

CONSIDERACIONES ACERCA DE LA LOMBRICULTURA Y LA PRODUCCIÓN DE LOMBRICOMPOST

Ofelia Solís Pérez¹, Carlos Manuel Acosta-Durán^{2*},
Oscar Gabriel Villegas Torres², Edgar Martínez Fernández³

¹Estudiante de Posgrado de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Av. Universidad 1001, col. Chamilpa, Cuernavaca, Morelos. CP 62209, México.

²Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

Correo-e: acosta_duran@yahoo.com.mx

³Centro de Investigaciones Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

*Autor para correspondencia

RESUMEN

Con el objetivo de estandarizar los criterios generales sobre el conocimiento de la lombriz de tierra, de la cual muchos autores han descrito sus características y sus hábitos de comportamiento, en este trabajo se analizan aspectos como la historia, las especies que se conocen hasta la fecha, así como su taxonomía y descripción general. También se analizan aspectos fundamentales para la cría y explotación de la lombriz con fines de producir humus para uso agrícola, en este renglón se considera el tipo y preparación del alimento, la temperatura, el pH, la humedad y la conductividad eléctrica de los espacios de crianza, y por último se mencionan algunas características del manejo dentro de una fábrica de humus, concluyendo en que se requiere más investigación formal para establecer

paquetes tecnológicos que consideren tanto regiones geográficas como los materiales disponibles y el manejo para establecer una empresa exitosa de producción de lombricompost.

Palabras clave: *condiciones ambientales, alimento para lombriz, producción de humus.*

ABSTRACT

In order to standardize the general criteria about knowledge of the earthworm, which many authors have described their characteristics and behavior, this paper discusses issues such as history, the species known to date, and their taxonomy and overview. It also analyzes fundamental aspects of the breeding and use of earthworm for producing humus for agricultural production, in this line is considered the type and preparation of food, temperature, pH, moisture and electrical

Recibido: 30/06/2010; Aceptado: 12/09/2010.

conductivity of the spaces upbringing, and finally are mentioned some features of management of a humus factory, concluding that more formal research is needed to establish technology packages that consider geographic regions, available materials and management to establish a successful business of vermicompost production.

Key words: *environmental conditions, earthworm food, humus production.*

INTRODUCCIÓN

La gran cantidad de residuos orgánicos generados en las actividades urbanas, agropecuarias e industriales provocan graves problemas de contaminación ambiental al no tener una disposición final adecuada.

En la actualidad existe una gran variedad de métodos, técnicas y prácticas (biodegradación aeróbica, biodigestión, lombricultura) dirigidas al manejo de desechos orgánicos que permiten su aprovechamiento como materia prima para la elaboración de abonos orgánicos, contribuyendo a resolver problemas de contaminación ambiental (Datzell *et al.*, 1991).

En el caso particular de la lombricultura, esta es considerada como una eco-tecnología sencilla, viable y productiva para la producción intensiva de abono orgánico (Capistrán *et al.*, 2004). De igual manera, se genera una biomasa animal de alto valor proteico que puede ser utilizada en la alimentación animal y humana (Hernández, 2006). Literalmente, la palabra lombricultura o vermicultura proviene del latín *vermes* (gusano, lombriz) y *cultura* (conocimiento), es decir, “el estudio o conocimiento de los vermes”, pero actualmente el concepto comprende “la utilización de la lombriz como agente en el proceso de transformación de preparados orgánicos residuales biodegradables con fines prácticos y a gran escala” como un

evidente proceso biotecnológico (Reinés *et al.*, 1981).

El lombricompostaje, es el proceso que consiste en combinar la digestión aeróbica y la transformación de los materiales orgánicos mediante la acción de las lombrices. El producto final de este proceso se conoce como vermicompost(a), lombricompost(a), humus de lombriz, lombrihumus, casting o lombriabono, que es el conjunto de las excretas de las lombrices, es un sustrato estable, uniforme, con una excelente estructura física, porosidad, aireación, drenaje, contenido nutrimental y capacidad de retención de humedad (Capistrán *et al.*, 2004; Lara-Herrera y Quintero-Lizaola, 2006).

Historia de la lombricultura.

Hace unos tres mil años la civilización de los Sumerios estableció la calidad de los suelos de cultivo sobre la base de la densidad de lombrices que encontraban al excavar un hueco en la tierra. También los egipcios veneraban las lombrices a tal extremo que se las diosificaron, castigando a aquellos que no la cuidaran. Aristóteles (384-322 A. C.) escribe en su obra “Historia Animallum” que estos animales eran los intestinos de la tierra y que contribuían a su productividad (Bollo, 2001).

Los incas del antiguo Perú, apreciaban la importancia de la lombriz con respecto a los cultivos; uno de sus valles más sagrados fue Urumba (*urur* = lombriz; *bamba* = valle), que significa Valle de la lombriz (Pineda, 2006).

Carlos Linneo (1700-1778) las menciona en su obra “*Lumbricus terrestris*”, desde un punto de vista taxonómico. Sir Gilbert White (1775) escribió el libro “La lombriz promotora de la vegetación”, para enfatizar la importancia de la lombriz (Bollo, 2001).

Charles Darwin (1880) escribió el libro "The formation of vegetable mould, through the action of Worms, with observations on their habits"; la importancia de los conocimientos de Darwin radica en el estudio profundo de la biología de la lombriz, su hábitos y hábitat, además del método de investigación llevado a cabo, por lo que se le considera como el "Padre de la Lombricultura" (Salazar, 2001).

En 1900 el Dr. George Sheffield continúa los estudios de Darwin y en su libro "Nuestra amiga la lombriz" describe la relación entre la fertilidad de un huerto con la presencia de lombrices en el suelo (Bollo, 2001).

En 1930 Thomas Barret, en California, en Estados Unidos de América, inicia el proceso de domesticación de lombrices de tierra, que luego de 16 años de trabajo le permitió criarlas en cautiverio y en densidades aceptables.

Especies utilizadas en la lombricultura.

En la naturaleza existen diversas especies de lombrices, las relacionadas con el suelo (Oligoquetos) se agrupan en (Schuldt, 2009):

a) Epigeas, viven sobre el suelo, al que ingresan solo ante condiciones muy desfavorables (falta de alimento, sequía).

b) Endogeas, viven dentro del suelo, con galerías cuyo desarrollo es predominantemente horizontal.

c) Anécicas, viven dentro del suelo, pero excavan galerías con sesgo vertical posibilitando migraciones nocturnas hacia la superficie, desde la cual incorporan materia orgánica al suelo.

De tal manera que si el objetivo es mejorar directamente la fertilidad del suelo con la incorporación de lombrices es

necesario elegir una especie endógena y/o anécica. En cambio, si el objetivo es generar fertilizante que luego será incorporado al suelo se deben considerar especies del grupo de las epígeas, conocidas también como lombrices composteadoras, que se distinguen por vivir y desarrollarse en sitios de alta concentración de materia orgánica. Aún dentro de este grupo las más usadas para el lombricompostaje son (Capistrán *et al*, 2004; Schuldt, 2004):

a) Glossoscolecidae, la familia de los Glososcolécidos (con especies del género *Glossoscolex*) es potencialmente interesante para el cultivo en el trópico, sin embargo requiere investigación.

b) *Dendrobaena veneta*, es poco prolífica, de crecimiento lento y poco tolerante a cambios térmicos.

c) *Amyntas sp.*, *Pheretima sp.* y *Polypheretima elongata*. Entre algunas de las especies de los dos primeros géneros existe sinonimia. Utilizadas (particularmente *P. elongata*) en gestión de residuos municipales en la India. No soportan temperaturas de inviernos moderados.

d) *Perionyx excavatus*, "lombriz oriental de las compostas", es una especie común en el trópico de Asia, utilizada en lombricultivos de Australia y Filipinas. Fácil de manejar, crecimiento rápido, extremadamente prolífica, pero muy acotada por la temperatura (9 a 30 °C). También se utiliza con frecuencia en México, pero en la mayoría de los casos apareció espontáneamente, al grado de ser considerada como una lombriz invasora o "criolla".

e) *Eudrilus eugeniae*, "lombriz africana de las compostas", lombriz grande de África que crece muy rápido, bastante prolífica, pero de difícil conducción, sobre todo en lo referido a extracción del sustrato. Posiblemente posea las condiciones óptimas para la producción de carne. En

México es todavía poco común y se encuentra solo en algunos centros de investigación o en ciertas áreas específicas del país.

f) *Lumbricus rubellus*, requiere de investigación, tiene un potencial de reproducción menor a la anterior y a las dos siguientes.

g) *Eisenia fetida* ("lombriz tigre") y *Eisenia andrei* ("lombriz roja de California"), ambas de origen eurasiático, se hallan presentes en cultivos desde el trópico hasta latitudes altas con inviernos rigurosos. *Eisenia fetida* (Savigny, 1826) es utilizada para el establecimiento de criaderos intensivos y también para la obtención de vermiabono a través del procesamiento de diferentes fuentes de materia orgánica (Haimi y Huhta, 1987; Rienecke, 1990). Sin embargo, esta especie fue dividida en dos especies a partir de estudios electroforéticos, *Eisenia andrei* (Bouché, 1972) y *Eisenia fetida* (Haimi, 1990; Stenersen *et al.*, 1992). Haimi (1990) señala que a pesar de que todos los estudios que se han realizado con *E. fetida*, es posible que las poblaciones usadas sean una mezcla de ambas especies, es decir, que ambas coexistan en los lombricultivos (Schuldt, 2004)

Estas tres últimas especies son las más difundidas en el ámbito comercial entre los lombricultores (Ferruzi, 1987), pero *Eisenia fetida* ha sido reportada como la más útil en la transformación de residuos orgánicos (Reinecke *et al.*, 1992; Martínez, 1995).

Descripción de *Eisenia fetida*

a) Taxonomía.

El nombre común de *Eisenia fetida* es "lombriz roja de California", debido al color y a la zona geográfica donde se inició el proceso de domesticación.

Clasificación Taxonómica
(Moreno *et al.*, 2002): Reino: Animal;
Phylum: Anelida; Clase: Oligoqueta;
Nombre binomial: *Eisenia fetida*; Familia:
Lumbricidae (Savigny, 1826); Género:
Eisenia; Especie: *foetida*.

b) Características generales.

Eisenia fetida es de color rojizo en su parte superior y blanquecina en su vientre. Su cuerpo es cilíndrico y alargado, adelgazándose a ambos lados y terminando en un extremo romo, siendo ligeramente deprimido en la zona posterior, y el lado ventral es aplanado en relación a la superficie dorsal y no tiene cabeza definida (Storer *et al.*, 1982).

Al nacer son blancas, se vuelven rosadas a los 5 ó 6 días y de adultas son de color rojo oscuro (Fuentes, 1982; Ferruzi, 1987); su diámetro oscila entre los 3 y los 5 mm. No suele sobrepasar los 6-7 cm de largo, aunque se consignan ejemplares de 12 cm, según las dietas alcanza pesos de 0.8 a 1.4 g.

De acuerdo con Schuldt (2001, Schuldt *et al.*, 2001) el tubo digestivo se inicia en una boca sin dientes, provista de una faringe que posibilita la succión, sigue un corto esófago que se continúa con dos dilataciones: un buche al que se acopla una molleja.

Son hermafroditas, al alcanzar la madurez sexual desarrollan en el tercio anterior un anillo mucoso, el clitelo, cuyas glándulas producen la cubierta de la puesta (cocón, capullo) y el alimento que contiene para nutrir a los embriones que se hallan en su interior. La cópula produce 2 cocones, conteniendo de 2-4 lombricitas, máximo 9 cada uno. La frecuencia de acoplamiento va de 1 a 3 veces por semana. Vive 4 ó 5 años en el laboratorio y poco más de una año a la intemperie.

Después de 23 días de incubación de los huevos, si la temperatura es favorable (25°C), las lombrices abandonan el huevo. Después de 65 días de salir del huevo, alcanzan la madurez sexual, y son capaces de reproducirse (Lara-Herrera y Quintero-Lizaola, 2006).

El aparato excretor posee un par de "riñones" (metanefridios) con sus correspondientes conductos repetidos en cada segmento del cuerpo. El sistema nervioso es simple; poseen grupos de receptores repartidos por la piel que permiten percibir la luz y sustancias químicas diversas, orientándolas en la búsqueda del alimento. El sistema circulatorio es cerrado, constituido por dos vasos sanguíneos, uno ventral y otro dorsal y cinco pares de corazones (Schuldt, 2004). El aparato respiratorio es primitivo, el intercambio gaseoso se produce a través de la pared del cuerpo.

En una población de lombrices se distinguen 4 estadios o estratos: cocones, juveniles (lombrices transparentes, o con pigmento rojo insuficiente para opacar el tubo digestivo que se observa por transparencia), subadultos (pigmentados pero carentes de clitelo) y adultos (clitelados). En condiciones de malnutrición pueden perder el clitelo, el cual se desarrolla nuevamente al aportar más nutrientes al medio de cultivo (Schuldt, 2009).

Factores que limitan el desarrollo de la lombriz.

a) Alimento.

La calidad del abono que se obtenga se relaciona directamente con el tipo de materia orgánica que se use como alimento para las lombrices, de su estado, acondicionamiento y tratamiento. Entre las materias orgánicas que se pueden utilizar se encuentran (Schuldt, 2004):

a) Todos los estiércoles (puros o mezclados) de herbívoros, porcinos y aviarios así como sus respectivas camas.

b) Restos (no cárneos) de comidas, ensilados, cáscaras de tubérculos, frutas, verduras, restos de podas, cortes de césped, rastrojos, broza, hojas, etc.

c) Papeles y cartones no impresos, aserrín y viruta de maderas claras y blandas.

d) Desechos vinculados a la agroindustria: caña de azúcar, frigorífica (rúmen), sólidos de industria láctea, papelería, frutícola (dulcería, conservas), vitivinícola.

e) Desechos relacionados con la gestión y tratamiento de residuos urbanos (sólidos de comidas, barros de depuradoras cloacales).

Las lombrices son micrófagas, por lo que los residuos que se les preparan como alimento deben desarrollar previamente los organismos que integran su dieta (Schuldt, 2004). Los hongos y protozoarios son significativos en la dieta de *E. fetida*, así como los productos metabólicos de algunos microorganismos (Edwards *et al.*, 1985). También las algas son de importancia moderada en su alimentación, parece que prefieren a los protozoarios y toman hongos cuando aquellos no se encuentran disponibles, por lo tanto, una mezcla de varios microorganismos es preferible (Edwards y Fletcher, 1988).

De acuerdo con Edwards (1988), las condiciones óptimas para el cultivo de *Eisenia fetida* en un rango de residuos animales y vegetales son temperaturas de entre 15 – 20 °C, un contenido de humedad de 80 a 90%, condiciones aeróbicas, contenidos amoniacales inferiores a 0,5 mg/g, contenidos en sales inferiores a 0,5 % y un pH de 5 a 9. Basaure (1995) agrega que el nivel de proteínas adecuado se

encuentra entre 7.5 a 13% con un óptimo de 13 % y que la conductividad eléctrica encuentra su óptimo en los 2,5 mmhos/cm presentándose peligro de muerte con niveles superiores a 8,0 mmhos/cm. Para lograr las condiciones óptimas se requiere someter al alimento a un proceso de estabilización en las cuales se obtengan los niveles tolerables para las lombrices (Castillo *et al.*, 2000).

Los residuos pre – compostados podrían ser más aceptables y causar menos mortalidad a las lombrices, debido a que pueden contener menos componentes potencialmente tóxicos tales como amonio o sales en los estiércoles animales, o taninos y ácidos en desechos verdes. El pre – compostaje agrega algo más de tiempo al proceso pero podría salvaguardar el crecimiento y sobrevivencia de las lombrices, no obstante, este proceso podría decrecer la cantidad de alimento disponible para el crecimiento y reproducción de *Eisenia foetida* (Gunadi *et al.*, 2002).

El material que se va a precompostear debe ser lo más fino posible, para acelerar el proceso (1.3 a 7.6 cm) (Gray *et al.*, 1971), y debe concentrarse en pilas de 1 a 1.5 m de altura (Lara y Quintero, 2006), para alcanzar temperaturas mayores a 55 °C en la etapa termofílica, efectuando volteos y riegos periódicos para favorecer la aireación y garantizar el desarrollo de los microorganismos. Al paso de los días la temperatura irá disminuyendo, cuando sea menor a 35 °C el material se puede aplicar a los lechos, formando una capa de 20 a 25 cm de espesor (Lara y Quintero, 2006).

A este respecto Schuldt (2004, 2009), menciona que la materia orgánica debe ser estibada en pilas bajas (30 – 50 cm de altura), para no producir elevaciones térmicas y asegurar una buena aireación del sustrato. Si hay riesgo sanitario (contaminación biológica: bacterias y virus), como en los barros de depuradora cloacal, se debe estibar el alimento en pilas altas

(más de 70 cm), lo que conduce a una elevación térmica pasteurizante en el seno de la pila. La materia orgánica debe mantenerse húmeda en torno a un 60 % y en un 95 % previo al ingreso de las lombrices.

De acuerdo con Oliver *et al.* (2003), el sustrato se prepara juntando los materiales y dejándolos fermentar por más o menos 2 meses, efectuando volteos cada 6 días para facilitar el proceso de descomposición de los materiales. Cuando empieza a blanquear, la materia va perdiendo calor, y cuando registra una temperatura de 18 a 25 °C y está suave se puede utilizar como alimento para la lombriz.

Por otra parte, en algunos manuales de lombricultura se mencionan periodos muy largos para la maduración de los distintos tipos de estiércoles, 6 meses para el estiércol vacuno y 12 a 16 meses para el de aves. Este plazo es excesivo, además, después de una duración tan prolongada, queda muy poca proteína a disposición de las lombrices, la materia prima para la elaboración del compost debe pasar por un periodo previo de maduración que dura aproximadamente un mes (Hernández, 2005).

Estudios de campo han demostrado que las lombrices son capaces de penetrar el estiércol de ganado vacuno pocos días después de ser colectados o toman dos semanas antes de la penetración completa (Edwards *et al.*, 1985).

Según Schuldt (2004, 2007), el alimento debe consistir en materia orgánica joven, es decir que haya sido generada 45-60 días antes de que las lombrices sean introducidas. Sin embargo, ciertas materias orgánicas de reciente emisión, son aptas para su administración a las lombrices sin compostaje previo, como el estiércol de conejo, caballo o vaca, siempre que no se incorporen a la ingesta alimentos que hagan descender la relación carbono/nitrógeno de

sus heces por debajo de 25/1, como es el caso de los balanceados en conejo o granos en los vacunos (caso de muchos engordes a corral). En tales casos un compostaje previo de 30 a 45 días (eventualmente 60), con adición de fibra (paja, aserrín, viruta) que eleva el carbono, suele ser suficiente. Los de aves y cerdos que poseen cocientes C/N inferiores a 20, aún con la incorporación de fibra para situar el cociente entre 25/1 y 40/1 (requisito para optimizar el desarrollo del compostaje) requieren de 60 a 120 días de composta previa para un uso seguro como alimento para las lombrices.

En el caso de los residuos organodomésticos, antes de iniciar el vermicompostaje conviene dejar que se acumulen en el lugar donde serán tratados, dejándolos descomponer durante dos semanas y recién entonces agregar un núcleo de 2000 a 5000 lombrices rojas (Schuldt, 2007).

b) Temperatura

Eisenia fetida tolera temperaturas entre 0 y 42 °C, siendo la óptima para su desarrollo 15 -25 °C (Schuldt, 2004). Para fines productivos lo óptimo es mantenerla de 20 °C a 25 °C. En el verano este parámetro se puede controlar mediante riegos y en el invierno colocando capas de alimento de más de 20 cm de altura, adicionando material de cobertura como paja (Tsukanoto y Watanabe, 1977; Harsterstein, 1982). La forma de medir la temperatura en el sustrato donde se encuentran las lombrices es con un termómetro de vástago, de 30 a 40 cm de longitud, o de manera práctica introduciendo la mano izquierda (para los diestros) durante un momento, si la sensación térmica es agradable la temperatura es apropiada, si se siente fresca o caliente la temperatura no es la correcta (Lara y Quintero, 2006).

c) Humedad.

Durante el lombricompostaje el sustrato debe mantenerse en condiciones de humedad entre el 85 – 95 % (Shuldt, 2004). La frecuencia y duración de los riegos depende de las condiciones ambientales, las propiedades físicas del material y el espesor de la capa del material orgánico (Lara y Quintero, 2006).

Para determinar la humedad de manera práctica se toma un puñado de sustrato del lecho y se aprieta con la mano, si al hacerlo escurren de 8 a 10 gotas la humedad está en un 80%; en el laboratorio se utiliza el método gravimétrico descrito en la NMX-FF-109-SCFI-2008 (Cardoso, 2010).

d) pH

La lombriz tolera un pH entre 5 y 9, sin embargo es mejor mantener un intervalo entre 6.5 y 8 (Lara y Quintero, 2006). Este parámetro se puede medir con un potenciómetro digital o con papel tornasol.

e) Conductividad eléctrica

Un exceso de sales en el material orgánico puede afectar el desempeño de la lombriz. La conductividad eléctrica que pueden soportar las lombrices es de 6 dS/m, pero la óptima es menor a 2 dS/m (Lara y Quintero, 2006).

Tamaño del lombricultivo y aplicación de las lombrices.

Para determinar el área que comprenderán los lechos de las lombrices se debe tener en cuenta la cantidad y disponibilidad de la materia orgánica que les servirá de alimento, de tal forma que se pueden construir lechos con diversos materiales como ladrillos, bloques, palos de madera, cajas de plástico, cuyas

dimensiones variarán en función del alimento que se les proporcionará, el cual debe acondicionarse en capas que no sobrepasen los 40 ó 60cm de altura, ya que las lombrices se mantienen en las capas más cercanas a la superficie, entre los 2 y los 20 cm de profundidad del nivel de la materia orgánica (Capistrán, 2004). Según Oliver *et al.* (2003), en un metro cúbico pueden estar 8 mil lombrices; Capistrán (2004), menciona que un pié de cría (10, 000 ejemplares) sirve para inocular no más allá de 4 m² y Lara y Quintero (2006) sitúan una cantidad estándar de entre 1000 y 6000 lombrices/m², dependiendo del tipo de alimento, las condiciones ambientales y la rapidez con la cual se desea que ocurra el proceso.

Frecuencia de alimentación.

De acuerdo con Schuld (2004) hay dos modalidades básicas de alimentación para las lombrices:

a) Alimentación sucesiva. Consiste en disponer alimento para las lombrices cubriendo sus necesidades para 3 ó 4 semanas, y posteriormente agregar una capa de comida a intervalos regulares (semanal, quincenal).

b) Autosiembra. Consiste en disponer una ración trimestral de compost para las lombrices.

Extracción de lombrices.

Sobre una malla (arpilla) se coloca estiércol fresco y se deja durante una semana para separar las lombrices. Posteriormente se realiza una vez por semana durante 8 ó 10 semanas (Lara y Quintero, 2006).

Cosecha del humus.

Antes de extraer el humus se orea el material durante 2 ó 3 semanas para su

procesamiento, periodo durante el cual el material debe ser removido para que se deshidrate (Lara y Quintero, 2006). El abono se puede pasar también por un colador de 4 mm para separar el abono fino de las piezas grandes de materia orgánica y las lombrices adultas que podrían encontrarse ahí (Oliver *et al.*, 2003).

Procesamiento del humus.

El humus extraído se seca, se tamiza, puede molerse y se almacena en costales o bolsas de plástico,

Enemigos de la lombriz.

Las lombrices tienen pocos enemigos entre los que se encuentran: roedores, aves, hormigas, planarias y ácaros, los cuales pueden controlarse manteniendo los niveles recomendados de temperatura, humedad, pH y drenaje suficiente en los lechos.

LOMBRICOMPOST

Los valores del contenido de cada uno de los elementos o compuestos que están presentes en el lombricompost varían dependiendo del sustrato que se utilizó como alimento para las lombrices.

Los abonos orgánicos son considerados como productos fertilizantes de lenta liberación cuya acción se prolonga en el tiempo (acción residual) y contribuyen a mejorar la calidad del medio ambiente y favorecer la producción sostenible de alimentos (Acuña, 2003; Soto, 2003). Existe una amplia cantidad de referencias bibliográficas que señalan el efecto positivo del uso de diversos productos orgánicos en las condiciones del suelo y la productividad de los agroecosistemas (Bertsch, 1998; Soto, 2003; Meléndez y Molina, 2003).

Antes de la aplicación del vermicompost es necesario analizar la calidad del mismo, independientemente del contenido nutrimental que éste posea (Ferrera, 1996). Puede utilizarse como enmienda y abono, como sustrato solo y mezclado con distintos medios (tierra, perlita, vermiculita, turba) y complementar fertilizantes orgánicos e inorgánicos; en las actividades hortícolas su uso produce mejoras en el aspecto, sanidad y rendimiento de las plantas (Ferruzzi, 1987; Schuldt, 2004,).

CONCLUSIONES

Antes de iniciarse en la lombricultura es preciso definir los medios con los que se cuenta en lo que se refiere a espacio físico, tipo, disponibilidad y cantidad de materia orgánica que se va a utilizar para alimentar a las lombrices y cuál es el objetivo primordial de establecer un lombricultivo.

Es recomendable mantener los parámetros recomendados por diversos autores, que aunque muchas veces no coinciden, nos dan un rango para que cada lombricultor lo adecúe a sus necesidades y con la experiencia podrá decidir y actuar de acuerdo a las situaciones que se le presenten.

LITERATURA CITADA.

Acuña, O. 2003. El uso de biofertilizantes en la agricultura, In: Gloria Meléndez y Gabriela Soto (eds.) Taller de Abonos orgánicos. Centro de Investigaciones Agronómicas de la Universidad de Costa Rica. San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica.

Basaure, P. 1995. "Lombricultura. Manual Técnico". Agroflor Lombricultura. Loncoche. Chile. 43 p.

Bertsch, F. 1998. La fertilidad de los suelos y su manejo. 1ª. Edición. Asociación

costarricense de la Ciencia del Suelo. San José. Costa Rica. 157 p.

Bollo, E. 2001. Lombricultura, una alternativa de reciclaje. Quito-Ecuador. 149 pp.

Capistrán, F., Aranda, E. y Romero, J. 2004. Manual de reciclaje, compostaje y lombricompostaje. 151 pp. 1era. Ed., 2ª. Reimp. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Ver., México.

Cardoso, L. 2010. Vermicomposteo de lodos residuales. IMTA.

Castillo, A., Quarín, S. e Iglesias, M. 2000. Caracterización química y física de compost de lombrices elaborados a partir de residuos orgánicos puros y combinados. Agricultura técnica (Chile). Vol. 60, núm.1. 74-79 pp.

Datzell, H., Biddlestone, A., Gray, K. y Thurairajan, K. 1991. Manejo del suelo; producción y uso del compostaje en ambientes tropicales y subtropicales. Servicio de Recursos, Manejo y Conservación de Suelos. Boletín de suelos. FAO No. 56. Roma, Italia, 178 pp.

Edwards, C. A. 1988. Breakdown of animal, vegetable and industrial organic wastes by earthworms. In: Edwards CA, Neuhauser, E. F. (eds.).

Earthworms in waste and environmental management. SPB Academic Publishing, The Hague, The Netherlands, pp. 21-31.

Edwards, C. A. y Fletcher, K. E. 1988. Interactions between earthworms and microorganisms in organic-matter-breakdown. Agric. Ecosys. Environ. 24 :235-247.

Edwards, C. A., Burrows, I., Fletcher, K. E. y Jones, B. A. 1985. The use of the earthworms for composting farm wastes. In: J.K.R. Gasser (ed.) Composting and agricultural and other wastes. Elsevier. Oxford, UK. 229-241 pp.

Ferrera, R. y Santamaría, R. 1996. La biotransformación de la materia orgánica y el uso de microorganismos en la agricultura.

Memorias. 1er. Foro nacional sobre agricultura orgánica.

Ferruzi, C. 1987. Manual de lombricultura. Ed. Mundi Prensa, Madrid, España.

Gunadi, B.; Blount, C.; Edwards, C. A. 2002. The growth and fecundity of *Eisenia fetida* (Savigny) in cattle solids pre-composted for different periods. *Pedobiología* 46, pp.15–23.

Haimi, J. y Huhta, U. 1987. Comparison of composts produced from identical wastes by vermin-stabilization and conventional composting. *Pedobiol* 30. 137-144.

Haimi, J. 1990. Growth and reproduction of the compost living earthworms *Eisenia andrei* and *E. foetida*. *Rev. Ecol. Biol. Sol.* 27(4): 415-421.

Harsterstein, R. 1982. Metabolic parameters of the earthworms *Eisenia fetida* in relation to temperature *Biotechnology and Bioengineering*. Vol. XXIV, 1803-1811 pp.

Hernández, J. 2005. Lumbricultura en zonas cálidas. Cuadernos de extensión rural. Universidad del Zulia. Facultad de Agronomía. División de Extensión Agrícola. Maracaibo, Venezuela. 26 pp.

Hernández, J. 2006. Lumbricultura en Zonas Cálidas. 2ª. Ed. Cuaderno de extensión rural No. 4. División de Extensión agrícola. Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela. 42 pp.

Hernández, J., Pietrosevoli, S., Faría, A., Palma, R. y Canelón, R. 2009. Efecto de la frecuencia de alimentación en el crecimiento y la reproducción de la lombriz *Eisenia* spp. *INCI* (online).abr.2009, vol 34, no.4 (citado 15 marzo 2010), p. 270-273. Disponible en la world wide web: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=50378-18442009000400010&lng=es&nrm=iso.ISSN 0378-1844.

Lara-Herrera, A., Quintero-Lizaola, R. 2006. Manual de producción de humus de lombriz. Unidad Académica de Agronomía. Universidad Autónoma de Zacatecas "Francisco García Salinas". Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Montecillo, Edo. de México, México. Fundación Produce Zacatecas, A. C. 43 p.

Martínez, a. 1995. Manual práctico do minhocultor. 3ª. Ed. Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Estado de Sao Paulo. FUNEP. Jaboticabal, Brasil.

Meléndez, G. y Molina, E. 2003. Fertilizantes: características y manejo. Asociación costarricense de la Ciencia del Suelo. Centro de Investigaciones Agronómicas de la Universidad de Costa Rica. San José. Costa Rica. 132 pp.

Moreno, A. de Mischis C. y Tesaire, E. 2002. Curso de taxonomía de oligoquetos, anatomía externa. En: <http://www.ucm.es/info/tropico/investigacion/grupodetaxonomia/Cursos/externa/setas.PDF>

Oliver, G. R., Taboada, M. y Vázquez, O. 2003. Producción de lombriz roja de California (*Eisenia foetida*) por manos indígenas. CIB-UAEM. Cuernavaca, Mor. 24 p.

Pineda, J. 2006. Lumbricultura. Instituto Hondureño del café. Gerencia Técnica. Dirección de Generación de tecnología. 38 pp. ISBN 99926-37-50-1.

Reinecke, A., Viljoen. S. y Saayman, R. 1992. The suitability of *Eudrilus eugeniae*, *Perionyx excavatus* and *Eisenia fetida* (Oligochaeta) for vermicomposting in Southern Africa in terms of their temperature requirements. *Soil Biol. Biochem.* 24: 1295-1307.

Salazar, C. 2001. La huerta orgánica en la escuela. Disponible en: <http://www.galeon.com/ alas/numero02/lombricultura .htm>.

Storer, T., Usinger, R., Stebbins, R., Nybakken, J. 1982. *Zoología General*. Ed. Omega, S.A. Barcelona. España. 955 p.

Schuldt, M. 2009. Notas del Curso "Lombricultura y sus Aplicaciones". En: <http://www.manualdelombricultura.com>

Schuldt, M. 2004. Lumbricultura fácil. Work Graf, La Plata, 153 p.

Tsukanoto, J. y Watanabe, H. 1977. Influence of temperatura on hatching and growth of *Eisenia fetida* (Oligochaeta: Lumbricidae). *Pedobiología*, 17:338-342.