



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE
HIDALGO

FACULTAD DE MÉDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



TÍTULO DEL TRABAJO:

**MANUAL PARA LA CRIANZA DE LOMBRIZ ROJA CALIFORNIA
(*Eisenia foetida*)**

SERVICIO PROFESIONAL QUE PRESENTA

JUAN JAIME SOTO LANDEROS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

ASESOR:

M.C. ÁNGEL RAÚL CRUZ HERNÁNDEZ

Morelia, Michoacán. Febrero de 2016.

Agradecimientos y Dedicatorias

A Dios, por haberme brindado la oportunidad de existir y seguir mis sueños.

A mis Padres Jaime Soto Vázquez y Mercedes Landeros Peña, Por haber estado junto a mí en todo momento y apoyarme con tanto esmero y dedicación para cumplir mis metas.

A mi hermana Diana Soto Landeros, por siempre confiar en mí y buscar la forma de alegrarme.

A mi tía Suguey Soto Vázquez, por apoyarme en mis estudios en el momento justo en que podría haber retrasado mis sueños y metas.

A mi compañera de la vida Yanet Vázquez Ortiz, por haberme apoyado en que cumpliera mis metas por difícil que fuera la situación.

A mi hija Kimberly Yarezi Soto Vázquez, Por ser mi inspiración y motor para seguir adelante con más ánimo.

A mis amigos, que estuvieron en las buenas y en las malas siempre buscando la manera de divertirnos sin perder el objetivo de nuestras metas.

A mi asesor MC Ángel Raúl Cruz Hernández, por haberme apoyado en este trabajo que forma parte de mi sueños y metas.

A todos mis familiares, por creer en mí y a ver aportado su granito de arena para lograr un escalón más en la vida.

Índice

Introducción	10
1.Historia de la Lombricultura	11
1.1. Antecedentes de la lombricultura.....	11
1.2. Lombricultura en México	12
2.Conceptos de lombricultura:	13
3.Generalidades de las lombrices de tierra	14
3.1. Taxonomía de la lombriz de tierra	14
3.2. Características externas.....	15
3.3. Características internas.....	16
3.4. Aparato reproductor de la lombriz.....	17
3.5. Reproducción de la lombriz de tierra.....	19
3.6. Datos curiosos de la lombriz de tierra.....	20
3.7. Hábitat	20
4.Tipos de lombrices	21
4.1. Lombriz Roja California (<i>Eisenia foetida</i>)	21
4.2. Red hybrid (<i>Eisenia andrei</i>)	22
4.3. Diferencia Entre Lombriz Roja California (<i>Eisenia foetida</i>) y Red hybrid (<i>Eisenia andrei</i>)	22
5.Condiciones óptimas para la lombriz Roja californiana	23
6.Vermicompost	23
7.Requerimientos para la cría y explotación de la lombriz	24
7.1. Cama, Lecho o Contenedor.....	24
7.2. Sustrato.....	26
7.3. Siembra de lombrices	27
8.Métodos para cosechar humus o lombrices	28
8.1 Ventajas del humus de lombricomposta.....	30
8.2 Dosificación del humus de lombriz.	31
9.Abonos Orgánicos vs fertilizantes químicos	31
10. Lombrices para la alimentación animal	32
10.1 Preparación de pastas y harinas de lombrices para la alimentación animal	32

10.1.1 Obtención de pastas de lombriz	32
10.2 Obtención de harina de lombriz	33
10.3 Otros usos de la carne de lombriz	33
11.Lixiviados	34
11.1 Beneficios de los Lixiviados de lombricomposta	34
11.2 Recolección de lixiviados	34
12.Comercialización de lombricomposta	35
12.1 Costos de producción	35
12.2 ¿Dónde vender?	36
13.Enemigos de las lombrices	36
14. Conclusión	37
15.Bibliografía	38

Índice de ilustraciones y tablas

Ilustración 1. Anatomía de la Lombriz de Tierra.....	15
Ilustración 2. Corazones y vasos sanguíneos de la lombriz de tierra.....	17
Ilustración 3. Lombrices de tierra saliendo de cocón.....	19
Ilustración 4. Cocones de lombriz de tierra.....	19
Ilustración 5. Lombriz Roja California.....	21
Ilustración 6. Camas plásticas.....	25
Ilustración 7. Cama de nylon negro.....	25
Ilustración 8. Cama industrial.....	25
Ilustración 9. Humus de lombriz tamizado.....	28
Ilustración 10. Tamizado de Humus con malla metálica de poros 2mm.....	29
Tabla 1. Contenido del Humus óptimo de lombricomposta	30

Resumen

Se realizó una recopilación de técnicas y métodos para la crianza de la lombriz Roja California, como alternativa para tratar los desechos orgánicos que producen las explotaciones agropecuarias; con el propósito de ayudar a disminuir la degradación, erosión y contaminación de los suelos y el medio ambiente. Mediante dichas propuestas metodológicas se obtienen diferentes productos orgánicos como humus, lixiviados, y proteína para la alimentación animal. La lombricultura es una actividad ecológica y económica, debido a que es de fácil manejo y se puede realizar en casi cualquier lugar, utilizando desde materiales domésticos hasta especializados.

Palabras claves: **técnicas, lombricultura, ecológica, económica, orgánico**

Abstract

It has been made a collection of techniques and methods for raising Red California worm, as an alternative to treat organic waste produced by farms; in order to help reduce degradation, erosion and pollution of the soil and the environment. Through different methodological propositions is obtained organic humus, leaching, and protein for animal feed. The vermiculture is an ecological and economic activity, because it is easy to use and can be done almost anywhere, from using domestic materials to specialized.

Introducción

En este trabajo se habla de la técnica de lombricultura de lombriz Roja California, como alternativa para el aprovechamiento de los desechos orgánicos producidos en explotaciones pecuarias, técnica que podría aplicarse además con desechos orgánicos domésticos y agrícolas. El proceso es comparable, en muchos sentidos, con la fabricación de composta, con la diferencia de que se agregan las lombrices al proceso para mejorar la calidad final del producto tratado.

La lombriz Roja California se adapta para la crianza en cautiverio bajo condiciones extremas, ya que soporta cambios de temperatura, se alimentan de todo tipo de desechos orgánicos, altamente reproductiva, no se enferma ni transmite enfermedades; su crianza es de fácil aprendizaje con bajo costo de manejo.

Los beneficios que se obtienen en la crianza de la lombriz Roja California son abundantes, tales como: humus de lombriz que es idóneo para el cultivo de todo tipo de plantas; lixiviados que aportan macro y micronutrientes para las plantas, pastas y harina de lombriz por su elevado contenido de proteína; además carne de lombriz para la alimentación animal. En este manual se describen cada uno de las técnicas para aprovechar todos los beneficios de la lombricultura antes mencionados.

El tratamiento de los residuos cada día reviste más importancia dada la dimensión del problema que representa, no sólo por el aumento de los volúmenes producidos, si no a su vez por la intensificación de las producciones pecuarias y principalmente por enfermedades que afectan la salud humana y animal que tienen directa relación con el manejo inadecuado de los desechos orgánicos (Rodríguez, 2002).

1. Historia de la Lombricultura

No se sabe a ciencia cierta cuál fue el origen de la técnica de lombricultura pero se conocen dos versiones, según (Taylor, 1948) menciona que los orígenes de la lombricultura probablemente fue en 1936, cuando un médico de los Ángeles, en los Estados Unidos de Norte América el Doctor Thomas Barret, se dedicó a la agricultura convirtiendo terrenos estériles en más fértiles, debido a las lombrices de tierra, a las que observó que en un montón de paja y basura húmeda se multiplicaban prodigiosamente.

Según (Campagnoni, 1983) el cultivo de las lombrices nació y se desarrolló en Norte América, al comenzar a criarlas en ataúdes en 1947, por Hugh Cáster, primo del ex-presidente de los Estados Unidos Jimmy Cáster. Después de 25 años, Cáster se encontraba en posición de suministrar a las tiendas de caza y pesca 15 millones de lombrices al año. Entonces después de unos años a la fecha a la técnica de la crianza de la lombriz se le conoce como lombricultura.

La lombricultura o vermicompostaje es la cría intensiva en cautiverio de algunas especies de lombriz. Constituye una actividad que utiliza a la lombriz para reciclar residuos orgánicos transformándolos en humus de lombriz al igual que obtener una fuente de proteína a partir de la carne de lombriz para la elaboración de harina (Cacciamani, 2004).

1.1. Antecedentes de la lombricultura

Aristóteles definió a las lombrices como los intestinos de la tierra, intuyendo la gran importancia para su fertilidad; por otra parte Charles Darwin logró establecer el papel exacto y la importancia que las lombrices tienen en la tierra, en la vida del hombre y de los animales a través de numerosas experimentaciones e investigaciones durante más de 40 años (Cacciamani, 2004).

En el antiguo Egipto se consideraba a la lombriz como un animal valioso, ello llegaban a tal extremo, que tenían previstos castigos muy rigurosos, incluso la pena de muerte, para quien intentara exportar fuera del reino una sola lombriz; se dice que la fertilidad del valle del Nilo, se debe en su mayor parte al inagotable trabajo de estos (Tineo, 1994).

Los incas en el antiguo Perú ya apreciaban la importancia de esta especie en las tierras del cultivo, uno de los valles más fértiles del Perú el valle sagrado de los incas que lleva por nombre “urubamba” quiere decir valle de lombrices (Tineo, 1994).

1.2. Lombricultura en México

La lombricultura nace en Estados Unidos de Norte América a finales de los años cuarenta y principios de los cincuentas, sin embargo se desplaza a Europa y se establece en Italia donde logra un buen desarrollo, posteriormente se difunde al resto de los países europeos (Martínez, 1996).

A principios de la década de los ochenta regresa a América, estableciéndose en Chile, en esa misma época la lombricultura inicia su desarrollo en México, pero no logra alcanzar la magnitud que se presentó en Chile a pesar de que en ese momento y en el actual México tiene todas las condiciones para lograrlo (Cerdas, 2001).

En México el área específica que se dedica a la lombricultura no rebasa las 20 hectáreas, predominando el manejo de desechos de las agroindustrias cañera, cafetera y cuencas lecheras. Los proyectos establecidos se desarrollan de forma empírica y son pocos los que reciben asesoría y cuentan con personal capacitado; como consecuencia esta actividad se orienta únicamente hacia la producción de humus de lombriz y mínimas cantidades como pie de cría (Delfín, 2007).

2. Conceptos de lombricultura:

Para entender la lombricultura es necesario conocer ciertos conceptos que se utilizan a menudo para dicha explotación:

Abono orgánico: Los residuos orgánicos como cáscaras de alimentos, frutas, verduras, papel y otros, se descomponen y al hacerlo se transforman en materia orgánica también llamado compost (Bermúdez, 1994).

Compostaje: la mezcla de materia orgánica en descomposición en condiciones aeróbicas que se emplea para mejorar la estructura del suelo y proporcionar nutrientes (Román, et al., 2013).

Lecho o cama: Se refiere al sitio designado para la crianza de lombrices y producción de humus de lombriz (Román, et al., 2013).

Lixiviados: Los lixiviados son líquidos producidos durante la descomposición de la materia orgánica, usualmente de olor desagradable (Ruiz, 2011).

Lombricomposta (humus de lombriz): Sustancia inodora parecida a la borra de café, que en comparación con la urea, es 5 veces superior en nitrógeno, fosforo, potasio, y calcio (Díaz, 2002).

Materia orgánica: Materiales diversos derivados de organismos vivos que, en calidad de residuos orgánicos, se utilizan para alimentar a las lombrices para producir el humus de lombriz o lombricomposta Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación (SAGARPA, 2008)

Sustrato: Material inerte en donde puede vivir y alimentarse la lombriz (Fundación Hogares Juveniles campesinos, 2005).

3. Generalidades de las lombrices de tierra

3.1. Taxonomía de la lombriz de tierra

La lombriz de tierra pertenece al reino animal, de tipo *Anélida* de cuerpo anillado, *Oligoqueta* de la familia *Lumbricidae*, genero *Lumbricus*, *Eisenia*, especies lumbricus terrestres y *Eisenia foetida* (Bermúdez, 1994). Las lombrices de tierra son *Anélidos Oligoquetos Clitelados* macroscópicos que viven en el suelo. Influyen de forma muy significativa en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, y juegan un papel crucial en la modificación de la estructura del suelo (Edwards, 1996) .

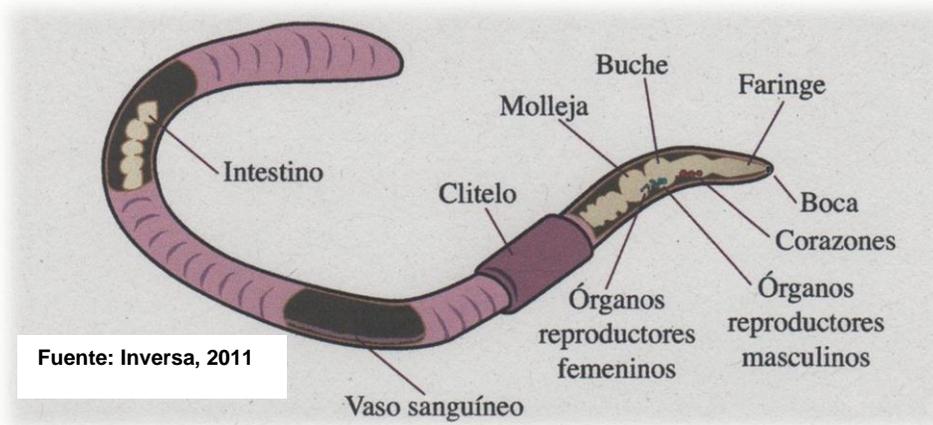
Como todos los *Anélidos* tienen un cuerpo dividido en metámeros muy parecidos entre sí, salvo en la región anterior en donde se presentan las estructuras reproductoras y algunas otras modificaciones asociadas con los aparatos digestivo, circulatorio y nervioso. Todas las lombrices de tierra son hermafroditas y aunque predomina la reproducción sexual cruzada (Rojas, 2014).

3.2. Características externas

Su cuerpo de color marrón claro está cubierto por una piel húmeda y viscosa, que se llama cutícula. La parte más gruesa que hay en el segundo tercio del cuerpo es el clitelo que sirve para englobar los huevos mediante el mucus que segrega. Las cerdas sirven de puntos de apoyo en los desplazamientos (García, 1987).

En el extremo más grueso se encuentra la boca y en el más delgado se encuentra el ano. Los vasos sanguíneos más importantes están dispuestos longitudinalmente. En la parte anterior se encuentran los órganos que bombean la sangre, podría decirse que la lombriz tiene cinco pares de corazones (García, 1987).

Ilustración 1. Anatomía de la Lombriz de Tierra



3.3. Características internas (Bermúdez, 1994).

Tabique: o septos son las paredes que separan los segmentos sucesivos y están formados por el peritoneo.

Faringe: Es el primer compartimiento del tubo digestivo que sigue de la boca. Después de este continúa el esófago.

Molleja: Es la parte gruesa y musculosa del tubo digestivo. Puede estar situado en el esófago, la molleja esofágica, o en el comienzo del intestino molleja intestinal.

Glándulas de morren: Son las que se encargan del metabolismo del calcio. Están ubicadas en el esófago.

Intestino: Se puede reconocer gracias a la transición brusca con el esófago y muchas veces por la presencia de válvulas.

Ciegos intestinales: Son los apéndices huecos y terminados en fondo de saco que aparecen en el trayecto del intestino.

Nefridios: Es el órgano central del sistema excretor. Funciona como un pequeño riñón filtrando tanto líquido que circula en los compartimentos clónicos como la sangre. Se le denomina Holonefridios cuando tienen un par de nefridios por segmento y mero nefridios cuando tiene más de un par por segmento.

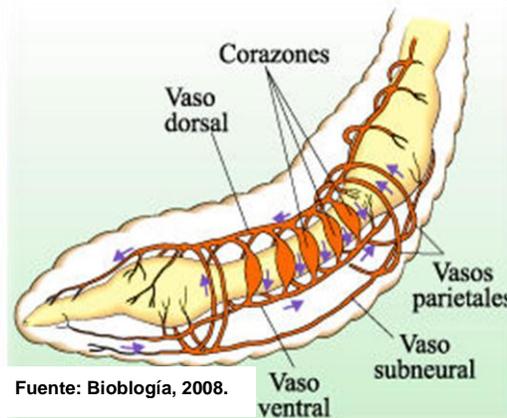
Vaso dorsal y ventral: Dentro del aparato circulatorio son los principales. El vaso dorsal se ubica sobre el tubo digestivo y el vaso ventral debajo de éste. El vaso dorsal puede ser doble en algunos segmentos de la parte delantera del cuerpo.

Vaso supra-intestinal y supra-esofágico: Vaso impar, no siempre presente. Situado longitudinalmente entre el esófago-intestino y el vaso dorsal.

Vaso extra-esofágico o latero esofágico: corre a los lados del esófago, longitudinalmente, entre este y los corazones.

Corazones: Son asas pares, contraídas, situadas en la región esofágica del cuerpo, ligando a los vasos dorsal y supra-intestinal con el ventral. Pueden ser de tres tipos: Laterales que ligan directamente al vaso dorsal con el ventral; intestinales o esofágicos que conectan directamente al vaso supra-intestinal con el vaso ventral; Latero-intestinal o latero-esofágico que ligan el vaso dorsal y supra-intestinal con el ventral.

Ilustración 2. Corazones y vasos sanguíneos de la lombriz de tierra



3.4. Aparato reproductor de la lombriz (Bermúdez, 1994).

Testículos: Están presentes de uno a dos pares de tamaño pequeño ubicado ventralmente antes de los segmentos 10-11. A la lombriz se le llama Holoándrica cuando tiene dos pares de testículos y meroándrica cuando tiene un par.

Pabellones testiculares: Es la parte anterior, alargada y generalmente plegada a los canales deferentes. Corresponde uno para cada testículo y se les identifica por el color blanco brillante debido a los espermatozoides aglutinados.

Canales deferentes o conductos masculinos: Son los que permiten la salida de los espermatozoides, correspondiendo uno para cada testículo. Se prolongan hacia la parte trasera del cuerpo después de un determinado número de segmentos se abren a través de los poros masculinos. Después de los pabellones testiculares los canales pueden formar un ovillo más o menos compacto, el epidídimo, ubicados abajo del peritoneo, ventralmente.

Sacos testiculares: Son las cámaras que envuelven a los testículos y los pabellones testiculares, formados por el peritoneo, no están siempre presentes.

Vesículas seminales: Son evaginaciones pares del tabique posterior y/o anterior de los segmentos testiculares.

Ovarios: Están presentes en general de a un par y entonces las lombrices se les denomina metaginidas. Es poco frecuente encontrar dos pares de ovarios se denomina hologénicas. Comúnmente se encuentran en el segmento 13.

Ovisacos: Son evaginaciones pares del tabique posterior del segmento que contiene el ovario. No siempre están presentes.

Espermatecas: Son los sacos que reciben los espermatozoides de la otra lombriz durante la cópula. Es extraño cuando no están presentes.

3.5. Reproducción de la lombriz de tierra

Las lombrices son hermafroditas; que es la presencia en un mismo individuo de órganos sexuales masculinos y femeninos. Los órganos reproductores maduran en épocas distintas, lo que evita la autofecundación, los órganos masculinos maduran antes que los femeninos (Martorell y Bueno, 2013).

La cópula se lleva a cabo entre dos individuos que se encaran por la parte ventral haciendo encajar los anillos de modo que los segmentos que contienen poros masculinos de cada individuo coincidan con el receptáculo seminal de la pareja, y no se separan hasta que estos receptáculos seminales estén llenos de esperma que todavía es inmaduro (Martorell y Bueno, 2013).

Cuando los testículos degeneran, los ovarios maduran y los óvulos salen al exterior a través del poro genital femenino. Mientras tanto los receptáculos seminales han acabado de madurar los espermatozoides. Simultáneamente, el clitelo ha formado una sustancia mucosa rica en albumina y quitina que da lugar a un capullo (Martorell y Bueno, 2013).

Este capullo se desplaza hacia la parte anterior del animal mediante movimientos ondulatorios, y en trayecto va recogiendo los óvulos y los espermatozoides, que se van fecundando (Martorell y Bueno, 2013), después de la fecundación depositan en el lugar donde se alimentan 3 capsulas de paredes resistentes llamadas cocones o capullos conteniendo cada uno de 3-10 lombrices pequeñas de color blanco (Diaz, 2002).

Ilustración 4. Cocones de lombriz de tierra.



Ilustración 3. Lombrices de tierra saliendo de cocón



3.6. Datos curiosos de la lombriz de tierra

El sistema circulatorio de la lombriz está bien desarrollado, Las lombrices respiran a través de la piel, ya que no poseen órganos respiratorios especiales. Las lombrices carecen de ojos. Son extremadamente sensibles a la luz. Durante el apareamiento llegan a permanecer fuera de sus galerías o túneles por una o dos horas, completamente expuestas a la luz solar (Darwin, 2011).

Las lombrices no tienen ningún sentido del oído, pero extremadamente sensibles a las vibraciones en cualquier objeto sólido. Todo el cuerpo de la lombriz es sensible al tacto. Las lombrices poseen un cierto sentido del olfato con el que logran descubrir alimentos odoríferos y altamente codiciados (Darwin, 2011).

3.7. Hábitat

Las distintas especies de lombrices tienen estrategias vitales diferentes, ocupan nichos ecológicos distintos y se han clasificado, sobre la base de su alimentación y de la zona del suelo en la que viven, en tres categorías ecológicas: epigeas, anécicas y endogeas (Bouche, 1977).

La lombriz roja californiana pertenece a las especies epigeas ya que viven en el horizonte orgánico, en o cerca de la superficie del suelo, alimentándose principalmente de materia orgánica en descomposición (restos vegetales, heces de animales, etc., (Bouche 1977; Lavelle et al. 1997; Lavelle y Spain 2001).

Suelen ser especies de pequeño tamaño, pigmentadas y con altas tasas metabólicas y reproductivas que les permiten adaptarse a las condiciones ambientales tan variables de la superficie del suelo. Producen deyecciones holorgánicas y presentan una tasa alta de consumo, digestión y asimilación de la materia orgánica, por lo que juegan un papel clave como transformadoras del mantillo (Bouche, 1977; Lavelle et al. 1997; Lavelle y Spain 2001).

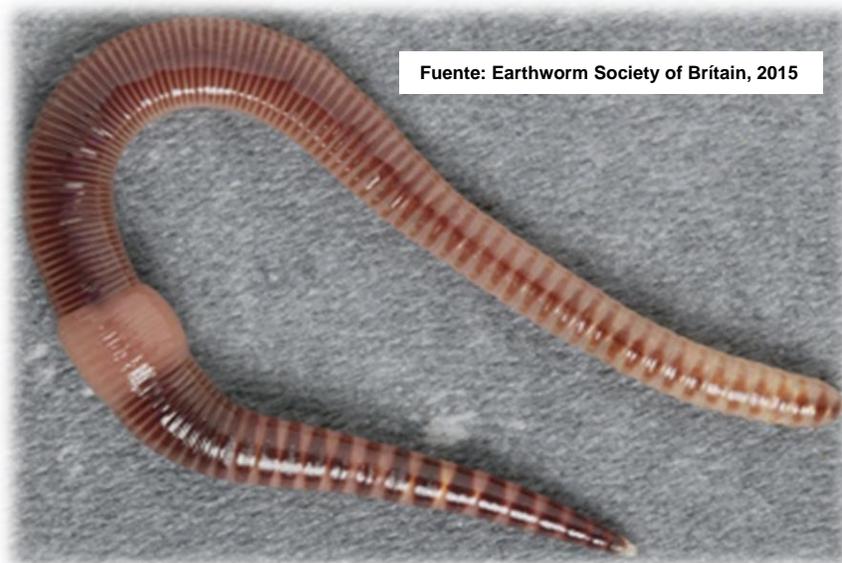
4. Tipos de lombrices

El número de especies de lombrices de tierra descritas hasta el momento es muy elevado; según Reynolds y Wetzel (2010); hay aproximadamente 8,302 especies, y cada año se describen una media de 68 especies nuevas. De la mayoría de estas especies sólo se conoce el género al que pertenecen y su descripción morfológica, y se desconocen por completo sus ciclos de vida y su ecología (Domínguez y Brandón, 2010).

4.1. Lombriz Roja California (*Eisenia foetida*)

Habita en el estiércol o en tierra muy húmeda con un alto contenido de materia orgánica, presenta dos variedades *Foetida* y *Andrei* (Padilla y López, 2003). Tiene una coloración rojo fresa, un tamaño no mayor a 10cm con un peso entre 1-2.5gr en edad adulta, son de sexo hermafroditas, su madurez sexual oscila entre los 40-50 días y se puede reproducir durante todo el año cuando las condiciones son apropiadas (Zazueta, 1997).

Ilustración 5. Lombriz Roja California.



4.2. Red hybrid (*Eisenia andrei*).

Es la más seleccionada y la que mejor se adapta a la cría comercial, también es la de mayor longevidad (vive unos 16 años en cautividad según los criadores) y la de mayor prolificidad ya que en condiciones ideales podemos obtener 1,500 lombrices/año por cada reproductor (se reproduce en cautividad cada 7 días y alcanza la madurez sexual a los 90 días de edad (Padilla y López, 2003).

4.3. Diferencia Entre Lombriz Roja California (*Eisenia foetida*) y Red hybrid (*Eisenia andrei*)

Estas dos especies estrechamente relacionadas han sido las más utilizadas en la biodegradación de residuos orgánicos en áreas templadas. Se caracterizan por ser especies ubicuas capaces de colonizar residuos orgánicos de forma natural. Toleran un rango amplio de temperatura y humedad, lo que las hace muy resistentes y consecuentemente, se convierten en las especies dominantes en cultivos mixtos (Domínguez y Pérez, 2010,).

Ambas *Eisenia* son buenas especies, y en consecuencia no se cruzan. Comúnmente en los lombricultivos suelen estar presentes *E. foetida* y *E. andrei*. Las dos poseen los mismos parámetros reprobilógicos aunque se supone que en el medio natural se desarrollan mejor las poblaciones de *E. foetida* por ser más rústica que *E. andrei*, una especie más reciente y que, en teoría, tiende a prevalecer en los lombricultivos mixtos (Domínguez y Pérez, 2010).

5. Condiciones óptimas para la lombriz Roja califonia

El éxito de un cultivo depende en buena medida del manejo óptimo respecto a los principales factores limitantes como Humedad, temperatura, y PH. La lombriz *Eisenia Foetida* es necesario que tenga una temperatura entre 25°C, para determinar la temperatura es conveniente utilizar un termómetro largo de 25 cm o más para poder adquirir el dato a diferentes profundidades (SAGARPA, s.f.).

La humedad debe oscilar entre un 60-70%, una forma práctica para determinar la humedad es apretando el compost con la mano fuertemente, observándose la tendencia del goteo. Cuando el goteo con mucha compresión requiere riego, pero si el agua escurre fácilmente hay un exceso de humedad (Díaz y Rodríguez, 1999). El pH ideal entre 6.5-7.5, una forma sencilla de determinar el pH es poner unas 5 lombrices en el sustrato, si sobreviven el pH es idóneo (SAGARPA, s.f.).

6. Vermicompost

El proceso de compostaje es la transformación biológica de los residuos orgánicos llevados a cabo por microorganismos debido a la cual, elementos químicos como N, C, K, P y S de compuestos complejos se liberan, sustancias como celulosa y la proteína entre otras se degradan en otras más simples sin olor desagradable (Díaz, 2002).

El vermicompost es el proceso de compostar utilizando lombrices y microorganismos. Un proceso eólico que termina en la estabilización de la materia orgánica. Al igual que el compost maduro, el producto final es materia orgánica, pero son las lombrices quienes realizan el proceso con ayuda de los microorganismos (Lazcano, et al., 2008).

En los procesos de vermicompost se encuentran involucrados un gran número de microorganismos fundamentalmente bacterias y hongos mesófilos, los cuales juegan un papel importante en la descomposición, mineralización y estabilización del residuo orgánico (Red Española de Compostaje, 2014) .

Las deyecciones de las lombrices de tierra contienen nutrientes y microorganismos que son diferentes a los contenidos en el material orgánico antes de la ingestión permitiendo la aparición de nuevos microorganismos en los sustratos frescos a procesar (Brown y Doube, 2004; Domínguez, et al., 2009).

La descomposición de la materia orgánica incluye dos fases diferentes en relación a la actividad de las lombrices de tierra, una fase activa o directa, durante la cual las lombrices procesan la materia orgánica, modificando sus propiedades físicas y su composición microbiana (Lores et al. 2006), y una fase de maduración o indirecta durante la que los microbios asumen el control de la descomposición del material previamente procesado por las lombrices (Domínguez, 2004).

La duración de la fase activa no es fija, y depende de la especie y de la densidad de lombrices, así como de sus tasas de ingestión y procesado de materia orgánica (Aíra y Domínguez, 2008).

7. Requerimientos para la cría y explotación de la lombriz

7.1. Cama, Lecho o Contenedor

Existen diferentes opciones, tamaños y calidad de contenedores para cultivar lombrices, lo importante es que sean recipientes abiertos para que se facilite la alimentación y la visualización (Román, et al., 2013); además depende de la cantidad de materia orgánica que se tratará. La base del piso debe ser tierra-

apisonada, cemento o un plástico para evitar ataques de los depredadores y la fuga de las lombrices.

Para protegerlas del sol y la lluvia colocar techos de tablas, láminas u hojas de palma sobre la cama (Velásquez, 2003), esto dependerá del capital con el que se cuente. Las lombrices normalmente profundizan en el sustrato buscando alimento, pero no lo hacen más allá de 40 cm (Schuldt, et al., 2007), por lo que la cama debe tener una profundidad de 50-60 cm y 1 m de ancho, siendo el largo en función del área disponible.

Ilustración 7. Cama de nylon negro.



Fuente: Soto, 2015.

Ilustración 6. Camas plásticas



Fuente: Oswaldo,

Ilustración 8. Cama industrial.



Fuente: Rincolombriz, sf

7.2. Sustrato

Las lombrices son omnívoras consumen todo tipo de residuos orgánicos en proceso de descomposición, estas presentan particular afinidad por los azúcares las sales y la celulosa, además ingieren microorganismos como bacterias, hongos, algas microscópicas y algunos protozoos asociados al material consumido que enriquecerán su dieta y las deyecciones resultantes del proceso digestivo (Fundación Hogares Juveniles campesinos, 2005).

Normalmente se emplea una mezcla de suelo con material orgánico fresco (restos de vegetales, estiércol, etc.) en una proporción de 3:1, o material orgánico compostado con material fresco en proporción 2:1 respectivamente (Román, et al., 2013).

Se recomienda el picado de la materia orgánica a utilizar para el sustrato ya sea con machete o una trituradora lo más fino posible con la finalidad de acelerar el proceso de descomposición (Bermúdez, 1994).

La materia orgánica apta para la lombricomposta son todos los estiércoles de herbívoros (puros o mezclados) para el uso de estiércol de cerdo o deyecciones aviares no se recomienda suministrar en fresco; cama de animales (paja, viruta aserrín, cascara de cereales etc.); restos de ensilados; restos de comida de origen vegetal; restos provenientes de podas evitando plantas aromáticas y hojas de nogal, roble, y níspero que son tóxicas para las lombrices (Schuldt, 2006).

Además se puede suministrar pastos, tallos delgados, rastrojo, papeles y cartones no impresos; desechos vinculados al ámbito agroindustrial (bagazo de caña de azúcar, de la industria frigorífica panza y torva, orujos manzana, pera, olivo, uva,); residuos urbanos como el barro de depuradoras de efluentes cloacales (Schuldt, 2006).

Existen básicamente dos ingredientes para el sustrato de la lombricomposta uno de ellos es nitrógeno derivado de las deyecciones de los animales criados en establos o establecimientos rurales, y fibras básicamente aportan carbono (celulosa), se emplean para acondicionar el material haciéndolo más esponjoso y aireado, facilitando su fermentación (Sanzo y Ravera,2000).

7.3. Siembra de lombrices

Una vez que se tenga una cama adecuada y un sustrato para la lombricomposta se procede a adquirir el pie de cría para esto es necesario saber los metros cuadrados de sustrato con los que se cuenta para así mismo saber cuántos kilogramos de lombrices serán necesarios. La recomendación más común es un kilo de lombriz por metro cuadrado de lecho (Román, et al., 2013).

Previo a una siembra masiva es conveniente realizar un ensayo que se conoce como prueba de 50 lombrices para evitar pérdidas. Esta prueba consiste en elaborar una caja de 50x50x15 cm; bien drenada con sustrato preparado semejante al que se desea utilizar con un espesor de 5-6cm, posteriormente se adicionan 50 lombrices y se riega abundantemente (Fundación Hogares Juveniles campesinos, 2005).

Pasadas 24 hrs hay que verificar si las 50 lombrices se encuentran en condiciones óptimas, si falta una lombriz o se encuentran algunas muertas, el sustrato no reúne las condiciones adecuadas y se procede a verificar las condiciones ambientales, de lo contrario, si se encuentran las 50 lombrices el sustrato es el idóneo y se procede a realizar el cultivo de las lombrices (Fundación Hogares Juveniles campesinos, 2005).

Es preferible introducir las lombrices a primeras horas de la mañana para que los rayos solares obliguen a las lombrices a introducirse rápidamente al sustrato.

Una vez que hay sustrato y una cama adecuada hay que estar al pendiente con las variantes como la humedad y temperatura, se deberá remover una vez a la semana la cama para airear y con esto evitar olores a putrefacción mosca o larvas; si la relación C/N es alta se resuelve agregando materiales nitrogenados como pastos verdes o estiércoles; mientras que si la relación es baja sintiéndose olor amoníaco se agrega material carbonatados (Díaz, 2002).

8. Métodos para cosechar humus o lombrices

Una forma de saber si el humus está listo para ser utilizado según (Román, et al., 2013) es cuando éste tenga una tonalidad café oscura de textura granulada y huele a tierra de bosque; a continuación algunas formas de cosechar Humus o lombrices.

Ilustración 9. Humus de lombriz tamizado



Retirando cuidadosamente la superficie de la cama hasta encontrar las primeras lombrices, después se espera a que emigren a las zonas más profundas de la cama durante 30-60 minutos y se procede a retirar una nueva capa de humus hasta que las lombrices estén concentradas en el fondo de la cama para poder recolectarlas con facilidad, según Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2001).

A pequeña escala, se utiliza el sistema de trampeo de lombrices que consiste en dejar de alimentar a las lombrices por 8-10 días. Posteriormente se coloca “alimento fresco” en un extremo de la cama o sobre el material en el mismo contenedor para atraer las lombrices. De esta forma la lombriz se mueve al material fresco en busca de alimento y pueden ser colectadas de allí (Román, et al., 2013).

El proceso de tamizado se puede realizar de forma manual o mecanizado, lo cual estará sujeto a la cantidad de producto que deba ser procesado. El tamizado manual se realiza utilizando una malla de metálica de 2-3mm de poros; existiendo equipos apropiados para el tamizado mecánico (Agustín y González, 2003).

El tamizado se recomienda para la recolección y almacenamiento del humus para su maduración, recordemos la carga de microorganismos que el humus contiene por lo que hay que cuidar las condiciones de almacenamiento y transporte para mantener su calidad (Agustín y González, 2003).

Ilustración 10. Tamizado de Humus con malla metálica de poros 2mm.



8.1 Ventajas del humus de lombricomposta

La lombricomposta aumenta notablemente el aspecto de las plantas, árboles y arbustos en comparación con otros ejemplares de la misma edad. Durante el trasplante previene enfermedades y evita el shock por heridas o cambios bruscos de temperatura y humedad. Se puede usar sin inconvenientes en estado puro y se encuentra libre de nematodos (Sanzo y Ravera, 2000).

Además optimiza el proceso de humificación, evita las pérdidas por lavado, se enriquece con una flora microbiana muy variada, disminuye la relación de C/N del material de origen, aporta al suelo macro y micro elementos que pueden ser tomados directamente por las plantas, contiene hormonas de crecimiento para las plantas y mejora las propiedades físicas del suelo en el lugar donde se aplica (Álvarez, 1998).

Otra de las ventajas de el humus de lombricomposta es que puede almacenarse durante mucho tiempo sin que sus propiedades se vean alteradas, pero es necesario mantenerlos bajo condiciones óptimas de humedad (40%) (Ruiz, 2007).

Tabla 1. Contenido del Humus óptimo de lombricomposta

Composición	Porcentaje %
Humedad	30-60
pH	6.8-7.2
Nitrógeno	1.2-6
Fosforo	2-8
Potasio	1.2-5
Calcio	2-8
Magnesio	1-2.5
Materia orgánica	14-30
Ácido fluvico	2.8-5.8
Acido húmico-fluvico	1.5-3
sodio	.02
cobre	.05
Hierro	0.006
Relación N/C	10-11

Fuente: Sanzo y Ravera, 2000

8.2 Dosificación del humus de lombriz según (Fundación Hogares Juveniles campesinos, 2005).

Floricultura: De 600-1,000 gr/m², repetir la aplicación cada 30-45 días.

Hortalizas: De 500-700 gr/m², cada 30 días.

Frutales: De 2-3 kg planta joven y de 4-5kg por planta en producción, repitiendo la aplicación cada 6 meses. El humus se aplica a un metro de diámetro y a 10cm de profundidad.

Pastos: Media tonelada por hectárea después de cada pastoreo. La recomendación ideal es sembrar un millón de lombrices o 600kg/Ha, junto con la semilla del pasto, sin repetir la aplicación ni la fertilización.

9. Abonos Orgánicos vs fertilizantes químicos

FAO recomienda antes de pensar en la aplicación de los fertilizantes, todas las fuentes disponibles de los nutrientes deberían ser utilizadas, por ejemplo excrementos de vaca, de cerdos, de pollos, desperdicios vegetales, paja, estiba de maíz y otros materiales orgánicos. Sin embargo, éstos deberían ser convertidos en abono y ser descompuestos antes de su aplicación en el suelo.

No obstante, el abono orgánico por sí solo no es suficiente (y a menudo no es disponible en grandes cantidades) para lograr el nivel de producción que el agricultor desea; por lo tanto los fertilizantes minerales tienen que ser aplicados adicionalmente.

La SAGARPA menciona que los abonos orgánicos deben considerarse como la mejor opción para la sustentabilidad del recurso suelo; los productos obtenidos bajo este sistema de agricultura consideran un sobre precio por su mejor calidad nutritiva e inexistencia de contaminantes nocivos para la salud.

En comparación con los fertilizantes químicos, contiene bajas cantidades de nutrimento; a pesar de la disponibilidad de dichos elementos es más constante durante el desarrollo del cultivo por la mineralización gradual a que está sometida.

10. Lombrices para la alimentación animal

Es una de las aplicaciones que más se está desarrollando, debido a que el contenido de proteína bruta (60-77%) y la composición aminoacídica, es similar a la harina de pescado y levadura; la masa seca de lombrices contiene entre 13-18% de glúcidos y entre 4-8% de lípidos (Padilla y López, 2003). Además como alimento vivo se emplea en la cría de ranas, pesca deportiva y piscicultura (Sanzo y Ravera, 2000).

10.1 Preparación de pastas y harinas de lombrices para la alimentación animal (Red Española de Compostaje, 2014).

Las lombrices una vez retiradas del sustrato orgánico, deben ser limpiadas por lo que se colocan en un baño de agua, durante 8 horas para eliminar el contenido del tracto digestivo y las partículas adheridas a sus paredes.

10.1.1 Obtención de pastas de lombriz

Incorporación con melaza: Se blanquean las lombrices con agua hirviendo durante un minuto, incorporando posteriormente un 30% de melaza y un .03 de sorbato de potasio, mezclando hasta obtener la pasta que puede ser conservada como ensilado indefinidamente a temperatura ambiente.

Ensilado con ácido Fórmico: De la misma manera se blanquean las lombrices adicionando posteriormente ácido fórmico al 3% y se homogeniza la mezcla. Esto permite el ensilado de la mezcla como una pasta o liquido estable.

10.2 Obtención de harina de lombriz

Secado a temperatura ambiente: Las lombrices se blanquean con agua hirviendo, se secan con aire a temperatura ambiente y se muelen hasta obtener un polvo fino.

Liofilización: Las lombrices limpias se congelan, posteriormente se liofilizan, y finalmente se muelen hasta obtener un polvo fino.

10.3 Otros usos de la carne de lombriz

El prejuicio cultural y la falta de información de los beneficios que presenta la lombriz Roja California, son los que no han permitido su utilización oficial en el campo alimenticio humano. Sin embargo, algunos países orientales tales como China, Japón, Filipinas, Taiwán entre otros la han incorporado al consumo humano (Rondón, et al., 2003).

Con la lombriz compostera se puede elaborar harina para la elaboración de galletas, tortillas, horchatas, yogurt y golosinas, con lo que se puede combatir de esta manera la desnutrición infantil en el estado de México y en el país, aseguró la investigadora de la Universidad Autónoma de Chapingo (UACH), Margarita Valdés Hernández (El Universal, 2012).

Como complemento proteico en la elaboración de hamburguesas, picadillos y embutidos, en la industria farmacéutica se utiliza el colágeno presente en las lombrices y, a partir del líquido celomático, se han elaborado antibióticos (Lombricomposta México, 2013).

11.Lixiviados

Los lixiviados son líquidos producidos durante la descomposición de la materia orgánica, usualmente de olor desagradable (Ruiz, 2011). Reines et al. (2006) señala que los lixiviados aplicados al follaje en plantas cultivadas, por su control de patógenos, pueden sustituir a los fungicidas y bactericidas químicos, generando así ahorros económicos importantes.

11.1 Beneficios de los Lixiviados de lombricomposta

El lixiviado de lombriz es un supresor de plagas y enfermedades aportando resistencia a las plantas; contiene hormonas como ácido indol acético y ácido giberilico que estimulan el crecimiento y desarrollo de las plantas; acelera y favorece la germinación de semillas; no es tóxica para el hombre ni dañino al medio ambiente (Nieves, 2012).

11.2 Recolección de lixiviados

Los lixiviados de lombricomposta se recolectan aproximadamente cuarenta y cinco días después de haberse sembrado las lombrices en los lechos; para dicho fin, los lechos deben estar construidos preferentemente con un desnivel apropiado que permita la acumulación de este líquido en recipientes y proceder así a regar la cama nuevamente con éste mismo líquido que se ha recolectado hasta que llega el momento de acumularlo en recipientes adecuados (Ordóñez, 2011).

Es necesario hacerle una prueba para determinar si sus componentes se han estabilizado. Esta prueba se lleva a cabo colocando 500 ml de este líquido en una botella plástica y se agita. Si al abrir la botella se desprenden gases y mal olor, significa que aún no está listo para su almacenamiento, en cuyo caso se procede a verterlo nuevamente en los recipientes que acumulan el humus líquido en el extremo de los lechos (Ordóñez, 2011).

12. Comercialización de lombricomposta

La lombricultura es una actividad poco común en las comunidades de México, por lo tanto es un reto la comercialización, para esto hay que concientizar a la sociedad, porque desconocen o ignoran sus grandes ventajas en comparación con los fertilizantes comerciales, aunado a esto hay un mercado vasto debido a que en la actualidad no existe la suficiente producción para satisfacer la demanda de los diferentes sectores que la usan o que puedan usarla.

12.1 Costos de producción

Uno de los potenciales más grandes del desarrollo económico de la lombricultura se basa en su bajo costo. El mayor costo asociado con la lombricultura es el de la construcción inicial. Una vez iniciado el proceso, el único requerimiento es el constante suplemento de materia orgánica y agua. Los costos de mano de obra son mínimos dada la simplicidad de producción, y los retornos de la inversión pueden ser vistos desde el primer año de implementación (Sletto, et al., 2015). (Sletto, et al., 2015)

Según (Nieves, 2012) menciona que la lombricultura es una actividad potencialmente rentable, con posibilidad de expansión en el largo y mediano plazo debido al incremento en el consumo de los productos orgánicos a nivel nacional, pero sobre todo por su alta demanda a nivel internacional; al evaluar los costos de producción en una granja de lombricultura en la delegación de Azcapotzalco del Distrito Federal.

Según (Delfín, 2007) menciona que la lombricultura es un buen negocio siempre y cuando cuente con el cuidado y manejo necesario de los lechos, considerando que el margen de utilidad es considerado en un 75%, lo cual permite determinar el precio de venta garantizando la recuperación de todos aquellos costos de producción, determinando el precio unitario con el que se comercializara en un mercado local, regional y nacional; como alternativa para los agro negocios y así generar mayor rentabilidad.

El mayor costo en el establecimiento de un proyecto de lombricultura es la lombriz, La lombriz actualmente tiene un costo máximo de \$500 pesos por kilo. Asegúrese de comprar lombriz certificada, que garantiza que la especie que le ofrecen es la que está comprando (SAGARPA, s.f.).

12.2 ¿Dónde vender?

Observemos nuestro alrededor y podremos ver que hay productores frutales, de hortaliza, viveros e invernaderos, incluso podremos ver jardines, o tal vez parques donde podremos vender el humus producido.

La comercialización en zonas residenciales normalmente los habitantes de estas zonas son grandes demandantes de abonos orgánicos, tanto que son visitados frecuentemente por personas que venden humus de bosques y el precio al que se puede comercializar es bueno. Venta casa por casa usada por empresas que necesitan colocar grandes cantidades de producto, y la venta directa es la mejor alternativa. (Vallejo, 2010).

13.Enemigos de las lombrices

El hombre se encuentra entre los principales enemigos de la lombriz. En estado silvestre, las daña con el uso de antiparasitarios, insecticidas y abonos químicos. En el criadero, los parásitos son un indicador de un manejo incorrecto por parte del lumbricultor por lo general baja humedad y lechos demasiado ácidos (Sanzo y Ravera, 2000).

Diversos autores concuerdan en la mención de los enemigos de las lombrices; entre los depredadores directos se encuentran las ratas, ratones, serpientes, sapos, pájaros, topos, ciempiés, milpiés, hormiga roja y algunos otros, que pueden causar serios daños en el criadero si no se colocan defensas apropiadas.

De forma indirecta los escarabajos, moscas, ácaros rosa, gorgojos, bichos bolita, babosa compiten con las lombrices en el consumo del material alimenticio.

Para evitar los daños en la lombricomposta se recomienda tapar las camas con cedazo, costales, paja a fin de evitar la entrada a algunos de estos animales; sin embargo no se debe utilizar productos químicos de lo contrario también matarían lombrices (Díaz y Rodríguez, 1999).

14. Conclusión

La lombricultura es una actividad ecológica y económica, debido a que es de fácil manejo y se puede realizar en casi cualquier lugar, utilizando desde materiales domésticos hasta especializados.

Esta actividad a pesar de que se ha realizado por años, aun no es muy común, a pesar de sus grandes ventajas como lo es, el ayudar a disminuir la degradación, erosión y contaminación de los suelos que se han estado explotando; además de proporcionar proteína de alta calidad para la alimentación animal, pudiendo producir alimentos agrícolas orgánicos e ino cuos a la población, gracias al uso de humus de lombriz como fertilizante.

Así mismo hacer foros de información a los productores de cómo usar la lombricultura por medio de los programas de gobierno (SAGARPA Y SEDRU) para su aplicación en los cultivos que realicen.

15. Bibliografía

Aira, M., Dominguez, J. 2008. Optimizing vermicomposting of animal wastes: effects of dose of manure application on carbón loss and microbial stabilization. *Journal of Environmental Management* 88:1525-1529.

Agustín, P. G. y González, V., 2003. *L'Agricultura ecològica a la Comunitat Valenciana*. España: Universitat Jaume.

Álvarez, M. R., 1998. *Lombrices de tierra con valor comercial: biología y técnicas de cultivo*. Mexico: Universidad de Quintana Roo.

Bermúdez, A. L., 1994. *Crianza y Manejo de Lombrices de Tierra con fines Agrícolas*. Ayacucho, Peru: RENARM.

Bioblogía , 2008. *Bioblogía divulgacion de contenidos educativos*. [En línea] Available at: <http://sebastianromeu.blogspot.mx/2008/08/lombrices-de-tierra.html> [Último acceso: 9 Noviembre 2015].

Bouché, M.B. 1977. Soil Organisms as Components of Ecosystems. pp. 122-132, *Biology Bulletin*, Stockholm. Sweden.

Briones M.J.I.,1998. *Earthworm communities*. [En línea] Available at: <http://mbriones.webs.uvigo.es/investigacion4.htm> [Último acceso: 19 Noviembre 2015].

Brown,G.G.,y Doube,B.M.2004. Functional interactions between earthworms, micr oorganisms, organic matter,and plants. Edwards C.A. *Earthworm Ecology*,2nd edn. ,pp. 213-224, CRC Press, Boca Raton. USA.

Cacciamani, M. A., 2004. *Lombricultura una actividad ecologica y rentable*. segunda ed. Buenos Aires: Hemisferio sur.

Campagnoni, L., 1983. *Cria moderna de lombrices, el abono màs econòmico, rentable y eficaz*. Barcelona: Vecchi S.A..

Cerdas, C. M., 2001. *Lombricultura y abonos organicos*. Venezuela: IICA Biblioteca Venezuela.

Darwin, C., 2011. *La formación del mantillo vegetal, por la acción de las lombrices, con observaciones sobre sus hábitos*. Mexico: CSIC.

Delfín, R.M.V.2007.La lombricultura como alternativa de diversificación para elevar la rentabilidad y el desarrollo sustentable de los agronegocios en el municipio de El Márquez, Querétaro. (Tesis de maestría).Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Contaduría y Administración. Querétaro, Querétaro, México.

Díaz, A. G. C. y Rodríguez, J. M. B., 1999. *Manual Pràctico para la Fabricaciòn de abono orgànico utilizando lombrices*. BUN-CA ed. Centroamerica: s.n.

Díaz, E., 2002. *Agencia de Desarrollo Econòmico y Comercio Exterior Municipio Capital de La Rioja*. [En línea]
Available at: <http://es.scribd.com/doc/4031482/Adex-Guia-De-Lombricultura#scribd>
[Último acceso: 28 Octubre 2015].

Domínguez, J.2004.State of the art and new perspective on vermicomposting research.Edwards C.A., 2nd edn.,pp 401-424,Boca de Ratón, U.S.A.

Domínguez, J., Aira, M. y Brandòn, G., 2009. El Papel de las Lombrices de Tierra en la Descomposiciòn de la Materia Orgànica y el ciclo de nutrientes. *Ecosistemas revista científica y Tècnica de Ecologia y Medio Ambiente*, 2(18), pp. 1-10.

Domínguez, J. y Brandòn, M. G., 2010. Ciclos De Vida De Las Lombrices De Tierra. *Acta Zoològica Mexicana*, Issue 2:E-36310, pp. 309-320.

Domínguez, J. & Pérez, M. L., 2010. Eisenia fetida (Savigny, 1826) y Eisenia andrei Bouché, 1972 son dos especies diferentes de lombrices de tierra. *Acta zoològica Mèxicana*, Volumen 26.

Earthworm Society of Britain, 2015. *Earthworm Society of Britain*. [En línea]
Available at: <http://www.earthwormsoc.org.uk/earthworm-information/earthworm-information-page-2>
[Último acceso: 27 Noviembre 2015].

Edwards, C. B. P., 1996. *Biology and ecology of earthworms*. London: Chapman and Hall.

El Universal, 2012. Lombrices contra la desnutrición. *Lombrices contra la desnutrición*, 28 Septiembre.

FAO, 2002. *Organizaciòn de las Naciones Unidas para la Alimentacion y la Agricultura*. [En línea]
Available at: <ftp://ftp.fao.org/agl/aqll/docs/fertuso.pdf>
[Último acceso: 26 Octubre 2015].

Fundación Hogares Juveniles campesinos, 2005. *Manual cría de la lombriz de tierra: una alternativa ecológica y rentable*. Bogota, Colombia: San Pablo.

García, M. C., 1987. *Cría y estudio de animales pequeños*. Madrid España: AKAL.

Inversa compostaje y lombricultura, 2011. *Inversa compostaje y lombricultura*. [En línea]

Available at: <https://inversanet.wordpress.com/2011/05/19/lombriz-roja-eisenia-foetida/>

[Último acceso: 25 Octubre 2015].

Lazcano, C., Gomez, B. M., Dominguez, J. 2008. Comparison of the effectiveness of composting and vermicomposting for the biological stabilization of cattle manure. *Chemosphere* 72:1013-1019.

Lavelle, P., Bignell, D., Lepage, M., Walters, V., Roger, P., Inesson, P., Heal, O.W., Ghillion, S. 1997. Soil function in a changing world: the role of invertebrate ecosystem engineers. *European Journal of Soil Biology*. 33:159-193.

Lavelle, P., y Spain, A.V. 2001. *Soil ecology*. Kluwer Academic publishers. London. U.K.

Lores, M., Gómez, B.M., Pérez, D.D., Domínguez, J. 2006. Using fame profiles for the characterization of animal waste and vermicomposts. *Soil Biology and Biochemistry*. 38:2993-2996.

Lombricomposta México, 2013. *Lombricomposta México*. [En línea]

Available at: <http://www.lombricompostamexico.com/lombricultura/>

[Último acceso: 17 Diciembre 2015].

Martínez, C., 1996. *Potencial de lombricultura, elementos básicos para su desarrollo*. Texcoco, estado de México: IICA biblioteca Venezolana.

Martorell, E. y Bueno, D., 2013. *¿Para qué sirve el sexo? La historia y la utilidad del sexo como nunca te las habían explicado*. Barcelona: Edicions Universitat Barcelona.

Nieves, B.D., 2012. Evaluación económica de un proyecto de lombricultura. (Tesis de licenciatura). Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco, Facultad de Economía. Azcapotzalco, México.

Ordóñez P.C.R., 2011. Costos de producción de la lombriz Coqueta Roja a través del método de órdenes específicas de engorde en una granja de lombricultura. (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de ciencias Económicas. Guatemala.

Oswaldo, M., 2008. *infoagro*. [En línea]
Available at: http://www.infoagro.com/abonos/abonos_organicos_quaviare.htm
[Último acceso: 19 Octubre 2015].

Padilla, Á. F. y López, A. C., 2003. *Zoología aplicada*. España: Díaz de Santos.

Red Española de Compostaje, 2014. *Compost y control biológico de las enfermedades de las plantas III*. 6. Madrid: Paraninfo S.A..

Reinés, A. M. M., C. Rodríguez. A., O. Carrillo. F., A. Loza. LI. y S. H. Contreras. R. 2006. Nuevos avances en la biotecnología de la lombricultura. Editorial Universitaria. La Habana. Cuba. 38 p.

Reynolds, J.W. Y Wetzel, M.J. 2010. Nomenclatura oligochaetologica a catalogue of names, descriptions and types specimens of oligochaeta. Illinois natural History. Chicago.

Rincolombriz, s.f. *Rincolombriz*. [En línea]
Available at: <http://rincolombriz.blogspot.mx/2010/08/manual-de-lombricultura-practica-la.html>
[Último acceso: 18 Noviembre 2015].

Rodríguez, C., 2002. *Cursos de Introducción a la Producción Animal*. FAV, UNRC. [En línea]
Available at: http://www.produccion-animal.com.ar/sustentabilidad/05-residuos_ganaderos.pdf
[Último acceso: 6 Noviembre 2015].

Rojas, C. F. y P., 2014. Biodiversidad de lombrices de tierra (Annelida: Oligochaeta: Crassiclitellata). *Revista Mexicana de Biodiversidad*, Issue 85, pp. 197-198.

Román, P., Martínez, M. M. y Pantoja, A., 2013. *Manual de Compostaje del Agricultor Experiencias en America Latina*. Santiago de Chile: FAO.

Rondón, V.R., Ovalles, D.J.F., León, L.A., Medina, A. 2003. Valor nutritivo de la harina de lombriz (*Eisenia foetida*) como fuente de aminoácidos y su estimación cuantitativa mediante cromatografía en fase reversa (HPLC) y derivatización precolumna con o-ftalaldehído (OPA). *Ars Pharmaceutica*, 44(1), pp. 56-58.

Ruiz, M. M., 2011. *Tallere de elaboración de lombricomposta por que tener lombricesnos beneficia a todos*. México: Universidad Iberoamericana.

Ruiz, M. V. D., 2007. *La lombricultura como alternativa de diversificación para elevar la rentabilidad y el desarrollo sustentable de los agronegocios en el Municipio de Maruès Quèretaro*. [En línea]

Available at: <http://ri.uaq.mx/bitstream/123456789/1856/1/RI001391.pdf>

[Último acceso: 26 Octubre 2015].

SAGARPA. Humus de lombriz (lombricomposta) Especificaciones y métodos de prueba. NMX-FF-109-SCFCI-2008. Diario Oficial de la Federación .México, D.F.

SAGARPA, s.f. *Secretaria de Agricultura, Ganaderia Desarrollo Rural Pesca y Alimentacion*. [En línea]

Available at:

<http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasaapt/Lombricultura.pdf>

[Último acceso: 22 Octubre 2015].

SAGARPA, s.f. *Secretaria de Agricultura, Ganaderia Desarrollo Rural Pesca y Alimentacion*. [En línea]

Available at: www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/.../Abonos%20organicos.pdf

[Último acceso: 26 Octubre 2015].

Sanzo, C. A. y Ravera, A. R., 2000. *bajatec Manuales*. [En línea]

Available at: http://www.bajatec.net/pdfs/manual_lombricultura.pdf

[Último acceso: 28 Octubre 2015].

Schuldt, M., 2006. *Lombricultura: teoría y práctica*. Madrid: Mundi-prensa.

Schuldt, M., Christiansen, R., Scatturice, L. A. & Mayo, J. P., 2007. Lombricultura. Desarrollo y adaptación a diferentes condiciones de. *Redvet*, VIII(8), pp. 4-9.

SEMARNAT, 2001. *Guía para la gestión integral de los residuos solidos municipales*. Mexico: Instituto Nacional de Ecología.

Sletto, B., Dávila, T., Brigmon, N., Clifton, M., Rizzo, R., Sertzen, P., 2015. Lombricultura comunitaria y economías alternativas con enfoque de género en asentamientos informales. *Revista Latinoamericana de estudios socioambientales*, Issue 17, pp. 86-107.

Soto, L.J.J. 2016. Manual para la crianza de lombriz Roja California (*Eisenia foetida*). (Servicio Profesional de licenciatura). Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Morelia, Michoacán, México.

Taylor, D. W., 1948. *Fundamental of Soil Mechanics*. New York: College of Agriculture at Cornell University.

Tineo, 1994. *Crianza y manejo de lombrices de tierra*. Turrialba: CATIE.

Vallejo, L. R. G., 2010. *Manual de lombricultura Domestica y Comercial*. segunda ed. Mexico: Papiro Omega .

Velásquez, J. L. D. I. O., 2003. *Guía para la cría, manejo y aprovechamiento sostenible de algunas especies animales promisorias y otras domésticas*. Sincelejo: Convenio Andres Bello.

Zazueta, J. A. M., 1997. *Pequeños productores, grandes negocios. El potencial económico de los productores agropecuarios comercialmente no tradicionales*. Venezuela: Biblioteca Venezuela.