

# Un campo *Mexiquense* más productivo



# Manual para el manejo de instalaciones lombrícolas

Ing. L. Manuel Montes de Oca Castro  
Ing. Miguel Ángel Ruiz López



**Lombriz  
de tierra**

***Esenia féltida. A***





GOBIERNO DEL  
ESTADO DE MÉXICO

Primera edición: 2004

DR © Gobierno del Estado de México.  
Secretaría de Desarrollo Agropecuario,  
Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria,  
Acuícola y Forestal del Estado de México, ICAMEX.  
Dirección de Apoyo Técnico y Divulgación.  
Conjunto SEDAGRO, Metepec, Estado de México, C.P. 52140.

Informes:  
icamexdg@edomex.gob.mx  
icamex.apoyotec@edomex.gob.mx



Tel. (01 722) 2 32 26 46

2 32 31 94

2 71 52 27

Fax.

2 32 21 16



No. de autorización CE: 207/03/06/13

Impreso en México

*Queda prohibida la reproducción total o parcial de esta obra - incluyendo las características técnicas, diseño de interiores y portada - por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía, el tratamiento informático y la grabación, sin la autorización previa del Gobierno del Estado de México. Si usted desea hacer una reproducción parcial de esta obra sin fines de lucro, favor de contactar al Consejo Editorial de la Administración Pública Estatal.*

La distribución de esta obra es gratuita.

## Introducción / 1

## La lombriz de tierra / 2

Taxonomía  
Ecología  
Anatomía y Fisiología

## Factores limitantes / 5

Alimento  
Humedad  
Temperatura  
pH (Acidez/ Alcalinidad)  
Otros factores (gases)  
Densidad de Población

## Diseño y construcción del lombricario / 7

## Manejo / 9

Establecimiento y siembra  
Alimento  
Composteo  
Fermentación anaeróbica  
Tipos de alimentos  
Proceso de alimentación  
¿Cuándo y cuánto debo dar comer a mis lombrices?  
Monitoreo  
Plagas  
Cosecha  
Trampeo

## Cosecha de lombrices y duplicación de lechos / 20

Cosecha de humus sólido  
Cosecha de humus líquido

## Humus / 22

Propiedades generales del humus  
Complejo arcilloso húmico

En el Estado de México la investigación agropecuaria ha sido impulsada y desarrollada durante más de 60 años, lográndose hasta la fecha un sinnúmero de tecnologías exitosas.

El sector agropecuario reviste importancia en la economía estatal por el hecho de que cerca de 2 millones de mexiquenses están ligados total o parcialmente a esta actividad.

El crecimiento demográfico de nuestra entidad, nos plantea el reto de ser cada vez más eficientes, dinámicos y competitivos, para producir más y mejores alimentos a través de sistemas de producción sustentados en tecnologías que permitan la coexistencia con el medio ambiente y el mejoramiento de las condiciones socioeconómicas del sector agropecuario.

Para enfrentar estos retos es determinante la acción coordinada y conjunta de todas las instituciones de enseñanza e investigación que se localizan en la entidad, para que los resultados obtenidos sean transferidos y adoptados más rápidamente por los productores.

Es por ello que el Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal del Estado de México (ICAMEX), con el objeto de incidir de manera importante en esta tarea, pone a disposición de productores y técnicos el presente material a efecto de propiciar el uso más óptimo de los elementos que intervienen en la producción.



## Introducción

El suelo está formado por diferentes elementos que le confieren la capacidad de nutrir a las plantas, existiendo grandes diferencias entre ellos, en cuanto a su composición y la forma como interactúan con el sistema radicular de los vegetales. La parte mineral del suelo, bajo condiciones de una variada vida microbiana y con la intervención de los factores ambientales, puede convertirse en nutrientes disponibles para las plantas.

La materia orgánica mejora la bioestructura del suelo, ya que aumenta el tamaño de los agregados, haciéndolo más esponjoso, lo que le permite una mayor infiltración y retención de agua disponible y, por consiguiente, un mejor enraizamiento de las plantas; además, mejora las propiedades químico-biológicas del suelo. Un manejo correcto del riego en los cultivos, favorece la adecuada proporción de aire y agua en el espacio poroso del suelo, evitando la compactación del mismo, condición que favorece al sistema radicular de las plantas para absorber las cantidades necesarias de nutrientes para cumplir con sus necesidades vitales.

La raíz de los vegetales es una de sus partes más importantes, ya que funciona como medio para abastecerlos de agua, nutrientes y gases, así como mantener reservas para el buen desarrollo de la parte aérea y cumplir con la función de sostén a la planta. El volumen de raíces depende de la especie, variedad, clima y tipo de suelo en que se desarrolla. Cualquier barrera que impida el libre desarrollo de este órgano, representa un impedimento para el crecimiento de la planta.

Una alternativa para la sustitución o el enriquecimiento de sustratos tradicionales es el empleo de compostas elaboradas a partir de desechos orgánicos, mismas que pueden ser utilizadas además como alimento para la lombrices de tierra, en especial la llamada "roja de California" (*Eisenia fetida*) esta especie es la mejor, se adapta para la crianza en cautiverio bajo condiciones extremas, ya que soportando cambios de temperatura y la falta de humedad en el hábitat, se alimenta de todo tipo de desechos orgánicos, es voraz (ingieren el equivalente a su peso diario), altamente reproductiva (duplicando su población cada 90 días), no se enferman ni transmiten enfermedades. Asimismo, como actividad productiva, su crianza es de fácil aprendizaje, con bajo costo de manejo y buena rentabilidad.

## La lombriz de tierra (*Esenia fétida*. A)

### Taxonomía

La clasificación taxonómica ubica a la lombriz roja de California en el sub-reino de los metazoarios al-filum de los anhelada subfilum clitelados clase Oligoquetos, orden Opisthoporos, familia Lumbricidos, Género *Esenia* especie fétida. (Andreas), son animales vermiformes, segmentados en anillos (metámeros) que generalmente corresponden, en el interior del animal, a otros tantos compartimientos tabicados en cada uno de los cuales se repiten los mismos órganos.

### Ecología

Una de las clasificaciones es la Ecológica, que se realiza de acuerdo a sus hábitos alimenticios y a la profundidad a la que se encuentran; y se tipifican como:

**Epigeas.** Son de tamaño pequeño, color rojo, se alimentan principalmente de hojas y materia orgánica en descomposición, deficientes para barrenar, presentan alta mortalidad que se contrarresta con la alta fertilidad y rápido desarrollo.

**Anécicas.** Medianas a grandes, color café oscuro, se alimentan de hojarasca con tierra, barrenar el suelo en forma vertical, baja fertilidad y crecimiento lento con una mortalidad baja.

**Endógenas.** De pequeñas a medianas, color gris o rojos no pigmentadas, se alimentan de raíces muertas y tierra, barrenar en forma horizontal, baja fertilidad y crecimiento lento (oligohúmicas), alta fertilidad con desarrollo rápido y alta mortalidad (polihúmicas).

Asimismo, existe una clasificación de acuerdo al tipo de alimento que prefieren: Geófagas, que se alimentan de tierra; Limífagas que se alimentan de lodos y fangos, y las Saprófagas, que son las que se alimentan de materia orgánica en descomposición.

### Anatomía y fisiología

El cuerpo de la lombriz está compuesto generalmente por 143 anillos o segmentos. El primer segmento lo compone la cabeza, que carece de ojos, los labios bucales y el prostomio. La lombriz de tierra en cada uno de sus segmentos tiene ocho cerdas insertadas directamente en la piel, la cual está revestida de una cutícula quitinosa.

En los anillos 14 y 15 se abren los agujeros genitales, a simple vista se observan unos anillos abultados que corresponden a los comprendidos entre el 33 y el 37 que reciben el nombre de silla o clitelo (figura 1).



Figura 1. Silla o clitelo.

Los segmentos están separados internamente unos de otros por tabique transversales (septos), los cuales están atravesados por el tubo digestivo (figura 2).



Figura 2. Septos.

El aparato respiratorio es cutáneo, por lo cual su piel tiene abundante irrigación sanguínea. La mucosidad de que ordinariamente está cubierta se debe a unas glándulas epidérmicas que la segregan, facilitando la respiración, de ahí que si se expone a la lombriz a los rayos directos del sol, muere asfixiada, al secarse su tegumento.

Las lombrices son hermafroditas, es decir, contienen los dos sexos, tanto el masculino en el segmento 15 y el femenino en el segmento 14. (figura 3).

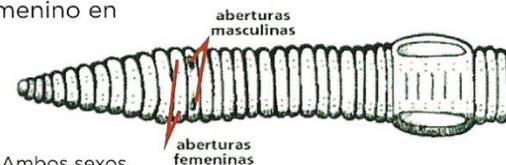


Figura 3. Ambos sexos.

La lombriz madura a los 3 meses después de su eclosión del huevo, apareándose cada 8 ó 10 días generando un huevo del cual eclosionan las lombricitas completamente desarrolladas que permanecen en el capullo un tiempo variable, que depende de la temperatura del sustrato, siendo óptimo su desarrollo entre 20-25°C, que formarán a los individuos en un periodo de 14 a 44 días (o más si las temperaturas son inferiores). En el capullo se nutren de las secreciones albumi-noideas proporcionadas por el clitelo; cuando tiene lugar la copulación donde pueden emerger de dos a cinco lombrices (Foto 1), teniendo un promedio de vida de 4 años.

Foto 1. Eclosión de lombriz



El sistema circulatorio es cerrado, la sangre circula a través de vasos, básicamente existe un vaso dorsal y otro ventral que se interconectan en el tercio anterior formando seudocorazones (5 pares) muy contráctiles, el vaso dorsal lleva la sangre del extremo posterior del animal hacia delante, pasando por los corazones al vaso ventral desde donde circula hacia la región posterior (figura 4).

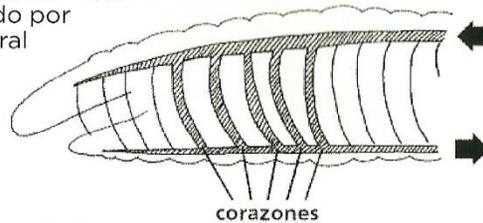


Figura 4. Corazones.

Se alimenta diariamente del equivalente a su peso, a partir de sustancias orgánicas en descomposición, las cuales traga, ya que no cuenta con dientes, este proceso lo realiza al momento de desplazarse aprovechando 40% en formación de su biomasa, excretando 60% restante en forma de humus a través del suelo, donde forma galerías que contribuyen a airearlo (figura 5).

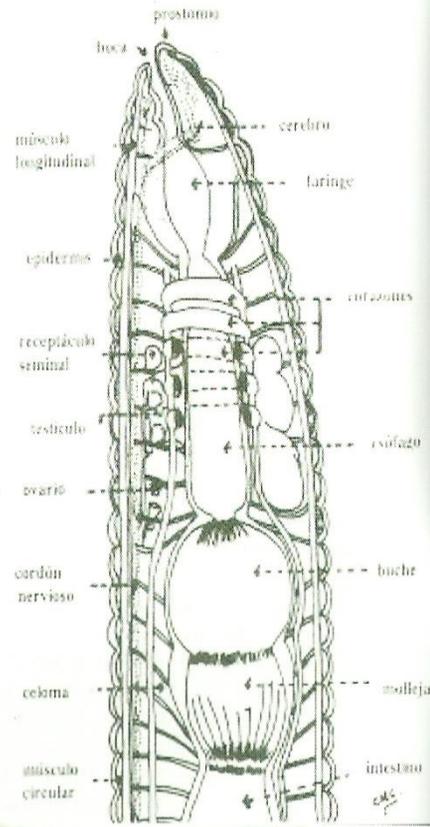


Figura 5. Sistema digestivo.

## Factores limitantes

### Alimento

El alimento deberá ser Materia Orgánica (M.O.) joven, es decir que haya sido emitida o generada de 45 a 60 días antes de ser sembrada con lombrices, y en ese inter haber sido estibada en pilas bajas (de no más de 50 cm de alto) para evitar la elevación térmica mas allá de los 50°C, a excepción de materiales de Materia Orgánica contaminada con organismos patógenos, bien aireadas y húmedas (más de 50%). De este modo en la MO se irán desarrollando los organismos (hongos, bacterias, algas, protozoarios) que constituirán el alimento de las lombrices.

### Humedad

Este factor es muy importante, así como la temperatura, ya que ambos determinan significativamente el desarrollo y bienestar de la población de lombrices. La humedad del sustrato conviene que fluctúe entre 75%. Este valor corresponde a 40-45% del instrumental en uso en el ámbito agronómico (higrómetros), y su determinación en la práctica se efectúa sencillamente presionando con el puño una porción de alimento del lecho; si al apretarlo ligeramente hay escurrimiento de agua entre los dedos significa que estamos algo excedidos con la humedad. Contrariamente, si al presionar el puño se consiguen unas gotas, la humedad del lecho es la apropiada. El método antes descrito es el que adoptan prácticamente todos los lombricultores.

Existe un temor desmedido al exceso de agua en los lechos, y aunque haya manuales que postulen que las lombrices mueren en segundos o minutos si se exceden en humedad, esto no es así, ya que la lombriz tolera durante horas un exceso.

### Temperatura

*E. fétida*, tolera temperaturas entre 0 °C y 42 °C, fuera de estos parámetros muere. Para los fines de producción la temperatura óptima es entre 14°C y 24°C, sobre todo si interesa una rápida multiplicación de la población. La temperatura puede ser manejada con la profundidad del lecho, con el tipo de alimentos (mientras más frescos o recién generados elevan la temperatura), con la adición de pajas, riego, sombreos y cobertura apropiada. De esta manera la crianza prosperará tanto con la presencia de heladas invernales intensas como durante los días soleados del verano. Al iniciar un lecho conviene medir la temperatura diariamente a distintas profundidades. La mano también orienta respecto de la temperatura que guarda un lecho; una sensación fresca implica temperaturas inferiores a 36°C, y la tibieza/calor significa temperaturas superiores a los 37°C.

### pH (Acidez/ Alcalinidad)

La mayoría de los materiales orgánicos adecuadamente descompuestos (composteados), es decir los estiércoles de herbívoros (los estiércoles/camas aviares y/o de porcinos requieren consideraciones adicionales), restos vegetales, etc., normalmente se hallan comprendidos entre un pH de 5.0 (ácido) y un pH de 9.0 (alcalino) donde 7.0 representa la neutralidad. MO con estos valores extremos es invadida por las lombrices, evolucionando el pH gradualmente hacia valores cercanos a 7 (6,8 a 7,4) y que caracteriza a la mayoría de los lombricompuestos. Estos valores se pueden medir con un potenciómetro. Existen también papeles que se presionan contra el sustrato y el color que adquieren se compara con una escala que acompaña a los mismos y que permite aproximar el pH.

### Otros factores (gases)

Las lombrices requieren oxígeno. Este gas presente en el aire en aproximadamente un 20% es lo que determina la profundidad hasta donde penetra la lombriz en el sustrato, ya que el dióxido (anhídrido) carbónico, aun en concentraciones elevadas, no afecta mayormente a las lombrices. Normalmente, las lombrices no ingresan más allá de los 40 cm de profundidad.

El amoníaco y otros compuestos amoniacales gaseosos o solubles en agua pueden causarles daño en concentraciones elevadas. Estos productos son habituales en las fases de descomposición de MO rica en proteínas (cárneos, abundante verdura de hoja, orines y algunos estiércoles de animales con mucha proteína residual ejem: cerdos).

Las instalaciones expuestas hacen que se deba ser selectivo en cuanto a las opciones para cubrir los lechos, debiendo privilegiarse las naturales como son paja, rastrojos, pasto o sintéticas como las mallas plásticas y descartarse todo material no poroso que pudiera entorpecer la libre difusión de los gases

### Densidad de población

Se considera que en promedio un kilogramo de pie de cría contiene 1,400 individuos adultos esta unidad nos indica la cantidad que se deberá manejar por metro cuadrado.

Para iniciar con una explotación comercial se recomienda que la densidad no sea inferior a 8,400 individuos por un metro cuadrado, ya que se estima que un volumen de 0.5 mt<sup>3</sup> de composta, se puede procesar en un periodo de tiempo de 5 a 6 meses con esta densidad.

## Diseño y construcción del lombricario

Con la finalidad de obtener los mejores resultados en la construcción de un lombricario es importante tomar en cuenta aspectos como:

**Alimentación:** disponibilidad, ubicación, cantidad y composición de desechos orgánicos.

**Agua:** disponibilidad, ubicación, cantidad y calidad.

**Recursos económicos:** inversión disponible.

**Materiales de construcción disponibles:** madera, tabique, troncos, cajas, etc.

**Recursos humanos:** mano de obra disponible.

**Superficie disponible para:** lombricario, composteo y maniobras.

Ya considerados los elementos anteriores, el lombricario se iniciará con la construcción de los lechos tomando como base el modelo (figura 6).

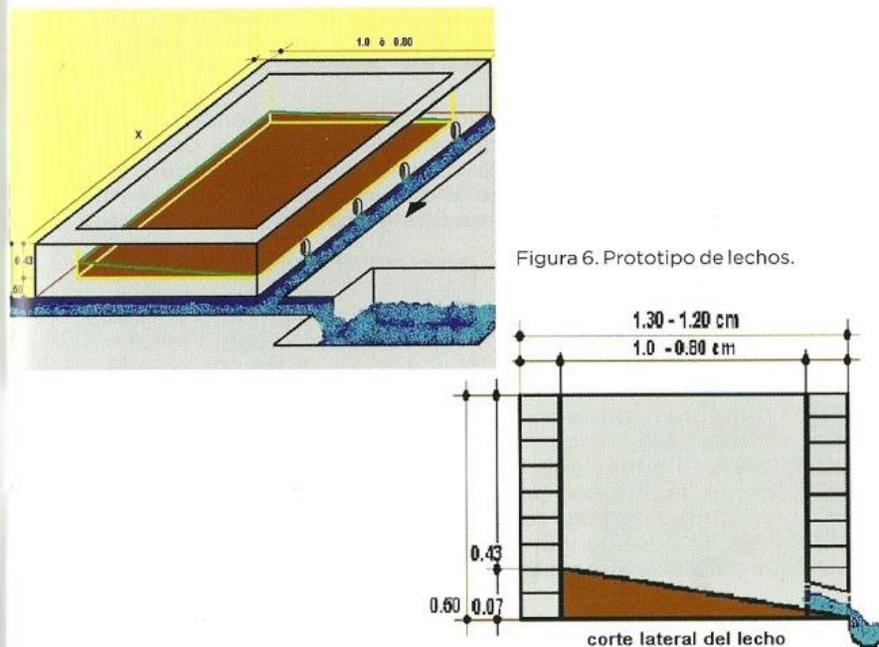


Figura 6. Prototipo de lechos.

Para esto pueden utilizarse materiales que tengamos a la mano, ya sean industrializados (bloques, tabicón, tabique, adobes, paneles de construcción, etc.) o de otro tipo como cintas de madera, tablones, vigas, entre otros. Con estos materiales se formará la armazón de los lechos (foto 2 y 3). Las dimensiones de los lechos estarán en función de la disponibilidad del alimento y agua.



Foto 2. Construcción de lecho.

Un aspecto muy importante, independientemente del material a utilizar en la construcción de los lechos, será la adecuada compactación del piso del lombricario, ya que evitara pérdidas del humus líquido y de las propias lombrices, así como evitar la introducción de depredadores como las tuzas, topos y ratones.

Asimismo, se deberá considerar una inclinación o pendiente de 5% en el piso de los lechos, un sistema de captación y colector para extraer los lixiviados o excedentes de líquido que se acumulen en el fondo del lecho y dirigirlos a una cisterna (o captación) para su almacenamiento y posterior extracción (cosecha de lixiviados).

Tomando en consideración que existen diversos factores que pueden afectar el desarrollo de las lombrices, como depredadores y algunos elementos climáticos adversos (lluvia, granizo, hielo y la radiación solar), deberá proveerse protección a los lechos a través de la colocación de una pantalla plástica soportada en cintas de madera, varillas o tubos (foto 3). De manera más tecnicada se pueden usar láminas de fibra de vidrio opacas sostenidas de estructura metálica.



Foto 3. Protección para los lechos

Foto 3. Lecho terminado

## Manejo

### Establecimiento o siembra

Para el establecimiento se deberá considerar la presentación con que se adquirió el pie de cría, (con sustrato o trampa orgánica (foto 5), desnudo, capullos con sustrato o capullos desnudos) (foto 6), tomando en cuenta que la densidad óptima para el establecimiento de un buen lombricario es de 10 kg y mínimo 6 kg de pie de cría por metro cuadrado de camas o lechos (donde 1 kg de pie de cría de lombrices contiene en promedio 1, 400 individuos aproximadamente).



Foto 5. Pie de cría



Foto 6. Huevecillos.

Para el caso del pie de cría sin sustrato, colocaremos el alimento, previamente preparado, a todo lo largo del lecho, formando una cama de aproximadamente 10 cm de espesor (figura 7).

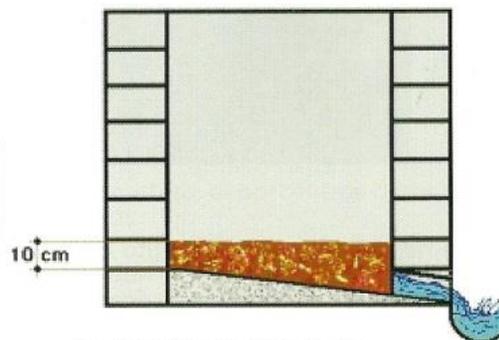


Figura 7. Siembra de pie de cría.



Con el propósito de eficientar el proceso de “siembra” del pie de cría de lombrices y evitarles estrés por tiempos prolongados fuera del sustrato, se recomienda trasladarse en cajas de poliuretano “hielo seco o unice!” con (8,400 a 14, 000 ejemplares por contenedor) evitando el golpeteo lo mayor posible y colocarlas a todo lo largo del lecho preparado con la capa de alimento a cada un metro para posteriormente ser vaciados y separando las lombrices aplicando un riego ligero como paso final (foto7).



Foto 7. Vaciado de pie de cría

Para el caso de pie de cría con sustrato la única variante que se da es que la capa de alimento puede ser omitida sustituyéndose por un riego del lecho.

Una vez depositado nuestro pie de cría en el lecho, se procederá a disgregar los amontonamientos de lombrices y sustrato en el metro cuadrado de forma manual, teniendo cuidado de no lastimarlas (foto 8).



Foto 8. Dispersión de pie de cría

Finalmente se recomienda dar un riego ligero, con el objeto de recuperar la pérdida de humedad que se pudiera haber presentado durante el desarrollo de la siembra, así como desestresar a las lombrices.



## Alimento

A pesar de que pueden ser alimentadas con cualquier tipo de desecho orgánico, “basura que se pudre”, la alimentación de la lombriz es el factor más importante para la cría de este animal. Es por ello que deberá de tomarse en cuenta la cantidad, calidad y composición que se tenga de alimento.

Como el origen de los desechos que podemos proporcionar a las lombrices es muy variado y considerando su morfología, debemos proporcionarle los residuos de una forma más fragmentada para su mejor aprovechamiento. Por lo que debe considerarse, reducir lo más posible el tamaño y homogenizar al máximo los materiales. Esta labor será más adecuada si asociamos con el composteo.

## Composteo

El composteo es un procedimiento biológico controlado de conversión y valoración de sustratos orgánicos (subproductos de la biomasa, residuos orgánicos de origen biológico) en un producto estabilizado, higiénico, semejante a una tierra vegetal, rico en compuestos húmicos.

Es una operación que consiste en hacer fermentar, en condiciones controladas, residuos orgánicos con presencia de oxígeno del aire.

En un proceso de composteo suceden dos fenómenos: el primero conduce a los residuos al estado de compost fresco, mediante una fermentación aeróbica intensa, es decir, se descompone la materia orgánica fresca a alta temperatura (50-70°C) bajo la acción de bacterias. El segundo, fenómeno a través de una fermentación menos sostenida, va a transformar el compost fresco en un compost maduro rico en humus. Este fenómeno de maduración, que ocurre a temperatura más baja (35-45°C), conduce a la biosíntesis de compuestos húmicos por hongos y bacterias.

Existen factores que afectan el proceso del composteo, tales como el tamaño de partícula, la naturaleza de los nutrientes, su estructura, el porcentaje de humedad, la aireación y el pH, entre otros.

**Tamaño de partícula.** Además de su rol en la porosidad, uno de los efectos de la molienda ó trituración de los materiales es aumentar la superficie de contacto entre los residuos y la micro flora. La reducción del tamaño de partícula conduce a un aumento en la velocidad de la descomposición, pero también a una disminución de la circulación del aire (riesgo de anaerobiosis).

**Humedad.** Tal como en el suelo, la aireación y la humedad están ligadas. Un exceso de agua disminuye la cantidad de aire disponible en el volumen total de la composta. El calor liberado por la fermentación provoca la evaporación de una gran cantidad de agua, por lo que si es necesario, se deberá regar la masa de manera que se mantenga entre un 50-70% de humedad. Por otra parte, se deberá proteger el material de los excesos de lluvia y de la evaporación excesiva por el sol.

**Aireación.** Es un factor esencial, puesto que el composteo es un proceso aeróbico. Se estima que el aire debería ocupar a lo menos 50% del volumen total del material en procesamiento. La anaerobiosis se inicia cuando la presencia de oxígeno es inferior al 10% (foto 9).

**Temperatura.** La respiración de los microorganismos libera un calor tal que las altas temperaturas alcanzadas pueden ser letales para las células (80 e incluso más de 90 °c en compostas bien aisladas), por lo que debe cuidarse que la composta no rebase una temperatura de 70 °c, humedeciendo según lo requiera el proceso (foto 10).

**pH.** Generalmente los materiales a compostear presentan pH comprendidos entre límites aceptables, es decir, de 5 a 7. El pH se reduce durante los primeros días, y en seguida se incrementa para llegar a ser neutro o ligeramente alcalino.



Foto 9. Composteo.

Foto 10. Humedeciendo compostas.

## Fermentación anaeróbica

Para la biodegradación de materiales de desecho de origen animal se procederá a realizar composteos sin la presencia de aire, manejándose pozas hechas en el suelo (entierros) o estercoleros. Este proceso es mucho más lento que el anterior debido al alto contenido de proteínas que tienen que descomponerse, por lo que el aislamiento con tierra es necesario para capturar las emanaciones de gases, tales como amoníaco, bisulfuros, e usantes de malos olores, además que se pueden emplear “sustancias que actúen como secuestradores de estos aromas como carbón vegetal y carbonato de calcio.

## Tipos de alimentos

### Estiércoles de origen animal

Se consideran los más empleados en la alimentación de la lombriz y existen algunas variantes, de acuerdo a la especie que lo origina, el alimento que consumen y el manejo dado.

Cuadro 1. Características de tipos de estiércoles y valores nutricionales de algunos residuos orgánicos.

Promedio de porcentajes

ANIMALES	Proteína %	Grasas %	N %	P %	K %
Estiércol de cerdo	13.3	5.1	1.86	1.80	1.25
Estiércol de bovino	7.5	1.2	1.75	0.69	1.23
Estiércol de conejo	26.0	3.6	1.25	0.30	0.68
Gallinaza	24.0	7.3	1.80	2.65	2.15
Sangre animal	87.0	2.5	12.50	--	--
URBANOS					
Mezcla de desechos			1.90	0.60	1.30

Con el propósito de homogeneizar la estructura y composición de cualquiera de los estiércoles mencionados, se recomienda compostearlo antes de proporcionarlo a las lombrices. Esto permitirá, además, eliminar lo más posible sustancias tóxicas y biodegradar residuos de desechos de cultivo (“esquilmos”) de gran tamaño, tales como ligninas y celulosas.

Una vez que nuestro alimento se compostea 30 días en promedio (periodo aproximado para la fermentación de estiércoles, con temperaturas promedio de 60 °c y con un 70 % de humedad) se procede a darlo a las lombrices, colocándolo en los lechos, formando capas de 10 cm de alto (figura 8).

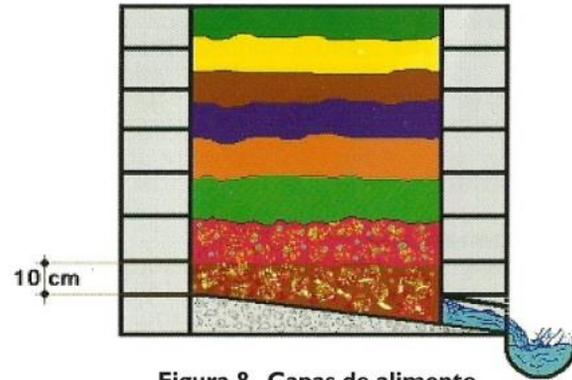


Figura 8. Capas de alimento.

### Sub-productos o desechos animales

Dentro de este grupo encontramos todos aquellos residuos de origen animal que sufrieron una transformación o que son resultado de un aprovechamiento parcial: basura o desperdicios (vísceras, sangre, pieles, cascotes, cuernos, leche, crema, mantequilla, osamentas, etc.).

Para el aprovechamiento de todos estos elementos en la alimentación de la lombriz se debe de seguir un tratamiento especial, ya que muchos de ellos contienen altos porcentajes de proteínas, lo que puede causar envenenamiento o intoxicación por "proteosis".

Para el caso de materiales blandos, se deberá aplicar la técnica de fermentación anaeróbica comentada anteriormente.

### Alimento de origen vegetal

Residuos vegetales frescos

Otros materiales que se emplean como alimento para las lombrices y que pueden ser proporcionados en forma inmediata son los residuos de los vegetales, ya sea como partes vegetativas (hojas, tallos, pecíolos, pétalos) o como frutos, siendo estos

últimos los que mejor aceptación tienen por parte de las lombrices por el alto contenido de agua (mayor a 50%). Los residuos vegetales en estado fresco tienen gran variabilidad en su presentación y origen, por lo que es aconsejable procesarlos antes de utilizarlos en el lombricario. Primeramente deberán de homogeneizarse, ya sea en su contenido de agua o por su consistencia. Se recomienda reducir su tamaño por medios mecánicos, empleando machete, desintegradores o molinos, según lo requiera el volumen.

Residuos vegetales secos (rastros)

Este tipo de alimento deberá procesarse empleando la metodología de composteo, mezclándose con aditivos que pueden ser de origen animal como los estiércoles y levaduras (bocashi), entre otros.

Promedio de porcentajes

Materiales	Proteína %	Grasas %	N %	P %	K %
Residuos de maíz	11.5	8.5	-	-	-
Residuos de paja c/hongos	4.5	1.8	2.15	0.54	1.20
Residuos de cebada	6.7	1.7	-	-	-
Hojas, tallos de banano.	11.3	2.8	2.50	0.55	3.60
Tallos, hojas de rosas	10.5	4.5	-	-	-

Proceso de alimentación

La alimentación es uno de los factores más importantes en el desarrollo de nuestra actividad, por lo que se deberá poner más interés a este proceso.

Se estima que por cada metro cuadrado de lecho, durante los primeros días, se requieren 5 kilogramos diarios de materia orgánica en descomposición. Es importante considerar que 40% se transformará en biomasa ("lombrices") y 60% restante en humus que puede ser reprocesado.

Debido a que la población se duplicará en 3 meses, para este periodo se recomienda disponer al menos de 180 kilogramos de materia orgánica procesada. Se sugiere tener cerca de los lechos un área específica para el manejo del alimento (composteo y preparación).

La agregación de alimento se realizará en capas de 10 cm de espesor hasta el llenado del lecho.

Este proceso de llenado del lecho se recomienda llevarlo a cabo empleando una carretilla y un bieldo de cinco dientes con las puntas redondeadas, con el propósito de distribuir adecuadamente el alimento a lo largo del lecho.

## ¿Cuándo y cuánto debo dar de comer a mis lombrices?

Es la pregunta que siempre nos hacemos al inicio de la actividad y para lograr responderla, partiremos del tipo de alimento que estemos proporcionándole a nuestras lombrices.

Como ya se mencionó, las lombrices requieren que su alimento este procesado o en un estado de "gel", material orgánico en estado de desintegración para que se puedan alimentar ya que carecen de dientes y no pueden masticar, los materiales con altos porcentajes de agua (más de 70%) pueden ser ingeridos por las lombrices en forma inmediata, por lo que si se tiene este tipo de alimento, esta será más frecuente.

Un método para conocer en forma práctica el tiempo que se deberá dejar transcurrir para proporcionar alimento a las lombrices es el monitoreo constante, muestreando el avance de descomposición del alimento proporcionado, teniendo en mente que después de un tiempo de actividad de las lombrices en el nuevo alimento, en este comienza a observarse una disminución y uniformidad en el tamaño de la partícula, se puede apreciar que la superficie se nivela considerablemente como se puede apreciar en las fotografías siguientes (foto 11 y 12).



Foto 11. Alimento al inicio

Foto 12. Alimento ya digerido

## Monitoreo

Mediante recorridos diarios en el lombricario, se deberán revisar aspectos como: temperatura, humedad del alimento, drenaje del humus líquido; asimismo se observará la existencia de lombrices muertas o indicios, ante la presencia de aves, roedores, hormigas, "colémbolos", ácaros u otro depredador, con el fin de combatirlos en tiempo (foto 13). Esta actividad se complementará con la perfecta limpieza de las instalaciones y la organización de los materiales y equipo utilizado.

De igual manera se deberá revisar el adecuado desarrollo de los huevecillos y las pequeñas lombrices, así como eliminar objetos extraños en el alimento (plásticos, vidrios, metales, etc.).



Foto 13. Revisión de aspecto y depredadores.

## Plagas

Dentro de las plagas más comunes que atacan a las lombrices existen los enemigos naturales (foto 14) tales como: aves, ratones, tuzas, hormigas y planarias, entre otros.



Foto 14. Enemigos naturales.

Otras plagas que se han detectado, no consideradas muy comunes son los colémbolos, tijerillas y ácaros (Foto 15).



Foto 15. Plagas no comunes.

## Cosecha

El momento para llevar a cabo la cosecha en un lombricario, es cuando las camas o lechos han llegado a su máxima capacidad.

Incluye acciones dirigidas a la obtención de:

- humus de lombriz sólido
- humus de lombriz líquido
- pie de cría
- carne de lombriz y harina de lombriz. (cuando la actividad ha llegado a su pleno desarrollo y existen excedentes en el número de lombrices).

La parte inicial del proceso consiste en la separación del humus sólido y las lombrices (el pie de cría), obteniendo con un mismo trabajo dos productos. Para esta actividad se empleará la metodología de separación con trampas orgánicas (Foto 16).



Foto 16. Lechos a su máxima capacidad, he inicio de trampeo

## Trampeo

La aplicación de trampas orgánicas consiste básicamente en la colocación de alimento fresco y agua en los lechos, al menos 3 o 4 días después de haber dejado sin alimento ni agua a las lombrices.

Para iniciar con esta práctica se instalará una malla, de preferencia plástica, encima de la última capa de alimento, que permita el paso de las lombrices hacia la superficie, pueden usarse arpillas plásticas en el caso de no contar con malla (foto 17).



Foto 17. Colocación de malla

Se deposita alimento fresco sobre la malla, cubriéndola perfectamente (foto 18). Posteriormente colocar sobre ésta una cantidad de alimento fresco y agua, aplicando un riego (Foto 19). Esta actividad nos dará como resultado que las lombrices que han estado de vigilia (sin comida), al recibir alimento fresco y agua, suban y penetren a la trampa (aproximadamente 3 días) para cosecharlas, es decir, retirar las mallas o con ayuda de bioldo de cinco dientes con las puntas redondeadas. Este material obtenido se pasará a un lecho contiguo.



Foto 18. Alimento fresco



Foto 19. Riego

## Cosecha de lombrices y duplicación de lechos

La cosecha del pie de cría y su siembra en otra cama (duplicación de pie de cría) se realizan conjuntamente. Una vez llenas las trampas, las lombrices se trasladan al otro lecho con la ayuda de la arpillera o bioldo. El proceso de trampeo y traslado se realizará cuantas veces se requiera, hasta que las trampas aparezcan sin lombrices (foto 21).



Foto 21. Recolección de trampas con pie de cría y siembra de nuevo lecho

Las lombrices se colocaran en el fondo del nuevo lecho, siguiendo las indicaciones descritas en el apartado establecimiento del lombricario (Foto 22)



Foto 22. Distribución de pie de cría en nuevo lecho

### Cosecha de humus sólido

Se realiza a través de los trampeos, una vez que se detecta que el alimento fresco ha dejado de atraer a las lombrices. La extracción total del humus del lecho (foto 23), se llevará a cabo con la ayuda de bieldos y una carretilla, colocándolo en un lugar fresco y sin incida directa de rayos solares, con el propósito de evitar una deshidratación total.



Foto 23. Cosecha de humus sólido.

Para obtener un humus de buena calidad y con características adecuadas, se deberá realizar un buen secado. Es importante tener en cuenta que el humus recién obtenido contiene un alto porcentaje de organismos vivos, por consiguiente su porcentaje de humedad no deberá ser menor de 20 %.

El humus desecado será cernido utilizando mallas de 10 y 5 mm, de preferencia plástica o galvanizada, para posteriormente envasarlo en sacos para su almacenamiento.

Algunas de las características físicas del humus de lombriz ya procesado son un color oscuro uniforme, sin olor fétido o, en su defecto y olor a tierra de monte, suelto y esponjoso.

### Cosecha de humus líquido

La cosecha del humus líquido se realiza de manera continua desde el establecimiento del lombricario (foto 23), ya que con la aplicación de los riegos, se produce un lavado del alimento que se les proporciona a las lombrices, así como del humus sólido, lixiviado, el cual se recupera en la cisterna para ser reutilizado en dos o tres ocasiones más, aumentando el contenido de nutrientes en cada paso. Para filtrarlo y posteriormente envasarlo en contenedores de plástico preferentemente y ser almacenados en un lugar oscuro y fresco (foto 24).



Foto 23. Cosecha de humus líquido



Foto 24. Sistema de recolección y cisterna

## Humus

### Propiedades generales del humus

El humus o ácido húmico es un compuesto no definido químicamente, que proviene de la descomposición de restos vegetales gracias a la acción de microbios del suelo. Se produce constantemente en el terreno a partir de residuos de plantas, y se encuentra también en el estiércol y en la turba en proporciones de 10 y 27 por 100 aproximadamente de su peso seco. Transmiten o proporcionan un color oscuro a los suelos, de donde es arrastrado por líquidos alcalinos de calcio y sodio.

La estructura del humus es esponjosa, por lo que retiene 15 veces su peso de agua, circunstancia beneficiosa para la nutrición vegetal.

Da cohesión a las tierras arenosas y aumenta el espacio poroso de los suelos compactos. En ambos casos mantiene una circulación del aire en el suelo que, al respirarlo las raíces, activa la absorción de los alimentos nutritivos del terreno, que absorbidos

en gran cantidad por efectos del humus transmiten dulzor y aroma a los frutos.

El humus presenta el estado coloidal, que son corpúsculos o partículas de tamaño inferior de 0.002 mm (2 milésimas de milímetro). A causa de esta pequeña dimensión se manifiestan fenómenos eléctricos en la superficie de las partículas, donde se acumula electricidad negativa, que les permite adherirse a cuerpos con electricidad de signo contrario lo que da lugar a que retenga cationes y coloides de electricidad positiva, teniendo una gran afinidad por el calcio, catión que acompaña casi siempre al humus en los suelos agrícolas, formando humato cálcico.

No obstante su gran espacio interior, no fija cationes entre las hojas de su estructura, sino al exterior de las partículas, fenómeno beneficioso para la alimentación de las plantas, toda vez que la adherencia externa de cationes nutritivos permite su paso a la solución del suelo por cambios iónicos, de donde son absorbidos por las raíces. Esta propiedad del humus contrasta con la arcilla, que al retener iones en los espacios interlaminares, retira de la nutrición los elementos fijados interiormente.

El humus tiene una elevada capacidad de cambio para retener cationes, del orden de 350-400 mili equivalentes por 100 gr, esto es, 40 veces mayor que la (arcilla) Caolinita, de 10 mili equivalentes, y 4 veces superior que la (arcilla) Montmorillonita, con 100 mili equivalentes por 100 gramos. Ello supone beneficio para la nutrición de las plantas, porque parece probado que los cationes retenidos por el humus son más fácilmente absorbidos por las raíces, que los fijados en la arcilla. Asimismo, el amonio y potasio del humus penetran más rápidamente en las plantas en comparación con la arcilla.

La forma de caja cuadrangular es convencional para facilitar los dibujos. Las líneas de puntos no existen en la realidad (figura 9 y figura 10).

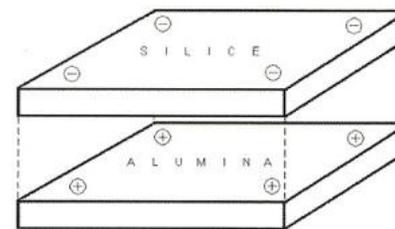


Figura 9. Elemento de arcilla Caolinita (esquema)

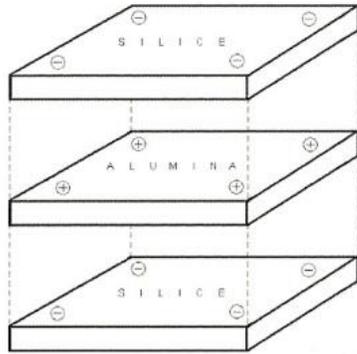


Figura 10. Elemento de arcilla Montmorillonita (esquema)

### Complejo arcilloso húmico

El humus forma con la arcilla y el calcio el complejo arcilloso húmico cálcico, que es el compuesto más importante del terreno, el cual retiene aniones y cationes al exterior del mismo, y realiza cambios iónicos, siguiendo las leyes indicadas para la arcilla.

Una interpretación del complejo se presenta en la siguiente figura, donde el humus se encuentra adherido directamente al plano cristalino de alúmina, de electricidad positiva, o al de sílice, por medio del calcio.

Interpretación esquemática del complejo arcilloso húmico, donde el calcio y humus llenan los espacios entre las placas de alúmina y sílice de la arcilla (figura 11).

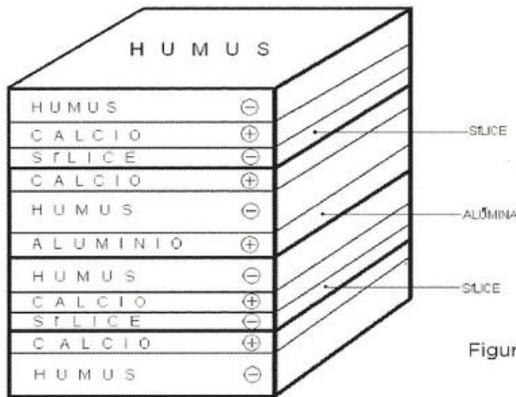


Figura 11. Complejo arcilloso

Esta interpretación indica que una vez formado el complejo, ya no penetran en los espacios interlaminares de la arcilla, ni amonio, ni fósforo, ni potasio, que han de quedar al exterior, forma asequible para los vegetales.

Complejo arcilloso húmico, con amonio, fósforo y potasio, retenidos exteriormente. (original) (figura 12).

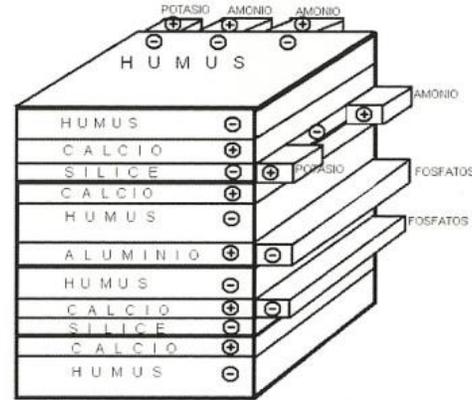


Figura 12. Complejo arcilloso húmico (original).



*Manual para el manejo de instalaciones lombrícolas*, de Ing. Manuel Montes de Oca e Ing. Miguel A. Ruíz, se terminó de imprimir en el mes de diciembre de 2013. La edición consta de 1,000 ejemplares y estuvo al cuidado del Ing. Roberto Arias Mora.

Diseño y formación: Samuel Octavio Guadarrama Díaz.

Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal del Estado de México (ICAMEX) es un organismo público descentralizado, encargado de generar, validar y transferir tecnologías básicas y aplicadas en materia agropecuaria, acuícola y forestal, así como brindar capacitación a los productores y técnicos.

