

F04
10723



MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA

Producción de abono orgánico en pequeña
escala con lombriz californiana
(*Eisenia foetida*)



fittacori

2014

Guillermo Campos Solano
Guillermo Guzmán Díaz

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA

**AGENCIA DE SERVICIOS AGROPECUARIOS VÁZQUEZ DE
CORONADO**

SISTEMA UNIFICADO DE INFORMACIÓN INSTITUCIONAL

**Fundación para el fomento y promoción de la investigación y
transferencia de tecnología agropecuaria de Costa Rica**

Producción de abono orgánico en pequeña escala con lombriz californiana (*Eisenia foetida*)

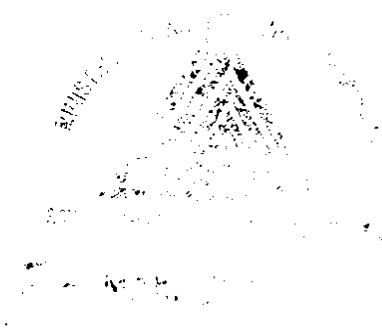
Guillermo Campos Solano
Guillermo Guzmán Díaz

2014

#003145

Comité técnico editorial

Gabriela Carmona Araya
Raquel Avilés Chaves
Nevio Bonilla Morales
Daniel Zúñiga van der Laat
Guillermo Guzmán Díaz



Aprobada su publicación en sesión del día 15 de octubre del 2014

Ficha catalográfica

631.8
C198p Campos Solano, Guillermo
Producción de abono orgánico en pequeña escala
con lombriz californiana (*Eisenia foetida*) / Guillermo
Campos y Guillermo Guzmán. -- San José, C.R. :
MAG/FITTACORI, 2014.
48 p.

ISBN 978-9968-877-67-1

1. EISENIA FOETIDA. 2. ABONOS ORGANICOS.
I. Guzmán Díaz, Guillermo. II. Costa Rica. Ministerio de
Agricultura y Ganadería. III. Título

Contenido

Introducción	7
Breve historia de la lombricultura	9
Taxonomía	11
Descripción de la lombriz californiana <i>Eisenia foetida</i>	13
Cuidados necesarios	19
Características deseables para la lombricultura	22
¿Dónde iniciar un proyecto de lombricultura?	23
Producción de abono de lombriz	24
Como alimentar las lombrices	24
Producción de abono a base de residuos vegetales	31
Producción de abono a base de estiércol de bovino	39
Beneficios del abono y de la lombriz en el suelo	44
Literatura consultada	46

Cuadros

Cuadro 1 Clasificación taxonómica	11
Cuadro 2 Algunos ejemplos del contenido químico del lombricompost obtenido a partir de diferentes materiales	30

Fotos

Foto 1 Estado de cocon salido del clitelo	16
Foto 2 lombriz recién salida del cocon	16
Foto 3 Estado sub adulto	16
Foto 4 Lombriz en estado adulto	16
Foto 5 <i>Eisenia foetida</i> sobre estiércol de vacuno	18
Foto 6 Lombricario en cajones	21
Foto 7 Respuesta de los pastos al abono de lombriz	28
Foto 8 Dos tipos de recipientes para producción doméstica	32
Foto 9 Residuos vegetales en pre-composteo	33
Foto 10 Sistema de bloques continuos para procesar lombricabono	34
Foto 11 Lombrices alimentándose en primer bloque con sustrato precompostado	35
Foto 12 Trampa para la captura de lombrices	36
Foto 13 Abono fresco terminado recién salido de uno de los bloques	37
Foto 14 Canal que recolecta los lixiviados o purín de lombriz	38
Foto 15 Depósito recolector del estiércol de bovino	39

Foto 16 Boñiga fresca agregada a la cama.....	40
Foto 17 Camas para producción de abono de lombriz.....	40
Foto 18 Trampas sobre la cama de secado.....	41
Foto 19 Abono de lombriz secado, tamizado y terminado.....	42
Foto 20 Abono empacado en bolsas de 2 kg.....	43

Figuras

Figura 1 Diagrama del ciclo de vida de <i>Eisenia foetida</i>	14
Figura 2 Diagrama del clitelo y los somitos de una lombriz.....	17
Figura 3 Diagrama del paso de las lombrices en el sistema ideado por el ITCR.....	35

Introducción

La producción agrícola, en la mayoría de países del mundo, se ha enfocado en el incremento de los niveles productivos, por medio del uso de prácticas intensivas de producción; lo anterior debido principalmente a la presión por la tierra y al crecimiento demográfico, factores que han promovido condiciones poco favorables para aquellos ambientes ecológicamente frágiles, como el de las zonas tropicales.

El abuso en las prácticas de manejo de los cultivos, con la aplicación de fertilizantes químicos y plaguicidas, para el control de plagas, enfermedades y aumentar producción; ha traído como consecuencia la contaminación ambiental en todos sus ámbitos (Martínez, C. y Ramírez L., 2000).

El cambio radical que se dio posterior a los años 1950, cuando se empezó la aplicación excesiva de productos sintéticos para la producción agrícola (la llamada revolución verde), dejó de lado las prácticas tradicionales que utilizaban: abonos orgánicos, tierras en barbecho, cultivos asociados, coberturas verdes y muchas otras prácticas sostenibles, y por el contrario, se optó por el monocultivo y a la aplicación de fertilizantes sintéticos y plaguicidas, afectando el equilibrio biológico y microbiológico del sistema productivo y por ende del suelo (Martínez, C. y Ramírez L., 2000).

Muchos de los productores, conscientes del daño que se está causando; han iniciado un proceso de cambio en sus actividades agropecuarias, pasando a un esquema de desarrollo sustentable, en las que se

combinan diferentes técnicas: control biológico de las plagas, coberturas, abonos verdes, abonos orgánicos, entre otros. Sistemas que benefician la salud, mejoran la economía y a la vez evitan la contaminación, conservando los recursos naturales.

Ubicado en esta modalidad se encuentra la lombricultura, que significa literalmente cultivo de lombrices, no obstante este concepto es mucho más amplio, ya que es la técnica de transformar residuos orgánicos en abono orgánico o biofertilizante (también llamado lombricompost o vermicompost) por la acción del metabolismo de la lombriz en condiciones controladas.

La producción de abono de lombriz, es una actividad que ha cobrado gran interés en las últimas décadas debido a que, no solo, es económicamente rentable, sino que también brinda grandes beneficios al suelo; incrementa la flora microbiana, favorece la diversidad y equilibrio del ecosistema; adiciona además, vitaminas, fitohormonas y enzimas como fosfatasas, nitrogenasas y ureasas, afectando positivamente la fertilidad y la disponibilidad de los elementos nutritivos para las plantas. Por otra parte, participa eficientemente en la reducción de la contaminación del ambiente, de los suelos y de las aguas, al poder convertir grandes cantidades de desechos orgánicos, en abonos.

Breve historia de la lombricultura

El cultivo de la lombriz como técnica para la producción de abono, tiene sus orígenes probablemente en 1936, en los Ángeles, California, cuando el Dr. Thomas Bonet decidió vivir en el campo, para dedicarse a la agricultura, y convirtió terrenos estériles en fértiles, gracias a la ayuda de las lombrices de tierra.

En 1971, Edwards y Lofty publicaron el primer libro sobre la biología de las lombrices, en donde se resumía el conocimiento que a la fecha se tenía. En 1980 se llevó a cabo un taller aplicado sobre el papel de las lombrices sobre la estabilización de los residuos orgánicos, mismo que se publicó en 1981; en este mismo año se llevó a cabo la primera conferencia internacional sobre lombrices y dio lugar a la publicación del Libro "Ecología de Lombrices".

Una segunda conferencia internacional en Italia, dio lugar a la publicación en 1987 del libro sobre lombrices editado por Pagliai y Omadeo. Un año después en Inglaterra se celebró la primera conferencia internacional sobre lombrices en el manejo de la basura y el medio ambiente y dio lugar al libro del mismo nombre.

En Italia, Francia y Suiza tienen plantas comerciales en donde se procesan desechos orgánicos y a la vez se obtiene una considerable producción de lombrices.

En Latinoamérica se sabe que Cuba, México y Colombia tienen importantes extensiones dedicadas a ésta

actividad (Alas Rosales, RC y Alvarenga Hernandez, AMR 2002).

La lombricultura podría ser considerada como una industria, porque a partir de desechos orgánicos biodegradables se obtiene un producto de valor comercial; el fertilizante orgánico. Por otra parte, la lombriz también ha sido utilizada como alimento para animales, dado su alto contenido de proteína.

Taxonomía

Los estudiosos de las lombrices, las ubican entre los seres con mayor éxito adaptativo, ya que su origen lo sitúan en el período precámbrico, hace alrededor de 700 millones de años.

Charles Darwin fue quien realizó las primeras descripciones sobre las lombrices, su reproducción y sobre su medio ambiente. Sus estudios de 1837; lo llevaron a clasificarlas como uno de los animales de mayor importancia en la historia del mundo, y en su libro "Vegetable Mould Through the Action of Worms, with observations on their habits", del año 1890, escribió sus observaciones científicas acerca de las lombrices.

Este pequeño animal, que se describe con tan buenos atributos, está identificado de la siguiente manera:

Cuadro 1. Clasificación taxonómica

Reino	Animalia	animales
Filum	Anélida	Invertebrados de aspecto vermiforme (gusano) con cuerpo segmentado en anillos
Clase	Clitellata	Con clitelo o "collar".
Sub Clase	Oligochaeta	Con pocas cerdas
Familia	Lumbricidae	Lombriz de tierra
Genero	Eisenia	
Especie	<i>Eisenia foetida</i>	Lombriz roja californiana

Fuente: Claveria Cacheo CL. 2005

Se encuentran descritas alrededor de 4.000 especies de lombrices terrestres y acuáticas, pero se cree que existen cerca de 6.000, algunos dicen que son más de 8.000. Dentro de las terrestres existen diferencias significativas,

por ejemplo: viven a diferentes profundidades, unas prefieren los primeros centímetros del suelo (o capa arable), otras viven a mayor profundidad. También varían en su alimentación: materia orgánica, tierra, lodos. Esto define su participación en la mejora de las condiciones del suelo. Por estas razones no todas son tan efectivas, en la transformación de la materia orgánica en abono orgánico. Así, por ejemplo, la lombriz de tierra (*Lumbricus terrestris*), tal vez la más conocida por nosotros, no tiene las características requeridas para una transformación rápida de la materia orgánica, pues no es tan eficiente en el proceso del compostaje por lo que no se adapta a proyectos de ese tipo.

Descripción de la lombriz californiana *Eisenia foetida*

En Costa Rica *Eisenia foetida* ha sido utilizada para la actividad del lombricompostaje. Se le llama «californiana» porque fue en California donde se empezó a prestar atención a su efecto beneficioso sobre el mantillo orgánico y estiércol a nivel comercial. Ella es:

- ✓ De color rojo intenso (de ahí su nombre, lombriz roja californiana).
- ✓ De 6 a 8 cm de largo, y en algunos casos hasta 10 cm y de 3 a 5 mm de diámetro.
- ✓ De cuerpo cilíndrico, constituido por numerosos segmentos llamados también metámeros, anillos o somitos (hasta 250). Cada segmento está provisto de quetas o cerdas (como pelitos), estructuras que sirven primariamente para trasladarse dentro del suelo; dichas estructuras se forman en los “pliegues” de la piel, y es uno de los caracteres externos importantes para la clasificación taxonómica.
- ✓ En estado adulto pesa entre 1 g y 1,4 g, come diariamente casi lo mismo que su peso y excreta un 60% de lo que come en forma de abono.
- ✓ Tiene una boca, una faringe y luego un buche que funciona como un órgano de almacenamiento temporal. El mucus sirve para humedecer y ablandar previamente el alimento; mientras que la molleja tritura el alimento, preparándolo para los estadios

finales de digestión y absorción; además, glándulas calcáreas que secretan calcio.

- ✓ Vive aproximadamente entre 1 y 4 años en cautiverio.
- ✓ El habitat ideal para su desarrollo debe tener una temperatura de 25 °C, un pH entre 6,8 y 7,2 y una humedad de 70 a 80%. Habita en los primeros 50 cm del suelo.

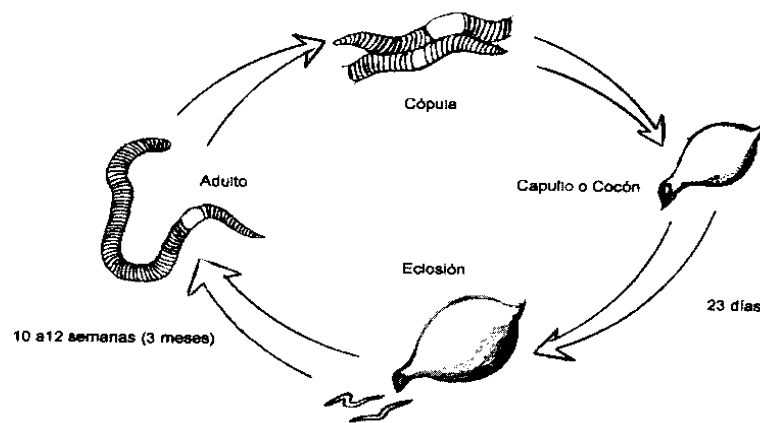


Figura 1. Diagrama del ciclo de vida de *Eisenia foetida*

- ✓ Alcanza la madurez sexual entre 10 y 12 semanas (3 meses).
- ✓ Tiene ambos sexos, pero para reproducirse debe aparearse. Se reproduce una vez por semana mediante fecundación cruzada, de cada acoplamiento o cópula resultan 2 cápsulas llamadas cocones o capullos (uno de cada consorte), ellas se forman en el Clitelo (esta estructura generalmente tiene forma de anillo; es un espesamiento glandular que secreta la sustancia para formar los capullos en donde se alojan los huevos), él se ubica entre el somito 13 y 37. Las cápsulas, capullos o cocones

tienen forma de pera, como se observa en la foto 1 y son liberados o abandonados por los progenitores, en el sustrato después del apareamiento. Las lombricitas permanecen en el cocón un tiempo variable que depende de la temperatura ambiente. El rango óptimo para el desarrollo oscila entre los 20 y 25°C. En promedio eclosionan al cabo de 23 días, después de haber sido liberados en el sustrato, pero se conoce que pueden permanecer entre 14 y 44 días. Cada uno de los cocones contiene de 2 a 4 lombrices, las cuales se desarrollan directamente. Al nacer son casi transparentes (foto 2), los estados juveniles son también de tonalidades más claras que el adulto y de pocos milímetros de longitud, al cabo de 50-65 días ya miden de 2 a 3 cm (foto 3), y a los 120 días (4 meses) ya tienen la apariencia de adultos, siendo de color rojizo y estando en condiciones de aparearse como se aprecia en la foto 4. Podrían producir entre 1.300 y 1.500 lombrices al año. La extraordinaria capacidad reproductiva permite amortizar el capital invertido rápidamente.



Foto 1 estado de cocón, salidos del clitelo



Foto 2 lombriz recién salida del cocón



Foto 3 estado sub adulto



Foto 4 lombriz adulta, se observa el clitelo

- ✓ Está dotada de 5 corazones, un par en cada somito del 7 al 11 y 6 pares de riñones.
- ✓ La lombriz de tierra es un organismo biológicamente simple, el agua es su principal constituyente, entre un 80 y 90% de su peso total.
- ✓ Respira por la piel, su cutícula húmeda le permite a la sangre el intercambio de gases.
- ✓ Aún cuando la lombriz no puede ver ni oír, es extremadamente sensible a los movimientos que se realizan alrededor de ella, y reacciona negativamente a la luz, porque de ser expuesta a los rayos del sol muere en unos pocos minutos al secarse su piel.

- ✓ Excreta por medio de un par de nefridios (función similar a los riñones) que terminan en un nefridióporo (agujero de salida) por el cual expulsa los desechos.
- ✓ No contrae enfermedades ni las transmite.

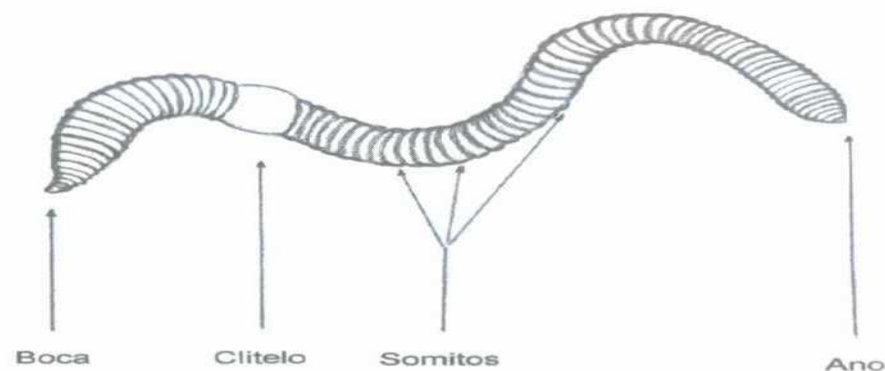


Figura 2. Diagrama del clitelo y los somitos de una lombriz

La lombriz roja californiana avanza excavando en el suelo, y a medida que come, deposita sus excrementos y convierte ese terreno en uno mucho más fértil, incluso algunos mencionan que, aún más, que con los mejores fertilizantes sintéticos. Esto debido a que el abono orgánico producido por las lombrices permite; además de agregar los compuestos químicos, enzimas y fitoreguladores, mejorar las características físicas al suelo, algo que no pueden ser proporcionado por ningún fertilizante químico elaborado en la actualidad. Es por esto que el lombriabono toma verdadera relevancia, porque se convierte en una de las prácticas armonizadas con la sostenibilidad de los sistemas agrícolas y la producción ecológica.

Los excrementos de la lombriz (humus de lombriz) son más ricos en elementos minerales, con respecto al material orgánico ingerido por ellas, contienen:

- ❖ 5 veces más nitrógeno
- ❖ 7 veces más fósforo
- ❖ 5 veces más potasio
- ❖ 2 veces más calcio



Foto 5 *Eisenia foetida* transformando el estiércol de vacuno

Cuidados necesarios

La lombriz se adapta a diferentes altitudes, y con ello a variedad de temperaturas, y así también, a cambios de otros factores climáticos; sin embargo, se conoce un rango general de condiciones que son favorables para la reproducción y buen desarrollo de las lombrices. En un proyecto de lombricultura, esos factores climáticos deben mantenerse controlados a fin de obtener el éxito en la actividad. Es así como se recomienda en lo posible, una temperatura que ronde los 25 °C, la humedad en el medio o sustrato entre 75 y 80% y un pH entre 6,8 y 7,2. Por otra parte, para que el proceso se realice un poco más rápido, debe buscarse que el medio o hábitat se acerque en su relación C/N alrededor del 25/30 (mayoría de plantas herbáceas), lo cual permitirá que la transformación de la materia orgánica se realice más rápidamente (la duración también depende de varios factores, entre ellos la cantidad de lombrices).

El agua es uno de los factores de mayor importancia para su supervivencia, su cuerpo la contiene entre un 80 y 90%, ese porcentaje hace posible una presión del líquido dentro cavidad interna del cuerpo (celoma). Al estar el celoma lleno de líquido, cumple el papel de esqueleto y aunque no es rígido, sirve para que los músculos se apoyen en él para moverse. Por otra parte, requieren suficiente humedad en su pared corporal para poder realizar el intercambio de gases (respirar).

El medio donde vive, debe de estar húmedo, pero no empapado, tanto para facilitar la ingestión de los alimentos como para su locomoción. Es por esa razón, que los materiales que van a ser transformados

en abono (como desechos vegetales, de cocina, de cosechas y estiércoles de varias especies animales), deben agregarse húmedos; además, en aquellos casos que lo amerite, regarse para humedecerlo.

Otro factor a considerar es la temperatura; muy alta, provoca la desecación y por lo tanto la muerte, como ocurre cuando las lombrices se exponen al sol directo. De igual manera el frío extremo las inactiva. En general, viven en un amplio rango de temperatura, que va de 0 a 35 °C, sin embargo, debe considerarse aquellas temperaturas alrededor de los 25 °C. Se pretende acondicionar lo mejor posible el lugar para controlar el ambiente en donde ejecutar el proyecto de producción de lombri-compost.

Las lombrices no soportan el contacto directo de la luz, por lo antes expuesto, por eso hay que colocarlas bajo sombra en una galera, bodega o debajo de un árbol evitando, tanto el agua de lluvia que empape el medio, como la luz solar que lo deseeque.

También deben protegerse de enemigos naturales, entre ellos las aves (gallinas, pavos, pájaros), las ratas, los sapos, los ciempiés, ácaros, insectos (cochinillas y hormigas), lagartijas y los topes cuya alimentación básica son las lombrices.

Otro “enemigo”, por el mal manejo que pueda darles, es el hombre; entre las prácticas que utiliza, está la aplicación de desinfectantes de suelo, o de plaguicidas con cloro, cobre, y otros; además, el uso de fertilizantes, que a pesar de tener un efecto menor, también reducen poblaciones cuando son utilizados frecuentemente. Unas más que otras pueden causar la muerte, pero principalmente inducen a la migración.



Foto 6 Lombricario en cajones bajo sombra y protegidos con sarán

Tal vez, la forma más efectiva para proteger las lombrices, es ubicarlas bajo techo, en un lugar cerrado, en donde sean colocadas en cajones, las cuales pueden estar en el suelo, o en su defecto a cierta altura con una malla metálica en la base del cajón para brindarles aireación. Además, cubiertas con alguna malla o redes plásticas, como sarán para evitar el ataque de enemigos. En último caso trampas para el control de insectos y ratas alrededor del lugar. En otras palabras una área específica, donde se controlen la mayoría de los factores que faciliten su accionar y buen desarrollo. Se debe indicar que todo depende del propósito, escala de producción y disponibilidad de recursos económicos.

Características deseables para la lombricultura

Las características que debe tener la lombriz para producir abono son:

1. Ser gregarias, o sea con la capacidad de vivir en grupos, en poco espacio.
2. Buena adaptación a un amplio rango de condiciones, humedad y temperatura, (máxima 30° C y altitudes hasta 3.000 msnm).
3. Poco instinto migratorio, para que no tiendan a irse a otros lugares.
4. Alta tasa reproductiva, para que se multipliquen en poco tiempo. En el caso de la lombriz roja californiana, los adultos sanos pueden llegar a tener hasta 1.500 crías por año. Un criadero puede duplicarse cada 2 o 3 meses.
5. Gran voracidad y alta capacidad de producir abono con los diferentes sustratos con que se alimentan.
6. Larga vida de los individuos.

Tomando en cuenta éstas características, pocas son las especies que han sido utilizadas a nivel mundial para desarrollar el lombricompostaje; entre las que cumplen la mayoría de esas características se pueden citar:

- *Eisenia andrei*
- *Eisenia foetida*.

Otras especies que se han utilizado, son: *Lumbricus rubellus*, *Perionyx excavatus*, *Bimastus sp.* y *Eudrillus eugeniae*, con el atenuante de que son más específicos en sus preferencias alimenticias.

¿Donde iniciar un proyecto de lombricultura?

La lombricultura se puede desarrollar en cualquier parte de Costa Rica, debido a que las lombrices pueden perfectamente adaptarse a las condiciones ambientales que prevalecen en la mayor parte de las zonas de nuestro país.

El proyecto puede iniciar como una producción en pequeña escala, familiar o como una explotación comercial. En la primera, al ser pequeña, los cuidados (que son los mismos que en una comercial) y el manejo, puede darse más fácilmente, ya que no requiere de espacios especializados para su desarrollo.

Conviene mencionar, que para lograr éxito en explotaciones de mayor tamaño, o comerciales, es preferible un lugar amplio, bien aireado, de fácil acceso para facilitar la distribución del sustrato y el riego; además, de brindar las condiciones necesarias de protección y el manejo que se han detallado en páginas anteriores.

Lo más recomendable es llevar a cabo el proyecto bajo techo, de esta forma el control de las condiciones es mayor; por ejemplo, los rayos solares que desecan el sustrato, o la humedad excesiva por lluvia, enemigos naturales o proximidad a productos químicos, etc., todo esto se ha mencionado anteriormente, pero que reiteramos por la importancia que tiene.

Producción de abono de lombriz

¿Como alimentar las lombrices?

La lombriz se alimenta básicamente de los microorganismos, bacterias y hongos, que se encuentran en el suelo y que participan de la descomposición de la materia orgánica, por esta razón, ellas se encuentran abundantemente en suelos con buena cobertura vegetal, tal es el caso de los bosques, donde caen constantemente hojas, flores y frutos. Absorben su alimento por succión; por eso, en un proyecto de producción de lombricompost, los desechos de cultivos, hojarasca y demás desechos orgánicos, deben de estar húmedos y finamente picados para que se facilite la ingestión y sea más acelerada la transformación.

En el tracto digestivo de la lombriz se segregan algunas enzimas como pepsina y tripsina que actúan sobre las proteínas, por otra parte las amilasas que actúan sobre los carbohidratos; luego, los alimentos digeridos son absorbidos por el torrente sanguíneo a nivel del intestino y los materiales no digeridos son expulsados por el ano.

Los materiales a ser utilizados para alimentar las lombrices, no deben contener sustancias tóxicas como ácidos o plaguicidas. Estos alimentos pueden agruparse en dos tipos:

A-Desechos vegetales, como por ejemplo: restos de verduras, hojas, tallos, cáscaras de frutas (evitar las cáscaras de cítricos debido a que los aceites que contienen son problemáticos para las lombrices), etc.

las cuales deben ser picados en trozos pequeños que no excedan los 8 mm; además, se puede añadir bolsas de té, broza de café, y servilletas. En otros términos, todos los residuos orgánicos que se desechan en la cocina. También puede ampliarse a residuos de cosechas, deshierbas, tallos verdes, hojas secas, provenientes de la finca.

B-Estiercoles: de vaca, caballo, ovejas, cabras, conejos. Los de las aves y los cerdos, por su alto contenido de amoníaco deben ser composteados previamente por un período mínimo de 2 meses. Después de ese tiempo pueden ser agregados. En realidad el tiempo de pre-composteo depende del material usado, el clima del lugar y el manejo que se le dé. Para conocer si esta listo o no, se realiza la sencilla "prueba del cuchillo", la que consiste en introducir un cuchillo en compost y luego se acerca a la mejilla, si la temperatura es baja, quiere decir que el sustrato esta listo para utilizarse.

Cuando se utilizan camas para la elaboración del abono, es recomendable que el alimento sea colocado en capas no muy gruesas, máximo 20 cm, y en hileras entre 30 y 50 cm de ancho y separadas una capa de otra. Se adiciona un poquito de agua para mantener la humedad en la cama y atraer a las lombrices. Se trata de mantener fresco el sustrato, facilitar la aireación del mismo, y asegurar de esta forma la transformación del material.

Algunos estiércoles y desechos vegetales utilizados para producir lombricompost

Estiercoles de aves de corral. Estos estiércoles son ricos en su contenido proteico y ácido fosfórico; sin embargo, requiere un periodo de composteo previo, es

decir que se descompongan antes de ser adicionado como alimento de las lombrices, esto debido a que tienden a calentar aceleradamente. Con riegos y volteo continuos se logra disminuir la salinidad y contenido de gases, principalmente amoníaco que es tóxico para la lombriz. Por esa razón es necesario realizar pruebas previas en cuanto a días y volteos, para determinar el momento oportuno para utilizarlo. Las lombrices alimentadas con éste material, tienden a ganar mayor peso que las alimentadas con otros estiércoles. En pruebas efectuadas en la Finca Experimental Santa Lucía de la Universidad Nacional de Costa Rica, se encontró que en un periodo de 12 días el material estuvo listo para ser consumido por éstas. Al final se produce un abono rico, especialmente en fósforo, calcio y nitrógeno.

Estiércol de conejo. Después de los estiércoles de aves, éste muestra altos contenidos salinos y nitrógeno, que podría llegar hasta un 2%. Igual al anterior, se hace necesario el riego y volteos frecuentes, previos a ser utilizado como alimento para las lombrices. El abono que se produce es de aceptable calidad; mucho depende de la calidad de alimento ofrecida a los conejos (ver cuadro 2). Aparentemente es el menos apetecido; sin embargo, deben hacerse más observaciones en este caso.

El estiércol de cabra, Presenta una consistencia dura cuando está seco, lo cual es un problema para las lombrices; sin embargo, cuando se humedece, se consume fácilmente. Los capricultores no deben perder la oportunidad de utilizarlo como sustrato en sus explotaciones ya que brinda una buena producción y alta calidad del abono de lombriz por su nivel de nutrimentos. El uso combinado de estiércol de bovino y de cabra ha mostrado buenos resultados cuando se

aplica mullido, debido a que por la riqueza de nutrientes estimula altas tasas de reproducción.

Estiércol de caballo. Su principal característica es su alta porosidad que lo hacen un material muy accesible al manejo con lombrices, su contenido nutricional al igual que todos los estiércoles, depende de la calidad de la alimentación ofrecida a los animales. Al final del proceso es posible obtener un abono de excelente presentación por su textura.

Estiércol de ganado vacuno. Se ha encontrado que, entre los sustratos de origen animal, el estiércol de bovino es el alimento con el cual las lombrices se multiplican más rápidamente debido a su calidad nutricional; además, proporcionan mayor cantidad de abono y tiene la ventaja de ser un sustrato fácil de obtener en nuestro medio, por lo que es el más utilizado en las fincas. Es alto en minerales como nitrógeno, fósforo y potasio debido a la alimentación que se da a los animales a base de pastos y concentrado; además, otra ventaja es que no requiere un composteo previo. El abono que se produce es de alta calidad; por lo que también es utilizado en la fertilización de potreros, lo que permite de esta forma, reducir la aplicación de fórmulas químicas completas.



Foto 7 Respuesta de pastos al abono de Lombriz

Es necesario mencionar que los materiales anteriores pueden ser medio de transporte de semillas de malezas, lo cual no es conveniente cuando se maneja una finca orgánica; para esos casos es ideal la broza de café como sustrato.

Broza de café. Resulta ser un excelente alimento para las lombrices. El manejo de este desecho no representa mayores dificultades; además, existen investigaciones y experiencias por parte de empresarios que están transformando este desecho por medio de la lombricultura. Se debe mencionar que éste material requiere de un composteo previo, y solo se le coloca como alimento posterior a la descomposición fermentativa, de esta forma se facilita la aceptación por la lombriz, así como del manejo adecuado de los lixiviados (jugos) de los materiales amontonados; ya que dichos líquidos se pueden convertir en una fuente de reproducción de insectos dañinos como la mosca doméstica. La broza es capaz de producir un abono de excelente calidad, tanto física como química (ver cuadro 2).

Desechos de origen vegetal. Entre ellos están las hojas, los pastos, las flores, los tallos, las frutas, las verduras y los restos de plantas generados en procesos agroindustriales. Todos estos materiales pueden ser utilizados en la alimentación de las lombrices siempre y cuando se realice un proceso de pre compostaje (descomposición natural de los sustratos). Lo importante es considerar su manejo, ya que debido a su alta humedad, la acidez, y su contenido de azúcares, hace que fácilmente se fermentan; esta condición impide aplicarlos como alimento en ese momento; una vez terminada la fase fermentativa se convierten en un excelente alimento para las lombrices, produciendo un magnífico abono con contenidos de nitrógeno, fósforo y calcio que mejoran la fertilidad del suelo. Además, reviste especial importancia cuando se tiene el propósito de minimizar los volúmenes de residuos orgánicos, ya sean urbanos o agroindustriales, ya que, al mismo tiempo de obtener un ingreso económico, se reduce la contaminación ambiental.

La llamada basura orgánica (todos los residuos de origen vegetal, excepto el bagazo de caña, por su bajo contenido proteínico) tiene gran aceptación y buen contenido nutricional; además, tiene la ventaja de ser fácil de obtener; es un material de desecho de la cocina en nuestros hogares, también se puede recolectar en las verdulerías y en las ferias del agricultor en donde no tienen ningún valor económico comercial.

Cuadro 2.
**Contenido químico del lombricompost a partir de
diferentes materiales.**

Tipo de sustrato	% humedad	PH	% C	% N	% P	% K	% C/N
Broza de café	61	6,5	19	1,5	0,7	0,4	13
Desechos domésticos	46	7,1	35	2,2	1,9	1,2	16
Estiércol de vacuno	58	7,1	12	1,7	1,6	1,4	7
Estiércol de cabra	48	7,0	5,01	1,31	0,71	1,77	4
Estiércol de conejo		6,8	--	1,50	1,20	0,20	

Fuente: Finca Experimental Santa Lucía de la Universidad Nacional.

En resumen, se puede producir abono de lombriz utilizando dos tipos de sustratos, residuos vegetales o estiércoles. En ambos casos, según sea tamaño de la actividad, condiciones y recursos económicos disponibles existen diferentes formas o maneras de hacerlo. En este documento se mencionan para cada tipo de sustrato una forma sencilla y práctica para quien pretende iniciar esta actividad.

Producción de abono a base de residuos vegetales

Producción doméstica: la lombricultura en pequeñas escala, doméstica o familiar, puede realizarse tanto en el interior como en el exterior de las viviendas (terrazas y jardines). Para este sistema de producción puede utilizarse pequeños recipientes, en espacios reducidos, y lograr una producción continua de compost.

La lombricultura doméstica puede aprovechar una fracción importante de los desechos orgánicos que sobran en la cocina, para luego convertirlos en un abono de excelente calidad, el cual puede ser aplicarlo a las plantas del hogar, ya sean ornamentales, frutales o a las zonas verdes. Así se consigue reducir un alto porcentaje de los residuos orgánicos del hogar, transformarlos en abono y a la vez, evitar contaminación y proliferación de plagas y malos olores.

Para iniciar un pequeño proyecto que sea fácil de realizar pero resulte en una producción útil en el hogar, los pasos a seguir son los siguientes:

Los residuos de los vegetales que se emplean en la cocina, se recolectan y se pican finamente (8 mm de grosor), recuerde que requieren un composteado previo antes de aplicarlos como alimento. Luego se colocan en un recipiente (ya sea caja de madera, estereofón como las que transportan uvas u otras frutas importadas; las cajas de aguacate son muy prácticas, o algunas parecidas); luego se forran con plástico negro y se les perfora un orificio en el fondo para evacuar los líquidos. La capa de residuos no deben sobrepasar una altura de

15 o 20 cm. El alimento se agrega gradualmente y se mantiene húmedo. La caja una vez en actividad, debe cubrirse con sarán, cedazo o algo similar a fin de evitar la presencia de moscas u otros insectos y proteger las lombrices de enemigos naturales.

Los pasos siguientes son iguales a los que se realizan en un proyecto de mayor volumen, por tal razón y para no repetir los temas, se utilizará como ejemplo el trabajo que realiza el Instituto Tecnológico de Costa Rica, en su sede central (Cartago), bajo la guía del Ing. Luis Fernando Campos MSc.¹

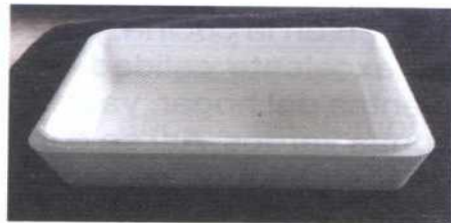


Foto 8 Dos tipos de recipientes para producción doméstica

En el Tecnológico utilizan los desechos vegetales MIP (con manejo integrado de plagas, es decir limpios de plaguicidas) que recolectan de la feria que realizan jueves o los viernes de cada semana, en sus instalaciones. Son vegetales que produce la Escuela de Agronegocios de esa institución.

¹ Comunicación personal

Para quien desea iniciar un proyecto similar, puede pensar no solo en los desechos de cocina que se recolecta por semana en cada hogar, sino también en todo los residuos vegetales que pueda recolectar en su vecindario. Por otra parte, el tamaño del proyecto depende del volumen o capacidad de cada interesado, también optar por los desechos de las verdulerías, ferias del agricultor o de las cosechas de una finca.

Una vez recolectados los desechos vegetales se realiza el composteo previo; esto, lo que en realidad significa es poner a descomponer dichos residuos antes de dárselos como alimento a las lombrices. La razón de este paso, como se ha explicado anteriormente es superar la fase de la descomposición en donde se eleva la temperatura, y que a las lombrices no les conviene. El período del composteo previo es variable, depende del tipo de material y su volumen, y puede acelerarse agregando microorganismos descomponedores.



Foto 9 Residuos vegetales en pre-composteo

Una vez superada esa fase, se les suministra los residuos vegetales a las lombrices. El Ing. Campos utiliza

un sistema de alimentación de bloques continuos para facilitar el manejo de las lombrices, el cual se muestra abajo en la fotografía. Dicho sistema lo observó en pequeña escala en la casa del Dr. Felipe Arauz Cavallini y lo adaptó a las condiciones del Instituto Tecnológico de Costa Rica en Cartago.



Foto 10 Sistema de bloques continuos para procesar los desechos orgánicos.

Existen otros sistemas que también pueden funcionar, por ejemplo, el de cajas sobre puestas en donde las lombrices suben de una caja a otra para alimentarse. En el pasado ese sistema fue muy utilizado, aún deben quedar algunas personas que lo utilizan, sobre todo en pequeñas explotaciones; sin embargo, no es tan práctico. Los bloques continuos facilitan el manejo y el crecimiento del proyecto, como se puede deducir del diagrama siguiente.



Foto 11 cuatro fotografías que presentan el proceso de pre composteo, una vez finalizada la etapa termófila (en que se eleva la temperatura) se coloca el material (última foto) al primer bloque para alimentar las lombrices.

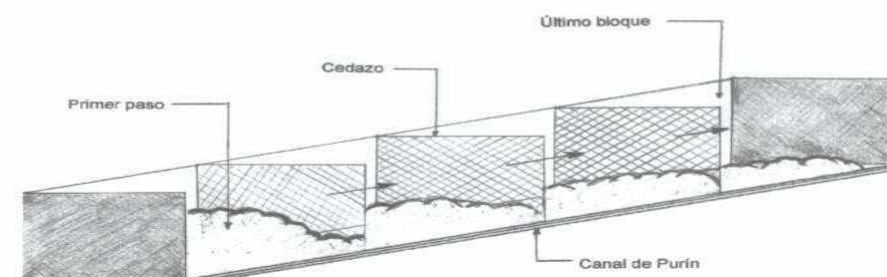


Figura 3. Diagrama del paso de las lombrices en el sistema utilizado en el ITCR

En el diagrama se muestra, con las flechas que van hacia la derecha, el paso de las lombrices una vez que los desechos vegetales se han transformado en

abono. Debemos aclarar que en todos los aposentos se formará lombrí abono. La idea de este sistema, es que las lombrices se trasladen del primer bloque al siguiente, una vez que se agota el alimento del primero (implica abono terminado y esta listo para ser aplicado); entonces ellas pasarán al bloque siguiente a través del cedazo que los separa; En el compartimiento siguiente les espera alimento fresco (desechos vegetales pre composteados). Así sucesivamente seguirá hasta llegar al último bloque. Una vez que se ha transformado en abono el material del último aposento (se distingue por un olor característico a tierra), las lombrices son retiradas por medio de trampas. De esta forma se vuelven a colocarlas en el primero de los bloques.

Las trampas consisten en “cajitas para fresa”, cajas plásticas, mallas de cedazo o un tubo de pvc de 4 pulgadas, con agujeros, dentro de ellos se agrega alimento fresco a fin de atraer a las lombrices.



Foto 12 trampa para captura de lombrices



Foto 13 Abono fresco terminado, recién salido de uno de los bloques

Preguntas frecuentes son: ¿cuantos kg de lombriz se requieren para una cantidad determinada de desechos vegetales? y ¿En cuánto tiempo estará listo el abono? Aquí es importante mencionar que los principales factores que tienen influencia directa sobre el proceso, son las condiciones ambientales, el sustrato y la población de lombrices. Como una referencia se puede citar a Castillo Taco (2010), quien menciona que para un volumen de $0,19 \text{ m}^3$ (aproximadamente 100 kg de sustrato) en un caso estiércol de bovino y en otro estiércol+cachaza y la adición de 1 Kg de lombrices juveniles, se logró transformar, ambos sustratos en abono en un lapso de 30 días. Sin embargo, en términos generales, para otros sustratos y diferentes condiciones ambientales, se estima que el lapso de tiempo de proceso para transformar la materia orgánica en abono, podría tardar entre 45 a 90 días.

En el sistema utilizado por el Instituto Tecnológico de Costa Rica, se incorpora a la estructura, un canal para recolectar los lixiviados (jugos o líquidos) que se producen durante el proceso de transformación de los

desechos en abono. A dicha sustancia se le denomina “purín”, purín de lombriz. Cabe mencionar aquí, que el purín puro (sin diluir) sirve como herbicida quemante. Por otra parte, el purín diluido, como lo indica don Anselmo Rodríguez en las páginas siguientes, sirve como abono foliar.



Foto 14 Canal que recolecta los lixiviados o purín de lombriz

Producción de abono a base de estiércol de bovino

La práctica de don Anselmo Rodríguez Umaña

Don Anselmo indica que: *primero se recolecta el estiércol de bovino de la sala de ordeño, se coloca de forma que sea fácil de manipular para ser llevado posteriormente a las camas de proceso.*



Fotos 15 Depósito recolector del estiércol de bovino

La boñiga fresca se coloca en camas, la capa de estiércol no debe ser mayor a 20 cm de grosor y “dos cuartas” (40 cm) de ancho; debe dejarse un espacio de 10 cm entre capas continuas; esto debido a que las lombrices requieren de mucho oxígeno. De esta forma las lombrices empiezan a comer en los bordes u orillas de las capas. Por la misma razón la boñiga se da vuelta (se pica), cada 15 días.



Foto 16 Boñiga fresca agregada a la cama

Las camas no deben ser de cemento o de un material impermeable en el fondo, debido a que no drena el exceso de humedad, se forma un "chilate" lo que desagrada a las lombrices. Es conveniente que el fondo sea de un material que permita la salida de líquidos, dice don Anselmo Rodríguez, en mi caso, yo utilizo mesas en alto, el sarán en el fondo le permite una buena ventilación por debajo, de esta forma las lombrices pueden trabajar tanto arriba como abajo en la capa de estiércol. Sin embargo, otra forma de hacerlo es colocar las mesas con un desnivel a fin de crear un drenaje y así poder recolectar y aprovechar el purín.



Fotos 17 Camas para producción de abono de lombriz

La boñiga que tiene varios días despide olores más fuertes que la boñiga fresca; por tal razón conviene colocarla inmediatamente después de recolectada; además no le causa daño a las lombrices debido a que no levanta temperatura en su descomposición.

Para iniciar el proceso se agregan 2 kg de lombrices para un área (una cama) de 10 m de largo, 1 m de ancho y 10 cm de alto.

Conforme se va acabando la comida (la boñiga se va convirtiendo en abono orgánico), las lombrices se van pasando a la boñiga fresca. Por su parte, el abono recién hecho debe pasarse a la cama de secado con el fin de reducir la humedad. Cuando se llega a la cama de secado, casi no quedan lombrices, pero sí "revientan" los cocones, con 4 lombricitas pequeñas; es importante rescatarlas porque son los nuevos peones de la fábrica, y la manera de recuperarlas es por medio de trampas (con boñiga fresca) que se colocan en la cama de secado. Las trampas se retiran cada 8 días.



Fotos 18 Trampas sobre la cama de secado

Otro detalle importante es nunca agregarle agua, la humedad que tienen es suficiente.

Creo importante recalcar que cuando se saca Té de lombriz (en el caso de boñiga como sustrato), lo que se

hace es lavar el abono orgánico. Por tal razón o se saca Té de lombriz o se aprovecha el abono entero como tal, pero no se puede sacar provecho a los dos. El Té debe usarse como abono foliar, en dosis de 4 litros del Té por 16 litros de agua, con la gran ventaja de repeler algunas plagas.

Secado y tamizado del abono

El abono se pone a secar hasta que quede con una humedad de un 40%, así se da por terminado el proceso; seguidamente se procede al tamizado, lo que pasa por una zaranda se empaca en bolsas de 2 kg o en sacos.



Fotos 19 Abono de lombriz secado, tamizado y terminado

El abono grueso se queda en la criba, se usa para fertilizar la finca, ahí va con todo, cocones y lombrices pequeñas que colonizan y enriquecen todo el suelo.



Foto 20 Abono empacado en bolsas de 2 kg

Beneficios del abono y de la lombriz en el suelo.

En términos generales la lombriz en el suelo favorece la aireación y la infiltración del agua, físicamente es ideal para el desarrollo de las raíces de las plantas mejorando la absorción de nutrimentos y agua. Se logra un aumento en la porosidad cuando se cuenta con estos animalitos en el suelo que cuando no se tienen.

El otro beneficio del abono de lombriz es el químico, aportando en sus deposiciones fósforo, nitrógeno y potasio en forma disponible para las plantas; además de, calcio y humus (sustancias orgánicas coloidales producto de la descomposición de la materia orgánica) que distribuyen a su paso en el perfil del suelo. Es notoria la descomposición de la materia orgánica en forma más acelerada cuando el suelo cuenta con la presencia de lombrices que en su ausencia.

Se obtiene un beneficio biológico debido a que incrementan la población por reproducción y dispersión de microorganismos que aceleran la descomposición de la materia orgánica; lo anterior debido a los procesos internos (bacterias y actinomicetos en su intestino); además de, micorrizas y hongos en las excretas que favorecen la utilización del fósforo por las plantas.

Este tipo de abono es capaz de recuperar la fertilidad en suelos áridos, reducir su acidez y renovar su actividad microbiana. Debe entenderse que las características químicas y biológicas de este abono de lombriz, estarán influenciadas por el material de origen. Además, por la transformación de los desechos orgánicos, logra reducir

la contaminación ambiental, proteger los mantos freáticos y las corrientes de agua. Reducen las poblaciones de microorganismos dañinos, eliminan malos olores y la proliferación de insectos nocivos.

Este abono es un biofertilizante que se comercializa a buen precio y es muy requerido dado que proporciona buenos resultados. Los cultivos reaccionan positivamente a la adición del lombricompost y al té de lombriz.

La lombriz logra por sí misma una buena disponibilidad de nitrógeno, que es secretado de diferentes formas, principalmente por la epidermis como mucoproteínas, y por la orina que contiene amonio, urea, o ácido úrico y alantoina, sustancias solubles en el suelo donde intervienen microorganismos en el ciclo de nitrificación.

Como se mencionó, la lombriz tiene una marcada influencia sobre la estructura del suelo; también en cuanto a solubilización, mineralización, intercambio iónico, absorción y translocación de elementos, acciones vitales para la nutrición de las plantas.

Los niveles de fertilidad, en cuanto a cantidades de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, deben correlacionarse con el número de individuos y el sustrato que transforman.

Si tiene alguna consulta no dude en llamar a la Agencia de servicios Agropecuarios del MAG en Coronado, al teléfono 22-29-88-17.

Literatura consultada

Alas Rosales, RC; Alvarenga Hernandez, AMR; 2002 Evaluación de sustratos de origen animal y vegetal en la producción de humus y carne de lombriz (*Eisenia foetida*). Tesis Lic., San Salvador. , SV. Departamento de Fitotecnia, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador. 102p.

Amigos de la huerta orgánica. Lombricultura s.f. (en línea). Consultado el 22 de abril 2014. Disponible en <http://amigosdelahuertaorganica.blogspot.com>

Anselmo Rodríguez Umaña 2014 Elaboración de lombricompost a base de boñiga de bovino. (entrevista), Moravia, CR. Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Botanical-on line sf Enemigos de la lombriz. (en línea). Consultado el 6 de marzo 2014. Disponible en www.botanical-online.com/animales/enemigos_lombriz.htm

Castillo Taco, JC. 2010 Análisis de lombricompuestos a partir de diferentes sustratos. Tesis posgrado. SL, CO. Facultad de Agronomía, Universidad nacional de Colombia. 61 p.

Clavería Cacheo CL. 2005 Estudio de factibilidad para producir harina a partir de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) para ser utilizada en la elaboración de concentrados para animales en Guatemala. Tesis Lic. Guatemala. GT. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos. 130p.

Guerrero, L s.f. Lombriz roja californiana. (en línea). Consultado el 19 de abril 2014, Disponible en <http://vidaverde.about.com>

Henriquez, C. y Mora, L 2004 Produciendo abono de lombriz; una forma entretenida de manejar los residuos orgánicos para no contaminar nuestro ambiente. San José, CR. Brochure. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo, Costacan-SUNIL. 1p.

Inversa, compostaje y lombricultura 2011 Ciclo biológico y desarrollo de *Eisenia foetida* (Lombriz Roja). Consultado el 10 de abril 2014, Disponible en inversanet.wordpress.com/2011/09/07ciclo-biologico-y-desarrollo-de-eisenia-foetida-lombriz-roja

Manual de lombricultura s.f. (en línea). Consultado el 3 de abril de 2014. Disponible en <http://manualdelombricultura.com>

Martínez, C. 1996 Potencial de la Lombricultura. Eds. Dr A. Carballo Quirós y S. Bravo González. SL, MX. Se. 140 p.

Martínez, C; Ramírez, L. 2000 Lombricultura y Agricultura Sustentable, Ed. S. Bravo González. SL, MX. S.e. 236 p.

Martínez, C. y Ramírez, L. 2000 Lombricultura y Agricultura Sustentable, compiladores. Texcoco, MX. Editorial Futura, 236 p.

Porta J; López-Acevedo M; Poch RM. 2013 Edafología, uso y protección del suelo, 3 ed. Madrid, ES. Ediciones Mundi-Prensa. 608p.

Producción de abono orgánico
en pequeña escala con lombriz californiana (*Eisenia foetida*)

Red Permacultura 2008 La lombriz roja californiana. (en línea). Consultado el 9 de abril 2014. Disponible en <http://www.redpermacultura.org/articulos/14-agricultura-ecologica/212-la-lombiz-roja-californiana.html>.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, 2013 Lombricultura Subsecretaría de Desarrollo rural, Dirección General de Apoyos para el Desarrollo Rural. (en línea). Consultado el 21 de abril 2014. Disponible en www.sagarpa.gob.mx/ desarrolloRural/Documents/fichasaapt/Lombricultura.pdf

Wikipedia 2014 Eisenia fetida. (en línea). Consultado el 12 de mayo 2014. Disponible en http://es.wikipedia.org/wiki/Eisenia_fetida

Wikipedia s.f. Lumbricultura. (en línea). Consultado el 2 de abril 2014. Disponible en es.wikipedia.org/wiki/lumbricultura

