



Primera edición, 2013  
IMPRESO Y HECHO EN MÉXICO

Innova y Renueva, Asociación para el desarrollo A. C.  
Privada Aurora no. 22, int.4  
Col. Coyoacán. Distrito Federal.  
C.P. 04000  
México  
Tel.: 55 54 81 29  
[innovayrenueva@yahoo.com.mx](mailto:innovayrenueva@yahoo.com.mx)  
[javierpradogarcia@hotmail.com](mailto:javierpradogarcia@hotmail.com)

Manual de  
lombricompostaje de pulpa  
del café para los  
cafeticultores de la región  
Otomí-Tepehua de Hidalgo



## TABLA DE CONTENIDOS

Presentación	5
Introducción	7
Qué es el lombricompostaje	9
Beneficios de la lombricomposta	10
Que lombrices utilizar	11
La pulpa de café	13
Etapas para la elaboración de la lombricomposta	15
Métodos para su empleo	28

## PRESENTACIÓN.

En la actualidad el aprovechamiento de los residuos orgánicos cobra cada día mayor importancia como medio para mejorar la producción agrícola, así como para reducir la dependencia de insumos externos de alto costo económico y ambiental y mejorar y hacer más sostenible la productividad del suelo. El objetivo del presente manual es brindar al productor de café las herramientas básicas para iniciar la producción en su propia comunidad de abono orgánico de lombriz (lombricomposta), fácil y con resultados positivos en poco tiempo.

El composteo visto así, representa un área de oportunidad altamente benéfica en nuestro país, ya que llevado a cabo en el sitio donde se genera el desecho, disminuye costos de transporte y disposición de la materia prima, así como el riesgo de contaminación y proliferación de fauna nociva, además de obtener un producto comercializable.

En la actualidad el composteo ha ganado popularidad y existen innumerables manuales y técnicas; sin embargo, es necesario difundir entre las comunidades rurales esta práctica, a fin de enfrentar y resolver problemas de contaminación por desechos orgánicos y ofrecer a las familias de menos recursos un modo de obtener un ingreso, contribuyendo así al bienestar social.

Lic. Javier Prado García.

## INTRODUCCIÓN.

Hoy en día, México ocupa el séptimo lugar como productor de café en el mundo, esto debido principalmente a que las regiones cafetaleras del país ofrecen condiciones naturales y variedades ideales para producir excelentes calidades de este grano. No obstante lo anterior, el cultivo del café es una actividad agrícola que de no establecer estrategias contundentes estará destinada a su abandono, esto debido principalmente a prácticas perjudiciales en su comercialización. En el estado de Hidalgo el cultivo de café se ha caracterizado por su baja productividad, la dependencia de una acentuada fluctuación de precios en el mercado internacional y la atomización de las unidades de producción, mismas que no sobrepasan las dos hectáreas en promedio. En el estado de Hidalgo el 77% de los cafeticultores son indígenas y en particular la problemática que circunda a los cafeticultores en la región Otomí-Tepehua obedece, por un lado a las condiciones climáticas y por otro, a varios factores técnicos y socio-económicos: plantaciones viejas, falta de árboles de sombra, falta de capacitación en la poda, suelos pobres, falta de abonos orgánicos, falta de viveros, árboles no aptos para la sombra y variedades poco productivas; así como falta de recursos económicos, falta de asesoría y capacitación, inestabilidad en los precios del café y coyotaje. Uno de los problemas que han influido en la producción primaria es la falta de fertilización, ya que en la región el 99.7% de los productores no aplican fertilizante a los cafetos, solo los mantienen con lo que la sombra y la propia tierra les puede aportar. También es importante destacar el mal manejo de los desechos de la producción, lo cual se ha venido convirtiendo en un problema serio, ya que parte de la pulpa es secada y utilizada para alimentar a los animales, pero la mayor parte es amontonada o distribuida en los cafetales y campos de cultivo, a nivel superficial, ocasionando problemas de malos olores, proliferación de moscas, contaminación de cuerpos de agua y pérdida de buena parte de su potencial nutricional. He aquí el propósito de este manual: capacitar a los cafeticultores en el aprovechamiento de la pulpa, la cuál es considerada como basura y transformarla en un abono orgánico de gran calidad.

## ¿Qué es el lombricompostaje?

A continuación se dan algunas definiciones que serán de ayuda en la consulta de este manual:

**La Lombricultura** es una tecnología que utiliza a la lombriz como una herramienta de trabajo para la transformación de desechos orgánicos.

**La Lombricomposta (*humus de lombriz*):** es un material similar a la tierra, producido a partir de residuos orgánicos, altos en nutrientes y utilizado comúnmente como mejorador de suelos o sustituto de fertilizantes.

**El Sustrato:** es un material inerte en el que puede habitar la lombriz.

**Los Lixiviados:** son los líquidos producidos durante la descomposición de la materia orgánica, usualmente de olor desagradable; sin embargo son excelentes abonos foliares.



## Beneficios de la lombricomposta.

1. Permite procesar recursos que de otra forma serían transportados a rellenos sanitarios, reduciendo los costos de disposición de estos residuos.
2. Al evitar que los residuos orgánicos se acumulen en los basureros, se evita la producción de gases tóxicos y líquidos (lixiviados), que pueden contaminar el subsuelo.
3. La lombricomposta es un fertilizante alto en nitrógeno, potasio, fósforo y magnesio, además de minerales y micronutrientes necesarios para los cultivos, los cuales son más fácilmente absorbidos por las plantas que los fertilizantes químicos.
4. La lombricomposta también contiene hormonas de crecimiento para los cultivos, así como enzimas y una alta población microbiológica beneficiosa y libre de patógenos.
5. La lombricomposta reduce la erosión, además de mejorar la retención de humedad y la estructura de los suelos, así como su capacidad de drenar.
6. El humus de lombriz acelera el desarrollo de la raíz y los procesos de brotación, floración y maduración del cultivo. Además, el humus aumenta la resistencia de las plantas al ataque de plagas y enfermedades, y también a las heladas:



10

## Qué lombrices utilizar.

***Eisenia fetida***: también conocida como lombriz roja californiana, es la especie de mayor popularidad para el composteo de la pulpa de café, principalmente debido a su habilidad para digerir residuos orgánicos en condiciones de cautiverio y producir *humus* comercializable. El excremento de la lombriz es el abono natural de lombriz. Una lombriz come diariamente el equivalente a su propio peso de materia orgánica, por lo tanto produce la misma cantidad de abono natural.

Sus Principales ventajas son:

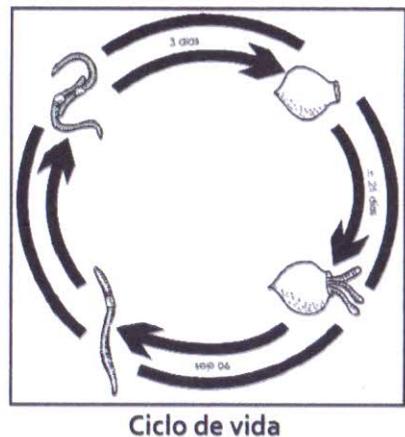
- a) Es extraordinariamente prolífica. Cada lombriz puede producir cerca de 13, 000 lombrices en un año. Puede duplicar su población en 90 días.
- b) Come con mucha voracidad todo tipo de desechos agropecuarios.
- c) Bien cuidada puede vivir en cautiverio hasta 15 años.



lombriz de tierra

11

El cuerpo de la lombriz es cilíndrico y alargado, el color es rojo oscuro. El diámetro de la lombriz varía entre 3 a 5 mm y de largo entre 30 y 130 mm. Llega a su madurez sexual (adulta) a los tres meses. Vive en promedio 16 años, y se acopla cada siete días. Dos lombrices pueden producir cada una, en condiciones favorables de clima, unas 1500 lombrices al año. Es importante mencionar que las lombrices son muy sensibles a la resequedad y a la luz solar directa.



## La pulpa de café.

La pulpa de café sirve como una buena "materia prima" para la formación del sustrato, o sea la comida para la lombriz. Así, la lombriz se alimenta bien, se reproduce rápidamente y produce enormes cantidades de humus.



El proceso inicial del beneficio húmedo para el aprovechamiento del café, consiste en la eliminación de la cubierta externa del fruto – pulpa del café y cascara exterior- que representa el 40% de peso fresco del fruto, esta pulpa de café es considerada como un subproducto de desecho. De manera cotidiana la pulpa es secada y utilizada como fuente de energía en los beneficios, pero la mayor parte es amontonada y/o distribuida en los cafetales a nivel superficial, ocasionando problemas de malos olores por su proceso de putrefacción, proliferando moscas y otros insectos, contaminando el agua y perdiéndose así buena parte de su potencial nutricional. Además, por lo voluminoso del material y su contenido de humedad resulta difícil su transporte, manejo y distribución en el campo.

## Etapas para la elaboración de la lombricomposta.

### 1. Características de la materia prima o sustrato.

El proceso de elaboración de lombricomposta permite la utilización de una amplia variedad de residuos orgánicos como alimento para las lombrices. Es conveniente limitarla a los desechos de frutas y verduras; es decir, **ÚNICAMENTE** los desechos de origen vegetal en crudo, cáscaras y tallos: cáscara o trozos de melón, sandía, papaya, manzana, plátano, hojas de elote, lechuga, tallos de cilantro, perejil, jitomate, chile, etcétera, **EVITANDO** los cítricos. Es importante que los residuos sean cortados en trozos pequeños (máximo de 2 cm). Así mismo, se pueden utilizar diversos tipos de estiércol, siendo el de conejo, el ideal y la gallinaza no tan recomendada.



A este respecto se recomienda tener cuidado cuando la pulpa de café está fresca y no utilizarla en forma directa como composta, siendo necesario realizar antes un proceso de fermentación, esto debido a que al obtenerse fresca contiene un alto porcentaje de carbono y humedad, lo cual provoca altas temperaturas al despedir el nitrógeno en forma de gas. Para el proceso necesario y su aprovechamiento como composta, después del despulpado se colecta, acomodándose, haciendo pilas o montones, a los cuales se les agrega cal, después de 5 o 6 días la pulpa servirá para la elaboración de composta.



Algunos de los materiales más utilizados como sustrato son: papel triturado, cartón, hojas de árbol, pasto, paja, aserrín y tierra. Para el compostaje de la pulpa de café utilizaremos tierra mezclada con la pulpa. La pulpa de café sirve como una buena “materia prima” para la formación del sustrato, o sea la comida para la lombriz.



*a). Precomposteo del sustrato.*

El sustrato que se escoge o que se tiene a la mano, se prepara primero juntando los materiales y dejándole fermentar por más o menos 2 meses. Se le da vuelta cada 6 días para facilitar el proceso de descomposición a los materiales. Cuando empieza a blanquearse, la materia empieza a perder calor, cuando tenga una temperatura de 18 a 25 grados y está suave, se puede utilizar como sustrato y ser consumida por las lombrices.



El sustrato ya precomposteado y listo se pasa a los módulos con las lombrices, donde se controlarán principalmente la temperatura y la humedad. Para una mayor producción de

lombricomposta se requiere que por lo menos la pulpa de café tenga más de 15 días de descomposición. La comida debe suministrarse cada vez que las lombrices lo requieran,

dependiendo de la densidad de población (número de lombrices por  $m^2$ ), factores climáticos y temperatura. Generalmente debe proporcionarse alimento una vez por semana o entre 2 a 4 veces por mes, procurando extender una capa (de pulpa de café) de 5 cm sobre la superficie del lecho.

*b). El sustrato.*

El objetivo principal del sustrato es proveer a las lombrices de un medio donde moverse libremente, alimentarse y reproducirse. Hay tres características que se deben tomar en cuenta siempre: la temperatura, la humedad y la acidez.

1. La temperatura debe estar entre los 18 y los 25 grados centígrados, aproximadamente la temperatura del ambiente.
2. La humedad debe estar entre el 70 y el 80 %. La lombriz respira por la piel y si hay mucha humedad se ahoga. La humedad se mide sacando un puñado del material y observando que al apretarlo se suda un poco de agua entre los dedos.
3. Las lombrices nos indicarán si la acidez del sustrato es el adecuado. Esto se prueba echando 20 lombrices en el sustrato, si se sumergen y dentro de una hora no salen a la superficie significa que sí les gusta la acidez, cuando está no es la adecuada saldrán a la superficie. Así mismo, debemos cuidar que entre los desperdicios no haya mucha cal o cenizas para que el sustrato no sea muy alcalino.

### c). Prueba de supervivencia.

Se llena una bandeja de 25 cm de ancho, por 30 cm de largo y 10 cm de alto con el sustrato para ser composteado, y se añaden 20 lombrices. Si las lombrices permanecen en el recipiente, sin salir de él, significa que la materia orgánica (pulpa de café precomposteada) se encuentra en condiciones para su uso en la alimentación de las lombrices.



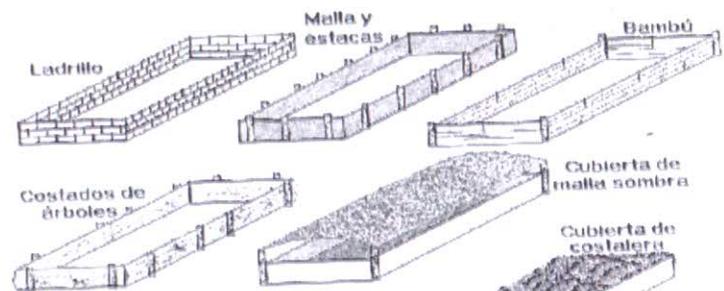
### 2. Instalación del compostero o camas.

El área del compostero va a depender del tipo de explotación. Para un tipo de explotación a pequeña escala se requiere un área de entre 10 y 100 m<sup>2</sup>, dependiendo del volumen de desechos de pulpa de café. El sistema de camas o lechos es el empleado para manejar a las lombrices. Por ejemplo: 25 toneladas de pulpa fresca de café se pueden manejar en un área efectiva de 25 m<sup>3</sup> de lombricultivo, con una densidad de lombriz de 5 kilos por m<sup>2</sup>. Se le llama cama al lugar donde se establecerá a la lombriz junto con su alimento.

### Características estructurales de las camas.

**Suelo.** Se recomienda el uso de pisos de cemento en el interior de las camas para aislar el cultivo del suelo y evitar el ataque de posibles plagas. El piso debe tener una pendiente entre 2 y 5% para evitar la inundación de las camas cuando se riegan.

**Paredes de las camas.** Para la construcción de las camas se puede utilizar ladrillos, blocks, madera o malla. Si se construye con ladrillos, deben ser unidos con cemento. Las camas se construyen de 1 m de ancho y de 2 a 3 m de largo. La altura de la cama es de 40 cm y el espacio entre las camas puede ser de 50 cm. Se pueden emplear ladrillos de 10 X 20 X 40 cm.



Camas de 1 m de ancho, facilitan el trabajo en los módulos y pasillos de 0.6m, permiten el paso de carretillas.



**Parte superior.** Se recomienda techar a una altura entre 2,5 y 3m para evitar la lluvia y sol directo y cercar el área para evitar la entrada de aves u animales que se coman las lombrices. Se pueden utilizar láminas, malla sombra de invernaderos, etc.



### 3. Preparación del sustrato.

Los preparativos necesarios para los materiales que serán añadidos a las camas de lombricomposteo incluyen la reducción del tamaño de las partículas del sustrato, el mezclado, el monitoreo de humedad y la inoculación con microorganismos (proporcionados por algún tipo de estiércol) y el pie de cría de lombrices. Aunque algunos productores de lombricomposta recomiendan alimentar a las lombrices con materiales parcialmente descompuestos, para evitar la producción excesiva de calor cuando se descompone la materia orgánica, la práctica ha demostrado que las lombrices pueden ser alimentadas con materia "fresca" cuando se procura una correcta relación C/N y se evitan los residuos de origen animal (carne, pescado y marisco, pollo y lácteos). Inclusive se puede dejar

descomponer 15 días antes la pulpa de café, antes de convertirla como alimento para las lombrices.

#### Reducción del tamaño de partícula.

Ésta se debe realizar para incrementar la velocidad de descomposición de los residuos, permitiendo a las lombrices realizar un procesamiento eficiente. Entre menor sea el tamaño de partícula, mayor área superficial estará disponible para el ataque microbiano y una ingesta más eficiente y rápida.

#### Inoculación de las lombrices en el sustrato.

Es recomendable inocular las camas o lechos con el alimento ya precomposteado y lombrices de la especie *Eisenia fetida* (lombriz roja californiana) a razón de 10.5 kg/m<sup>2</sup>.

#### Monitoreo del sustrato durante el proceso (aireación y humedad).

La temperatura y la humedad son los factores ambientales más importantes en los sistemas de elaboración de lombricomposta. La temperatura ideal dentro del compostero será entre 20°C y 25°C. Una excesiva acumulación de calor se evita con la aireación de los materiales, que además oxigena la mezcla. Asimismo, es necesario un ambiente húmedo para prevenir la deshidratación de la lombriz y favorecer su desplazamiento en el sustrato. Por otro lado, una humedad excesiva puede producir condiciones no aptas para las lombrices, que causan olores desagradables. Mezclar los materiales demasiado húmedos con otros más secos es una práctica

de control de humedad. Se recomienda revolver cuidadosamente el contenido con un bieldo o pala, una vez por semana.

#### *Contenido de humedad inicial.*

Una humedad de alrededor del 70% al 80% es la ideal en la elaboración de lombricomposta. Arriba de este rango, se considera una humedad excesiva. La evaluación del contenido de humedad puede realizarse fácilmente con la "prueba del puño": se toma un puñado de material que se exprime con fuerza y deben escurrir algunas cuantas gotas entre los dedos, pero no debe estar saturado de agua (encharcado). Se recomienda el riego de las camas cada tercer día o dependiendo de las condiciones ambientales, diario.

#### *Aireación.*

La lombriz absorbe el oxígeno a través de su piel y requiere un ambiente que permita el flujo de aire y la disipación de calor, previniendo el desarrollo de condiciones no adecuadas para las lombrices. Se debe mantener una aireación en las camas, revolviendo cuidadosamente el contenido con un bieldo una vez por semana o cada dos semanas.

#### *Monitoreo del sistema.*

Cuando el lombricompostaje está fallando hay indicios evidentes de esto. No hay actividad de la lombriz, hay material no procesado, se aumenta la temperatura y se presenta una disminución de la concentración de oxígeno. Se debe aplicar un monitoreo adecuado una vez por semana; con esto se previenen problemas potenciales de

salud de las lombrices, la producción de malos olores y la infestación de plagas.

#### **Maduración de la lombricomposta.**

En general, se considera madura la compostada producida por las lombrices luego de 16 semanas, aunque a las seis semanas el producto es suficientemente estable como para ser utilizado en los cafetales, donde el proceso de descomposición continuará sin ningún impacto ambiental negativo. Por otro lado, se recomienda que el material pase por un tiempo de "curado" antes de su uso, para obtener un producto más maduro. Esta madurez o "estabilización" se logra almacenando la lombricomposta en un bote bien aireado durante aproximadamente cuatro semanas. La evaluación de la calidad del producto final puede realizarse mediante análisis físico-químicos de laboratorio fijados por la norma mexicana NMX-FF-109-SCI-2007.

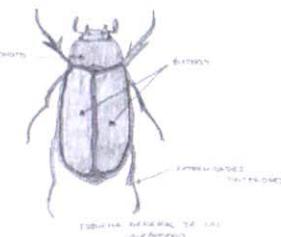


#### **Plagas.**

Las plagas más comunes en los sistemas de elaboración de lombricomposta son roedores e insectos, aunque se ha encontrado una gran diversidad de fauna en un sistema saludable; únicamente deben ser controlados aquellos organismos que son depredadores directos de la lombriz y/o que interfieren con el proceso, como hormigas o

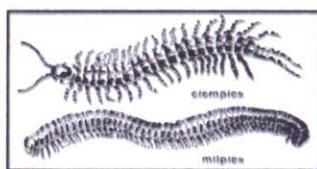
moscas. Las especies comúnmente presentes en un sistema de composteo son:

**Escarabajos y termitas:** sólo peligrosos si existe sobre población, lo cual es poco probable en un compostero atendido. La mayoría de las especies son benéficas ya que se alimentan de materia vegetal en descomposición; cohabitan con la lombriz y su número se mantiene evitando condiciones ácidas.



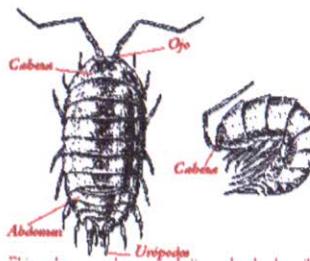
**Colémbolos:** insectos de uno a 3 mm que se ven como pequeños puntos blancos en el compostero, son benéficos para la producción de *humus*.

**Ciempíes:** son los únicos depredadores que ocasionalmente matan a la lombriz.



**Milpiés:** son vegetarianos y benéficos para la descomposición de la materia orgánica, se distinguen de los ciempíes por contar con dos pares de patas en cada segmento, en vez de uno.

**Babosas:** estas criaturas en busca de alimento y lugares oscuros no dañan el sistema, pero se pueden retirar fácilmente de forma manual si representan una molestia para los operarios.



**Cochinillas:** son vegetarianas y benéficas por alimentarse de material vegetal en descomposición.

#### 4. Cosecha.

Una vez que la pulpa de café y los materiales del sustrato han tomado un color café oscuro, y que su olor es como el de tierra húmeda (entre seis semanas y tres meses de procesamiento), se puede cosechar la compostada.



Entre los métodos de cosecha más comunes se encuentran la separación a mano (vaciar la compostada en una superficie al sol, haciendo montículos pequeños y retirando los bordes cada diez minutos para permitir a la lombriz desplazarse hacia abajo); el cribado exterior (estresante para la lombriz, en el que la compostada pasa a través de una malla o criba y la lombriz no); el cribado interior (la lombriz se traslada a las capas superiores del contenedor a través

de una malla, mientras la composta permanece en el fondo); el método de migración horizontal (colocando alimento sólo de un lado del contenedor para que la lombriz migre a éste). Entre estos métodos, el más recomendable para recuperar el mayor número posible de lombrices es el cribado interior, en el que con un cajón se recolecta composta terminada y lixiviados de la parte inferior del contenedor, sin necesidad de molestar a la lombriz sacándola de su hábitat. Una criba de 5 mm es requerida para la obtención de la lombricomposta:



### **Almacenaje.**

#### *a). Secado .*

Para el almacenaje de la lombricomposta, primero se debe secar el abono. Este proceso se puede llevar a cabo en un piso recubierto con plástico, sobre el cual se deposita el fertilizante obtenido de las camas de producción, en capas máximo de 10 cm. Con un rastrillo o bieldo, se realizan volteos diarios, con el fin de obtener un secado homogéneo.

#### *b). Empaque.*

Una vez se ha obtenido una humedad del 20%, el fertilizante se pasa por un tamiz o malla calibre 6. El fertilizante sólido, se puede empacar en: costales de yute, rafia o polipropileno.

#### *c). Almacenamiento.*

Una vez empacado, el fertilizante se almacena en un lugar cubierto, aireado y sobre estibas, con el fin de evitar su humedecimiento. El tiempo de almacenamiento no debe ser mayor a 2 meses.

## Métodos para su empleo

La aplicación de abono orgánico requiere colocarlo sobre la superficie del terreno, regando abundantemente para que los microorganismos del abono se incorporen rápidamente al suelo. En cuanto a la aplicación de la lombricomposta o humus de lombriz en los cafetales esto se hace de la manera siguiente: aproximadamente a 30 centímetros del tronco del árbol de café o frutal se hace un canal en forma de una media luna y se aplican 50 gramos para plantas pequeñas y hasta 250 gramos de abono para plantas maduras, con esa dosis se puede ver una diferencia en el desarrollo del tallo, la hoja y en el sabor y color de la fruta.





2013