

- 11.- Unión de Ejidos de San Fernando, La Experiencia de Lombricultura Unión de Ejidos San Fernando, viewed 22 Mayo 2008.
<http://www.laneta.apc.org/mexsursur/pcac/pcaclomb.htm#lombrices>
- 12.- Departamento de Educación Secundaria Técnica Subjefatura de Producción y Educación Tecnológico. Lombrices de tierra en las escuelas Secundarias técnicas en el estado de Chiapas, viewed 22 Mayo 2008.
<http://mx.geocities.com/rvburgos/htm/lombricultura.htm>
- 13.- Lombricultura 21 S.A. de C.V, Lombricultura 21 S.A. de C.V., Lombricultura con Producción Controlada, viewed 5 Mayo 2008,
<http://www.humussell.com.mx/cronicas.htm>
- 14.- Isnaini Don com. Lombrices rojas californianas, viewed 23 Mayo 2008,
<http://lombricesrojas.blogspot.com/2007/09/alberto-roth-es-el-inventor-de-la.html>
- 15.- Productos Agri-Nova Science. La Lombricultura, viewed 22 Mayo 2008.
<http://www.infoagro.com/cursosospecializados.Lombri.htm>
- 16.- Manual de Lombricultura, viewed 22 Mayo 2008,
<http://www.manualdelombricultura.com>.
- 17.- CIAD, Programa Especial Concurrente para el Desarrollo Rural Sustentable, viewed 11 mayo 2008, <http://www.sagarpa.gob.mx/dlg/sonora/pec/pecddr146.pdf>