

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS**

**“ DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE LOMBRICOMPOST Y  
METODOS DE CONTROL DE CIEN PIES (*Scutigerella immaculata*), EN LA  
FINCA SAN SEBASTIÁN, SAN MIGUEL DUEÑAS, SACATEPEQUEZ”**

**CARLOS AROLDO GARCÍA PANIAGUA**

**GUATEMALA, NOVIEMBRE DEL 2,002.**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS**

**“ DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE LOMBRICOMPOST Y  
METODOS DE CONTROL DE CIEN PIES (*Scutigera immaculata*), EN LA  
FINCA SAN SEBASTIÁN, SAN MIGUEL DUEÑAS, SACATEPEQUEZ”**

**DOCUMENTO DE GRADUACIÓN**

**PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA  
DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA  
DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**POR:**

**CARLOS AROLDO GARCÍA PANIAGUA**

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO  
INGENIERO AGRÓNOMO  
EN EL GRADO ACADÉMICO DE  
LICENCIADO**

**GUATEMALA, NOVIEMBRE DEL 2,002.**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA****RECTOR****M.V. LUIS ALFONSO LEAL MOTERROSO****JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA**

<b>DECANO:</b>	<b>Ing. Agr.</b>	<b>EDGAR OSWALDO FRANCO RIVERA</b>
<b>VOCAL I:</b>	<b>Ing. Agr.</b>	<b>WALTER ESTUARDO GARCIA TELLO</b>
<b>VOCAL II:</b>	<b>Ing. Agr.</b>	<b>MANUEL DE JESUS MARTINEZ OVALLE</b>
<b>VOCAL III:</b>	<b>Ing. Agr.</b>	<b>ERBERTO RAUL ALFARO ORTIZ</b>
<b>VOCAL IV:</b>	<b>Br.</b>	<b>WENER ARMANDO OCHOA OROZCO</b>
<b>VOCAL V:</b>	<b>Br.</b>	<b>AXEL AURELIANO HERRERA PEREZ</b>
<b>SECRETARIO:</b>	<b>Ing. Agr.</b>	<b>EDIL RENE RODRÍGUEZ QUEZADA</b>

Guatemala, noviembre del 2,002.

Honorable Junta Directiva  
Honorable Tribunal Examinador  
Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el Documento de Graduación titulado:

**“ DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE LOMBRICOMPOST Y  
METODOS DE CONTROL DE CIEN PIES (*Scutigerella immaculata*), EN LA  
FINCA SAN SEBASTIÁN, SAN MIGUEL DUEÑAS, SACATEPEQUEZ”**

Presentado como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

De ustedes Atentamente,

CARLOS AROLDO GARCÍA PANIAGUA  
CARNÉ: 8813375

**AGRADECIMIENTOS A:****DIOS**

Por darme la vida y permitirme Gozar  
en ella tanto de penas como de Alegrías.

**MIS PADRES**

Luis Aroldo García Porras  
Bertha Consuelo Paniagua C. de García

**MI ESPOSA**

Tatiana Beatriz Paz C. de García

**MIS HIJAS**

Maria José  
Gabriela Maria  
Cristina Maria

**MIS HERMANOS**

Thelma Fabiola  
Ana Lucía  
Luis Alberto  
Maria Alejandra

**MI FAMILIA**

A todos con Cariño

**FINCA SAN SEBASTIÁN**

A todo el personal  
En especial a Mario Falla

**MIS ASESORES**

Ing. Agr. Carlos Molina U.  
Ing. Agr. Edgar Martinez T.

## CONTENIDO

INDICE DE CUADROS	PAG.
INDICE DE FIGURAS	
RESUMEN	01
<b>INTRODUCCIÓN</b> -----	<b>01</b>
 CAPITULO I	
<b>1. LOMBRICULTURA</b> -----	<b>03</b>
<b>1.1. Antecedentes Históricos</b> -----	<b>03</b>
<b>1.1.1. Origen</b> -----	<b>03</b>
<b>1.1.2. Países Productores de lombriz</b> -----	<b>04</b>
<b>1.1.3. Especies de Lombrices Utilizadas</b> -----	<b>05</b>
 CAPITULO II	
<b>1. LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA</b> -----	<b>06</b>
<b>1.1. Características Morfológicas y Fisiológicas</b> -----	<b>06</b>
<b>1.1.1. Morfología</b> -----	<b>06</b>
<b>1.1.2. Anatomía</b> -----	<b>07</b>
<b>1.2. Ventajas</b> -----	<b>08</b>
<b>1.3. Usos de la Esenia foetida</b> -----	<b>08</b>
<b>1.3.1. Alimento Humano y/o Animal</b> -----	<b>08</b>
<b>1.3.2. Reciclaje de Basura</b> -----	<b>09</b>
 CAPITULO III	
<b>1. HUMUS</b> -----	<b>09</b>
<b>1.1. Ventajas con el uso del Humus</b> -----	<b>12</b>
<b>1.2. Valores Biológicos del Humus</b> -----	<b>13</b>
<b>1.2.1. Valor Microorgánico</b> -----	<b>13</b>
<b>1.2.2. Valor Fitohormonal</b> -----	<b>13</b>
<b>1.3. Uso del Humus de lombriz</b> -----	<b>14</b>
 CAPITULO IV	
<b>1. PRODUCCIÓN DE HUMUS</b> -----	<b>14</b>
<b>1.1. Condiciones Ideales para la Producción</b> -----	<b>14</b>
<b>1.1.1. Humedad</b> -----	<b>14</b>
<b>1.1.2. Temperatura</b> -----	<b>14</b>
<b>1.1.3. pH</b> -----	<b>15</b>
<b>1.1.4. Ubicación</b> -----	<b>15</b>
<b>1.1.5. Luz</b> -----	<b>15</b>
<b>1.2. Materiales Usados en la producción</b> -----	<b>15</b>
<b>1.2.1. Sustratos</b> -----	<b>15</b>
<b>1.2.1.A Tipos de Estiércol</b> -----	<b>17</b>
<b>1.2.2. Terreno</b> -----	<b>18</b>

<b>1.2.3. Maquinas y Herramientas</b> -----	18
<b>1.2.4. Lombrices</b> -----	19
<b>1.2.5. Personal</b> -----	19
<b>1.3. Actividades a Realizar en La Producción</b> -----	19
<b>1.3.1. Incubación de las Lombrices</b> -----	19
<b>1.3.2. Alimentación</b> -----	20
<b>1.3.3. Riego</b> -----	20
<b>1.3.4. Extracción de Las Lombrices</b> -----	21
<b>1.3.5. Cosecha de Humus</b> -----	21
<b>1.3.6. Control de Plagas y Enfermedades</b> -----	22
<b>CAPITULO V</b>	
<b>1. DESCRIPCIÓN DEL DEPREDADOR</b> -----	24
<b>1.1. Artrópodos</b> -----	24
<b>1.1.1. Descripción del filo Artrópodos</b> -----	24
<b>1.1.2. Principales Características</b> -----	24
<b>1.1.3. Subfilum Urinamia</b> -----	25
<b>1.1.4. Clase Symphyla</b> -----	25
<b>CAPITULO VI</b>	
<b>1. DESCRIPCIÓN DE LOS METODOS DE CONTROL</b> -----	25
<b>1.1. Solarización</b> -----	25
<b>1.1.1. Antecedentes del Solarizado</b> -----	25
<b>1.1.2. Solarizado</b> -----	26
<b>1.1.3. Principios del solarizado</b> -----	26
<b>1.1.4. Producción de Calor</b> -----	27
<b>1.1.5. Características del Polietileno Transparente</b> -----	28
<b>1.1.6. Principales condiciones para la solarización</b> -----	28
<b>1.1.6.A. Humedad del suelo</b> -----	29
<b>1.1.6.B. Intensidad de la radiación solar</b> -----	29
<b>1.1.6.C. Temperatura y profundidad del suelo</b> -----	29
<b>1.1.7. Control de Patógenos</b> -----	30
<b>1.1.8. Efectos del Solarizado</b> -----	30
<b>1.1.9. Ventajas del solarizado</b> -----	30
<b>1.1.10. Limitaciones del solarizado</b> -----	31
<b>1.1.11. Duración del efecto de solarizado</b> -----	31
<b>1.2. Trampas de Agua</b> -----	31
<b>1.2.1. Como Funcionan</b> -----	32
<b>CAPITULO VII</b>	
<b>1. LOMBRICULTURA EN FINCA SAN SEBASTIÁN</b> -----	32
<b>1.1. Producción de Humus</b> -----	33
<b>1.1.1. Lombrizarios</b> -----	33
<b>1.1.2. Lechos o Camas</b> -----	34
<b>1.1.3. Siembra</b> -----	36
<b>1.1.4. Alimentación</b> -----	36

<b>1.1.5. Riego</b> -----	37
<b>1.1.6. Cosecha de Humus</b> -----	38
<b>1.1.7. Control de Plagas</b> -----	40
<b>1.1.7.A. Solarización</b> -----	40
<b>1.1.7.B. Trampas de Agua</b> -----	41
<b>CONCLUSIONES</b> -----	43
<b>RECOMENDACIONES</b> -----	44
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> -----	46

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>No.</b>	<b>CUADRO</b>	<b>PAG.</b>
1	Composición física del Humus de Lombriz -----	10
2	Características Químicas del Humus de Lombriz -----	11
3	Contenido de Nutrientes del Humus de Lombriz -----	11

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>No.</b>	<b>FIGURA</b>	<b>PAG.</b>
1	Lombrizarios en Finca San Sebastián -----	34
2	Camellones de Material usado como Lecho -----	35
3	Alimento ya Mezclado -----	37
4	Depositos que reciben el agua Percolada de los Lechos -----	39
5	Solarización del Alimento -----	41
6	Trampa de Agua a nivel de Piso -----	42

**“DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE LOMBRICOMPOST Y METODOS DE CONTROL DE CIEN PIES (*Scutigere**lla inmaculata*), EN LA FINCA SAN SEBASTIÁN, SAN MIGUEL DUEÑAS, SACATEPEQUEZ.”**

**“DESCRIPTION OF THE PRODUCTION SYSTEM FOR EARTH WORMS COMPOST AND CONTROL METHOD FOR CENTIPEDE (*Scutigere**lla inmaculata*), AT SAN SEBASTIAN FARM, SAN MIGUEL DUEÑAS, SACATEPEQUEZ.”**

**RESUMEN**

El incremento de la población mundial y la necesidad por mayores volúmenes de alimentos, a dado como resultado que el hombre explote al máximo sus cultivos, tratando de aumentar las áreas de producción, mejorando la productividad y las cosechas.

Una consecuencia de lo anterior, también ha sido el incremento de la cantidad de desechos y subproductos del proceso de producción; muchos de ellos pueden constituirse hasta contaminantes, creando problemas de manejo de los mismos.

Muchos productores en Guatemala desconocen el uso que podría dárseles a los desechos orgánicos, por lo que en la mayoría de los casos simplemente los depositan en barrancos, basureros o en la misma finca; en donde su única función es convertirse en contaminantes orgánicos. De esta forma se pierde la oportunidad de convertir los desechos en abonos orgánicos, de gran utilidad y valor.

La lombricultura es una tecnología que utiliza a la especie domesticada de lombriz Coqueta Roja (*Eisenia foetida*) como instrumento de transformación biológica para convertir todo tipo de material orgánico en lombricompost o humus de lombriz; además de producir carne de lombriz de alto valor proteico.

La lombriz como cualquier especie animal tiene enemigos naturales que hacen que su reproducción se vea afectada, disminuyendo sus rendimientos y efectividad en el proceso de descomposición de la materia orgánica.

En la Finca San Sebastián, situada en el Departamento de Sacatepequez, el enemigo natural que mas daños causa es el Cien Pies (*Scutigerella immaculata*), el cual se alimenta de las lombrices recién eclosionadas del huevo, impidiendo con ello el incremento de la población y al mismo tiempo reduciendo la eficiencia en la producción de humus.

El presente trabajo se llevó acabo recopilando toda la información que se ha generado en dicha unidad de producción, sobre el uso de la lombriz Roja Californiana, su producción, manejo y descripción de los métodos de solarización y trampas de agua, allí usados en el control del Cien Pies (*Scutigerella immaculata*), y complementandolo con revisión bibliográfica.

De acuerdo con los resultados obtenidos se concluyó, que para Finca San Sebastián dentro de sus políticas de producción sostenible, la producción de lombricompost, representa una alternativa eficaz para el uso y transformación de los subproductos o desechos generados en sus procesos productivos; así como también que los métodos de solarización y trampas de agua, han demostrado ser eficientes en la erradicación total del cien pies, de las pilas de alimento y de los lombrizarios, usados en la producción de humus.

## INTRODUCCIÓN

La continua búsqueda, a nivel mundial, de aumentar la productividad en las explotaciones agrícolas/ganaderas, utilizando sistemas intensivos, trae como consecuencia la producción de altos rendimientos en los productos, y unido a esto, elevadas cantidades de desperdicios o subproductos que no son utilizables de forma directa. Es allí donde la Lombricultura juega un papel fundamental, dando la oportunidad de que esos subproductos o desechos orgánicos, sean transformados en abonos orgánicos de alta calidad nutricional y/o alimentos de altísimo valor nutricional, a través del uso de la Lombriz Roja Californiana (*Eisenia foetida*) en condiciones de cautiverio y a elevadas densidades de población.

En Finca San Sebastián, las diferentes unidades productivas, al final o durante alguna parte del proceso, dan como resultado la producción de desechos orgánicos, mismos que, desde el año de 1,996, están siendo utilizados como materia prima en la producción de humus a través del uso de la lombricultura. Esto como parte de las políticas de la finca, donde se trata de mantener unidades productivas que sean sostenibles, utilizando tecnologías que permitan aprovechar, al máximo, los recursos con que se cuenta, así como los desechos; el objetivo es disminuir la cantidad de contaminantes orgánicos y en su lugar producir materiales orgánicos de alto valor nutritivo y bajo costo, que retornen a las unidades productoras.

Como cualquier explotación, la lombriz posee factores que limitan su producción, dentro de los cuales podemos mencionar: condiciones limitantes o excesivas de humedad, temperatura, pH del sustrato, tipo de alimento, así como la presencia de plagas y enfermedades.

El presente trabajo se realizó en La Finca San Sebastián, ubicada en el municipio de San Miguel Dueñas, del departamento de Sacatepéquez. Tiene como objetivos, recopilar toda la información que se ha generado en dicha unidad de producción, sobre el uso de la Lombriz Roja Californiana, su producción, manejo y descripción de los métodos de

solarización y trampas de agua, allí usados en el control del Cien Pies (*Scutigera* *immaculata*), y complementarlo con revisión bibliográfica.

## CAPITULO I

### 1. LOMBRICULTURA

La Lombricultura se puede definir simplemente como: “el cultivo de lombrices”; la cual ha tomado mucha importancia en la última década, y que actualmente es considerada como una biotecnología, y un cultivo que utiliza una especie domesticada de lombriz como herramienta de trabajo y recicla todo tipo de desechos orgánicos para obtener humus y carne de lombriz (9). Se basa en la utilización de lombrices de tierra adaptadas a vivir en condiciones de cautiverio, con capacidad para procesar una amplia gama de materiales orgánicos, tales como rastrojos de cultivo, residuos de agroindustrias, estiércoles, basuras biodegradables y otros.

En la actualidad la lombricultura ha tomado mucho auge en el medio agrícola productivo moderno, debido a que esta ha sido un factor elemental en mantener la sostenibilidad de los sistemas productivos, además de ser una práctica sencilla y de fácil adopción por cualquier agricultor. Estas importantes características han hecho que se despierte un gran interés por la crianza o cultivo de lombrices, surgiendo así, una gran cantidad de lombricultores en Latino América, especialmente en los últimos cinco años. Actualmente muchos se dedican a esta actividad, pero en la mayoría de casos, las lombriculturas se encuentran en sistemas de producción como un complemento de otros rubros agrícolas.

#### 1.1. Antecedentes Históricos

##### 1.1.1. Origen

Retomando la historia, en Egipto la función de las lombrices, en el mejoramiento de las tierras de cultivo, era bien conocido. Una gran parte de la fertilidad del Río Nilo dependía de estas, dichas funciones eran tan marcadas que el gran filósofo griego las definió como “*Los intestinos de la tierra*” (12).

En si, en el pasado, fueron muchos los pueblos que utilizaron a las lombrices, pero fue hasta en el siglo XIX que se explicó, científicamente, cual era su verdadera función en el ecosistema. En su último libro “*La Formación de la Cubierta Vegetal por la Acción de las Lombrices*”, Charles Darwin, demostró que las lombrices eran capaces de pasar la mayor parte de la capa arable del suelo en el transcurso de 4 a 5 años (12), además, estableció la importancia de éstas en el mantenimiento de la fertilidad de los suelos, también fomentó el interés, de muchos científicos, a efectuar estudios sobre sus hábitos y su papel en los suelos (1).

No obstante el estudio de estos animales, se desarrolló lentamente durante los siguientes años; no fue si no hasta los años cincuenta, en donde la investigación toma de nuevo gran importancia, motivada por las celebraciones de diversas actividades como los Congresos de Zoología y Suelos, en donde se le dio una gran importancia a la lombriz y a otros habitantes del suelo (1).

Posteriormente la lombricultura fue desarrollándose a través de los años como una tecnología, por medio de un sin número de publicaciones y congresos, los cuales cada vez proporcionaban muchas innovaciones sobre el cultivo de las lombrices y su utilización en el mantenimiento de la fertilidad de los suelos, por medio de la transformación de los desechos (1).

### **1.1.2. Países Productores de lombriz**

La lombricultura se practica, principalmente, en países desarrollados como Estados Unidos y Suiza. En América Latina, específicamente el Centro de Investigaciones y Desarrollo del Ecuador, lleva a cabo programas que reditúan en beneficios monetarios por la venta del abono; mejoramiento de la productividad del suelo, e incluso mejoramiento en la nutrición de la comunidad ( por el consumo de la lombriz )(17). En Argentina, existe un programa de crianza de lombrices que cuenta con una red de criadores internacionales que se apoyan entre si, y a diversos campos, para obtener beneficios múltiples (17). Otros países en Latinoamérica que han desarrollado la Lombricultura son: Chile, Colombia, Costa Rica, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela (17).

### 1.1.3. Especies de Lombrices Utilizadas

Si nos referimos a las lombrices que existen, se estima un número de especies que ascienden a 2,000 especies descritas y aproximadamente unas 1,000 por describir, pero de todas estas, solo unas cuantas son utilizadas para su crianza, por la razón de que poseen diferencias fisiológicas y ecológicas que no permiten a todas las especies, ser sometidas a su crianza (1). Debido a las diferencias que existen, entre estas especies, se ha llegado a definir en tres grupos de acuerdo con Aranda Delgado, E. (1):

- a) Las endógenas u oligohúmicas: son especies comedoras de tierra que se encuentran en las capas inferiores del suelo.
- b) Las anésicas o mesohúmicas: son las que más frecuentemente se encuentran en la naturaleza por alojarse en las capas mas superficiales del suelo.
- c) Las polihúmicas: que son las utilizadas en la Lombricultura, las cuales se desarrollan en lugares de alta concentración y acumulación de materia orgánica como el estiércol, descomposición y sedimentos orgánicos. Dentro de este grupo las más utilizadas son: lombriz del estiércol o Roja californiana (*Eisenia foetida*), lombriz de los residuos orgánicos (*Lombricus rubellos*) y la lombriz roja o híbrido rojo (*Eudritos eugeniae*).

#### Características Generales de las lombrices Polihúmicas

- a) Ciclo biológico corto.
- b) Altas tasas de crecimiento y reproducción.
- c) Tolerancia a la acidez y a las altas temperaturas.
- d) Emergencias múltiples por capullo.
- e) Altos niveles de densidad poblacional.
- f) Adaptables a la manipulación y al manejo.

## CAPITULO II

### 1. LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA

Del total de especies conocidas de lombrices, solamente 2,500 han sido clasificadas y solamente tres de ellas han podido ser domesticadas; siendo *Eisenia foetida* la más conocida y aquella que es utilizada en más del 80% de los criaderos del mundo. Su capacidad de fácil adaptación a todo tipo de clima, y el hecho que sea eurifaga la ha hecho la favorita de los criadores y de los pescadores quienes la prefieren por su color y actividad (8).

*Eisenia foetida* o mas conocida con el nombre de Lombriz Roja Californiana se clasifica taxonomicamente de la siguiente manera:

Reino:	Animal.
Phillum:	Annelida.
Clase:	Oligochaeta (anillos con pocas cerdas).
Orden:	Opistosporos.
Genero:	Eisenia.
Especie:	foetida.

### 1.1. Características Morfológicas y Fisiológicas de la Lombriz

#### 1.1.1. Morfología

La lombriz posee un cuerpo cilíndrico y alargado, compuesto por dos anillos concéntricos: la pared del cuerpo y el tubo digestivo se encuentran separados por un tejido llamado celoma.

El celoma esta dividido en segmentos denominados metameros o somitos. El primer somito, de la parte anterior es la boca, en donde se encuentra ubicado el prostomio, la cual es una estructura carnosa que sobresale delante de ella. El ultimo somito que está en la parte posterior, es el ano (9).

El color de la *Eisenia foetida* es variable, comúnmente tienen franjas transversales, que cubren cada segmento, de coloración púrpura, rojo castaño o rojo oscuro. Entre cada segmento y más angostas que las franjas rojas se observan franjas de color amarillo. El diámetro de la lombriz varía desde 3-5 mm y tienen un largo de 30-130 mm, pueden tener desde 30 a 131 segmentos (1).

### 1.1.2. Anatomía

El tracto digestivo de la lombriz es un tubo largo y recto. La boca conduce a una fuerte faringe muscular que hace la función de una bomba aspirante, que contribuye a que la boca no solo reciba materia orgánica en descomposición, sino también perfora túneles en la tierra que disgregan. Luego de la faringe, el sector más estrecho del tracto digestivo es el esófago, el cual se conecta con el buche, en donde el alimento es almacenado.

En la molleja, que posee gruesas paredes musculares, revestidas por una cutícula protectora, el alimento se tritura con la ayuda de las infaltables partículas de suelo. El resto del tracto digestivo es un intestino largo que posee un gran pliegue a lo largo de la superficie superior para aumentar la tensión. El epitelio interior está compuesto por células que secretan enzimas y en células ciliadas absorbentes (17).

En el sistema digestivo de la lombriz se encuentran las glándulas calcáreas cuya función es secretar carbonato de calcio para neutralizar los ácidos orgánicos presentes en el alimento. Durante el proceso digestivo hay un incremento hasta de 1000 veces el número de microorganismos en el material resultante.

*E. foetida* es hermafrodita imperfecta, por lo que necesita acoplarse con otra lombriz para el intercambio de semen. La Lombriz Roja Californiana, llega a su madurez sexual a los tres meses y su longitud y coloración varían; viven un promedio de 16 años y se aparean cada siete días. Cada lombriz puede producir al año, en condiciones favorables, alrededor de unas 1,500 lombrices.

## 1.2. Ventajas

Sus principales ventajas son:

- a) Se ha experimentado con ella en todos los países, en distintas condiciones de clima y altitud, y vive en cautiverio sin fugarse de su lecho.
- b) Es extraordinariamente prolífera; madura sexualmente entre el segundo y tercer mes de vida. Deposita cada 7 a 10 días, una cápsula o huevo con un contenido que fluctúa de 2 a 20 embriones, que a su vez, después de 14 a 21 días de incubación, eclosionan, originando lombrices en condiciones de moverse y nutrirse de inmediato.
- c) Come, con mucha voracidad, todo tipo de desechos agropecuarios (estiércoles, rastrojos de cultivos, residuos de hortalizas y frutas, malezas, etc.). También puede utilizar desechos orgánicos de la industria, la ciudad, mataderos y otros.

## 1.3. Usos de la *Eisenia foetida*

La Lombriz Roja Californiana es una de las especies que mayor se ha difundido en la lombricultura en general, lo que abarcan diferentes enfoques en cuanto su uso, los cuales son los siguientes: Producción de humus, o como alimento vivo o procesado para animales o humanos.

### 1.3.1. Alimento Humano y/o Animal

Tradicionalmente se ha asociado el aspecto comercial de la lombriz con el negocio de la pesca. Sin embargo, esta es, tal vez, la menor de sus aplicaciones.

La carne de la lombriz se transforma, mediante distintos sistemas de secado, en una harina de altísimo valor proteico. Esta harina se utiliza, en alimentación humana, como complemento proteico en la elaboración de hamburguesas, picadillos y embutidos. En alimentación animal, se emplea para preparar alimentos balanceados. También se usa la lombriz viva, como alimento para peces y ranas, tanto en acuarios como criaderos, sin dejar de mencionar su condición de carnada en el mercado de la pesca (16).

En la industria farmacéutica se utiliza el colágeno presente en las lombrices y, a partir del líquido celomático, se han elaborado antibióticos. La medicina también ha puesto en estudio a este anélido por su capacidad de regeneración de los tejidos y su inmunidad (16).

### **1.3.2. Reciclaje de Basura**

Otro aspecto de la lombriz es el referente a la producción de humus, que está íntima e inseparablemente ligado al reciclado de basura y al buen manejo de desechos orgánicos: come basura y excreta humus. Transforma un grave problema en el más rico fertilizante orgánico.

## **CAPITULO III**

### **1. HUMUS**

Es un fertilizante de primer orden, que es la feca de la lombriz, y una fuente de proteína de bajo costo. La carne de la lombriz es una carne roja como la carne de vacuno, la cual manejada con tecnologías adecuadas, nos permite obtener, entre otras cosas, una harina con niveles promedio de hasta un 73% de proteína, perfectamente utilizable en alimentación humana y animal.

Es un fertilizante orgánico por excelencia, es el producto que sale por el tubo digestor de la lombriz. Es un material de color oscuro, con agradable olor, contiene una elevada carga enzimática y bacteriana que aumenta la solubilización de nutrimentos, haciéndolos que puedan ser inmediatamente asimilables por las raíces de las plantas, así como también, impide que estos sean lavados por la acción del agua de riego, favorece la absorción radicular, regula el incremento y la actividad de nitritos (16).

Cuando se efectúa la cosecha de las aboneras en una forma prematura, se obtiene VERMICOMPOST o LUMBRICOMPOST, que todavía no es HUMUS. Es considerado como humus, a la materia orgánica degradada hasta su último estado de descomposición

por efecto de los microorganismos, consecuentemente, se encuentra químicamente estabilizada como un coloide del suelo.

El tiempo de humificación de los compuestos orgánicos, varía desde periodos largos, que comprenden muchos años, o en cuestión de algunas horas, tiempo que demora la lombriz en digerir lo que come (17).

Para poder determinar que, el producto que se esté cosechando, sea de buena calidad, se tendrá en cuenta, entre otras cosas, parámetros como:

- a) pH neutro, en un rango entre 6.7 a 7.3
- b) Contenidos de materia orgánica superiores a 28%
- c) Nivel de nitrógeno superior a 2%
- d) Relación C/N en un rango entre 9 y 13
- e) Contenidos de cenizas no superiores a 27% (8).

Cuadro 1. Composición Física del Humus de la Lombriz.

<b>Propiedades Físicas</b>	<b>Valores</b>
Textura	Franca Arenosa
Humedad	30 – 60 %
Estructura	Granular Agregada
Densidad Aparente	1.2 – 1.4 gr/cc.

Fuente: Raxcaco González, F. (12).

Cuadro 2. Características Químicas del Humus de la Lombriz.

Propiedades Químicas	Valores
Capacidad de Intercambio Catiónico	52.5%
Conductividad Eléctrica	5.4
Materia Organica	12 – 20 %

Fuente: Raxcaco González, F. (12).

Cuadro 3. Contenido de Nutrientes del Humus de Lombriz.

Nutrientes	CONTENIDO		
	PPM	Meq/100gr.	%
Nitrógeno Total			1.5 - 2.5
Fósforo Total	1.075		
Potasio Total		6.28	
Calcio		25.01	
Hierro	146.64		
Zinc	39.68		
Magnesio		21.35	
Manganesio	74.96		
Bóro	1.28		
Cobre	5.4		

Fuente: Raxcaco González, F. (12).

## 1.1. Ventajas con el Uso de Humus

- a) Prácticamente cualquier suelo infértil, tratado con humus, puede regenerarse y aprovecharse con plantaciones y cultivos.
- b) Influye en forma efectiva en la germinación de las semillas.
- c) Durante el trasplante previene enfermedades y evita el shock por heridas o cambios bruscos de temperatura y humedad.
- d) Se puede usar sin inconvenientes en estado puro. Se encuentra libre de nematodos.
- e) Favorece la formación de micorrizas.
- f) Aumenta la resistencia de las plantas a las plagas y agentes patógenos.
- g) Inhibe el desarrollo de bacterias y hongos que afectan a las plantas.
- h) Debido a su pH neutro y otras cualidades favorables, aporta y contribuye al mantenimiento y al desarrollo y diversificación de la microflora y micro fauna del suelo.
- i) Transmite directamente del terreno a la planta hormonas, vitaminas, proteínas y otras fracciones humificadoras.
- j) Protege al suelo de la erosión.
- k) Aporta e incrementa la disponibilidad de nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, boro, y los libera gradualmente, e interviene en la fertilidad física del suelo porque aumenta la superficie activa.
- l) Mejora las características estructurales del terreno, desligando los arcillosos y agregando los arenosos.
- m) Aumenta la porosidad de los suelos incrementando la aireación.
- n) Evita y combate la clorosis férrica.
- o) Por los altos contenidos de ácidos húmicos y fúlvicos mejora las características químicas del suelo.
- p) Aumenta la resistencia a las heladas.
- q) Aumenta la permeabilidad y la retención hídrica de los suelos (4-27%) disminuyendo el consumo de agua en los cultivos (8).

## 1.2. Valores Biológicos del Humus

### 1.2.1. Valor Micro Orgánico

Las lombrices de tierra consumen residuos animales y vegetales en proceso de descomposición, es decir, predigeridos por microorganismos especializados: bacterias, hongos y otros. Estos degradan las proteínas y la celulosa transformándolas en sustancias más simples y de fácil asimilación (por ejemplo los aminoácidos, resultantes de la digestión aeróbica de las proteínas).

También se nutren con diminutos hongos y por supuesto, los antibióticos que se encuentran en ellos que le sirven al animal para inmunizarse y crecer. Cuando la lombriz elimina, mediante la excreción las moléculas de estos antibióticos, dejará una masa bacteriana antibiotizada, compuestos bioestimulantes que estaban contenidos en el citoplasma de los hongos y microorganismos fúngicos en disminución. Se calcula la presencia de 2 billones de bacterias por gramo de vermicompost (8).

### 1.2.2. Valor Fitohormonal

El humus de lombriz es un abono rico en hormonas, sustancias producidas por el metabolismo secundario de las bacterias, que estimulan los procesos biológicos de la planta. Estos "agentes reguladores del crecimiento" son:

- a) La *Auxina*, que provoca el alargamiento de las células de los brotes, incrementa la floración, la cantidad y dimensión de los frutos.
- b) La *Gibberelina*, favorece el desarrollo de las flores, la germinabilidad de las semillas y aumenta la dimensión de algunos frutos.
- c) La *Citoquinina*, retarda el envejecimiento de los tejidos vegetales, facilita la formación de los tubérculos y la acumulación de almidones en ellos (16).

## 1.3. Uso del Humus de Lombriz

El humus, como todo abono orgánico, se usa en primavera y otoño. Se extiende sobre la superficie del terreno, regado abundantemente para que la flora bacteriana se incorpore rápidamente al suelo.

Nunca se debe enterrar porque sus bacterias requieren oxígeno. Si se aplica en el momento de la plantación, favorece el desarrollo radicular, por otra parte, al hacer más esponjosa la tierra, disminuye la frecuencia de riego.

El humus puede almacenarse por mucho tiempo sin que se alteren sus propiedades, pero es necesario que mantenga siempre cierta humedad, la óptima es de 40%. La cantidad que debe aplicarse varía según el tipo de planta y su tamaño.

## **CAPITULO IV**

### **1. PRODUCCIÓN DE HUMUS**

#### **1.1. Condiciones Ideales para la Producción**

La sobre vivencia, el crecimiento y la reproducción exitosa de la lombriz en desechos orgánicos de la agricultura, en zonas urbanas, industrias o agroindustrias dependen de ciertos bioparámetros tales como: Temperatura, humedad, clase y fuente del sustrato, pH y compuestos químicos (1).

##### **1.1.1. Humedad**

Este es un factor de mucha importancia, que influye principalmente en la reproducción y fecundidad de las cápsulas o cocones, se a descubierto que una humedad superior a 85% es muy dañino para las lombrices, provocando que estas entren en un periodo de latencia que colateralmente afecta la producción de lombrihumus y la reproducción de biomasa. Las condiciones mas favorables, para que estas se reproduzcan, se presentan a una humedad del 80% siendo aceptable hasta un 70%, por debajo de esta humedad las condiciones se tornan desfavorables para las lombrices, por otro lado humedades por debajo de un 55 % son mortales (1).

##### **1.1.2. Temperatura**

Este factor influye directamente tanto en la producción, como en la reproducción y fecundidad de las cápsulas. Es considerada optima una temperatura que se encuentre entre

20-25 grados centígrados, cuando las temperaturas se encuentran entre los 20-15 grados, las lombrices entran en un período de latencia, dejando de reproducirse crecer y producir lombricompost, además que se alarga el ciclo evolutivo, debido a que los cocones (huevos) no eclosionan y pasan mayor tiempo encerrados en embriones hasta encontrar condiciones favorables, sucediendo lo mismo con las lombrices adultas, quedándose en este estadio por tener mayor resistencia a condiciones favorables (9).

### **1.1.3. pH**

Este factor esta ligado a la humedad y la temperatura, si estos dos factores son manejados adecuadamente, se puede controlar el sustrato siempre que el suelo contenga un pH alcalino. La lombriz acepta valores de 5-8.4, ya sea disminuidos o pasados a esta escala entra en etapa de latencia. Cuando el pH del sustrato es ácido, se desarrolla una enfermedad llamada Planaria (9).

### **1.1.4. Ubicación**

En el principio deben colocarse las lombrices, en una caja ecológica o una abonera, preferiblemente que sea un lugar de fácil acceso para las normales operaciones de riego y distribución de comida. Es necesario que este lugar este suficientemente aireado y libre de corrientes de aire frío o caliente.

### **1.1.5. Luz**

La lombriz roja teme a la luz, y los rayos ultravioletas la matan en pocos minutos, por esta razón la iluminación natural o artificial no debe de incidir en su hábitat.

## **1.2. Materiales Usados en la Producción**

### **1.2.1. Sustratos**

Entre los principales materiales para la producción de lombricompost, se menciona que la bobinaza es un material muy favorable, tanto para formar el sustrato inicial, como para utilizarlo de alimento para la lombriz durante el proceso del vermicompostaje.

El estiércol de ternero es de menor calidad que el de vaca, sobre todo el procedente de animales en granjas en donde se utilizan alimentos balanceados, con alto contenido de proteína que pasan en los excrementos.

El estiércol de caballo es un material muy utilizado, por ser uno de los alimentos favoritos de las lombrices.

Los desechos orgánicos que consume la *E. foetida* deben de cumplir con los siguiente requisitos:

La materia orgánica suministrada no debe de tener niveles superiores al 19% de proteína, debido a que se produce una intoxicación proteica.

Se debe de controlar bien las fermentaciones, pues la liberación de amoníaco altera el proceso digestivo de la lombriz y dificulta la oxigenación del lecho.

Las fibras, básicamente aportan carbono (celulosa), como las cáscaras de cereales y la cama de caballo. Se emplean para acondicionar el material, haciéndolo más esponjoso y aireado, facilitando su fermentación. Además, una vez finalizado el proceso de elaboración, dejan finas partículas de fibra que mejoran las cualidades agrícolas del material.

Hay ciertas reglas que se deben cumplir en el tratamiento de los residuos orgánicos. Si estos no se acondicionan bien, las lombrices tardarán en ingresar al alimento, lo que resulta antieconómico.

Todo estiércol se debe desmenuzar, mezclar con fibra y posteriormente picar. Aunque haya estado acumulado por un tiempo en el establo, si no se mezcla y airea no fermentará.

No es conveniente adquirir estiércoles viejos (con más de 20 días de producidos) porque el material tendrá un pH más ácido y favorecerá la aparición de plagas. Se suelen indicar largos períodos para la maduración de los distintos tipos de estiércoles. Por ejemplo, 6 meses para el estiércol vacuno y 12 a 16 meses para el de aves. Este plazo es excesivo por los riesgos que se presentaron anteriormente; y porque después de una maduración tan prolongada, queda muy poca proteína a disposición de las lombrices.

Al estiércol de cama de pollo se lo debe dejar secar un poco, y para que no se apelmace, agregar cáscara de arroz y picar.

La fibra (de la viruta, cáscara de arroz) ayuda a que el estiércol quede más esponjoso y aireado, acelerando la fermentación. De esta forma se puede manejar cualquier tipo de estiércol. El estiércol y la panza de matadero, se mezclan con un 20-30% de fibra.

El pasto y las hojas no son un buen sustituto de la fibra de arroz, o madera, en las unidades de producción. Son muy difíciles de degradar, porque necesitan mucho oxígeno. Es preferible hacer una pila y manejarla con la técnica de compostaje tradicional.

Los residuos domésticos son pastosos y cuesta picarlos. Una alternativa es mezclarlos con viruta de madera y un poco de humus (si no se cuenta con cama de caballo o cáscara de arroz) para mejorar la fermentación. Luego se los cubre con un cm de aserrín para que no atraigan a las moscas.

La viruta puede ser de álamo o sauce. Es el material que se emplea en los establos. No usar virutas resinosas o con tanino porque estas no son muy absorbentes y pueden teñir al animal.

La viruta, la cama de caballo y la cáscara de arroz, no requieren un compostaje previo. En el caso de la cama de caballo, la orina se va evaporando, pero la que queda se convierte también en nutriente para las lombrices.

### **1.2.1.A. Tipos de Estiércoles de Corral**

Existen diversos tipos de estiércoles de animales que son aconsejables:

- a) Estiércol de equino: es óptimo por su alto contenido de celulosa.
- b) Estiércol de vaca: es muy bueno para utilizarlo como substrato inicial y alimento durante la producción.
- c) Estiércol de ternero: es análogo al de vaca, pero se recomienda más el anterior.
- d) Estiércol de ovino: es bastante bueno, aunque difícil de encontrar. Tiene el inconveniente de que se suele mantener en los corrales por períodos prolongados, lo que provoca un apelmazamiento por la pisada de los animales. Se lo puede

acondicionar regándolo durante varios días seguidos y después mezclándolo con fibra. Tiene un período de maduración bastante corto.

- e) Estiércol de porcino: El que procede de explotaciones intensivas de cerdos es muy rico en proteínas. No es aconsejable el estiércol fluido, pero sí la parte sólida que se obtiene cuando se trata el estiércol fluido.
- f) Estiércol de conejo: constituye un alimento óptimo, ya que se puede disponer rápidamente de él si se lo mezcla con un poco de fibra y se lo oxigena un poco antes de utilizarlo (8).

### 1.2.2. Terreno

Para iniciar una explotación con futuro comercial, se requiere de un terreno no menor de una hectárea, de lo contrario se hace muy incomodo el laboreo. Debe estar cercado y poseer agua de red o de pozo no salobre. El terreno debe estar ubicado en un lugar accesible a los camiones que transportarán la materia prima y retiraran el humus elaborado.

### 1.2.3. Máquinas y herramientas

- a) *Picadora* para moler la materia prima (estiércol y fibra).
- b) *Desterronadora* para desmenuzar el humus en bruto.
- c) *Carretillas* para el transporte de estiércol a las cunas y para extraer el lombricompuesto (hasta adquirir una pala mecánica).
- d) *Rastrillos* de puntas largas y redondeadas para remover el estiércol (o la materia orgánica que se utilice).
- e) *Horquillas* de mango largo, 4 puntas redondeadas (para no lastimar a las lombrices) para suministrar la comida a las cunas.
- f) *Horquillas tipo carbonera* de 15 dientes para extraer las lombrices.
- g) *Palas anchas*
- h) *Manguera para riego* de las camas (8).

Cobertura para el piso de las cunas:

El piso de las cunas no requiere una cobertura de polietileno como se recomienda a menudo, pero cuando se emplean palas mecánica es útil que las hileras de cunas tengan un piso de hormigón.

Cobertura para la parte superior de las cunas:

*1 rollo de media sombra* de 5m de ancho (100 m de largo) Se coloca sobre la cuna para brindar protección contra depredadores y conservar la humedad.

*Tableros* de 30 cm de ancho de chapa, madera (no es conveniente de ladrillos ya que no se pueden movilizar).

#### **1.2.4. Lombrices**

Para un terreno de 10.000 m<sup>2</sup>, deseándose llegar a instalar la totalidad de las cunas y a la ocupación máxima del terreno (unos 5.000 m<sup>2</sup> de cunas sin incluir caminos) en un año, se puede comenzar con dos cunas (de 1,80 por 3,60 m) que se iniciarán con 20 núcleos (de unas 15.000 lombrices visibles cada uno).

Por lo general, la materia prima (estiércol proveniente de tambos, mataderos, criaderos de cerdos, granjas avícolas, desechos vegetales) es gratuita, se obtiene por canje o su recolección implica un costo para la fuente proveedora.

#### **1.2.5. Personal**

El personal necesario para mantener una granja comercial, es un empleado fijo y un jornalero para las actividades de armado de cuna y cosecha.

### **1.3. Actividades a Realizar en la producción**

#### **1.3.1. Incubación de las Lombrices**

Una vez preparado el lecho, se procede a introducir las lombrices, se recomienda iniciar con un mínimo de 1,500 lombrices por metro cuadrado. Estudios realizados demuestran que la descomposición de la materia orgánica y la densidad de lombrices están

directamente relacionadas. Es por ello que, si se desean obtener resultados pronto se recomiendan siembras hasta de 3 kg de lombriz pura, por metro cuadrado.

La Coqueta Roja puede sembrarse en un terreno de tres formas:

- a) La más segura es enterrando las cápsulas en bolsas de semilleros de café, forestales, o en cualquier otra especie y en macetas de plantas.
- b) Si existe bastante estiércol o materia orgánica, las lombrices pueden enterrarse directamente en el suelo, pueden enterrarse las lombrices adultas, directamente en el campo; el problema que surge cuando se utiliza ese método, es que deben de tenerse suficientes lombrices y materia orgánica para cubrir gran cantidad de terreno.
- c) Pueden introducirse las lombrices en una abonera que ya esté lista, y al momento de aplicarla al campo estaremos sembrando las lombrices (17).

### **1.3.2. Alimentación**

Pasados 25 a 30 días, de haber realizado la siembra de las lombrices, se debe de iniciar el suministro del alimento en forma de capas, y continuar suministrandolo con capas de 5 a 10 centímetros de grosor, con intervalos de 15 a 20 días para asegurar que estas consuman el alimento anterior en su totalidad. La Lombriz Roja Californiana se alimenta con toda clase de materia orgánica: rastrojo de milpa, hojas secas, vainas de frijol, papel, viruta, aserrín, de preferencia estiércol entre otros (3).

### **1.3.3. Riego**

La cuna debe regarse con regularidad teniendo en cuenta la época del año. En el período otoño-invierno, se riega (siempre que no llueva) una o dos veces por semana (durante un minuto) y en verano todos los días (durante 40 segundos). La humedad más apropiada es la que está alrededor del 80% y la temperatura debería oscilar entre los 20-30° C (no debe superar los 32°C).

La humedad del medio es óptima cuando al apretar un puñado de material totalmente húmedo no caen gotas (16) . Las lombrices pueden sobrevivir con menos

humedad, pero disminuye su actividad. Una humedad superior al 85 % es perjudicial, ya que se compactan los lechos y disminuye la aireación. Por otra parte, los riegos excesivos arrastran las proteínas, perdiendo el alimento, parte de su valor nutricional.

Los micro aspersores no son indicados para el riego, debido a que no proporcionan un control suficiente sobre la cantidad de agua esparcida. Conviene regar en forma manual con un aspersor tipo ducha. La lluvia no afecta, salvo que se produzcan inundaciones.

Lo que interesa regar son los 10-15 cm superiores de la cuna ya que allí se encuentran la mayor parte de las lombrices alimentándose, pero no importa que un cm de la parte superior este seco.

#### **1.3.4. Extracción de las Lombrices**

El ciclo de producción en la cuna es de 3 meses. Cuando falten de 15 a 7 días para realizar la cosecha, se alimenta a las lombrices con un *cebo* para atraer al mayor número de las mismas a la superficie de la cuna y proceder a su extracción. Una fórmula desarrollada por Juan Carlos Magnano, es mezclar el material con un 3% de grasa refinada rayada. También se puede emplear borra de café o melaza.

Para extraer las lombrices, se coloca sobre la cuna, entre 3 y 4 cm de cebo. Se moja y se lo cubre con la media sombra. Al cabo de 72 horas, el cebo se llenará de lombrices. Con una horquilla carbonera se sacan de 5 a 7 cm de la capa superior. Este material constituye un nuevo núcleo que se podrá usar para sembrar una nueva cuna.

#### **1.3.5. Cosecha de Humus**

Una vez retirada la mayor parte de la población de lombrices de la cuna, se extrae el humus inmediatamente. Es importante tener presente que, para que la actividad sea rentable, las cunas deben manejarse como *unidades de producción de humus con un ciclo de tres meses*, al cabo del cual el lumbricompuesto es extraído rápidamente aunque no esté totalmente listo.

El proceso de homogenización se completa, en tres o cuatro meses, por acción de las bacterias, y de las lombrices que no fueron extraídas al realizar la cosecha. Este tiempo es

demasiado breve para que eclosionen los cocones inmaduros y para permitir que la totalidad de las lombrices rezagadas puedan retirarse antes de pasar por el proceso de desterronado y tamizado del material. Las pérdidas pueden rondar el 20% o más. Estas pueden disminuir si se tiene la precaución de colocar, junto a la pila de *post-elaboración*, una franja de estiércol para atraer con su olor a las lombrices rezagadas.

La pila de post-elaboración se puede dejar a la intemperie durante algunos meses, lo cual mejora progresivamente la calidad del producto. En un envase que deje entrar un poco de aire y con un 40 % de humedad, el humus mantiene sus cualidades durante muchos años.

Para tener sólo una referencia orientativa, por cada tonelada de alimento que se coloca en una cuna, en el período productivo, se extrae media tonelada de humus en tres meses de actividad. En el *período de expansión* (ver más adelante) este resultado lleva más tiempo

Un metro cúbico de humus pesa un 500 Kg. Su peso específico es de 0,5-0,6. Si supera estos valores puede contener tierra ( peso específico 1) (8).

### **1.3.6. Control de Plagas y Enfermedades**

La lombriz Californiana es un animal muy confiable, dado que no sufre ni trasmite enfermedades. Tampoco produce impacto ecológico ante una eventual fuga a un medio natural. En cambio, es común encontrar daños ocasionados por las condiciones de la cuna.

Puede ocurrir que el hábitat sea alterado por la acción de bacterias, aire, calor o frío, así como también, escasez o abundancia de agua. Otras causas pueden ser: Lesiones e infecciones producidas por acción de insectos o parásitos, la presencia de moscas y mosquitos, cien piés, bichos bolita u hormigas.

Si la lombriz es herida cerca del clitelo puede infectarse y morir. La muerte del animal provoca una pequeña fermentación que causa daño a otras lombrices.

La presencia de sustancias nocivas en la comida, puede provocar una disminución de las lombrices y una pérdida de peso. En algunos casos, afectan la musculatura de las lombrices impidiendo su locomoción o el apareamiento.

Intoxicación proteica o "gozo ácido". Este es un síndrome desencadenado por la presencia de un alto contenido de sustancias proteicas (no transformadas) en el alimento de las lombrices. Al ser atacadas estas proteínas por las enzimas digestivas de la lombriz, se produce amonio que inflama al animal y le provoca la muerte.

Para tener un buen criadero, es necesario tomar las siguientes normas de prevención:

- a) Probar siempre el nuevo material, poniendo durante dos días algunas lombrices y controlando su estado de salud.
- b) Controlar la temperatura y el agua.
- c) Cuando se incorporen harinas comerciales o alimentos más fuertes, echarlos con precaución y en pequeñas cantidades.

El hombre se encuentra entre los principales enemigos de la lombriz. En estado silvestre, las daña con el uso de antiparasitarios, insecticidas y abonos químicos. En el criadero, los parásitos son un indicador de un manejo incorrecto por parte del lumbricultor (por lo general baja humedad y lechos demasiado ácidos).

Los escarabajos, moscas, ácaros rosa, gorgojos, bichos bolita, babosas, compiten con las lombrices en el consumo del material alimenticio y alteran las condiciones del medio. No existen medios físicos eficaces para su control, salvo evitando que se instalen las colonias de parásitos mediante un buen manejo de las unidades de cría.

Cierto tipo de hormigas ingiere los azúcares de los alimentos destinados a las lombrices.

Entre los depredadores directos, se encuentran las ratas, ratones, serpientes, sapos, pájaros, topos, ciempiés, milpiés, y algunos otros, que pueden causar serios daños en el criadero si no se colocan defensas apropiadas.

Los pájaros encuentran a las lombrices con facilidad, excavando la tierra con sus patas y pico, por lo que el lumbricultor deberá cubrir el lecho con ramas o redes media sombra. De este modo se obtendrán dos beneficios: se protege al plantel, del ataque de los pájaros, y se evita la excesiva evaporación manteniendo regulada la humedad.

Las hormigas rojas y los ratones se comen a las lombrices, pero se los puede mantener alejados manteniendo una humedad del 80 % en los lechos de cría.

La planaria causa daños muy importantes en los criaderos comerciales. Se trata de un pequeño gusano platelminto, de cuerpo plano, de color oscuro con rayas a lo largo del cuerpo. Este parásito se adhiere a la lombriz y mediante un tubo absorbe sus líquidos corporales matándola.

Dado que las planarias se desarrollan y comienzan a depredar a las lombrices cuando el pH del medio desciende a menos de 7.5, es recomendable evitar estiércoles viejos (con más de 20 días de haber sido producidos).

## **CAPITULO V**

### **1. DESCRIPCIÓN DEL DEPRADOR**

#### **1.1. Artrópodos**

##### **1.1.1. Descripción del filo artrópoda**

Según el concepto de la mayoría de zoólogos en el ámbito mundial, desde el punto de vista biológico el filo artrópoda es el más próspero de todos los filo animales, a este filo pertenecen siete diferentes clases, las cuales representan tres cuartas partes de los animales conocidos (4).

##### **1.1.2. Principales Características según Vellee y colaboradores (15).**

- a) Son proterostomados de simetría bilateral.
- b) Cuerpo segmentado, por lo común alargado dividido en segmentos externamente visibles.
- c) Extremidades articuladas de diversos tamaños.
- d) Exoesqueleto de quitina dura secretado por la epidermis, y que se muda a ciertos intervalos.
- e) Reproducción sexual, dioicos por lo común; a menudo presentan dimorfismo sexual, fecundación generalmente interna por medio de huevecillos

Además de la clase Insecta y Crustacea, el Filo Artrópoda incluye el subphylum Urinamia que incluye las clases: Diplópodos, Chilopodos, Symphyla y Paraupoda (15).

### **1.1.3. Subfilum Urinamia**

Esta es la división donde mas numero de especies se encuentran en los artrópodos, a ella pertenecen los Cien Pies, Mil Pies e insectos.

Todos los de este phylum poseen solo un par de antenas, el primer par de apéndices alimentarios son las mandíbulas, seguidos por uno o dos pares de maxilares, algunas especies poseen forcípulas venenosas, o glándulas repugnantes las cuales cumplen funciones depredadoras o defensivas (15).

### **1.1.4. Clase Symphyla:**

A esta clase pertenecen los cien pies de jardín comunes en el medio, estos presentan un cuerpo alargado, aplanado dorsoventralmente, el cual se encuentra dividido en cabeza y tronco (4).

La cabeza esta compuesta por un par de antenas, un par de mandíbulas y dos pares de maxilas, de los que el posterior esta fusionado para formar un labio inferior.

El tronco con 12 pares de patas; el largo del cuerpo varia entre 2 y 10 mm., no poseen ojos, patas con seis artejos. Son terrestres, viven en lugares húmedos y en presencia de humus (15).

## **CAPITULO VI**

### **1. DESCRIPCIÓN DE LOS METODOS DE CONTROL**

#### **1.1. Solarización**

##### **1.1.1. Antecedentes del solarizado**

La técnica de la solarización fué desarrollada en Israel, y difundida por todo el mundo en la década de los 70, desde estos tiempos ha sido aplicado a los cultivos de campo y a viveros, tomando un mayor auge conforme el paso de los años (13).

En el mundo esta técnica ha sido utilizada con la finalidad de controlar ciertas plagas del suelo, se han realizado estudios acerca de esto en países como Estados Unidos,

Nicaragua, El Salvador, Costa Rica y México. En Guatemala también se han desarrollado investigaciones con la finalidad de valorar el efecto que ejerce el solarizado en el suelo, así como también se han realizado trabajos acerca del tiempo óptimo de exposición a la radiación solar del suelo y el calibre de película adecuada (13).

### **1.1.2. El Solarizado**

Se puede definir al solarizado como un “método de control de plagas del suelo, el cual utiliza la radiación solar con el fin de aniquilar varios organismos nocivos que se encuentran en el suelo tales como hongos, insectos, semillas de malezas, nematodos y otros” (13). Es un proceso hidrotermico basado en la utilización de películas de polietileno transparentes que se colocan en la superficie del suelo debidamente preparado con cierto grado de humedad, el cual al momento de exponerlo a la radiación solar durante las temporadas donde las temperaturas alcanzan los niveles mas altos, se incrementa la temperatura a nivel del suelo debido al paso de la radiación solar a través de las cubiertas que son absorbidos por el suelo húmedo, creándose un efecto similar al de un invernadero, lo cual da como resultado la pasteurización, que es la que ejerce el control de las plagas del suelo. No obstante, el control de patógenos del suelo, con la utilización de esta técnica se logran efectos benéficos sobre las características del suelo en lo referente a fertilidad y aumento en la cantidad de microorganismos antagónicos a los patógenos a las plantas (13).

### **1.1.3. Principios del solarizado**

La mayoría de fitopatógenos tienen carácter mesofílico por lo tanto son incapaces de sobrevivir a temperaturas mayores de 31° C, por lo tanto son eliminados por las temperaturas alcanzadas durante el calentamiento solar del suelo húmedo bajo las capas de polietileno. Algunos organismos termo tolerantes o termofílicos, usualmente sobreviven a la solarización, no obstante, todos si no son inactivados por el calor pueden ser vulnerables a cambios poblacionales de otros organismos que ejercen un control biológico natural sobre los patógenos (2).

De acuerdo con Rios Recinos, E. (13), el solarizado funciona bajo los siguientes principios:

- a) El solarizado es un método hidrotérmico que depende de la capacidad del suelo para conducir calor.
- b) El solarizado esta en función del tiempo y la temperatura, habiendo una relación directa entre estas dos. El efecto dependerá del tiempo de exposición y de la temperatura del suelo.
- c) La eficiencia del solarizado para desinfectar e incrementar el crecimiento y desarrollo de las plantas, esta en función de la estructura, color del suelo, temperatura del aire, duración del día, intensidad de la radiación solar y capacidad de transmisión de los rayos en la capa de polietileno; mientras más delgada sea la película habrá mayor transmisión de radiación solar.
- d) Para mantener la sensibilidad termal del suelo, este debe mantenerse húmedo el mayor tiempo posible mientras la cobertura se encuentra establecida.

#### **1.1.4. Producción de calor**

La producción de calor esta determinada de acuerdo a la temperatura del suelo, la cual esta en función de diferentes factores como:

- a) Tiempo de Exposición.
- b) Frecuencia de radiación.
- c) Temperatura de la superficie del suelo.
- d) Intensidad de radiación.
- e) Humead del suelo.

El calor en el suelo se ve grandemente favorecido por la acción que ejerce el polietileno, debido a la eliminación de la evaporación y al efecto invernadero que este proporciona. El suelo almacena calor durante el día y en la noche baja la gradiente termal, dando como resultado un ciclo reversible del flujo del calor (14).

Conjuntamente otras variables que se relacionan con la producción de calor son: temperatura y humedad del aire, velocidad del viento y las características del suelo como:

color y textura. La mayor parte de la energía es transmitida al suelo en forma de calor, sin embargo; la que no es absorbida es reflejada hacia la atmósfera (14).

### **1.1.5. Características del polietileno transparente**

El polietileno debe de ser transparente para que los rayos solares entren con mayor facilidad y así tener mayor transmitancia.

El polietileno ofrece ventajas como su bajo costo, es resistente a productos químicos, buena reflexión y flexibilidad, no tiene olor y no es tóxico. Tiene una densidad de 0.92 gr/cc.; es transparente a la luz del espectro entre 0.4 – 36 milimicras, baja permeabilidad de gases que se producen en el suelo (13).

### **1.1.6. Principales Condiciones Para La Solarización**

El proceso de solarizado requiere de ciertas condiciones para que sea efectivo, entre estas se encuentran las siguientes según Barillas Muños, M.R. (2):

La cobertura del suelo con el polietileno debe de efectuarse antes de la siembra, para que no se den daños a la plantación ya establecida.

El suelo debe de permanecer húmedo durante el tiempo que se encuentra cubierto, para incrementar la sensibilidad termal y la conducción de calor.

El suelo debe de ser preparado adecuadamente con el objetivo de evitar la formación de agregados que den mayor espacio entre ellos y disminuya la capacidad conductora de calor del suelo.

Es indispensable que el plástico se encuentre en contacto con el suelo para evitar cámaras de aire que reducen la conducción de calor.

El proceso requiere de un mayor tiempo para lograr un control más eficiente de los patógenos de las capas mas profundas, donde la temperatura será menor.

Para el proceso se recomienda polietileno transparente y lo más delgado posible, para que la conducción de radiación solar al suelo sea mayor.

### **1.1.6.A. Humedad del suelo**

El efecto hidrotermal dentro del solarizado es también importante como la temperatura. La temperatura del suelo se incrementa con la humedad, actividades celulares de las semillas y de crecimiento de microorganismos son favorecidas con la humedad haciéndolos más vulnerables al efecto letal de las altas temperaturas asociadas a la solarización (2).

Según investigaciones realizadas la solarización suele ser más efectiva cuando el suelo se encuentra saturado de agua a una capacidad de campo del 70% en la capa superior hasta una profundidad de 60 cm. (2).

### **1.1.6.B. Intensidad de la radiación solar**

Por lo general una mayor intensidad de la radiación solar conlleva a que la temperatura del suelo sea mayor con lo que consecuentemente disminuyen las poblaciones de plagas. La solarización es más efectiva en localidades con estaciones de clima con altas temperaturas del medio y del suelo, días largos y vientos fuertes.

### **1.1.6.C. Temperatura y profundidades del suelo**

Como se menciona anteriormente, existe una relación directa entre el tiempo de exposición a la radiación solar y la temperatura alcanzada del suelo, así como también las altas temperaturas están relacionadas con una mayor eficiencia del solarizado para el control de patógenos. Es importante saber que el calentamiento del suelo por la solarización es mayor en la superficie y decrece con la profundidad. Las temperaturas máximas se encuentran generalmente entre 22-52 grados centígrados a una profundidad de 5 cm, y de 32-36 grados a 45cm. Estudios realizados indican que el control se da entre los 10-30 cm. (2).

### **1.1.7. Control de patógenos del suelo**

La incidencia de enfermedades en las plantas que crecen en terrenos que han sido sometidos al solarizado o a procesos de tratamiento de suelos, resulta de los efectos ejercidos de estos sobre cada uno de los tres componentes vivientes de la enfermedad que son: hospedero, patógeno y microorganismo, así como en el medio físico y químico que a su vez afecta la actividad y las interrelaciones entre los organismos (14).

El efecto del solarizado se da en él incremento de la temperatura del suelo que da como resultado las mermas en las poblaciones de microbiales, en la composición química y estructura física del suelo, altos niveles de humedad conservados y cambios de la composición gaseosa de la tierra (13).

### **1.1.8. Efectos del solarizado**

- a) Estimula el crecimiento de micorrizas y otros organismos benéficos. Poblaciones antagónicas se incrementan debido al debilitamiento y muerte de células de los patógenos.
- b) Se han reportado incrementos en las poblaciones de bacterias del tipo *Streptomyces* que reducen las poblaciones de patógenos del suelo.
- c) Aumenta la cantidad de nutrientes asimilables por las plantas y aumenta la cantidad de bacterias del tipo *Rizobium* y *Bacillus* contribuyendo a un marcado crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos.
- d) Incrementa los macro y micro nutrientes en solución del suelo, destrucción de sustancia fitotóxicas, se mejoran los agregados del suelo y se han reportado grandes incrementos en la concentración de nitratos, y elementos como el cloro, potasio, magnesio y sodio (2).

### **1.1.9. Ventajas del Solarizado**

- a) Elimina gran cantidad de patógenos del suelo.
- b) Influye en la fertilidad de los suelos favoreciendo el crecimiento de las plantas.

- c) Favorece el crecimiento de organismos benéficos.
- d) Es un método económico y no contaminante.
- e) Tiene un efecto termal desinfectante por un largo tiempo.

#### **1.1.10. Limitaciones del solarizado**

- a) En áreas extensas se necesita de maquinaria para su aplicación.
- b) En cultivos en donde el agricultor puede sembrar durante todo el año su uso se restringe ya que el suelo debe de estar libre de cultivo durante el proceso. Navarro, J.R. citado por (2).

#### **1.1.11. Duración del Efecto de Solarización**

El solarizado como método de desinfección se ha extendido a varios campos de la agricultura por los buenos resultados obtenidos en el control de patógenos y en los efectos laterales benéficos que se han extendido hasta más de un año después del tratamiento, si evidenciar reinfestación (14).

### **1.2. Trampas de Agua**

Las trampas de agua son una parte importante en el manejo integrado de plagas (MIP), siendo un factor elemental dentro del control cultural de este. En la actualidad se utilizan distintos estilos de trampas de agua, los cuales varían en tamaño, forma y diseño, de acuerdo a la plaga a la que se enfoca su uso. Por lo general el uso de las trampas de agua requieren como auxiliar, algún tipo de atrayentes entre los cuales pueden mencionarse: las feromonas, atrayentes visuales como el color amarillo (en el control de áfidos) o simplemente se colocan como trampas de caída sobre el perímetro de cualquier cultivo o área que se desea proteger, del ingreso de determinado insecto que tenga hábitos terrestres.

Con el uso de las trampas de agua, los agricultores pueden determinar la presencia de las plagas y manejar de una forma racional los agroquímicos de control.

### 1.2.1. Como Funcionan las trampas de agua

La atracción que ejerce el material vegetal o el atrayente que se encuentra en el soporte interno hace que los insectos traspasen el límite y caigan dentro del recipiente plástico, el cual contiene agua para evitar que los insectos escapen. En algunos casos se utiliza detergente para romper la tensión superficial del agua y hacer mas fácil el hundimiento de los insectos, así como también se le puede adicionar glicol para que la evaporación del agua sea mas lenta (10).

## CAPITULO VII

### 1. LOMBRICULTURA EN FINCA SAN SEBASTIAN

En Finca San Sebastián, se cuenta actualmente con 5 diferentes unidades productivas, las cuales son: Producción de café, leche, macadamia, rosas (flores de corte) y espárrago; cada una de ellas, dentro de su proceso productivo, generan subproductos o desechos orgánicos que si no se utilizaran, pasarían a ser únicamente desechos y/o contaminantes del ambiente, sin ningún valor económico o material. Pero en la finca, cada uno de estos “desechos”, están siendo utilizados actualmente en la producción de humus, con la utilización de la lombriz Coqueta Roja (*Eisenia foetida*).

Dentro de los desechos o subproductos que se obtienen pueden mencionarse:

- a) Subproductos de la producción de café: pulpa, cascabillo, material picado de *Grevillea* (*Grevillea robusta*); proveniente de la regulación de sombra después de ser pasado por máquina trituradora de madera.
- b) Subproductos de la producción de leche: estiércol bovino, material proveniente de las camas o lechos de terneros.
- c) Subproductos de la producción de macadamia: cáscara de macadamia(concha).
- d) Subproductos de la producción de rosas: material proveniente del manejo de tejidos, material proveniente de trabajos culturales/sanitarios.
- e) Subproductos de la producción de espárrago: follaje proveniente de las podas para producción.

En el año de 1,996 la Finca San Sebastián compró las primeras lombrices y se inicio el proceso productivo de elaboración de lombricompost, teniendo como objetivo crear una agricultura sostenible donde se pueda aprovechar al máximo los subproductos, el espacio físico y el tiempo en la producción de humus.

El proyecto se inicio con la compra de 10,000 unidades de lombriz Roja Californiana (*Eisenia foetida*), cuyo pie de cría se importó del Perú. El proceso productivo utilizado se detalla a continuación:

## **1.1. Producción de Humus**

### **1.1.1. Lombrizarios**

Los cajones o lombrizarios donde se colocan las lombrices, son hechos con material reciclado, proveniente de invernaderos en mal estado y de piezas de madera que ya no se pueden utilizar en construcción. La medida es de 1.3 m. de ancho por 17.5 m. de largo y 0.9 m.. de alto, teniendo cada uno la capacidad de 19.7 m<sup>3</sup>.(ver figura 1)

En su interior se coloca plástico de 0.006 pulg., que sirve como canal de conducción para el agua que drena y para evitar la migración de la lombriz. Se cuenta con un total de 20 cajones, los cuales se encuentran dentro de un invernadero que mantiene la temperatura durante la noche, evita problemas con aves y excesos de lluvia en el invierno, además de proveer a las lombrices temperatura en los lechos de 22 – 28 °C, la cual es ideal para la reproducción de las mismas. De alguna manera, los invernaderos también aíslan a las lombrices de algunos predadores.



Figura 1. Lombrizarios en Finca San Sebastián.

Los cajones poseen una pendiente del 1%, para facilitar el drenaje del agua y en su parte mas baja, poseen un depósito para recibir este efluente rico en ácidos húmicos y microorganismos benéficos, que después son utilizadas en aplicaciones foliares en las Rosas o como acelerantes en la descomposición de materia orgánica.

### 1.1.2. Lechos o Camas

Para la elaboración de los lechos se utilizan los siguientes subproductos en las partes indicadas:

<b>SUBPRODUCTO</b>	<b>RELACION (Partes)</b>
Gravilea triturada .....	2
Cascara de macadamia .....	1
Material picado rosas.....	1
Follaje esparrago .....	0.5
Estiércol bovino .....	6

Todos estos materiales se colocan por capas, haciendo camellones de 5 m. de largo por 1.0 m. de ancho y 0.80 m. de alto (ver figura 2), a los cuales se les aplica agua 4

veces por semana, tratando de mantener la humedad elevada para favorecer la descomposición y evitar que la temperatura aumente. Una vez por semana, se les da vuelta a los camellones con el fin de ventilarlos y de no permitir que se eleve la temperatura. El número de veces que se les debe dar vuelta a los camellones y que se les debe regar, depende de la temperatura que alcancen los mismos, no se debe permitir que la temperatura sobrepase los 50 °C, para que la materia orgánica no se convierta en cenizas.



Figura 2 . Camellones de material usado como lecho.

A las cuatro semanas, los camellones ya han iniciado la descomposición y pueden ser utilizados como lechos en los cajones donde se “siembran” las lombrices. Si se utiliza como lecho un material no adecuado, puede ocurrir una alta mortalidad de lombrices, debido a las elevadas temperaturas, producto de la fermentación y altos contenidos de amoníaco.

Cabe mencionar que los lechos iniciales poseen un relación mas alta en estiércol bovino, ya que a las lombrices les gusta como alimento y ayuda a que se inicie la reproducción después de la siembra.

Si en algún momento se tiene duda sobre sí el lecho ya está de punto para colocar lombrices, se puede hacer una prueba en un cajón pequeño y un número reducido de

lombrices, colocándolas en el material y observando lo siguiente: si estas no se introducen en el material inmediatamente y buscan las orillas del cajón, y en casos mas severos mueren, significa que el material no esta listo. Si por el contrario las lombrices se introducen buscando el fondo, y en los primeros días se observa que hay huevos, significa que el material es adecuado y esta en condiciones para ser utilizado como lecho de la lombriz.

### 1.1.3. Siembra

Después de colocados los lechos en los cajones, aproximadamente una capa de 10 cm. de espesor por todo el largo del cajón, se procede a la siembra de lombrices provenientes de trampas quitadas de cajones que están por “cosecharse”. La cantidad de lombrices que se extraen de un cajón, al “cosecharse”, es suficiente para la “siembra” de 3 cajones nuevos. La cantidad que se “siembra” en un cajón es de aproximadamente de 5 a 8 mil lombrices adultas.

### 1.1.4. Alimentación

La alimentación de las lombrices se realiza utilizando los mismos materiales que en los lechos, solo que en diferentes relaciones, el tipo de alimento puede variar según la época del año y la disponibilidad de los diferentes subproductos; sin embargo en la mayoría de los casos, el alimento está constituido por los siguientes subproductos y sus partes:

<b>SUBPRODUCTO</b>	<b>RELACION (Partes)</b>
Gravilea Triturada .....	2
Cáscara de Macadamia .....	1
Material Picado Rosas.....	1
Follaje Espárrago .....	0.5
Estiércol Bovino .....	3



Figura 3 . Alimento mezclado y preparado para las lombrices.

De la misma manera como se elaboran los lechos, el alimento lleva el mismo proceso y se les ofrece a las lombrices hasta que ha sufrido cierto grado de descomposición. La lombriz tiene la capacidad de transformar, casi cualquier desecho orgánico sin previa descomposición; sin embargo es recomendable proporcionarle el material que va a transformar con cierto grado de descomposición para acelerar la producción de humus.

La frecuencia de alimentación es 2 veces por semana, aplicando una capa de aproximadamente 5 cm., a todo lo largo del cajón. Es importante que la capa superior del alimento, esté “trillada”, con bastante material fino, lo cual significa que las lombrices están comiendo bien y que el alimento es de su agrado, incluso se verán lombrices a pocos milímetros de profundidad. Si es demasiado el material fino, quiere decir que la cantidad del alimento, o la frecuencia de alimentación, debe aumentarse.

#### **1.1.5. Riego**

El riego se hace de forma manual, con una manguera, aplicando agua directamente sobre los cajones. La cantidad de agua por aplicar y la frecuencia del riego, dependerá de las condiciones del tiempo; tratando siempre, que la humedad del alimento se mantenga entre 75 – 85 %. Así, en días muy soleados con altas temperaturas, se debe aplicar agua

por lo menos dos veces al día, de preferencia en las horas de mayor temperatura.. También es importante, determinar la temperatura de la capa superior del cajón tratando que no sobrepase los 25<sup>0</sup>C., esto con el fin de que las lombrices, no sufran de stress térmico y migren a las capas inferiores, buscando menores temperaturas, lo cual trae como consecuencia una disminución en la reproducción.

#### **1.1.6. Cosecha de Humus**

La cosecha del humus se lleva a acabo, aproximadamente, a los 2.5 - 3 meses de “sembradas” las lombrices, cuando el cajón llega al limite de su capacidad.

Para poder extraer el humus, primero se realiza el trampeo para recolectar el mayor número de lombrices del cajón. Esta actividad se realiza dejando, por dos días consecutivos, el cajón sin riego, y luego colocando cinco porciones, o trampas, de estiércol bovino fresco, de aproximadamente 40 cm. de diámetro y 5 cm. de espesor, distribuidas en lugares diferentes. Estas trampas se riegan a diario, teniendo la precaución de que el agua de riego, no se filtre a los perfiles inferiores del cajón. Con esto se logra que las lombrices se movilicen únicamente a las trampas: único lugar con humedad en ese momento. Aproximadamente al tercer día, la trampa se encuentra llena de lombrices, por lo que se procede a removerla del cajón, utilizando una pala y depositando la misma en una carreta junto a las demás trampas, para llevarlas a un nuevo cajón.

Dependiendo del número de lombrices que tenga el cajón, y la forma que realice el trampeo, se deberá repetir este por una o dos semanas, hasta que la cantidad de lombrices atrapadas en las trampas sea insignificante.

Cabe mencionar que en la trampa, debe usarse el material que más les guste a las lombrices, naranjas, estiércol de caballo, cáscara de papaya, etc., o sea utilizando el material con que se cuente y que sea de mayor gusto para las lombrices.

Debido a que hay materiales muy lignificados en el alimento, como lo son los tallos de rosas y algunos trozos de gravilea, al extraer el humus siempre aparecen algunos pedazos de los mismos, por lo que dependiendo del uso que se le vaya a dar al mismo, se tienen dos formas de prepararlo:

- a) Tal y como sale del cajón: es cuando se vá utilizar en la preparación de tablones de rosas o en la incorporación en cafetales pequeños. La ventaja de este método reside en que el producto obtenido contiene materia orgánica de liberación rápida, que sería el humus; y materia orgánica de descomposición lenta, que sería el material semilignificado, no descompuesto totalmente.
- b) Cerniendo el material con un tamiz de  $\frac{1}{2}$  pulgada y colocándolo en sacos, esto cuando se utilizará en mezcla física con fertilizantes químicos en aplicaciones a macetas, rosales, cafetales pequeños y para la venta en bolsas para jardín, conteniendo el lombricompost en presentación de 25 Lb. El material cernido posee una humedad del 20 – 30%.

Otro producto obtenido de las lombrices, es el agua que drena por percolación del cajón, cuando estos se riegan. El efluente se recibe en pequeños depósitos plásticos de 20 lt., que luego son pasados a depósitos de 50 galones. Este “caldo”, se utiliza en aplicaciones foliares en la producción de rosas y café, con muy buenos resultados, con dosis del 1 y 5 % del total de volumen aplicado foliarmente.

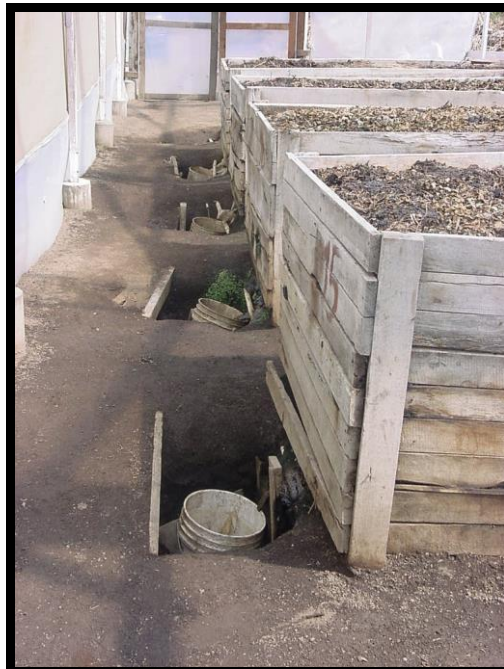


Figura 4. Depósitos que reciben el “caldo” o “efluente” de los lechos.

### **1.1.7. Control de Plagas**

Dentro de las plagas que afectan la producción de lombrices en la finca, se encuentran: las hormigas, aves y el cien pies.

El cien pies ha sido uno de los principales factores que ha incidido en la disminución de la producción de lombricompost en la finca San Sebastián, al afectar las lombrices que recién eclosionadas son presa fácil de este predador.

Para su control y erradicación se han implementado dos métodos, los cuales deben usarse simultáneamente y se describen a continuación:

#### **1.1.7.A. Solarización**

En los apartados anteriores se describió la preparación y elaboración del alimento de la lombriz, así como el principio del solarizado. Elaborados los camellones dos semanas antes de dárselos a las lombrices, se aplica un riego profundo y se cubre en su totalidad con plástico de 0.006 Pulg.(tal y como se ilustra en la figura 5), debe de tratarse que el camellon quede bien sellado con tierra en sus alrededores. Dos semanas después se retira el plástico y el producto queda en condiciones para proporcionárselo a las lombrices. Debido a la exposición del alimento a altas temperaturas y condiciones limitantes de oxígeno, el cien pies ya no se presenta en las camas. Cabe mencionar que la temperatura máxima alcanzada en la finca cuando el alimento se expone a la solarización es de 49 °C., lo cual trae como consecuencia que el mismo cambie en su calidad, ya que existe pérdida de nitrógeno en forma de amoníaco, desnaturalización de proteína, etc. Esta disminución de calidad se ve compensada por la no presencia de enemigos naturales y predadores como el cien pies.



Figura 5. Solarización de los camellones de alimento de la lombriz.

#### **1.1.7.B. Trampas de agua**

Las trampas de agua son otro método de control de enemigos naturales de las lombrices, dentro del proceso de producción de lombricompost. Estas consisten en hacer una zanja de 20 cm. de ancho y 10 cm. de profundidad alrededor de los lombrizarios. Esta se recubre con plástico tubular de 0.006 Pulg. de espesor y se llena de agua, convirtiéndose en una barrera física que no permite el ingreso del cien piés, debido a que al tratar de cruzar mueren ahogados. Con esto evitamos que los lombrizarios sean infestados por el predador. La mayor parte de los cien pies vienen de las áreas cultivadas con café, que se encuentran en las áreas circunvecinas a los cajones que contienen las lombrices.



Figura 6. Trampa de agua a nivel del piso y alrededor de los lombrizarios (cajones).

## CONCLUSIONES

De acuerdo con la descripción del sistema de producción de lombricompost y como controlar a los enemigos naturales como el cien pies, se concluye en lo siguiente:

1. Para Finca San Sebastián dentro de sus políticas de producción sostenible, la producción de lombricompost, representa una alternativa eficaz para el uso y transformación de los subproductos o desechos generados en sus procesos productivos.
2. La lombriz Coqueta Roja Californiana (*Eisenia foetida*), según el manejo que se le ha dado en la Finca, muestra una eficiencia en la transformación de desechos orgánicos en Humus o Lombricompost.
3. Los métodos de solarización y trampas de agua, han demostrado ser eficientes en la erradicación total del cien pies, de las pilas de alimento y de los lombrizarios, usados en la producción de humus.

## RECOMENDACIONES

1. Los métodos de Solarización y Trampas de Agua, descritos en el presente trabajo, deben de ser aplicados conjuntamente para obtener los mejores resultados.
2. En virtud del amplio espectro de dietas, que los anélidos como la lombriz Coqueta Roja pueden digerir, se recomienda, a las fincas productoras de desechos orgánicos, que evalúen las dietas que podrían ser elaboradas con dichos desechos.
3. Evaluar para cada unidad de producción, los métodos de control de los enemigos naturales de la Coqueta Roja, según la naturaleza de los mismos.
4. Evaluar la aplicación de fertilizantes nitrogenados, al lombricompost sin cernir, para acelerar la descomposición de la materia orgánica lignificada, con el objetivo de evitar deficiencias momentáneas de dicho nutriente en el momento de ser utilizado en el área de cultivo.
5. Asegurar que la dieta a ser transportada a los lechos esté 100% libre de la plaga del Cien Pies; de lo contrario, el problema podría continuar y ser más difícil su erradicación.
6. Tal y como se determinó la solarización es un método eficiente para el control del cien pies, sin embargo, también se sabe que existen pérdidas de materiales nutritivos y de micro fauna y flora, que contribuyen con la dieta del anélido y con la descomposición de la dieta, respectivamente; por lo consiguiente, se sugiere la realización de estudios que permitan establecer dichas pérdidas a través de los análisis nutritivos, tanto químicos, orgánicos y biológicos del producto final.

7. Establecer las características físicas y químicas del lombricompost y del humus producido en cada unidad de producción.

## BIBLIOGRAFÍA

1. ARANDA DELGADO, E. sf. El manejo de lombrices para la producción de abono orgánico de pulpa de café. En: Simposio de Caficultura Latinoamericana. (15., 1,992, Xalapa, México). Trabajos presentados. Ed. por Eduardo Aranda Delgado. Xalapa, México, p. 1-24.
2. BARILLAS MUÑOZ, M.R. 1999. Evaluación del solarizado para el control de patógenos del suelo y el efecto en la micorrización a nivel de vivero en cuatro especies de pino (Pinus spp.), en el municipio de Guatemala, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p. 42.
3. BARQUIN, L.F. 1998. Crianza de lombrices de tierra. Peten, Guatemala, Centro Maya. p.15.
4. COCKRUM, E.L.; McCAULEY, W.J. 1,984. Zoología. Trad. por Jaime Roig. México, Interamericana. p. 713.
5. CRUZ S., J.R. DE LA. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala; según el sistema Holdrige. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. p. 42.
6. FERRUZI, C. 1994. Manual de lombricultura. Trad. por Carlos Buxade. 3 ed. Madrid, España, Mundiprensa. p. 138.
7. IXCOT GONZALEZ, C.A. 1995. Transformación de la pulpa de café en compost, utilizando la lombriz coqueta roja (*Eisenia foetida*) y un degradador enzimático de rastrojos. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p. 80.
8. MANUAL DE LOMBRICULTURA. 2002. Manual de lombricultura. (<http://manualdelombricultura.com>).
9. MARTINEZ CERDAS, C. 1996. Potencial de la lombricultura. México, Empresa Lombricultura Técnica Mexicana. p.123.
10. MENESES, R.; ALEXANDER RAMÍREZ, B.; PIAGGIO, G. 1990. Efecto de tres tipos de trampas de agua en la captura de afidos. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) no.18:13-18.

11. METCALF, C.L.; FLINT, W.P. 1982. Insectos destructivos e insectos útiles, sus costumbres y control. Trad. por Alonzo Blackaller Valdes. 4 ed. México, Continental. p. 1282.
12. RAXCACO GONZALEZ, F. 2001. Evaluación de 5 porciones de lombricompost con suelo y 4 dosis de fertilizante químico 20-20-20 para la producción de plantas de café, *Coffea arábica* L., en la etapa de almacigo, Yepocapa, Chimaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p. 108.
13. RIOS RECINOS, E.E. 1999. Evaluación del efecto de tres períodos de solarizado en el control de larvas de gallina ciega, (*Phyllophaga* spp.), en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.), en Santa Rosa de Lima, Santa Rosa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p. 59.
14. SOLIZ PAIZ, R.F. 1996. Evaluación de períodos de solarizado para el control de patógenos del suelo, en semilleros de café, en la finca La Planta, Esquipulas, Chiquimula. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p. 42.
15. VILLEE, C.A.; WALKER, W.F.; BARNES R.D. 1987. Zoología. 6 ed. México, Interamericana. p. 971.
16. ----- . 2002. Lombricultura. Argentina. (<http://wormsargentina.com>).
17. WORMSARGENTINA. 2002. Humus. Argentina. (<http://lombricultura.com>).