

BIBLIOTECA AGROPECUARIA  
DE COLOMBIA

PRODUCCION DE HUMUS Y LOMBRI~~C~~

17.477

17.477

BIBLIOTECA AGROPECUARIA  
DE COLOMBIA

✓ Producción de humus  
y  
lombriz

M.V.Z. JAIME ✓ QUICENO ARIAS  
CRECED CALDAS, REGIONAL NUEVE

CORPORACION COLOMBIANA DE INVESTIGACION AGROPECUARIA  
CORPOICA - REGIONAL NUEVE  
CRECED CALDAS

FONDO DE DESARROLLO RURAL INTEGRADO  
DRI

MANIZALES  
1995

# CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCION	
2. LA LOMBRIZ EN LA HISTORIA .....	3
3. CLASIFICACION ZOOLOGICA DE LA LOMBRIZ .....	4
4. ASPECTOS GENERALES DE LA LOMBRIZ .....	4
4.1 MORFOLOGIA EXTERNA .....	4
4.2 ESTRUCTURA INTERNA .....	4
4.3 ASPECTOS FISIOLÓGICOS IMPORTANTES .....	6
5. CARACTERÍSTICAS DE LA LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA .....	7
6. LOMBRICULTURA .....	8
6.1 VENTAJAS DE LA LOMBRICULTURA EN MODULOS .....	8
6.2 MANEJO DEL CULTIVO Y CONSIDERACIONES PREVIAS .....	8
6.3 MANEJO DEL SUBSTRATO ANTES DE OFRECERLO A LA LOMBRIZ .....	9
7. MODULOS DE PRODUCCION .....	11
7.1 ADQUISICION Y SIEMBRA DE LA LOMBRIZ .....	12
7.2 SUMINISTRO DEL SUBSTRATO .....	12
7.3 RESTRICCIONES CON RESPECTO AL SUMINISTRO .....	13
8. MANEJO DE LA HUMEDAD .....	14
9. METODO DE COSECHA .....	16
9.1 COSECHA .....	16
10. FACTORES QUE AFECTAN EL DESARROLLO DE LA LOMBRIZ .....	20
11. HUMUS .....	21
BIBLIOGRAFIA .....	24
CONTENIDO DE TABLAS Y FIGURAS	
TABLA 1. RESULTADOS OBTENIDOS EN FINCAS DE PRODUCTORES EN EL AREA DE INFLUENCIA DEL CRECED CALDAS 1995. ....	19
TABLA 2. ANALISIS DE MUESTRAS DE HUMUS, PRODUCIDO POR LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA .....	23

*"El arado es una de las más antiguas y útiles invenciones del hombre pero mucho antes de que él existiera, la tierra era arada regular y continuamente por las lombrices. Probablemente el hombre reconocerá un día la gigantesca obra que realizan estos anélidos".*

**CHARLES DARWIN**

*"La formación de la tierra vegetal 1881"*

## 2. La Lombriz en la historia

La lombriz siempre ha estado ligada al desarrollo de la humanidad, se reporta su existencia desde hace 700 millones de años. En los años 384 - 322 a. de J.C., Aristóteles, en su obra "Historia Animal", las enunció como los intestinos de la tierra, que contribuían a su fertilidad. Linneo, en el Siglo XVIII, cita a la especie "Lumbricus terrestris" como la auténtica lombriz de tierra. Las culturas Chinas y Africanas desde hace más de 200 años las conocen. Cleopatra, la Reina Egipcia la declaró animal sagrado. Muller 1774, Savagni 1926, Hoffmeister 1845, empezaron los estudios de los anélidos. Científicos americanos, en 1933, iniciaron el trabajo de selección de lombriz *Lumbricus terrestris* y *Eisenia foetida*, y en 1954 obtuvieron el híbrido Lombriz Roja Californiana .

Hugg Carter, quien inició la producción de lombriz en 1947, en el año de 1973 estaba en condición de suministrar más de 15 millones de lombrices anuales, a las tiendas de caza y pesca.

En 1979 había en Estados Unidos 1.500 explotaciones industriales de lombrices. Han sido Estados Unidos, Japón, Italia, España, Argentina, los países que han desarrollado la explotación, con características zootécnicas-ecológicas. En Colombia existen reportes de trabajos con lombriz de tierra, desde la década de los cincuenta, pero no ha existido un canal de comunicación entre los diversos productores, quedando todo en esfuerzos aislados.

# Producción de humus y Lombriz

## 1. Introducción

En la actividad normal del hombre sobre la tierra, a cada instante se producen residuos, desechos o basuras, que agravan la situación actual de contaminación del aire, agua y suelo. A esta problemática, no escapa la explotación agropecuaria productora de grandes cantidades de materiales biodegradables, que requieren un tratamiento para reducir el costo ambiental.

La fermentación de desechos orgánicos por compostaje, rellenos sanitarios, incineración, pozos de recolección entre otros, permiten un proceso biológico de descomposición de los materiales biodegradables en productos similares al humus. La putrefacción natural, basada en la actividad transformadora de hongos, bacterias, actinomicetos, es un proceso lento a través del tiempo.

Para acelerar el proceso de descomposición de materiales biodegradables, se aprovecha la explotación intensiva de lombrices, la cual otorga ventajas comparativas, ecológicas, medio ambientales y productivas.

La Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, -Corpoica- Regional Nueve, en su labor de ajuste de tecnología en fincas de productores, realizó en los municipios de Manizales, Salamina, Palestina y Supía, experiencias con el fin de estabilizar una metodología intensiva en el trabajo con la Lombriz Roja Californiana y maximizar la producción de humus por metro cúbico. Se utilizaron como substratos, pulpa de café, materia orgánica de bovinos y materia orgánica de equinos. Las experiencias con los productores, los resultados obtenidos y una revisión de literatura son el temario para la presentación de este manual.

BIBLIOTECA AGROPECUARIA  
DE COLOMBIA

### 3. Clasificación Zoológica de la Lombriz

Reino: **Animal**  
Tronco: **Anélidos**  
Clase: **Oligoquetos**  
Orden: **Clitellata**  
Familia: **Lumbricidae**  
Especie: **Lumbricus terrestris, Eisenia foetida**

Se hace diferenciación entre las Lombrices rojas y las grises, dentro de las rojas se encuentran unas 8.000 especies, pero sólo algunas de ellas pueden vivir en cautiverio, sobresaliendo la *Eisenia foetida*, o Lombriz Roja Californiana.

### 4. Aspectos Generales de la Lombriz

#### 4.1 Morfología Externa

La Lombriz de Tierra tiene el cuerpo compuesto por numerosos segmentos, en forma de anillos, separados por tabiques. Cada segmento representa una unidad, que se especializa en funciones determinadas.

El cuerpo es cilíndrico, alargado, en el extremo anterior tiene un lóbulo redondeado llamado prostomio. La boca se abre por debajo y detrás del prostomio. En el último segmento del cuerpo se encuentra la abertura anal, denominada pigidio. Cinco o seis anillos ubicados en el tercio anterior forman un abultamiento llamado clitelio. Cada segmento, a excepción del primero y el último, posee ocho quetas en forma de cerdas, que sirven para su desplazamiento. En la superficie dorsal existen pequeños poros, cuya función es producir un fluido, que mantiene la humedad de la lombriz y la protege de la deshidratación.

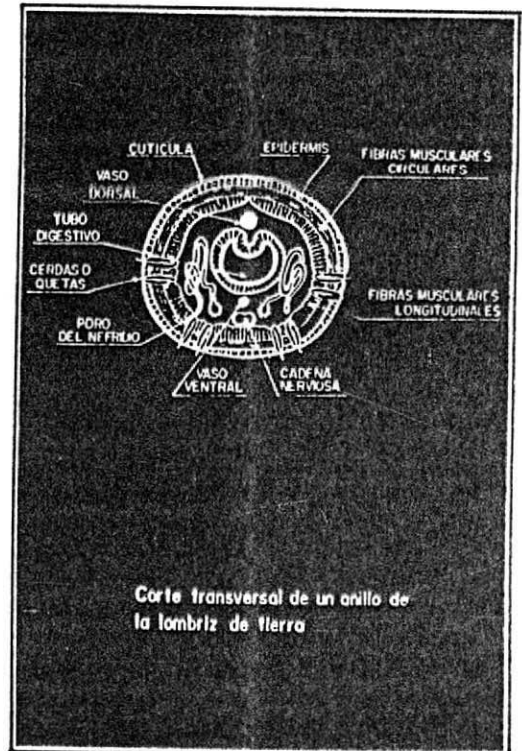
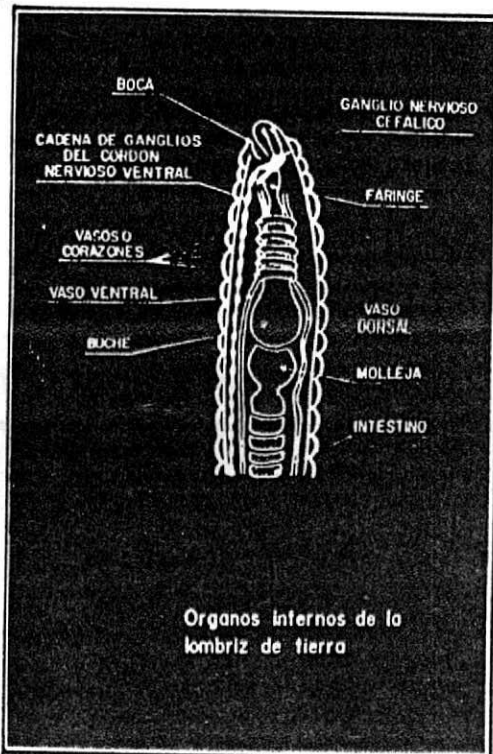
En la parte ventral de cada segmento posee dos poros excretores del riñón, y en la parte ventral de los anillos 14 y 15 tiene los órganos reproductivos, femeninos y masculinos.

#### 4.2 Estructura Interna

El cuerpo de la Lombriz está formado por fibras musculares circulares y longitudinales. Internamente, cada anillo tiene un espacio lleno de líquido llamado celoma, cavidad que aloja órganos y sistemas internos.

**Sistema digestivo:** Empieza con la boca que no posee dientes, continúa con un bulbo musculoso (o faringe) con glándulas lubricantes de alimento, el esófago, al que desembocan conductos de glándulas calcíferas, buche, estómago muscular, encargado de triturar alimentos, intestino, con células cloragógenas, que cumplen la función de hígado.

**Sistema circulatorio:** Formado por cinco pares de corazones, que rodean el esófago. Un vaso dorsal, distribuidor más importante del cuerpo. La sangre constituida por plasma de color rojo, debido a la hemoglobina y con corpúsculos libres (amebocitos).

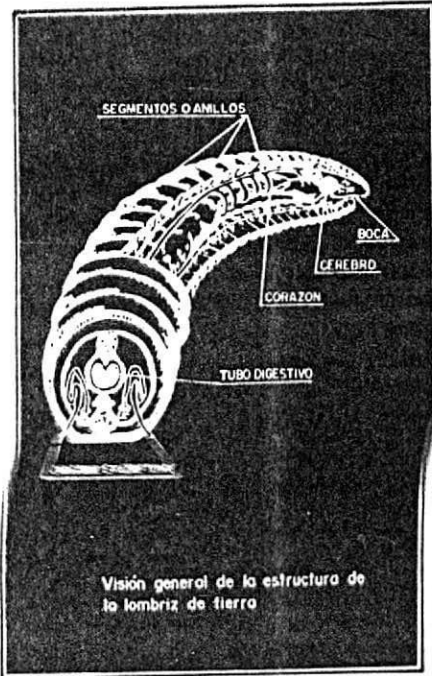


**Sistema nervioso:** Constituido por un ganglio cefálico suprafaríngeo, que reemplaza al cerebro, a la altura del tercer anillo. Cordón nervioso, que extiende nervios a cada segmento. Carece de ojos y oídos, pero tiene en la epidermis, receptores sensitivos y luminosos, sensibles al tacto, al sonido, a las vibraciones y a la luz.

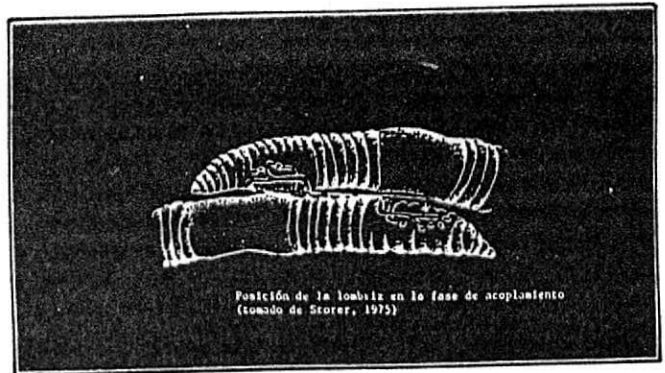
**Sistema respiratorio:** La lombriz carece de órganos respiratorios especiales, esta función la realiza a través de la superficie general del cuerpo. La sangre circula por capilares cercanos a la cutícula húmeda de la pared del cuerpo, permitiendo recibir el oxígeno y eliminar el anhídrido carbónico.

Producción de humus y lombriz

**Sistema excretor:** Lo conforman dos riñones por cada anillo, a través de los nefridios expulsa amoníaco, úrea, creatinina, entre otros.



BIBLIOTECA AGROPECUARIA  
DE COLOMBIA



**Sistema reproductor:** La lombriz es hermafrodita incompleta, al no poder autofecundarse. Posee aparato reproductor masculino, con dos testículos y un aparato reproductor femenino con dos ovarios, localizados en la región ventral de los anillos 10 a 13. Los orificios genitales femeninos se abren en el anillo 14 y los masculinos en el 15.

### 4.3 Aspectos Fisiológicos Importantes

**Digestión:** Las lombrices digieren el alimento, segregando un producto alcalino proveniente de las glándulas salivares, ablandando así los materiales fuera del cuerpo (predigestión),

los cuales succiona y engulle por acción muscular. En el esófago existen glándulas calcíferas, que secretan carbonato de calcio al tracto digestivo, para hacer el equilibrio ácido-básico. El buche es una estructura de almacenamiento temporal, luego, en la molleja, con ayuda de granos de arena, es triturado el alimento para posteriormente, a nivel intestinal, efectuar la digestión y absorción. En el intestino ocurren procesos de desdoblamiento, síntesis, enriquecimiento enzimático y microbial, haciendo una degradación rápida de los substratos.

**Reproducción:** la lombriz se reproduce por fecundación cruzada, y se realiza por intercambio de espermatozoides, mediante cópula de dos lombrices colocadas en sentido opuesto, con el clitelio de cada una (engrosado por un moco endurecido, segregado por glándulas cutáneas) frente a la espermateca de la otra. A medida que los huevos salen, se fertilizan con los espermatozoides, almacenados en la espermateca.

A través del clitelio se segrega una sustancia mucosa, que envuelve los huevos, formando un capullo "Cocoon", que finalmente, es el que deposita la lombriz. Los capullos son pequeños 2-3 milímetros, de color amarillo. En condiciones medio ambientales, después de 14 a 21 días se abren saliendo de 2 a 20 lombrices pequeñas de cada capullo. Inicialmente la lombriz es de color blanco, 5 ó 6 días después, su coloración es rosada y en 15 a 20 días toman el color definitivo, rojo oscuro. A los tres meses están en capacidad de reproducirse y se consideran adultas a los siete meses.

## 5. Características de la Lombriz Roja Californiana

De todas las lombrices existentes, sólo un reducido número de ellas acepta ser explotada en cautiverio, siendo la Lombriz Roja Californiana la que tiene mejor adaptación y rendimiento.

La Lombriz Roja Californiana, es el resultado de un proceso de selección, dirigido a obtener: vida útil prolongada, frecuentes ciclos reproductivos e incremento en la cantidad de lombrices por capullo.

La Lombriz vive hasta 16 años

Un reproductor maduro produce de 1.200 a 1.500 crías, en un año.

En un metro cuadrado se pueden alojar de 40.000 a 50.000 individuos.

Cuando la lombriz se tiene en áreas limitadas, tipo módulo y sobrepasa la población por metro cuadrado, el tamaño de la lombriz tiende a disminuir. La sobrepoblación se evita extrayendo la lombriz metódicamente, para dedicarla a otros usos, como la alimentación animal, (aves, peces, etc.) así, se mantiene estable el rendimiento en la producción de humus. El alimento que consume diariamente la lombriz, es igual a su propio peso, del cual aprovecha 40% y devuelve en forma de humus 60% .

## 6. Lombricultura

La explotación técnica de la Lombriz, para producir humus, y/o Lombriz, ha tenido un avance en los últimos años, gracias al mejoramiento de los métodos de producción y al interés de técnicos y productores.

La lombricultura constituye un medio de descontaminación ambiental, al utilizar una serie de materiales biodegradables, a los que da un valor agregado para la utilización final.

### 6.1 Ventajas de la Lombricultura en módulos

Utilizar numerosos materiales biodegradables contaminadores del suelo, aire y agua, logrando un reciclaje racional, rápido, a bajo costo y en espacios reducidos.

Emplear para la construcción de los módulos materiales de la región y de esta manera reducir los costos de producción.

Evitar la producción de olores desagradables y el desarrollo de moscas.

Producir un material (lombriz) de alto contenido proteico, 68 a 71%, de excelente calidad, útil en la alimentación de aves, peces, cerdos y humanos.

Ser eficiente en la producción de abono orgánico, humus enriquecido con numerosos nutrientes y carga bacteriológica, cuya composición depende del sustrato utilizado. Permite planear la producción de lombriz y humus, de acuerdo con la disponibilidad de sustrato.

Reemplazar la mayor parte del abono químico, por humus, en fincas pequeñas.

Tener pocas enfermedades y plagas que la ataquen.

Eliminar de los sustratos, la bacteria *Salmonella typhimurium*, productora de enfermedades intestinales, en animales y humanos.

Ser un excelente cebo para la pesca.

### 6.2 Manejo del cultivo y consideraciones previas

Para manejar la Lombriz adecuadamente, se debe contar con personal capacitado y/o tener una buena asesoría.

El manejo de la explotación se puede hacer de diferentes formas, desde montones de materia orgánica, a las que se adiciona la Lombriz, pasando por las eras, cajones, fosas, túneles de producción, hasta cajas con fondo perforado o liberación directa en campo.

Cada método tiene ventajas y desventajas, pero en este documento se describen las experiencias obtenidas por la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria -Corpoica- Regional Nueve, en las pruebas de ajuste tecnológico, en fincas de productores, en las que se ha trabajado con el sistema de módulo.

Cuando se toma la decisión de trabajar con Lombriz Roja Californiana, se debe hacer una serie de consideraciones, tales como:

Cuál o cuáles serán las fuentes de alimentación (substratos), y qué volúmenes de ellas se producen anualmente?

Quién se encargará del manejo?

Cuál es el objetivo de la producción, humus, y/o Lombriz?

Dónde estará ubicado el lombricultivo, ya que es importante que se localice cerca de la fuente de alimento, para facilitar la labor de suministro del sustrato.

Ubicar el lombricultivo en sitios tranquilos y alejados de los lugares donde se almacenen o manipulen insumos agrotóxicos.

### 6.3 Manejo del sustrato antes de ofrecerlo a la lombriz

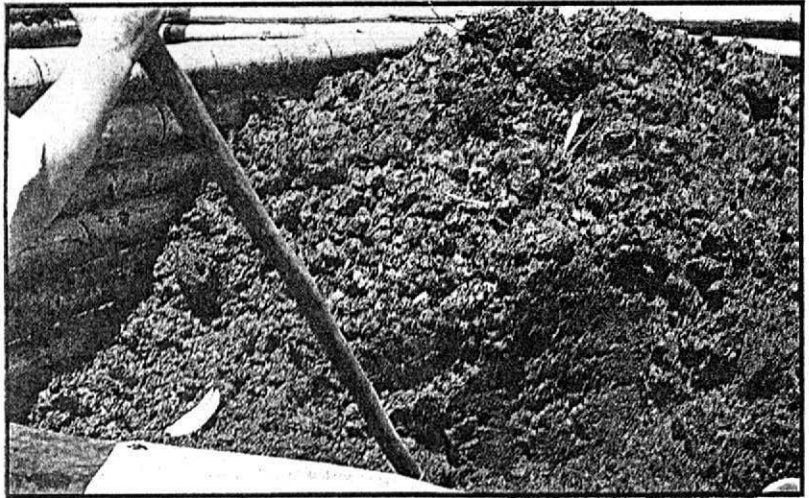
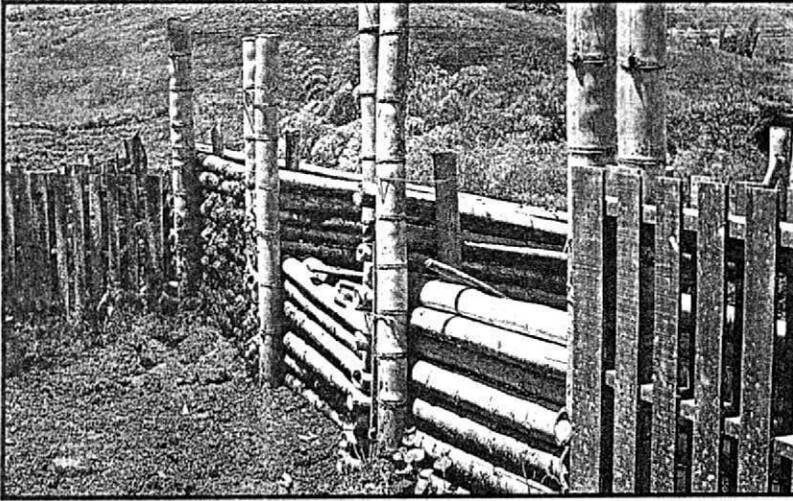
El sustrato o alimento para la lombriz cumple dos funciones primordiales, la primera, servirle de casa y la segunda, proporcionarle los nutrientes necesarios para su desarrollo y funcionamiento. Por esta razón, el lombricultor deberá proporcionar el alimento en las mejores condiciones. La lombriz es selectiva y tiene preferencia por ciertos sustratos, de acuerdo con su riqueza nutritiva y su presentación física.

El someter los materiales biodegradables a un proceso de descomposición previa, con almacenamiento y volteo de montones, prepara y facilita su utilización por la lombriz. El tiempo de degradación biológica o fermentación está directamente relacionado con el tipo de material utilizado. La descomposición de virutas, socas de cosecha, forrajes toscos es lenta, corriéndose el riesgo de pudrición indeseable. La materia orgánica de animales y humanos se descompone rápidamente. Si el sustrato está compuesto por partículas grandes como cáscaras, cartón, tallos, hojas, deben picarse para incrementar la velocidad de transformación y facilitar el consumo. El mezclar materiales biodegradables de diferente índole, es una buena estrategia, puesto que los de fermentación rápida, sirven como acelerantes de los de fermentación lenta, en iguales condiciones de aireación, humedad, temperatura y carga microbial.

Se debe evitar almacenar el sustrato en fosas, porque en éstas se impide el volteo, y por lo tanto la aireación, además, habrá pudrición indeseable y mal olor. Igualmente, es inconveniente almacenarlo sobre superficies de piedra, pavimentadas, o similares, ya que el sustrato requiere contacto con la microbiota de la tierra, para su enriquecimiento. Para un manejo adecuado del sustrato, se recomienda hacer tres montones al aire libre,

## Producción de humus y lombriz

delimitados con guadua. El material del primer montón, se traslada al segundo cada 15 días. La operación se repite a los quince días, pasando el material del segundo montón al tercero, del cual se tomará el sustrato para alimentar la lombriz. Durante estos 45 días, el proceso bioquímico de aerobiosis y anaerobiosis y la división de moléculas complejas se habrá cumplido y así, la lombriz podrá aprovechar más eficientemente el sustrato.



Para manejar el tercer montón, del cual sale el alimento para la lombriz, se recomienda hacer el corte vertical, conservando la capa superior, que sufrirá todas las inclemencias medio ambientales, mientras que el material de suministro conservará las condiciones físico-químicas.

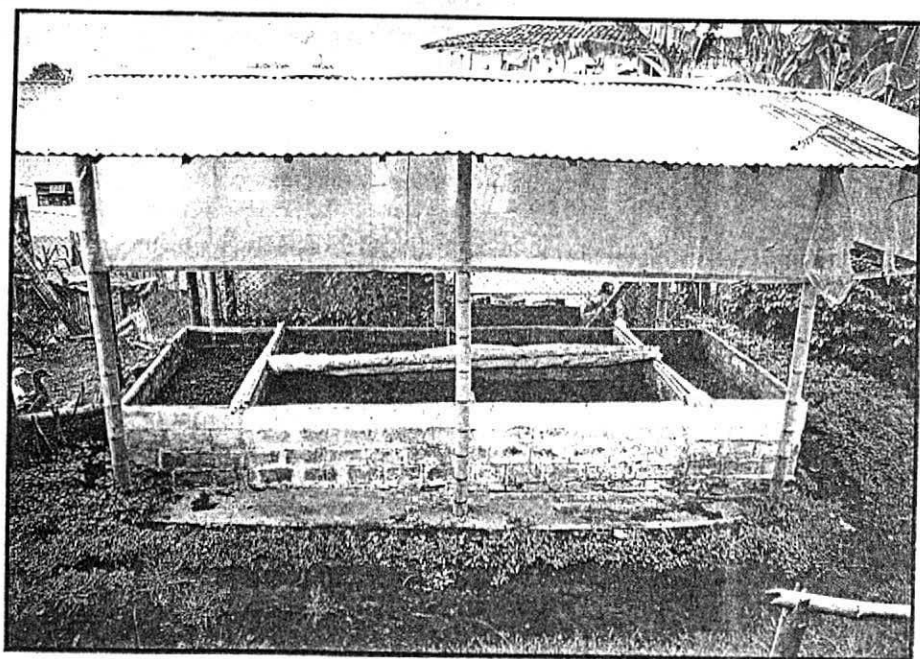
El manejo de montones al aire libre, expuestos a condiciones medio ambientales, especialmente a la lluvia, produce una leve baja en la proporción de nutrientes, sin embargo, en períodos de alta precipitación, los montones se deben proteger del exceso de humedad, puesto que al ofrecer sustratos a la lombriz, con humedad superior al 80%, disminuye su rendimiento.

Para conocer el grado ideal de humedad del sustrato, se toma un puñado y se aprieta, si escurre un poco de agua entre los dedos la humedad es adecuada, si se desmorona al abrir la mano, es porque el sustrato está demasiado seco y habrá necesidad de humedecerlo. Cuando hay exceso de humedad, brotará gran cantidad de agua y habrá que reducirla.

En la región cafetera, como subproducto del procesamiento del café, se obtiene un volumen alto de pulpa, tradicionalmente almacenada en grandes montones y en algunos casos durante varios años. En estos montones, generalmente la degradación ocurre sólo en los primeros 30 a 40 centímetros, mientras que las capas más profundas sólo han cambiado de coloración, razón por la cual, los montones de pulpa para la utilización en lombricultura, se deben manejar como se expone en este manual.

## 7. Módulos de Producción

En el sistema trabajado con los productores en el Departamento de Caldas, se desarrolla la metodología de módulos bajo techo, con regulación de humedad y penumbra, empleando para ello cortinas.



Los módulos propuestos, tienen 3 metros de largo x 1 metro de ancho y 0.8 metros de alto. Este sistema de producción vertical, permite transformar aproximadamente 5.500 kilogramos de pulpa de café ó 6.500 kilogramos de materia orgánica de origen animal, en un año, efectuando cosechas cada tres meses.

De acuerdo con la disponibilidad de materiales biodegradables (substratos), en la explotación se proyecta e instala el número de módulos necesarios. Ejemplo: En una finca de 19.2 hectáreas en café y plátano intercalado, con una producción anual aproximada de 20.000 kilogramos de pulpa, se instalaron cuatro módulos, así: dos con 3 x 1 x 0.8 metros y dos con 2 x 1 x 0.8 metros .

Estos módulos van unidos entre sí, lo que proporciona una máxima utilización del espacio y la alimentación de la lombriz, sin obstáculos.

Los materiales para construir los módulos, varían de acuerdo con la disponibilidad en la finca o región y a su costo. Se pueden emplear materiales como: cañabrava, guadua, orillos de madera, esterilla o ladrillos. La duración de las instalaciones depende de los materiales utilizados. El piso del módulo puede ser de cemento, suelo-cemento, barro, arena, o algún otro material de consistencia firme .

Constituidos los módulos requeridos por el tipo de explotación, y teniendo en cuenta la cantidad y calidad del substrato que se posee, se procede a incorporar la lombriz en el proceso.

## 7.1 Adquisición y siembra de la Lombriz

La Lombriz se debe adquirir en explotaciones tecnificadas, donde se tenga un manejo adecuado para garantizar su calidad. La semilla se comercializa en mezcla de lombriz-substrato.

Un sistema de valoración de la calidad que se ha generalizado, es que cada kilogramo de lombriz-substrato, contenga como mínimo 175 gramos de lombriz pura. Al transportar la semilla, por largas distancias, es necesario empaquetarla en cajas o costales, con menos de 30 kilogramos por empaque, así, no se apelmaza el contenido y se proporciona aireación suficiente. Nunca transportarla en bodegas cerradas, ni en ausencia de substrato, porque la lombriz se deshidrata y muere.

Con semilla de buena calidad (175 gramos de lombriz por kilogramo), se recomienda sembrar 20 kilogramos por metro cuadrado, de piso de módulo. Para un módulo de 3 x 1 metros de piso, se requieren 60 kilogramos de lombriz-substrato, así se garantiza la transformación del substrato en humus, con cosechas cada 90 días, hasta lograr alcanzar cuatro cosechas al año.

## 7.2 Suministro del Substrato

El alimento se distribuye con regularidad, de acuerdo con la población. Entre más fino y descompuesto sea el substrato, más rápido será la deglución, por lo tanto, el tiempo empleado para producir será más corto.

La primera capa del lecho corresponde a la lombriz-substrato, material que se esparce uniformemente en el suelo del módulo. Al cabo de dos o tres días comienza el suministro del substrato. El inicio del suministro del substrato se efectúa de acuerdo con la cantidad sembrada, es decir, 20 kilogramos de substrato por metro cuadrado, semanalmente. Esta cantidad se divide de acuerdo con el ritmo de alimentación, en este sistema, el suministro se hace cada tres o cuatro días, de acuerdo con el manejo que se elija o a la disponibilidad de mano de obra. Cabe recordar que el substrato se toma del tercer montón.

Para un módulo de 3 x 1 metros, inicialmente se suministran 20 kilogramos de substrato, cada tres días.

Ahora la pregunta es, cuándo se hace el aumento del suministro de substrato? Para incrementar el suministro de alimento, se debe tener en cuenta el grado de transformación del substrato en el módulo, es cuestión de observación y práctica. Si el día anterior a alimentar la superficie del módulo, está totalmente desmenuzada, esto indica que se debe aumentar la cantidad de substrato. Probablemente, luego del primer mes se deba empezar el aumento de alimento. Por el contrario, si el día de alimentar las lombrices, se encuentra la superficie modular en troncos, sin transformación, es síntoma de que se está suministrando el substrato en exceso o que algo pasa con la lombriz y debe revisarse.

Con este modelo de alimentación y manejo, se obtiene:

**Que el mayor porcentaje de lombriz se encuentra en los primeros 10-15 centímetros de la superficie del módulo.**

El suministro gradual de substrato al módulo, no permite el desarrollo de altas temperaturas, ( 70 a 80° C ) acidez y producción de gases, factores que se presentan en los montones.

A medida que la lombriz convierte el substrato en humus, en el módulo continúa el proceso de descomposición, enriquecimiento bacteriano y aumento de la temperatura, factor que estimula a la lombriz a depositar los capullos y favorece su incubación y eclosión.

Las lombrices adultas permanecen en la parte superficial del módulo, debido a que las capas más profundas conservan una mayor temperatura, factor que sirve de "arriero".

Las lombrices recién nacidas, requieren comer humus, antes que substrato, para enriquecer la flora bacteriana intestinal, función que se facilita en el sistema de módulo.

En la capa superficial del módulo se encuentran distribuidas uniformemente el 90% de las lombrices, lo que facilita tomar las muestras para evaluar la población existente.

La forma de suministrar alimento al módulo, hasta su capacidad máxima, facilita el rescate, tanto de la lombriz-substrato, como la recolección de humus.

En el sistema de módulo con manejo vertical estratificado, se combina el doble propósito de producir lombriz y humus eficientemente, maximizando la utilización del espacio.

### 7.3 Restricciones con respecto al suministro

Cuando se tengan dudas con respecto a la utilización de algún substrato, es recomendable realizar una prueba de supervivencia, que consiste en tomar una cantidad del substrato y

## Producción de humus y lombriz

colocar en su superficie 50 lombrices. Los efectos inmediatos y tardíos sobre la supervivencia de la lombriz, hacen que se descarte el sustrato. Como margen de seguridad, la prueba debe prolongarse por 15 días.

Aunque la lombriz se considera la especie de más amplio rango alimentario, se debe tener presente que el sustrato a utilizar posea la mejor condición de aceptación, la cual se logra cuando el pH oscila entre 6.5 y 7.0.

Sustratos altamente ácidos son difícilmente neutralizados por la lombriz y los alcalinos no los acepta. Estos últimos, producen lesiones y muerte.

Cuando el sustrato no reúne las condiciones de acidez o alcalinidad para ser suministrado, debe mezclarse con otros, hasta obtener el pH óptimo.

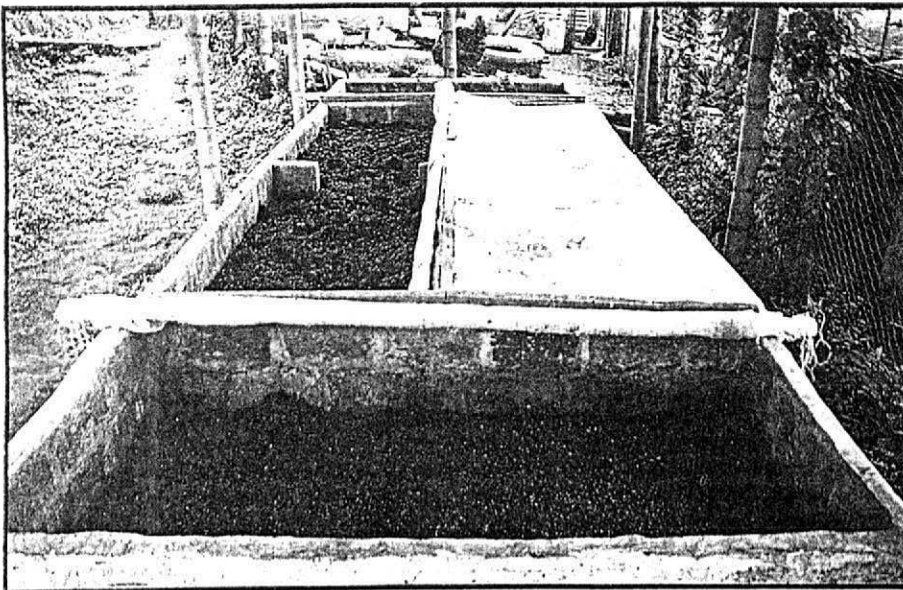
El ambiente del módulo depende de las condiciones en que se suministra el sustrato.

La lombriz, para su normal desarrollo, necesita una humedad del 80%. Sustratos muy húmedos o empantanados, hacen que la cama del módulo se compacte y dificulte la aireación, perjudicando la lombriz, que no tiene mecanismos fisiológicos para tomar el oxígeno del agua.

Temperaturas entre 20 a 25 °C son confortables para la lombriz. El suministro de sustratos a bajas temperaturas ( 10-15 °C ) inactivan su desarrollo, temperaturas inferiores a 10 °C hacen que la lombriz entre en estado de latencia.

Sustratos con más del 20% de proteína, deben ser mezclados con otros de menor calidad, para evitar la "intoxicación proteica", ésta alteración produce la desaparición del clitelio, en las lombrices adultas.

## 8. Manejo de la humedad



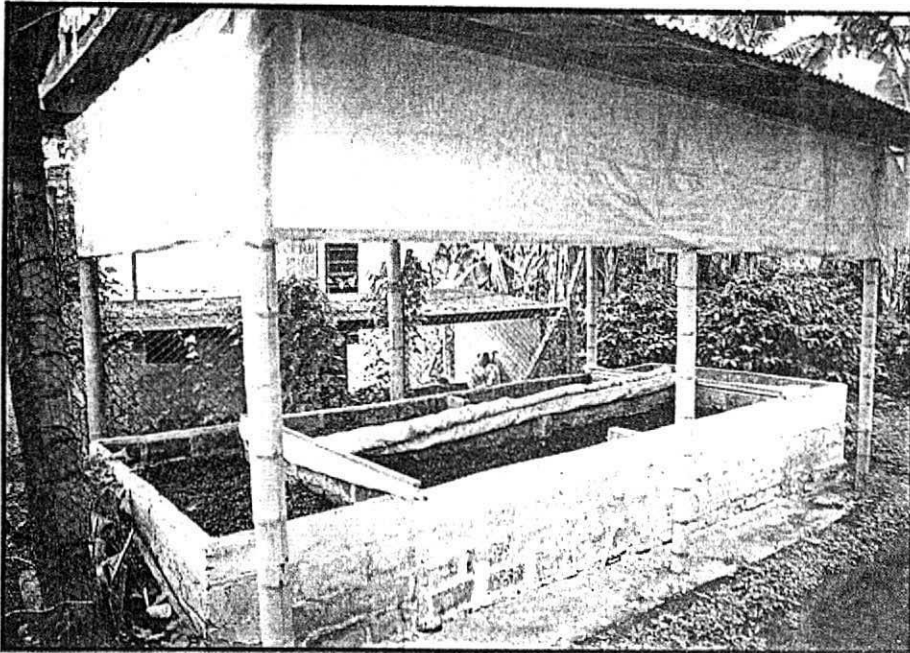
En el sistema desarrollado, la humedad de los módulos bajo techo se mantiene, manejando dos estrategias:

- La humedad del sustrato se regula en los montones almacenados y en el momento de suministrarlo a la lombriz.
- Utilizando cortinas externas e internas.

Las cortinas laterales externas, permiten mantener la humedad, al controlar las corrientes de aire y cumplen una función de defensa ante animales.

Las cortinas internas están localizadas sobre o dentro de los módulos, evitan las corrientes de aire y mantienen la humedad, proporcionan penumbra, y mejoran el medio a la lombriz, que es altamente sensible a la luz y a los rayos ultravioleta. A la vez protegen el lombricultivo del ataque de animales.

La combinación de los diferentes sistemas de cortinas, proporciona un ambiente ideal de tranquilidad, humedad, penumbra, seguridad y se elimina la utilización de riego en los módulos.



- Como cortinas se utilizan materiales de fibra o cabuya.

## 9. Método de cosecha

**Valoración de calidad de la semilla.** Como en cualquier otra explotación animal, se requiere tener información, que permita analizar y tomar decisiones.

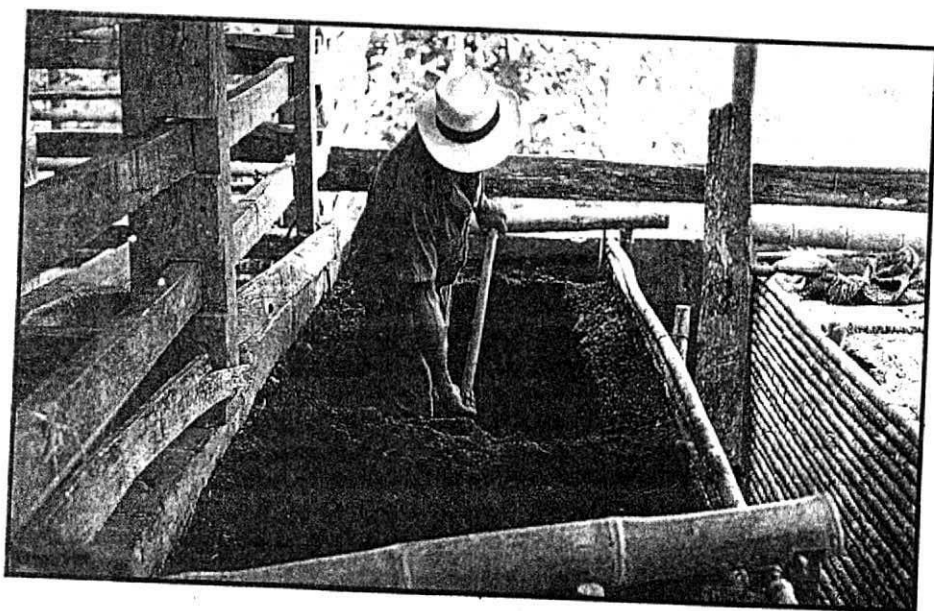
Cuando se llena el módulo, es el tiempo de cosecha; con dos o tres días de anticipación, se suspende el suministro de alimento y la capa superficial se encuentra completamente desmenuzada.

Con toda certeza conocemos que el mayor porcentaje de lombriz se encuentra uniformemente distribuida en la capa superficial del módulo, de allí se toman al azar cuatro muestras que pesen en total un kilogramo, las cuales se exponen al sol, para lograr aglomerar y separar la lombriz del substrato. En una balanza de precisión se pesa el substrato y la lombriz por separado, para establecer las cantidades existentes por cada kilogramo de lombriz-substrato (calidad de la semilla). Realizado el cálculo, se retira toda la capa superficial (10 -15 centímetros) para pesar y establecer la cantidad de la lombriz-substrato o semilla.

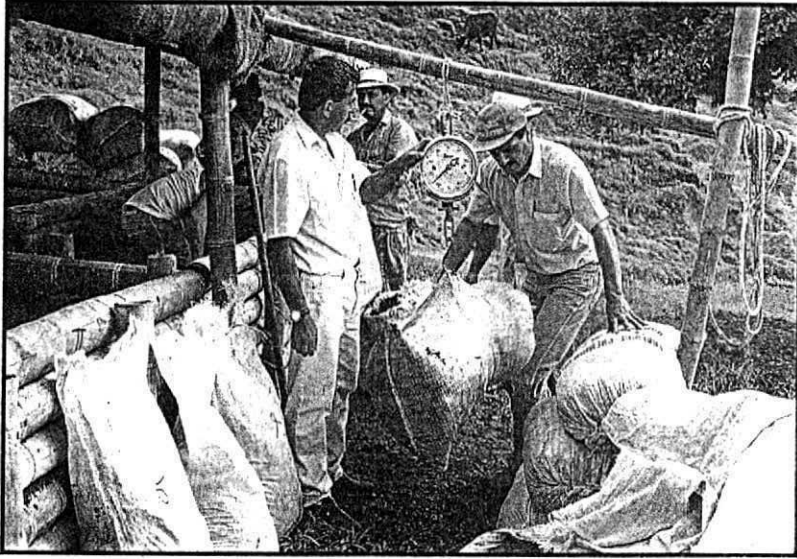
### 9.1 Cosecha

Recolectar muestras de cada módulo para valorar la calidad de semilla.

Retirar los primeros 10 a 15 centímetros de la capa superior del módulo y realizar pesaje.



De uno de los extremos del módulo se extrae el humus hasta el piso, conservando una franja entre la pared del módulo y el hueco formado, para así darle espacio al operario y poder retirar el resto de la producción.



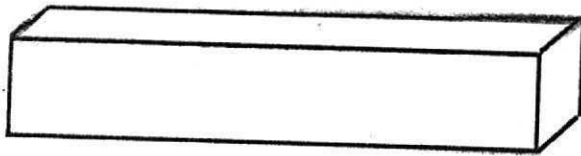
Se procede a retirar el resto de humus, conservando una franja de 10 centímetros de espesor al rededor de las paredes internas del módulo.

La franja de 10 centímetros dejada en el módulo, se cosecha en dos pasos. El primero, corresponde a retirar el humus sólo hasta la mitad, este material contiene una buena cantidad de lombriz que puede ser utilizada como semilla. El segundo, retirar el material restante que corresponde a humus, dejándolo completamente vacío.

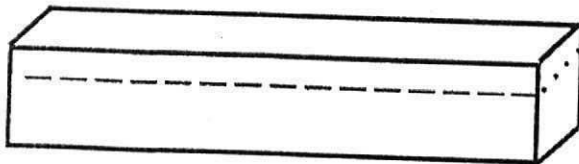


El humus y la semilla obtenidos deben ser empacados y pesados para determinar y evaluar la producción.

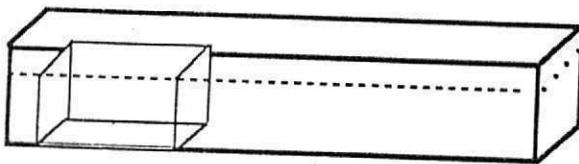
Finalmente, el módulo queda listo para realizar una nueva siembra y en 90 días obtener una nueva cosecha.



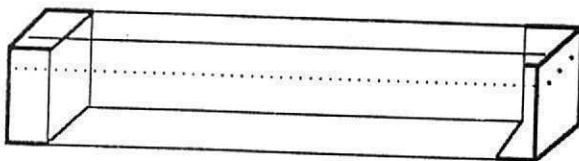
Módulo lleno



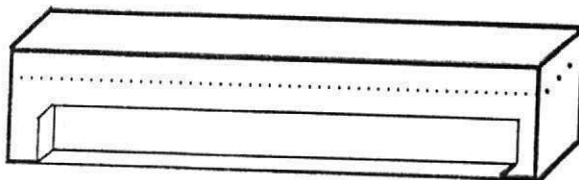
Se retira la capa superior  
10 - 15 cms.



De uno de los extremos  
del módulo se extrae el  
humus hasta el piso.



Se retira el humus y se  
conserva una franja al  
rededor de las paredes  
internas.



Se retira el humus de la  
franja dejada hasta la  
mitad la cual contiene  
buena cantidad de lombriz.

Figura 1 Método de cosecha por módulo.

**TABLA 1. RESULTADOS OBTENIDOS EN FINCAS DE PRODUCTORES EN EL AREA DE INFLUENCIA DEL CRECED CALDAS, 1995**

Finca No.	Tipo substrato	Módulo No.	Metros-cúbicos/año por módulo	Substrato suministro	Humus cosechado	Relación substrato/humus	Producción promedio Kg/m <sup>3</sup>
				Kilogramos año	Kilogramos año		
1	Pulpa de café	1	7.49	5.650	4.722	1.19	630.44
		2	6.96	4.890	4.291	1.13	616.52
		3	4.62	3.700	3.110	1.18	678.16
		4	4.56	3.730	2.920	1.27	640.35
2	Pulpa de café	1	7.22	5.883	3.592	1.64	496.12
		2	6.50	6.356	4.257	1.49	654.92
3	MO. Bovino	1	6.61	8.220	3.948	2.08	597.27
		2	5.63	8.350	3.948,5	2.11	701.33
4	MO. Bovino y MO. Equino	1	6.25	6.615	4.293	1.54	686.88
		2	5.2	6.655	3.915	2.21	610.81
			5.58	6.415	3.059	2.28	548.20
			5.79	6.555	3.025	2.16	522.45

Fuente: J.Q.A Ajuste tecnológico Regional Nueve -Corpoica-

MO. Materia orgánica

- Módulos por finca de acuerdo a la producción de substrato
- Cosechas cada 90 días; Cuatro cosechas al año
- Las mejores relaciones se obtienen con materiales con tiempo de descomposición suficiente.
- La utilización de substratos frescos disminuye el rendimiento de transformación en humus por la lombriz.

## 10. Factores que afectan el desarrollo de la Lombriz

Al analizar diversos documentos, se enumeran una serie de enemigos de la lombriz, en los que figuran: ratones, ratas, serpientes, pájaros, aves de corral, que dadas sus características de consumidores, pueden, en cualquier momento, capturar la lombriz, pero el sistema de manejo de módulos con cortinas, evita el acceso de los "enemigos".

Existe otra serie de animales como, tijereta, ciempiés, que se desarrollan en los módulos, ellos son consumidores del mismo orden que la lombriz, comparten el hábitat y ayudan a procesar el sustrato, sólo comparten el alimento. En este mismo orden se encuentran las hormigas, que compiten por los azúcares de los alimentos proporcionados a la lombriz. Su mayor efecto lo causan cuando los hormigueros se ubican en los módulos, hecho que sucede cuando se utiliza madera como material de construcción.

Cuando la población de hormigas es muy alta y afecta los módulos, se procede a eliminarlas de la siguiente forma:

Al momento de realizar la cosecha, eliminando totalmente el hormiguero.

*Cuando el hormiguero aparece en las primeras etapas se procede a ubicarlo y a eliminar la reina, el hormiguero puede estar dentro o cerca del módulo.*

El mayor enemigo de la lombriz, son las personas que las poseen, sin tener un conocimiento base sobre las características y su modo de vida. La falta de oxigenación, el empantanamiento, sustratos altos en proteína, demasiado ácidos o alcalinos interfieren en su desarrollo. Cuando los sustratos no son adecuados, la lombriz no los consume, hay anorexia, y se compromete inicialmente el aparato reproductivo, manifestándose atrofia en el clitelio y luego se presenta deshidratación y muerte.

Cuando se encuentran en el módulo todas las lombrices sobre el sustrato, es posible que existan componentes tóxicos, tales como exceso de sales. Ellas se protegen aglomerándose o retirándose. En esta situación se provoca la deshidratación de la lombriz por cambio en la presión osmótica, disminuye su tamaño, y le imposibilita realizar sus funciones metabólicas, impidiéndole la liberación de amoníaco, esto, unido al elemento tóxico y a las formas de nitrógeno presentes en el lecho, ejercen acción cáustica sobre el parénquima y ocasionan la muerte a la lombriz. (Edwards y Neuhauser 1988).

Para el control de la broca del café se utilizan diversos métodos y productos. La aplicación de plaguicidas retarda el tiempo de descomposición de la pulpa y afecta negativamente la lombriz. Al evaluar diversos productos, con base en: Endosulfan, Malathion, Carbaril, Clorpirifos, Fenitrothion, se encontró que ocasionan mortalidad en la lombriz y las que quedan vivas presentan anomalías y deformaciones. Se recomienda, cuando se trate la pulpa con estos productos, esperar mínimo 15 días, para empezar a suministrarla a la lombriz.

Igualmente, cuando se realicen aplicaciones a sitios adyacentes a los módulos o a los sustratos, se debe evitar que caiga el producto sobre ellos. Por experiencia de campo, la aplicación de herbicida con base en glifosato e insecticida con base en fention, produjeron la muerte de las lombrices en los módulos, cuando se aplicaron cerca. Si hay posibilidad de un cambio rápido de sustrato, no contaminado, se protege la mayor parte de la lombriz.

## 11. H u m u s

Hasta hace unos años se le daba poca importancia a la aplicación de productos biológicos en la agricultura, debido al uso de sustancias químicas derivadas del petróleo que tenían amplia publicidad y distribución. Hoy en día, cuando los rendimientos disminuyen, los costos aumentan y los suelos muestran su deterioro, se ha vuelto la mirada a los productos biológicos, retomando parte de la cultura ancestral.

Estos elementos biológicos, permiten reducir el deterioro del suelo, a la vez que aportan a la nutrición de las plantas. Entre ellos se encuentra el humus de lombriz, que es el producto de utilizar materiales biodegradables en la alimentación del anélido, para que éste los degluta, los transforme y finalmente los expulse enriquecidos. De otro modo estos materiales biodegradables estarán acumulándose y produciendo efectos desfavorables sobre el medio ambiente.

Etimológicamente para los antiguos Griegos, humus, significaba cimiento y correspondía a aquel material de coloración oscura, resultante de la descomposición de los tejidos vegetales y animales, que se encontraban en contacto con el suelo, al cual le asignaban gran importancia desde el punto de vista fertilidad (Teophrastos 372 -287 A.C.).

El humus se define como una mezcla de color oscuro, de sustancias amorfas coloidales, estables a la descomposición microbial, Fassbeneder (1982).

El humus está compuesto principalmente por carbono, oxígeno, nitrógeno e hidrógeno y en menos proporción, elementos minerales, que varían en cantidad dependiendo de las características químicas de los substratos que lo originaron.

La lombriz tiene capacidad de humificar la materia orgánica en el tiempo que demora su proceso digestivo. Ella fragmenta y mineraliza la comida entre la cavidad bucal y la molleja. Luego el alimento degradado pasa por la fracción intestinal, donde es colonizada por una alta carga bacteriana simbiótica, formando complejos amorfos que son expulsados como deyecciones. Para Hurtado, (1987), las lombrices deben considerarse como cámaras húmicas de ambiente controlado, puesto que permiten que los microorganismos trabajen en su interior, en condiciones óptimas, aisladas del ambiente externo, además agrega que la célula fúngica se destruye en el tubo digestivo de la lombriz liberando fitohormonas que enriquecen el material deyectado, y tienen efecto sobre la germinación de las semillas y el nacimiento de las plantas.

El humus de lombriz es especialmente rico en fitoestimulinas entre ellas las giberelinas, las citoquininas, y las auxinas. Las citoquininas actúan a nivel de las células vegetales y estimulan la clonación de las estacas, de modo que favorecen el desarrollo de las células reproductivas, haciendo posible la formación de raíces.

Las giberelinas y las auxinas ejercen su acción en el desarrollo del sistema vascular y foliar de las plantas y son determinantes en la formación del fruto.

Con la aplicación de humus al suelo, se pretende devolverle propiedades que ha ido perdiendo, como la energía de tipo biológico, los elementos minerales y la reconstrucción de la reserva tampón, reguladora del equilibrio ácido-básico.

Los minerales, incluidos los oligoelementos, pueden aportarse con fertilizante, pero éste

## Producción de humus y lombriz

con frecuencia los libera rápidamente, mientras en que los biofertilizantes regulados por la actividad microbiana, como en el caso del humus, la liberación se hace lenta y de acuerdo con las necesidades de la planta.

La tierra con humus se calienta bien, debido a su coloración oscura y puede almacenar bien el calor, gracias a su estructura porosa.

La presencia de humus favorece la retención de agua, la que absorbe como una esponja y la libera lentamente, previniendo la desecación, el humus tiene una capacidad de absorción de 80 al 90% de su peso.

El humus, en combinación con minerales de arcilla, forma agregados estructurales, permitiendo intercambio de gases, estabilizando la estructura e incrementando la permeabilidad.

Una buena cantidad de humus, en la tierra, previene la erosión por lavado en profundidad y por arrastre superficial, poca materia orgánica se pierde por lixiviación.

El humus tiene gran capacidad de intercambio de cationes, fluctúa entre 150 y 350 meq/100 gr., lo que permite aumentar la capacidad de retención y disponibilidad de nutrientes y agua, utilizados por las plantas.

Una característica del humus, y quizás la más importante, es su riqueza en flora bacteriana, que actúa sobre el suelo, en un ciento por ciento. Según Ferruzzi, 1986, el humus tiene dos billones de colonias por gramo; según Lombricultores Argentinos S.A., 200 millones de contenido bacteriológico por gramo y Brunato 20 millones. Esto demuestra que en cada gramo vive una alta cantidad de bacterias, frente a unos centenares de millones presentes, en igual cantidad de estiércol animal fermentado, que se considera uno de los mejores abonos orgánicos.

Cuando se utiliza el humus de lombriz en el suelo, se aportan colonias microbiales que participan en la transformación de todos los nutrientes minerales necesarios para la nutrición de las plantas. La carga bacteriana, al igual que la calidad del humus, varía de acuerdo con el sustrato suministrado a la lombriz y a las condiciones de humedad.

El humus de lombriz guardado y almacenado con una humedad mínima del 40% tiene una duración que puede considerarse ilimitada. En cuanto a su dosificación, el humus no quema ninguna planta, aunque se deben establecer rangos de aplicación para maximizar su utilización en especial en plantas de interior.

TABLA 2. ANALISIS DE MUESTRAS DE HUMUS, PRODUCIDO POR LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA

Item		Humus de pulpa de café	Humus de materia orgánica biodegradable
pH		7.0	7.0
Materia orgánica	%	35.0	60.0
Fósforo	ppm	178.0	186.0
Calcio	%	22.0	27.0
Magnesio	%	22.0	14.0
Potasio	%	40.0	17.0
Sodio	%	5.0	1.5
Hierro	%	13.5	20.0
Boro	%	0.9	0.7
Cobre	%	3.1	5.0
Manganeso	%	45.8	57.0
Zinc	%	30.6	6.9

Fuente: Laboratorio de suelos I.C.A.  
J.Q.A. Ajuste Tecnológico - Corpoica - Regional Nueve

## BIBLIOGRAFIA

- ARANGO, B. L. G.; DAVILA, A. M.T. Descomposición de la pulpa de café por medio de la Lombriz Roja Californiana. Avances Técnicos, Cenicafé. Bol.161. Colombia,1991. p 1-4.
- ARISTIZABAL, P. C. A.; MONTOYA, S. E. A. La lombriz de tierra como alternativa en la transformación de la pulpa de café. Medellín, Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias, 1991. 88 p.
- BURBANO, O. H. El componente bioquímico en la productividad y fertilidad del suelo. Fertilidad de los suelos, Diagnóstico y control. Bogotá, Sociedad Colombiana de Ciencia y Salud.1984. p 99-134.
- BERNAL, J. La fertilización de los pastos como base para aumentar la producción y la productividad. Edición No 10. Medellín, Despertar Lechero. 1994.
- BRUNS, A. et al. El cultivo biológico. Vida sana y Natural. Editorial Blume. Barcelona. España.
- CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFE -CENICAFE- Efecto de los insecticidas aplicados a la pulpa de café para el control de la broca, sobre la Lombriz Roja Californiana. Bol. Brocarta No 17. Chinchiná, 1993.
- CARR, L. E. La producción de abono orgánico, cómo, por qué trabaja? Agricultura Profesional Vol 12 No 3.
- CUERVO, A. M.; ROCHE, M. D. Efecto de la edad de la pulpa de café en el incremento poblacional de la Lombriz Californiana. Santa Rosa de Cabal, Rda., Corporación Universitaria -Unisarc- Admón de Empresas Agropecuarias.1991. 36 p.
- CORREDOR, G. La lombriz de tierra, perspectivas y posibilidades. Revista Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Caldas, Manizales. 1994. No.13.
- DAVILA, A. M. T.; ARANGO, B.L.G.; ZULUAGA, V. J. Utilización de la pulpa de café para el cultivo de la Lombriz Roja Californiana, Eisenia foetida: Seminario sobre Valoración de los Subproductos del Café. Chinchiná, Caldas. 1990. 26 p.
- DUQUE, R. La Lombricultura, Cultivo y Utilización de La Lombriz de Tierra. Armenia. Secretaría de Agricultura del Quindío.
- ECHEVERRI, G. J.; PEÑA, G. L. C. Determinación del ciclo biológico de la Lombriz Roja Californiana, bajo condiciones del C.I. Tulenapa y resultados preliminares de producción de humus y biomasa de lombriz. Medellín, Revista Industria Producción Agropecuaria. 1995. p 16-22.
- FERRUZZI, C. Manual de Lombricultura. Madrid, España. Ediciones Mundi-Prensa 1987.
- GARCIA, M. C. A. La Lombriz Roja Californiana alternativa para la disposición de desechos sólidos orgánicos. 1991.
- GIRALDO, Z.R. Aprovechamiento de desechos orgánicos en el municipio de Manizales y sus transformaciones para Lombriz Roja Californiana Eisenia foetida.. Manizales, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.1991.

- HURTADO, C.; DELGADO, M. La Lombricultura. Santiago de Chile. Incolda . 1987. 36 p.
- LOPEZ, E. J. ET AL. Variación de la producción de biomasa entre La Lombriz Roja Californiana ( *Eisenia foetida*.) y lombriz común en tres substratos. Manizales, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
- MORALES, L.G.S. Materia orgánica en la nutrición de las plantas y la fertilidad del suelo. Tuluá. Servicio Nacional de Aprendizaje -Sena-. 1994.
- QUINTANA, D. A. Lombricultura en Colombia. Información de Lumbriver Ltda. Medellín, 1995.
- REZA, G. S. La Lombricultura. Tecnología de gran utilidad. Actividades técnicas. Vol. 4 N° 003. Instituto Colombiano Agropecuario -ICA-
- RINCON, S. O. La lombriz de tierra. Revista Esso Agrícola. Vol 35 No 1. Bogotá.
- RIOS, J. A. T. DE LOS.; HOYOS, A. DE J. Cultivo de Lombriz Roja Californiana en cuatro desechos orgánicos. Manizales, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 1991. 197 p.
- ROBLEDO, A.J.E. Productor de lombriz. Consultoría y asesoría personal. Manizales, 1994 - 1995.
- SALCEDO, C. A. T.; BOTERO J. D. Abonos orgánicos y mejorados. Revista ICA Informa (6) 15 No 3. 1981.
- SALAZAR, A. N. La pulpa de café transformada por la lombriz, es un buen abono para almácigos de café. Avances Técnicos, Cenicafé, N° 178. Chinchiná, Caldas.
- LA PATRIA. La Lombriz de Tierra. Cultivemos. Vol. I y II. N° 62 y 63. Junio, Julio, 1991.
- VELASCO, A. F. Caracterización microbiológica del desecho de Lombriz de Tierra. Cultivos Tropicales. Cuba 11 ( 1) . 1989. 2 p.