

1997 A-2002 B

697000212

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS



“LOMBRICULTURA”

**TRABAJO DE TITULACIÓN EN LA MODALIDAD
DE PRODUCCIÓN DE MATERIALES
EDUCATIVOS OPCIÓN PAQUETE DIDÁCTICO**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA**

**PRESENTA
CLAUDIA ARIAS CUEVAS**

LAS AGUJAS, ZAPOPAN, JAL. JULIO DE 2004



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

COORDINACIÓN DE CARRERA DE LA LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

COMITÉ DE TITULACIÓN

**C. CLAUDIA ARIAS CUEVAS
P R E S E N T E .**

Manifetamos a Usted que con esta fecha ha sido aprobado su tema de titulación en la modalidad de **Material Didáctico Educativo** con el título "**LOMBRICULTURA**", para obtener la Licenciatura en Biología.

Al mismo tiempo le informamos que ha sido aceptado como Director de dicho trabajo al **ING. SERGIO HONORIO CONTRERAS RODRÍGUEZ** y como asesora la **DRA. MARTHA MADELEINE CELINA REINÉS ÁLVAREZ**.

**A T E N T A M E N T E
"PIENSA Y TRABAJA"**

Las Agujas, Zapopan, Jalisco, 11 de abril del 2002

**DRA. MÓNICA ELIZABETH RIOJAS LÓPEZ
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE TITULACIÓN**

**M.C. LETICIA HERNÁNDEZ LÓPEZ
SECRETARIO DEL COMITÉ DE TITULACIÓN**

c.c.p. **ING. SERGIO HONORIO CONTRERAS RODRÍGUEZ**. - Director del Trabajo
c.c.p. **DRA. MARTHA MADELEINE CELINA REINÉS ÁLVAREZ**.-Asesora del Trabajo
c.c.p. Expediente del alumno

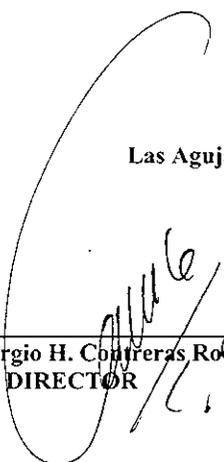
MERL/LHL/mam

C. DR. CARLOS ALVAREZ MOYA
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE TITULACIÓN
DE LA DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
PRESENTE.-

Por medio de la presente, nos permitimos informar a Usted, que habiendo revisado el trabajo de titulación en la modalidad de Producción de Materiales Educativos, opción Paquete Didáctico que realizó la pasante **C. Claudia Arias Cuevas** con código **697000212**, cuyo título es **“Lombricultura”**, considerando que ha quedado debidamente concluido, por lo que ponemos a consideración el escrito final para la autorización de impresión y, en su caso, programación de fecha de examen respectivo.

Sin otro particular, agradecemos de antemano la atención que sirva a brindar a la presente y aprovechamos la ocasión para enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
Las Agujas, Zapopan, Jalisco, el 11 de Junio de 2004



Ing. Sergio H. Contreras Rodríguez
DIRECTOR



COORDINACIÓN DE LA CARRERA DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA



Dra. Martha Reines Álvarez
ASESOR

SINODALES

1. M.C. J. América Loza Llamas
2. Dr. Eduardo López Alcocer
3. L.B.A. Oscar Carbajal Mariscal
4. Supl. M.C. Rosa de Lourdes Romo Campos



Oscar Carbajal M.

Rosa de Lourdes Romo Campos

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Sergio H. Contreras Rodríguez, por haber dirigido mi trabajo de titulación y por su apoyo.

A la Dra. Martha Madeleine Celina Reines Álvarez, por sus conocimientos, apoyo y amabilidad.

A la M.C. América Loza Llamas, al Dr. Eduardo López Alcocer, M.B.A. Oscar Carvajal Mariscal y M.C. Rosa de Lourdes Romo Campos, por la revisión y corrección, ya que sin su valiosa ayuda no hubiera sido posible terminar este trabajo.

A todas las personas que de manera directa o indirecta, ayudaron en la elaboración de mi trabajo, muchas gracias a todos, gracias Miriam.

DEDICATORIA

Dedico mi trabajo a mi Madre María Dolores Cuevas Cárdenas, por su paciencia y motivación para que yo terminará mi tesis, te quiero mucho.

A mis hermanos Juan Carlos y Alejandro, a Rodrigo y a toda mi familia, con mucho cariño.

CONTENIDO	Pag.
INTRODUCCIÓN.....	1
ANTECEDENTES.....	3
OBJETIVO GENERAL.....	5
JUSTIFICACIÓN.....	6
MATERIAL Y MÉTODOS.....	7
RESULTADOS.....	9
Textos de Soporte	
1. Que es la Lombricultura?.....	10
2. Productos de la Lombricultura.....	12
2.1 Humus.....	12
2.2 Subproductos.....	14
3. Generalidades de la Lombriz.....	19
3.1 Morfología.....	19
3.2 Ciclo de Vida.....	23
3.3 Especies de Interés para la Lombricultura.....	24
3.4 Ecología de la Lombriz.....	25
3.5 Fauna Asociada a la Cría de Lombrices.....	26
4. Tipos de Productores.....	30
5. Técnicas de Cultivo.....	32
5.1 Requisitos Básicos para Seleccionar el Área.....	32
5.2 Pie de Cría.....	33
5.3 Siembra o Inoculación de Lombrices.....	34
5.4 Riego y Humedad.....	35
5.5 Alimentación.....	35
5.5.1 Procesos de Adecuación de los Residuos (Proceso de Semicomposteo).....	36
5.5.2 Cantidad y Periodicidad.....	37
5.6 Muestreos.....	37
5.7 Cosecha y Desdoble.....	40

5.8 Extracción (o Separación) de las lombrices del Humus.....	40
5.8.1 Colecta Manual.....	40
5.8.2 Colecta Mecánica.....	41
6. Planta de Producción.....	42
6.1 Infraestructura.....	42
6.2 Maquinaria, Equipo y Herramienta.....	44
7. Instrucciones para la utilización del Disco Compacto Interactivo.....	46
BIBLIOGRAFÍA.....	47
ANEXOS (Guión Técnico).....	50

INTRODUCCIÓN

· El papel de la lombriz en el suelo fue objeto de diversos estudios a partir de la Edad Media, Charles Darwin fue el que más aportó a su conocimiento, al dedicar más de 40 años de su vida al estudio de las lombrices y publicar, hace más de 100 años, su libro "La formación de tierra vegetal por la acción de las Lombrices" (Darwin, 1881). Otros trabajos más recientes aportan información detallada sobre el papel de las lombrices en el suelo. Sin embargo, la utilización de las lombrices para el tratamiento de residuales sólidos orgánicos data de la década del 40 del siglo XXI (Contreras, S. 2000).

· Desde el punto de vista agrícola, el importante papel que ha jugado la lombriz data desde hace unos tres mil años A.C. (Martínez, C. 1996). Los Sumerios (conocidos por sus adelantos agrícolas), dieron importancia a las lombrices, establecían la calidad de los suelos de cultivo sobre la base de la densidad de lombrices que encontraban al excavar un hueco en la tierra. Uno de los acontecimientos anuales que se producía en el antiguo Egipto era el desbordamiento de las aguas del río Nilo, las que al retirarse dejaban sobre el suelo una capa de limo el cual bajo la intensa actividad de una variedad muy activa de lombrices, era humificado y lograba que el nivel de fertilidad de esas tierras fuera realmente excepcional. Este pueblo valoró el trabajo que realizaban las lombrices, a tal extremo que se le divinizó castigando a aquellos no las cuidaran (Bollo, 1999).

En la antigua Grecia entre los años 384-322 A.C., Aristóteles en su obra "Historia Animalium", no solo trató la primera clasificación de estos seres vivos sino que enunció a través del método inductivo que estos seres eran los intestinos de la tierra y que contribuían a su productividad. Carlos Linneo (1700-1778) también se preocupó de las lombrices al escribir "*Lombricus terrestris*"; su mérito radica en precisar el concepto de la especie y establecer las bases de toda la clasificación del mundo viviente válida hasta nuestros días (op cit).

El uso de abonos orgánicos para mantener y mejorar la disponibilidad de nutrimentos en el suelo y obtener mayores rendimientos en el cultivo de las cosechas, se conoce desde la antigüedad (Tisdale, Nelson y Beaton, 1985; citado por Trinidad, 1999).

- La agricultura tradicional mantenía un suelo rico en materia orgánica, razón por la cual el pequeño agricultor lograba cultivar sus campos manteniendo altas poblaciones de lombrices y con ello la fertilidad de los mismos por la mínima o nula labranza que realizaba (Martínez, 1996). Antes de que aparecieran los fertilizantes químicos en sus diferentes representaciones, la única manera de abastecer nutrimentos a las plantas y reponer aquellos extraídos del suelo por los cultivos, era mediante la utilización de abonos orgánicos (Avnimelech, 1986. Citado por Trinidad, A. 1999), utilizando técnicas básicas como la rotación de cultivos, incorporación de rastrojos, estiércol, reciclado de restos orgánicos mediante el compostaje, esto integrado a la cría de animales utilizando las excretas, etc.(Reines, M. *et al.* En Prensa).

· Después de la Segunda Guerra Mundial, la aplicación de materia orgánica fue sustituida por los fertilizantes químicos, reduciendo poco a poco el alimento básico de las lombrices. Estos cambios en la actividad agrícola han favorecido la extinción de las lombrices en el suelo cultivado (Martínez, 1996). Los estiércoles y la basura suelen ser considerados por el granjero simplemente como materiales que le ocasionan problemas a la hora de deshacerse de ellos (Simpson, 1991).

El problema de los residuos sólidos, en la gran mayoría de los países, se viene agravando como consecuencia del acelerado crecimiento de la población (concentración en las áreas urbanas, del desarrollo industrial, los cambios de hábito de consumo y mejor nivel de vida), así como también debido a una serie de factores que conllevan a la contaminación del medio ambiente y al deterioro de los recursos naturales. Desafortunadamente, por lo general, el desarrollo de cualquier región viene acompañado de una mayor producción de residuos sólidos y, sin duda, ocupa un papel importante entre los distintos factores que afectan la salud de la comunidad (Jaramillo, 1991).

Ante esta situación surge la necesidad de implementar nuevas formas de producción, que respeten de manera sustentable los recursos naturales. Una de las biotecnologías con que se cuenta actualmente y que está siendo utilizada en muchos países desde hace algún tiempo, es la lombricultura. Esta se define como "La utilización de la lombriz como agente biológico en el proceso de transformación de preparados orgánicos residuales biodegradables con fines prácticos y a gran escala" (Reinés, *et al*/1998^(a)).

La Lombricultura ofrece una opción para la transformación de desechos orgánicos en productos inocuos, los cuales ayudan a resolver problemas ambientales, así como la restauración y mejoramiento de suelos agrícolas, ya que las deyecciones de estos organismos son un excelente abono orgánico, y al utilizarlo en los diferentes cultivos aumenta la producción.

Esta biotecnología es una alternativa que coadyuva en la solución de los problemas de alimento que existen a escala mundial (op. cit), ya que la biomasa de las lombrices constituye una fuente proteica de interés, pues alcanza valores de hasta 70% de proteína en peso seco, la cual puede ser empleada para la alimentación animal y para complementar la humana. También el comercio de las lombrices como carnada para la pesca deportiva fué el factor de mayor peso que impulsó el desarrollo de la lombricultura en la mayoría de los países criadores. Por otro lado ayuda a combatir los problemas de salud, ya que debido a su composición de aminoácidos y otras sustancias, tienen un amplio uso farmacológico.

Es importante dar a conocer este tipo de biotecnología, capacitar a profesores, alumnos y productores agropecuarios, para que estas nuevas formas de cultivo se empleen en la descontaminación ambiental, para el mejoramiento de suelos cultivados, también para combatir de manera inicial la sobre producción de desechos, etc.

ANTECEDENTES

Las tendencias de la educación actual han adquirido un nuevo sentido: se centran en el alumno y no en el maestro; enfocan el dominio, como meta básica del aprendizaje (Castañeda, 1993). Se ha propuesto que aproximadamente el 90% de nuestro conocimiento proviene del lenguaje, ya sea escrito u oral, mientras que el otro 10% se obtiene de la experiencia fenomenológica o experiencia directa con nuestro entorno. Nuestros primeros aprendizajes están en primer momento determinados por la experiencia sensorial, es decir, dependemos en gran medida de nuestros órganos sensoriales. El desarrollo de las habilidades cognitivas requiere del procesamiento informativo representado fundamentalmente por las imágenes y las palabras. Sin embargo nuestro avanzado proceso de especialización cerebral he permitido construir una imagen a partir de los conceptos.

La realización de una presentación didáctica se justifica cuando el tema o temas pretenden exponer en múltiples ocasiones como parte de una clase o conferencia y se espera que sea visto por muchos estudiantes.

La ventaja de utilizar este tipo de material, es que ayuda a concentrar y mantener la atención de los estudiantes ya que presenta un mensaje mixto a través de imágenes y sonidos, el cual incide en los dos sentidos del cuerpo más importantes, además, permite presentar en una forma objetiva y concreta temas para la enseñanza, la instrucción, la capacitación, etc., y ayuda a lograr una mejor retención de los mensajes, los cuales perduran más tiempo en la mente de las personas a las que van dirigidos. Las ayudas visuales pueden incrementar en particular la comprensión y retención de la información hasta en un 50 a 100%. Como parte de estas tenemos a los diaporamas, los rotafolios, los pizarrones, los videos, etc. (Arévalo, 2000).

La presentación en disco compacto interactivo consiste en una secuencia de imágenes fijas proyectadas que desarrollan un tema, las cuales van acompañadas de un guión escrito. El guión orienta y dirige la producción de la presentación y define los contenidos que van a intervenir.

• Son numerosos los países que han desarrollado la Lombricultura entre los que podemos mencionar Francia, Italia, Estados Unidos, Canadá, Brasil, Perú, Taiwán, Cuba y México entre otros países latinoamericanos (Anónimo). En los años cuarenta nace esta biotecnología en Estados Unidos, trasladándose al viejo continente, estableciéndose en Italia. A partir de la década de los ochenta regresa a nuestro continente, y en Chile alcanza un gran desarrollo, ya que las zonas desérticas fueron convertidas en viñedos, lo cual requirió grandes cantidades de materia orgánica. Aunque en México se inicia el desarrollo en esa misma época no logra alcanzar una gran aceptación. (Loza, 2000 ^(a)). •

La lombricultura en México ha logrado su mayor desarrollo en los últimos nueve años. Jalisco, cuenta con varias plantas de lombricultura, las cuales utilizan el humus de lombriz para los cultivos; también se encuentran plantas dedicadas especialmente a la producción de abono orgánico (humus de lombriz) para su comercialización, así como demás productos de este proceso.

Con relación a las instituciones que trabajan en investigaciones sobre esta biotecnología se encuentran: el Instituto de Ecología de Jalapa, el Colegio de Posgraduados de la Universidad Autónoma Nacional de Chapingo, las Universidades de Veracruz, de Guanajuato, de Nuevo León,

Autónoma de México, ECOSUR, DGETA, Instituto Politécnico Nacional así como la Universidad de Guadalajara (Loza, 2000 ^(a)). Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, etc.

La Universidad de Guadalajara inicia en 1994 trabajos relacionados con la Lombricultura al vincularse con la Facultad de Biología de la Universidad de la Habana, Cuba, con base en base un convenio cúpula que como objetivo principal plantea el implementar una planta piloto de lombricultura en el Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Ambientales, con el fin de realizar investigaciones, desarrollar la docencia y la difusión. Esta es prácticamente la primera experiencia de información y fomento de la biotecnología en el occidente de México (op cit).

A partir de ese momento y con la asesoría de la Dra. M. Reines de la Universidad de La Habana, Cuba, la temática de la biodiversidad del suelo, su acción beneficiosa a las plantas, su consideración como ente vivo y el desarrollo de la biotecnología de la lombricultura fueron temas incluidos en los programas de estudios de varias carreras y asignaturas como: Biotecnología Animal y Alimentaria, Restauración de Ambientes Degradados, Educación Ambiental, Agricultura orgánica, ecología, etc.

La utilización de procesos que incluyan métodos naturales y el uso de biotécnicas conjugadas con otras prácticas que propicien el mejoramiento de las condiciones ambientales, fundamentalmente las de suelo. (Loza, 2000 ^(b)).

OBJETIVO GENERAL

Elaborar un material educativo en presentación interactiva sobre la Lombricultura, que sirva de apoyo didáctico en algunas asignaturas de las carreras que se imparten en el Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias como: Biotecnología Animal y Alimentaria, Restauración de Ambientes Degradados, Educación Ambiental, Agroecología, Agricultura Orgánica, entre otras, así como coadyuvar con otros centros educativos del país con carreras afines y cursos de extensión en los sectores productivos (de adiestramientos a productores y a personal en general que requieran de esta biotecnología).

JUSTIFICACIÓN

El empleo de medios didácticos auxilian en la enseñanza y proporcionan muchas ventajas al maestro o instructor ya que con ellas se puede objetivar los temas de instrucción además de captar y mantener el interés por el aprendizaje y hacer que las imágenes perduren más tiempo en el pensamiento (Norguez, 1991).

Este trabajo pretende auxiliar a los profesores, para una mejor planeación didáctica del curso, que contemple aspectos de la lombricultura, y que apoye a las asignaturas a que se hace referencia a esta, ya que no existe material didáctico interactivo que englobe todo los requisitos básicos, así como la importancia de esta biotecnología. En la actualidad el uso de materiales didácticos, como son los discos compactos interactivos, han sido de gran ayuda en el proceso de enseñanza y aprendizaje, ya que el disco compacto se presenta como una herramienta práctica y fácil de manejar (Arévalo, 2000).

- La materia orgánica es fundamental en los procesos biológicos del suelo y en la existencia de la vida vegetal. Esta materia orgánica ha sido alterada a través del tiempo por actividades antropogénicas, como la agricultura de monocultivo, ya que requiere de niveles altos de energía artificial, como son los fertilizantes y pesticidas, con el fin de obtener altos rendimientos. De esta forma ha abandonado el uso de abonos orgánicos. También esta materia orgánica ha sido eliminada por la pérdida de la cubierta vegetal causada por los aprovechamientos forestales irracionales, sobre pastoreo, deforestación por agricultura tradicional con roza-tumba y quema, etc. (Contreras, 2000).

- Como una alternativa al uso irracional de la energía en los sistemas de producción primaria, principalmente el monocultivo a partir de la Revolución Verde, resurge la agricultura orgánica y la agricultura sustentable, donde los abonos orgánicos juegan un papel primordial en el desarrollo de estas actividades y por lo tanto, en la producción de alimento y forrajes dentro de un marco de la sustentabilidad, esto a un futuro inmediato ya que la contaminación del suelo y de acuíferos por fertilizantes y pesticidas está afectando ya la salud humana (op cit).

- Es necesario la utilización de procesos que incluyan métodos naturales y el uso de biotécnicas conjugadas con otras prácticas que propicien el mejoramiento de las condiciones ambientales, fundamentalmente las del suelo. El desarrollo conlleva a la búsqueda de formas de producción en un ambiente protegido (Loza, 2000 ^(b)), la Lombricultura ofrece un método de explotación que no daña la estabilidad del ecosistema y permite la recuperación de las condiciones naturales del suelo.

Desde 1994, en el Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias se imparten cursos de Lombricultura con lo que se ha capacitado a más de 3,500 personas. Es necesario un documento o material didáctico de técnicas más prácticas y avanzada, factible de dirigirse o comunicarse con grandes grupos, que apoye a toda esta actividad en nuestro Centro y que pueda expandirse a otros de forma practica.

MATERIAL Y METODOS

El presente trabajo se llevó a cabo en Planta Piloto de Lombricultura del Departamento de Ciencias Ambientales, en la de la Universidad de Guadalajara, mismo que se desarrolla en las siguientes fases, las cuales se describen a continuación:

- **Búsqueda de Información**

Esta fue obtenida a través de diferentes fuentes: bibliografía, Internet, experiencia laboral, etc. Primeramente se llevó a cabo la elaboración de una base de datos (índice), para después elaborar el documento técnico en el cual se describe y desarrolla los temas más importantes del proceso de la lombricultura, (los cuales se van a desarrollar en la presentación escrita e interactiva), recabada esta información se procede al listado de fotografías necesarias para la presentación, las cuales ejemplifican (con imágenes) cada paso de la lombricultura.

- **Visita a Plantas de Lombricultura**

Se visitaron siete plantas de lombricultura, en las cuales se lleva a cabo la producción de humus ya sea para su comercialización o para utilizarlo en sus cultivos. El objetivo de visitar diferentes áreas de Lombricultura, es la obtención de material fotográfico, experiencia, datos de campo, información de cómo trabajan, así como los procesos productivos de cada tipo de explotación.

Se elaboró una guía a manera de entrevista para la obtención de datos de interés:

1. Nombre de la planta
2. Ubicación
3. Tipo de construcción
4. Residuos utilizados para alimento
5. Producto Obtenido
6. Utilización final al producto
7. Tipo de producción

Con la visita a las diferentes plantas de lombricultura se procede a modificar la presentación escrita.

- **Obtención de Fotografías y Datos**

En las visitas realizadas a las diferentes plantas de lombricultura se tomaron fotografías de acuerdo a un listado, así como la recopilación de información de las técnicas que han ido desarrollando, experiencia, así como de la maquinaria que se utilizan en el proceso.

Para la realización de esta etapa se emplearon los siguientes equipos: Cámara Sony Mavica Digital y Cámara Nikon FX y una video Cámara Digital Sony.

- **Edición**

Ya recopilada la información y seleccionadas las fotografías, se realizó la edición del trabajo. Este se conforma de dos partes:

1) Presentación Escrita y Guión Técnico: en la Presentación Escrita se describe la importancia, antecedentes, manejo, tipos de explotación, productos, etc., de la lombricultura (Temas de Soporte), en el Guión Técnico se describe, orienta y dirige la producción de la presentación del disco compacto y define los elementos que van a intervenir. El guión técnico se incluye en el apartado "Anexos".

2) Presentación Interactiva (Disco Compacto): consiste en una secuencia de imágenes fijas proyectadas que desarrollan un tema, las cuales van acompañadas del guión técnico.

RESULTADOS

Para la realización del presente trabajo, se visitaron diferentes plantas de lombricultura (Cuadro 1), de las cuales se obtuvo información, fotografías, experiencia, notas de campo, etc., acerca de las técnicas que aplican de acuerdo a sus necesidades y al tipo de explotación que presentan.

Cuadro 1. Comparación de las diferentes plantas visitadas

NOMBRE DE LA PLANTA	UBICACIÓN	TIPO DE CONSTRUCCIÓN	RESIDUOS UTILIZADOS	PRODUCTO FINAL	AUTOCONSUMO O COMERCIALIZACIÓN	TIPO DE PRODUCCIÓN
Hacienda El Refugio Tequila Herradura	Amatitán, Jal.	Lechos sobre el suelo	Bagazo de Agave y estiércol de vaca	Humus de lombriz	A	HORIZONTAL
"Vermizula"	Tamazula, Jal.	Lechos sobre el suelo	Bagazo y cachaza de caña	Humus de lombriz	C	HORIZONTAL
"Vermifer-til"	Tamazula, Jal.	Lechos sobre el suelo	Bagazo y cachaza de caña	Humus de lombriz	C	HORIZONTAL
Sin Nombre	Tamazula, Jal.	Lechos sobre el suelo	Estiércol y cachaza de caña	Humus de lombriz	A	HORIZONTAL
"Vita Garden"	Toluca, Méx.	Lechos con pendiente para captación de lix.	Estiércol porcino	Humus y Lixiviados de lombriz	C	HORIZONTAL
"Vermi-Terra"	Tlajomulco de Zúñiga, Jal.	Lechos con laterales de ladrillo	Estiércol de vaca y rastrojos de cosechas	Humus, lombriz para pesca y alimento peces	C-A	HORIZONTAL-VERTICAL
Planta Piloto de Lombricultura CUCBA	Zapopan, Jal.	Lechos con laterales de ladrillo	Estiércol vacas	Humus, alimento, investigación	Investigación	HORIZONTAL-VERTICAL

A = Autoconsumo
C = Comercialización

Texto de Soporte

1. QUE ES LA LOMBRICULTURA?

Es importante recalcar la importancia que tiene en la agricultura sustentable en la fertilidad del suelo, misma que se mantiene con prácticas agrícolas que han sido llamadas sustentables, por el objetivo y la función que se cumplen; entre ellas se pueden mencionar el uso y aplicación de abonos orgánicos, abonos verdes, acolchados, labranza mínima, control biológico de plagas, control biológico microbiano, entre otros. Con ello se busca reducir la entrada de insumos, así como el reciclaje de desechos y el desarrollo y establecimiento de técnicas de manejo que benefician la salud y la economía. Entre las alternativas viables para el reciclaje de desechos orgánicos está la lombricultura, la cual mediante un manejo sencillo y eficiente permite convertir los desechos generados en abono y carne (Martínez; Ramírez, 2000).

A continuación se describen definiciones de lombricultura de diferentes autores:

· Reines (1981), determina a la lombricultura como "La utilización de la lombriz como agente biológico en el proceso de transformación de preparados orgánicos residuales biodegradables con fines prácticos y a gran escala" como un evidente proceso biotecnológico. ·

· La lombricultura puede definirse como la cría masiva, sistemática y controlada de las lombrices composteadoras. Es una técnica que involucra varios procesos biológicos, que acelera la transformación y mineralización de un residuo orgánico en descomposición y lo convierte en abono para las plantas (Capistran, *et al*/2001). ·

· Según Bollo (1999), se define como una biotecnología orientada a la utilización de la lombriz como una herramienta de trabajo para el reciclaje de todo tipo de materia orgánica, y no sólo como una actividad que depende de la posibilidad de poder contar con feca animal. ·

· La lombricultura se define como la utilización de las lombrices de tierra como agentes biológicos en el proceso de transformación de los residuos orgánicos biodegradables con fines prácticos y a gran escala (Reinés, *et al*/ 1998 ^(b)). ·

· En general todos los autores determinan a la lombricultura de igual manera, ya que la lombriz transforma los residuales orgánicos en un producto inocuo (humus de lombriz = abono orgánico) de sumo interés para la población y el medio ambiente. La lombricultura es un negocio en expansión, y en el futuro será uno de los métodos más rápidos y eficientes para la recuperación de los suelos de las zonas rurales. ·

La importancia de las lombrices en la lombricultura, puede resumirse de la siguiente forma:

- 1.- Ejercen un control efectivo y económico de los contaminantes sólidos orgánicos.
- 2.- Aumentan la porosidad, drenaje y aireación del suelo mediante su sistema de galerías.
- 3.- Con su movimiento a través de los diferentes estratos del suelo mezclan las partículas minerales con la materia orgánica de la superficie, favoreciendo así la formación de complejos coloidales beneficiosos a las plantas.

4.- Mediante su actividad en el suelo favorecen la renovación de las colonias bacterianas.

5.- Producen abono orgánico o humus de lombriz, de gran demanda en el mercado mundial, ya que contiene concentraciones minerales óptimas para las plantas, así como fitohormonas, nitrógeno y una alta carga bacteriana.

6.- Al introducirse en el suelo pobre y poco fértil ayudan a su formación.

7.- Se emplean como fuente proteica para la alimentación animal y humana.

8.- Se emplean en la industria farmacéutica.

9.- Se emplean como carnada para la pesca deportiva.

Las lombrices que se emplean para la actividad de lombricultura, se puede emplear de una amplia variedad de materias orgánicas para su alimentación. La palatabilidad de los diferentes compuestos, la calidad y cantidad en los que ellos encuentran en la naturaleza, influye no sólo en su distribución y tamaño de las poblaciones (Edwards y Lofty, 1977, citado por Réines, 1998 ^(a)) sino también en los diferentes parámetros de la vida como son peso, longitud, fecundidad, viabilidad de los capullos y fertilidad.

Las lombrices en la lombricultura, deben ingerir una dieta balanceada que contenga proteínas, lípidos y carbohidratos; ya que son capaces de consumir toda materia orgánica biodegradable (previamente semicompostada), como son:

a) Excretas animales: Excretas bovina, caprina, caballar, cunicula, de animales exóticos, porcícola y avícola.

b) Residuos vegetales: Restos de cosecha (tubérculos, hortalizas y frutas), de lirio acuático, de poda, plantas de beneficio de plátano, despulpadoras de café y esquilmos agrícolas en general. Basura sólida urbana orgánica.

c) Residuos industriales: Restos de procesadoras de papel y cartón, de la industria azucarera (bagazo, bagazillo y cachaza), bagazo de agave, carpintería (madera procesada), lodos industriales, entre otros.

Es importante tener en cuenta que las lombrices para su desarrollo necesitan que el alimento tenga condiciones adecuadas (op cit) (Ver Proceso de Adecuación de los Residuos).

2. PRODUCTOS DE LA LOMBRICULTURA

Del proceso de la lombricultura (también conocida como Vermicultura), se puede obtener como principal producto humus y varios subproductos, como biomasa de lombriz, harina de lombriz, lombriz para pesca, biopreparados, entre otros.

2.1 Humus

· El vocablo HUMUS proviene del latín de igual nombre que significa tierra, suelo y se refiere al conjunto de productos orgánicos estables y finales del proceso de transformación de los compuestos vegetales y animales que llegan al suelo (proceso de humificación). La denominación de humus se aplica una vez que se ha perdido la estructura orgánica microscópica original y se hace amorfo (Reinés, *et al* 1998 ^(b)). El humus de lombriz también llamado casting, "worm-casting" o vermiabono, etc., es muy apreciado por los agricultores ya que es de calidad superior a los abonos orgánicos.

· El humus producido por las lombrices (es el resultado de la transformación biológica llevada a cabo por las lombrices de tierra sobre residuales orgánicos biodegradables, mediante el proceso de digestión) no tiene restricciones para su uso y puede ser utilizado en grandes dosis, siempre con resultados positivos en el crecimiento, producción y desarrollo de las plantas. Se trata de un material natural, similar al que la naturaleza puede producir en un bosque o una selva no es perjudicial ni tóxica al hombre, ambiente o a las plantas (Capistran, *et al* 2001).

En la naturaleza el humus es depositado en la superficie o en el interior en dependencia de la especie como turrícolos fácilmente distinguibles después de fuertes precipitaciones, su forma varía según la especie de lombriz (Reinés, *et al* 1998 ^(b)).

El humus está constituido por compuestos orgánicos con grandes moléculas que incluyen una estructura cíclica y cadenas alifáticas obtenidas como el resultado de la reelaboración de las sustancias orgánicas (estiércol, hojas, residuos de la industria agropecuaria, etc.) por parte de las lombrices y expulsadas al ambiente circundante a través del tracto digestivo de éstas. Por lo tanto, éste no es más que deyecciones sólidas de las lombrices durante el proceso de descomposición de la materia orgánica.

El valor biológico del humus se debe a que contiene una rica flora microbiana que le confiere al producto propiedades especiales y diferenciales en comparación con otros abonos. Forma con las partículas de suelo el complejo ácido-húmico (Reinés, *et al* 1998 ^(a)).

Es ante todo un excelente mejorador biológico y contiene todos los elementos naturales necesarios para las plantas, es por ello que comúnmente se le clasifica como biofertilizante. La presencia de microorganismos le confiere al producto:

- Presencia de enzimas de crecimiento.
- Propiedades antibióticas.
- Presencia de otras enzimas que benefician el suelo y los cultivos (por ejemplo rizógenos).

El papel del humus es muy importante ya que se trata de un compuesto utilizable por las plantas en su nutrición. El humus funciona como almacén de nutrientes, que impide que éstos se lixivien; los retiene en el complejo de intercambio, para que las plantas puedan hacer uso de ellos.

El factor principal que influye en la formación de un tipo de humus es la actividad de las lombrices de tierra. Un suelo con elevada cantidad de lombrices tiene una estructura favorable y una alta capacidad de retención de humedad. La intensa actividad de las lombrices transforma un suelo compacto en uno con una estructura porosa. En presencia de las lombrices, la mayor parte del material húmico se encuentra en forma de un complejo mineral-húmico estable con una elevada permeabilidad (Reinés, *et al* 1998 ^(b)).

Sin embargo, este abono no contiene el resto de los componentes inorgánicos comunes en un suelo completo, como son la arena, arcilla e incluso pequeñas rocas y minerales inertes. El humus de lombriz es en este sentido un material concentrado 100% orgánico, que puede ser diluido mezclándolo con otros materiales inorgánicos para formar un suelo completo, similar al mejor de los suelos fértiles. En términos muy generales, una combinación de cuatro partes de abono de lombrices por seis partes iguales de tierra franca, nos pueden dar lugar a un suelo de utilidad y uso generalizado (Capistrán, *et al* 2001).

El humus de lombriz presenta las siguientes características:

- 1.- Coloración pardo negruzca con color suave peculiar a tierra húmeda, característico de este producto.
- 2.- Solubilidad en agua, empleándose para la fertilización líquida. Esto posibilita que pueda ser empleada en hidropónicos y otros.
- 3.- Es un compuesto estable y puede ser almacenado en condiciones óptimas alrededor de 6 meses.
- 4.- Mejora la retención y penetración de agua, además aumenta la aireación cuando es mezclada.
- 5.- Ayuda a aumentar el perfil del suelo al influir también en el proceso de mineralización.
- 6.- Tiene actividad biológica debido a la elevada carga microbiana de lo que diferencia de otras materias orgánicas.
- 7.- Contiene gran cantidad de agregados resistentes a la humedad, compactación, estables en condiciones extremas.
- 8.- Mejora las características fisiológicas de las plantas.
- 9.- Tiene actividad fitohormonal favoreciendo el crecimiento acelerado de las raíces, sobre todo en la germinación de las raíces.

En el cuadro 2 se ofrecen valores del contenido de los diferentes componentes de humus convencionales en comparación con el humus de lombriz.

Cuadro 2. Comparación de la composición química de humus procedentes de diferentes materias orgánicas con el humus de la lombriz roja africana *E. Eugeniae*.

Materias Orgánicas	Sustancias minerales RN base seca		
	N	P ₂ O ₃	K ₂ O
Turba	0.64	0.00	0.83
Estiércol vacuno	1.01	0.005	0.18
Oriexcretas	0.74	0.01	0.08
Gallinaza	2.66	1.82	1.62
Casting (Abono de lombriz)	2.09	3.92	0.72

(Reines, et al 1998 (a)).

10.- El vermi-abono es un producto inofensivo para la salud, a diferencia de otros abonos.

Del total de residuos ingeridos el 75% es transformado en humus. El humus de lombriz contiene más de 5 veces la cantidad de nitratos que el encontrado en el suelo con buenas condiciones, 7 veces más de fósforo, 3 veces más de potasio y 5 de calcio (op cit).

Por otro lado, hay que mencionar que estos organismos presentes en el humus pertenecen a los principales grupos fisiológicos del suelo fijadores de nitrógeno (*Azospirillus* y *Azotabacter*) (op cit).

2.2 Subproductos

Biomasa de Lombriz

La producción de carne por medio de la lombricultura es una actividad sencilla y fácil de realizar. La alta tasa reproductiva de la lombriz roja californiana *Eisenia foetida*, su desarrollo y su rápido crecimiento, permite obtener volúmenes altos de carne por área en tiempos cortos.

Se trata de una carne roja, siendo una fuente de proteínas de bajo costo, de la que se obtiene harina con un 60-70% de proteína y una gran cantidad de aminoácidos esenciales, esta podría ser considerada como un alimento para los países en vías de desarrollo por las características que presenta, tanto en la alimentación humana como en la animal.

La carne de lombriz es un recurso económico, al tratarse de un alimento rico en proteínas y de fácil producción. A lo largo de miles de años, en diferentes pueblos de África y China encontraron en la carne de la lombriz un complemento nutricional que ayudó a sostener a su población (Anónimo, 2001).

En algunas tribus maoríes de Nueva Zelanda la lombriz es aprovechada como parte de su alimentación; en Sudáfrica algunas tribus las ingieren fritas y en Nueva Guinea, vivas (Reinés, et al 1998 (a)). Puede obtenerse como carne viva o deshidratada para alimento de aves de corral (patos,

gallinas, gansos, etc), peces ornamentales, crías en presas artificiales o semi-artificiales, alimentación experimentales (camarones, tilapias, truchas, ranas, langostas, etc.).

Harina de Lombriz

La harina de lombriz posee proteínas en valores cercanos al 60%, con menos de un 10% de grasas, siendo los ácidos grasos presentes vinculables a la producción de lípidos de alta densidad (HDL, o colesterol "bueno"). Aproximadamente el 20% del peso lo integran los hidratos de carbono (azúcares). Presenta además vitaminas liposoluble A, D y E (falta la K), y de las hidrosolubles se halla el complejo B (Schuldt, 2001).

Para la obtención de harinas existen diferentes métodos, uno de los cuales es el proceso de deshidratación, ya sea por calor (sin superar los 95°C) o frío, posibilitando evitar el uso de ciertos productos (acetona, formaldehído y sales) que posteriormente es necesario eliminar. Existen a si mismo procesos que permiten obtener pastas de lombriz, entre otras (op cit).

Se describe a continuación el método utilizado por Bollo (1999), para la obtención de harina de lombriz también llamada vermi-harina:

El momento óptimo para retirar las lombrices del lecho es cuando se les alimenta, ya que se concentra la masa poblacional, la cual sube al cabo de algún tiempo a este "lomo de toro" formado por alimento fresco.

Se retira el "lomo" y se somete a los siguientes procesos:

1. A).- Con una bandeja hecha de un marco de madera y con un fondo de malla que se ubica sobre un recipiente con agua y se coloca al sol, el material alimenticio se ubica sobre la malla en pequeñas capas y se deja secar, escapando las lombrices por la parte inferior y cayendo al recipiente con agua. Se repite el procedimiento varias veces hasta que en el alimento colocado ya no haya lombrices.

B).- Se procede igual que en (A), pero la diferencia estará en mojar el material alimenticio con algún producto químico irritante el cual provocará una fuga acelerada de las lombrices, cayendo en un recipiente con agua. Se repite el proceso hasta que se acabe el material.

El material del cual se extrajeron las lombrices se podrá devolver a los lechos.

Las lombrices se someten a profundos lavados y finalmente se traspasan a otro recipiente oscuro lleno de agua y que tenga aire insuflado. Con esto se pretende que la lombriz tenga suficiente oxígeno en su hábitat y pueda vivir durante su permanencia.

La temperatura del agua será superior a 18°C, no excediendo a 22°C y allí permanecerán las lombrices por 24 horas. Se podrá mezclar el agua con algún tipo de purgante en muy baja concentración, lo cual ayudará a que estas evacuen el contenido del tracto intestinal más fácil y rápidamente.

A continuación se realiza un profundo lavado con agua potable y se inicia al siguiente paso:

2. Se colocan las lombrices en un recipiente que contenga una solución salina, NaCl al 4% p/p en donde mueren entre 5 y 10 minutos después.

El impacto que produce esta solución salina les genera un shock, haciendo que secreten el fluido celomático de color amarillo y olor fuerte. Este fluido celomático se ha utilizado para desarrollar investigaciones en el ámbito de la medicina, y a partir de él, se han producido antibióticos para el ser humano.

3. Después, estas son lavadas abundantemente y colocadas en bandejas de metal para su secado en un horno de aire seco con circulación forzada. La temperatura no deberá sobrepasar los 80 a 85°C, para evitar el deterioro de sus características químicas.

4. La carne de lombriz seca, es molida en un molino de cuchillos y el producto tamizado en una malla de 60, de tal forma que se obtiene un polvo de color pardo claro y olor característico.

Esta harina puede ser utilizada para la alimentación animal, mezclándola en forma proporcional al requerimiento proteico requerido.

Proteína

La lombriz como fuente proteica es de valor biológico. En comparación con otras harinas (cuadro 3) (Reines, *et al* 1998 ^(a)).

Cuadro 3. Comparación bromatológica de proteínas de diversos orígenes (Sigfried, 1972 y Reinés, Rodríguez, Sierra, 1984, citado por Reinés, 1998 ^(a)).

ORIGEN	DENOMINACIÓN	SUSTANCIAS BRUTAS EN %			
		PROT.	GRASA	CENIZA	FIBRA
INDUSTRIA DEL PESCADO	Bacalao (desechado al vapor)	63.5	2.7	22.6	
	Pescado (tasa media de grasa)	61.2	6.1	20.0	
	Arenque (rica en grasa)	56.6	13.0	17.0	
	Solubles de pescado (desechados)	67.1	7.2	15.9	
INDUSTRIA DE LA LECHE	Leche magra	33.0	1.0	7.8	
	Suero mantequilla	30.9	3.6	9.2	
	Suero lácteo	11.9	0.1	10.4	
INDUSTRIA DE LA CARNE	Sangre	82.7	9.8	3.9	
	Carne	66.5	10.4	10.4	
	Carne con hueso	51.8	8.8	28.0	
	Huesos	6.3		83.7	
	Canal interno	47.9	16.3	24.0	
TORTAS VEGETALES	Soja (45%)	45.4		5.9	5.7
	Soja (50%)	51.2		5.6	3.1
	Sésamo	44.4		11.5	7.0
	Girasol	41.5		6.3	16.5

	Levadura de cerveza	46.3		7.7	1.0
	Heces desecada	44.5		7.6	1.3
HARINA DE LOMBRIZ		72.06		12.10	

(Reinés, 1998 ^(a))

En el cuadro 4 puede observar la composición química de la harina en de dos especies de lombrices obtenido en el Departamento de Farmacia de Alimentos de la Universidad de La Habana. Al compararse dichos resultados con la composición de la harina de pescado el porcentaje de proteínas son similares, superior en *E. eugeniae*. Las diferencias entre las especies de lombrices no son significativas. Al comparar estos resultados con otros productos empleados como alimentos en dietas (Cuadro 3) se observa que el contenido proteico es superior a cualquiera de las materias expuestas con excepción de la harina de la sangre. En relación a la composición aminoácida de la harina de lombriz, se observan mayor de las esenciales que en otras fuentes. La proporción de aminoácidos esenciales es de 44.5 y no esenciales del 55.5% del total. Dentro de los esenciales, la Lisina representa solo el 2,9%.

Cuadro 4. Composición bromatológica de harinas de lombrices de diferentes especies y harina de pescado

Componente %	PESCADO		<i>E. eugeniae</i>		<i>E. foetida</i>	
	A	B	A	B	A	B
Proteína (Nx6,625)	67,70	70,03	66,80	72,06	64,30	70,27
Lípidos	8,15	11,02	7,30	8,60	11,33	12,44
Cenizas	7,11	8,01	7,10	8,05	12,10	13,22
Agua	8,04	7,16	7,30	-	8,50	-

(Reinés, *et al* 1998 ^(a))

(A = BASE HUMEDA, B = BASE SECA)

Biopreparados y usos en la medicina

El valor medicinal de las lombrices de tierra data de 1340 A.C. (Reinés, *et al* 1998 ^(a)). Son muchas las aplicaciones que se les da, de acuerdo a los investigadores algunos que han sido publicadas son:

- Fortalecer órganos y masa musculares.
- Estimular, por equilibrio bioquímico, las funciones vitales (cerebral, cardiaca, sexual etc.).
- Mejora el crecimiento e impide anemias
- Alivia fatigas físicas y mentales
- Enriquece y recupera los tejidos
- Regenera epidermis y pelo
- Retarda el envejecimiento y desgaste orgánico
- Aumenta la actividad cerebral
- Ayuda a la eliminación de toxinas
- Ayuda en los tratamientos contra el Parkinson
- Eficaz en tratamientos contra el hipertiroidismo
- Ayuda en las terapias contra la obesidad (Carrera, 2002)

En Brasil, (la empresa brasileña Millenium) –con capacidad de procesar 500 toneladas mensuales de lombrices- produce cápsulas, comprimidos y supositorios, los cuales son comercializados desde febrero de 2000, la cual apunta como suplemento de dietas en deportistas con alta exigencia (Schuldt, 2001).

Pesca Deportiva

El comercio de las lombrices como carnada viva para la pesca deportiva fue el factor de mayor peso que impulsó el desarrollo de la lombricultura en la mayoría de los países criadores. Ya que estos animales son considerados como la mejor carnada para la pesca deportiva por constituir un cebo muy atractivo para los peces debido a su movimiento, color y sabor (Reines, *et al* 1998 (b)).

El mercado de los pescadores ofrece excelentes perspectivas para los criadores de lombrices. La lombriz roja californiana, la más utilizada en los criaderos, es uno de los cebos utilizados, a pesar de no ser el más indicado para la pesca de anguila, para la cual se necesita una carnada más grande, como la lombriz de tierra. En la naturaleza los peces, tanto los de río como los de mar, se alimentan de lombrices. Por lo tanto, para los peces de cultivos, igual que para las de los acuarios ornamentales, estos gusanos constituyen una comida natural y muy rica en proteínas (Compagnoni, Putzolu, 2001).

Sin embargo, las dificultades que encontraban los pescadores en ciertas épocas del año para conseguir lombrices favoreció la rápida expansión de los criaderos en cautiverio, donde podían ser encontradas en cualquier momento y constituían a la vez un provechoso negocio para el criador.

En la actualidad existen varias plantas que se dedican a la producción de lombrices únicamente para carnada.

Otros productos

¡También se extraen del humus de lombriz otros productos en presentación líquida como son: los concentrados de ácidos húmicos y fulvicos (lixiviados), los cuales contienen hormonas vegetales, de gran valor, estos se adecuan para ser agregados a agua de riego, en proporciones de 1 litro de concentrado para diluir en 50 litros (Schuldt, 2001).

Las sustancias húmicas equivalen al producto final del proceso de descomposición que sufren los desechos orgánicos con o sin lombrices, razón por la cual es alto el contenido de estas sustancias en el humus de lombriz, lo que le facilita a la planta una mayor absorción de nutrimentos asimilables (Martínez, 1996).

Este bioabono líquido o lixiviado se almacena y neutraliza. Se usa para regar plantaciones y áreas verdes, ya que posee gran cantidad de nitrógeno y sales minerales (Mateo, 2001).

3. GENERALIDADES DE LA LOMBRIZ DE TIERRA

El reino animal se divide según la complejidad morfológica de los organismos que lo componen. Dos phylums de animales constituye el subreino Parazos, cuyas características son: carecen de tejidos dispuestos en forma de órganos y tienen una forma indefinida. Los demás phyla que constituyen el subreino Eumetazoo se divide en dos ramas. La primera comprende los organismos con simetría radial. El resto de los 28 phyla muestran, como mínimo internamente, simetría bilateral. Los phyla de simetría bilateral se dividen en tres grupos o grados: los que carecen de celoma (Acelomados), los que tienen una cavidad visceral pero carecen de verdadero celoma, (Pseudocelomados) y aquellos que desarrollan un celoma verdadero. (Celomados) (Margulis, Schuarts, 1981, citado por Meléndez, M. 2003).

↳ A este último grupo pertenecen las lombrices de tierra y se agrupan junto con otros organismos en un conjunto denominado Phylum Annelida (Reines, *et al* 1998^(a)).

Este phylum contiene 8700 especies descritas, que se clasifican en tres clases: Polichaeta, Oligochaeta e Hirudinea (Barnes, Rupert, 1996).

La clasificación de los oligoquetos ha tenido varios reordenamientos. El sistema más moderno, indica que las verdaderas lombrices de tierra se distribuyen según Reines 1998^(a), en las siguientes familias:

Familia Lumbricidae
Familia Megascolecidae
Familia Eudrilidae
Familia Glossoscolecidae
Familia Ocnerodrilidae
Familia Octochaetidae
Familia Acanthodrilidae

La lombriz de tierra se clasifica dentro de la clase Oligochaeta formada por alrededor de 3100 especies presentándose como un grupo con estructura bastante homogénea o uniforme entre sus principales características encontramos que no tiene la cabeza diferenciada; presentan pocas quetas, de ahí se deriva su nombre: *oligo*, poco y *chaeta*, queta; el celoma se encuentra bien desarrollado; son hermafroditas; tienen gónadas y gonoductos diferenciados, presentan desarrollo directo es decir que no pasan por etapa larvaria; tienen clítelos. Son de agua dulce, marina y terrestre (Reines, *et al* 1998^(b)).

3.1 Morfología

- Las lombrices de tierra son invertebrados vermiformes, o sea que el cuerpo tiene forma de gusano: alargado, cilíndrico.
- La secreción de su intestino tienen enzimas que desdoblan los carbohidratos, proteínas y grasas. Al final de este órgano, los restos orgánicos que no fueron digeridos, así como los

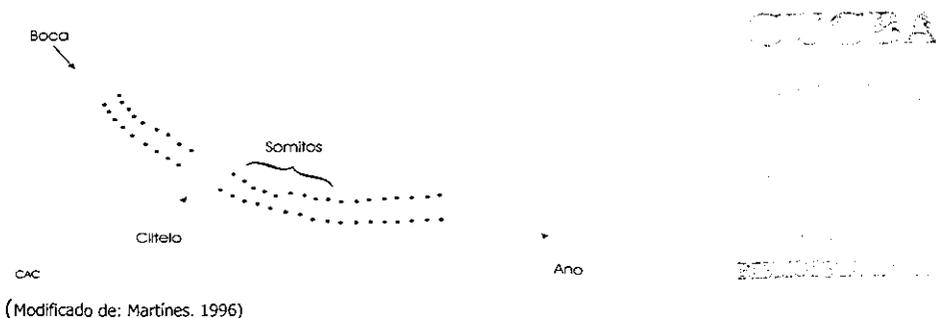
no asimilados, partículas minerales y una rica carga microbiana, son expelidos en forma de un compuesto orgánico rico en nutrientes de fácil asimilación por las plantas, conocido como humus de lombriz o casting.

- Las lombrices comerciales tienen un alto nivel de reproducción y crecimiento.

Morfología Externa

Las lombrices tienen un cuerpo cilíndrico y alargado que consiste de dos tubos concéntricos: la pared del cuerpo y el tubo digestivo, separados por el celoma. El celoma está dividido en segmentos llamados somites y presenta una parte anterior y una posterior. El primer somite de la parte anterior es la boca, donde se encuentra el prostomio estructura carnosa que sobresale delante de ella; el último segmento se encuentra en la parte posterior es el ano. Una lombriz adulta puede llegar a tener entre 40 y 250 somites. El clitelo puede ubicarse entre los somites 13 y 37, dependiendo de la especie, su función está directamente relacionada con la reproducción, la formación de capullos se da en el clitelo, como resultado de la secreción de una sustancia viscosa que permite proteger y transportar los huevos (Figura 1). También en la superficie del cuerpo de la lombriz se encuentra un poro dorsal que se comunica la parte interna con la externa, los nefridioporos que cumple la función excretora, receptáculos seminales, oviducto y conductos espermáticos (Martínez, 1996).

Figura 1. Morfología externa de la lombriz.



Morfología Interna

Sistema Tegumentario y Muscular. (Reinés, *et al* 1998 ^(b)). La pared del cuerpo de las lombrices de tierra está constituida por:

- Cutícula
- Epidermis
- Tejido Conectivo
- Tejido Muscular. Circular externo y longitudinal interno
- Peritoneo

La cutícula es fina y flexible, de naturaleza quitinosa, transparente. Reviste y protege externamente el cuerpo. La epidermis está constituida por una capa simple de células, o sea, un epitelio cilíndrico cuyo espesor varía según la región del cuerpo, que son las encargadas de secretar la cutícula. También en la epidermis se encuentran numerosas glándulas unicelulares que secretan el *mucus*, que es expelido al exterior a través de canalículos de la cutícula y que facilitan la respiración o el desplazamiento de las lombrices en el suelo. También existen células sensoriales, como tangorreceptores y fotoreceptores.

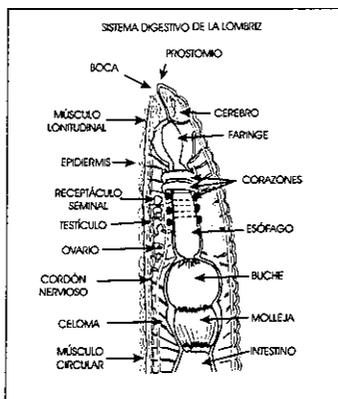
La contracción de las capas musculares presiona el fluido celómico y determina el movimiento del animal; así, cuando los músculos circulares se contraen disminuye el ancho del animal y cuando las longitudinales se destienden, el líquido celómico fluye longitudinalmente y el animal se estira. Cuando las fibras longitudinales son las que se contraen, las circulares se destienden y el animal se acorta y se hace más ancho.

En las especies que tienen pigmento, éste se encuentra en la capa de células musculares circulares. Todos los órganos internos están envueltos por el peritoneo, que es una membrana de células que también reviste internamente la pared del cuerpo.

Como las lombrices carecen de esqueleto, la forma del cuerpo se mantiene gracias a la elasticidad de la pared del cuerpo y a la presión del líquido celomático, lo que constituye el llamado esqueleto hidrostático.

Sistema Digestivo: El tubo digestivo se inicia anteriormente con una boca (sin dientes ni denticulos), que da paso a la faringe (dilatable, y que funciona como «bomba» de vacío para succionar los alimentos), se continúa con un esófago delgado (cuya longitud supera generalmente 6 segmentos corporales), que distalmente se dilata proporcionando dos cavidades: el buche y la molleja, ambas con revestimiento quitinoso, y la última provista de una musculatura potente (trituration de alimento). A continuación, se extiende por los 2/3 restantes del cuerpo el intestino, que dorsalmente presenta un pliegue, el tifosol, que cumple con la función de aumentar la superficie de absorción del intestino, que desemboca en el extremo posterior, en el ano (Schuldt, 2001).

Figura 2. Sistema Digestivo de la Lombriz



(Fuente: Martínez, 1996)

Sistema Circulatorio: Las lombrices tienen un sistema circulatorio cerrado, constituido por dos grandes vasos sanguíneos uno dorsal y otro ventral; además de cinco vasos principales a lo largo del cuerpo y cinco pares de corazones, uno en cada uno de los somites del 7 al 11. La sangre de las lombrices está compuesta por un plasma líquido de color rojo, debido a la presencia de hemoglobina. La función de la sangre es absorber las sustancias alimenticias de los intestinos, liberar residuos solubles en los riñones, transportar el oxígeno a todo el cuerpo y liberar gas carbónico a través de la piel (Martínez, 1996).

Sistema Respiratorio: La respiración de las lombrices es cutánea. La falta de un sistema circulatorio organizado permite que la sangre circule por capilares que se ubican junto a la cutícula húmeda de la pared del cuerpo, lo que favorece la absorción de oxígeno y la liberación de anhídrido carbónico. Por lo tanto, la respiración sólo puede darse con la cutícula húmeda. Cuando se expone una lombriz al sol, deja de respirar al irse secando y muere. Otra causa de muerte es la falta de oxígeno que se presenta en condiciones de saturación de agua, de inundación, por ejemplo, cuando hay precipitaciones altas (op cit).

Sistema Excretor: Este sistema lo componen los pares de nefridios que se encuentran en los somites, excepto en los tres primeros y el último. Se inicia en una especie de embudo llamado nefrostoma y termina con el nefridioporo, estructura de descarga de desechos en el exterior. Está ubicado cerca del par ventral de quetas. Los productos a excretar se forman en la pared del cuerpo y del tubo digestivo, ambos se encuentran en la sangre y en el líquido celómico. La función de estas estructuras es filtración, reabsorción y secreción. El nefrostoma es ciliado y el movimiento de los cilios permite la liberación del líquido celómico.

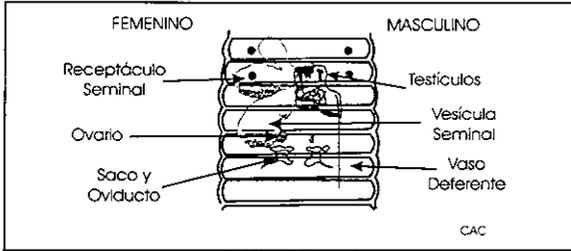
Sistema Nervioso: Está formado por un cerebro, que a su vez lo integran dos ganglios suprafaríngeos. Existen dos conectivos que rodean la faringe y comunican con los ganglios subfaríngeos bilobulados. Desde aquí sale el cordón nervioso ventral, que se extiende por la parte ventral del celoma hasta el último somite, que corresponde al ano.

En cada somite se presenta un ganglio que se origina a partir del cordón nervioso ventral, del cual emergen tres pares de nervios laterales, de los cuales salen las fibras sensitivas y las fibras motoras; las primeras llevan impulsos de la epidermis al cordón nervioso y las segundas a los músculos y células epidérmicas.

Sistema Reproductivo: La lombriz es hermafrodita, por lo que se producen óvulos y espermatozoides en un mismo individuo (figura 3). Sin embargo, no pueden autofecundarse, pues necesita un intercambio de esperma. Este intercambio se realiza cuando las lombrices se aparean unen entre sí sus poros donde se liberan los espermatozoides y el líquido prostático. Posteriormente se separan y luego cada individuo por sí solo efectúa la liberación de cápsulas, que son estructuras que contienen los huevecillos. Dependiendo de la especie será el tamaño de las cápsulas y el número de huevecillos que contenga.

Sistema Locomotor: En cada segmento se ubica un sistema hidráulico cerrado; el celoma que actúa como esqueleto hidrostático, gracias al líquido celómico. En la parte ventral del celoma se localizan los músculos circulares y los longitudinales; la contracción del músculo circular alarga el cuerpo y la del músculo longitudinal, lo acorta. La lombriz se mueve hacia delante o hacia atrás sin dificultad alguna, con la participación de las quetas, que le permiten adherirse a la superficie sobre la que se desplaza.

Figura 3. Sistema Reproductivo



(Martínez, 1996)

3.2 Ciclo de Vida

En el ciclo de vida de las lombrices de tierra existen periodos transitorios entre un estado y otro y es difícil diferenciarlos. Se determinan las siguientes etapas y fases: (Reines, *et al* 1998 ^(b)).

Etapa embrionaria

Etapa posembrionaria

- fase posnatal
- fase juvenil
- fase clitelada (en crecimiento y en decrecimiento)
- fase senescente

Etapa Embrionaria

Transcurre en el interior del capullo, el cual es depositado por el adulto en el suelo, en la capa superficial de la litera o algo más abajo si las condiciones ambientales no son las mejores. Los capullos son amarillo limón en algunas especies, pardos o blancos, y generalmente se vuelven más oscuros según envejecen.

Los capullos pueden contener un número variable de embriones que fluctúa según las condiciones ambientales. La fertilidad depende en primera instancia de la especie. También la viabilidad de los embriones depende de los factores externos, así como el periodo de incubación de éstos.

Etapa Posembrionaria

Abarca el resto del ciclo de las lombrices, es decir, desde que nacen hasta que mueren.

Fase posnatal: comienza con la emersión de la lombriz, se caracteriza por la escasez de pigmentos en el tegumento, por lo que se observan a través de éste algunos órganos internos como el tubo digestivo y el sistema circulatorio. Dura aproximadamente 10 días, aunque su culminación no es posible definirla con exactitud.

Fase juvenil: se extiende a partir de la fase anterior y concluye con la aparición del clitelo. Se caracteriza por una gran actividad y dinamismo mostrados por los individuos y un elevado crecimiento en tamaño y peso. La duración depende de la especie y las condiciones ambientales. Dentro de esta fase suele incluirse la anterior.

Fase clitelada: Comienza con la aparición del clitelo y se caracteriza por la presencia de esta estructura, así como por la puesta de capullos. En esta fase se observan dos periodos, uno en el que los animales continúan creciendo y otro más largo o de meseta en el que los animales se estabilizan o pierden peso y tamaño. Se puede observar deterioro o lesiones en el clitelo durante los picos de máxima puesta de capullos.

Fase senescente o posclitelar: es poco definida en algunas especies, como *E. eugeniae*, pues el decremento de peso y la longitud corporal de los animales no coincide con la aparición del clitelo. Éste desaparece sólo cierto tiempo antes de la muerte de los animales. En otras especies esta fase comienza con la desaparición del clitelo. También se caracteriza el individuo senescente por la pérdida de la brillante iridiscencia en la coloración, que por lo general se hace más oscura o parda.

La duración del ciclo y sus fases están en estrecha relación con las condiciones de alimentación, humedad, temperatura y pH del sustrato.

3.3 Especies de Interés para la Lombricultura

De las aproximadamente 3 100 especies componentes del grupo zoológico al que pertenecen las lombrices de tierra (Oligochaeta), sólo algunas cuantas cumplen con los requisitos para ser empleadas en la lombricultura. Las características para que una especie de lombriz pueda ser considerada apta para la comercialización son las siguientes:

- Ciclo de vida corto.
- Altas tasas de crecimiento y reproducción (capullos/lombriz y lombrices/capullo).
- Tolerancia a un rango de pH más o menos amplio.
- Posibilidad de vivir en altas densidades de población.
- Adaptables a la manipulación o manejo.
- Alta tasa de consumo de materia orgánica.
- Capullos resistentes a la desecación y a la acción mecánica externa.
- Deben ser lombrices epigeas.

Principales especies empleadas

Del género *Eisenia* se conocen varias subespecies:

Eisenia foetida. Perteneció a la familia Lumbricidae. De origen europeo, tal vez sea la más difundida en la práctica de la lombricultura. Es llamada lombriz de estiércol, híbrido rojo californiano, lombriz tigre o lombriz cebra, ya que presenta bandas amarillas que alternan con rojo. En la década de los cuarenta fue la precursora de la lombricultura norteamericana. Se emplea en los Estados Unidos, España, Italia, Japón y algunos países latinoamericanos. Es una de las especies más utilizadas en la lombricultura y por lo tanto la mejor estudiada como procesadora de materia orgánica y como fuente proteica.

Eisenia andrei. Pertenece a la familia Lumbricidae. Origen europeo. Hace relativamente poco tiempo se separó, como especie, de *E. fetida* (se consideraba una sola). Algunos autores la tratan como subespecie. No presenta las evidentes amarillas de *E. foetida*.

Lumbricus rubellus. Pertenece al a familia Lumbricidae, de origen europeo. Es conocida también como híbrido rojo californiano, lombriz roja, roja inglesa, etcétera.

Perionyx excavatus. Pertenece a la familia Megascolecidae, de origen asiático. Conocida como "lombriz roja de Taiwán", se utiliza en Filipinas y Asia en general es como especie de cría. Fue introducida en Cuba en 1982. Es la menos difundida.

Eudrilus eugeniae. Pertenece al a familia Eudrilidae, de origen africano. Distribución pantropical, conocida como ramera nocturna africana, lombriz africana, roja africana, gigante roja, lombriz azul, etc. Es la de mayor tamaño y presenta tonalidades azules o violetas sobre su color rojo vino. Tiene altas tasas de reproducción, de crecimiento y conversión. Es la más utilizada para la pesca deportiva. Aun criándolas en áreas climáticas en regiones frías su precio alcanza de 2 a 2.5 veces más que el que paga por *L. Rubellus* en el mercado de los Estados Unidos. Es criada en Brasil, Cuba, sur de los Estados Unidos e Inglaterra, entre otros países. (Reinés, *et al* 1998 (a)).

3.4 Ecología de las Lombrices

Las lombrices en la naturaleza se encuentran en diversos ecosistemas. Poseen un amplio rango de variabilidad distinguiéndose su estrategia, adaptativa, existen tres tipos ecológicos de lombrices (Capistran, *et al* 2001).

Las lombrices han sido clasificadas ecológicamente de acuerdo con sus hábitos alimenticios, profundidad a la que se encuentran y al tamaño de los individuos. Con base en esta clasificación se define su función y participación en la mejora del suelo. Unas prefieren la capa arable y otras, capas más profundas, según el tipo de lombrices del que se trate (Cuadro 5), (Martínez, 1996).

Cuadro 5. Estructura funcional de las comunidades de lombrices de tierra.

Categoría Ecológica	Tamaño	Color	Alimento	Barrenación	Perfil de población	Resistencia
Epigeas	Pequeño	Rojo	Hojas, materia orgánica en descomposición	Deficientes para barrenar	a	Cápsulas
Anécicas	Mediano a Grande	Café oscuro	Hojarasca con tierra	Vertical	b	Diapausa
Endógeas (Ologohúmicas, polihúmicas)	Pequeño a mediano	Gris, rojo o no pigmentadas	Tierra, raíces muertas	Más o menos horizontal	Oligohúmicas b Polihúmicas a	Quiescencia

(Fuente: Martínez, 1996).

Los tipos por preferencia de alimento son variables; unas prefieren ubicarse en lugares con grandes cantidades de materia orgánica, otras especies prefieren tierra, lodos o fangos (Cuadro 2), (Martínez, 1996).

a: Presentan un equilibrio entre una alta mortalidad que se contrarrestar con alta fecundidad y rápido desarrollo.

b: Equilibrio entre baja fertilidad y crecimiento lento con una mortalidad baja.

Cuadro 2. Clasificación de las lombrices por el tipo de alimento

Categoría Ecológica	Alimento
Geófaga	Tierra
Limifagas	Lodos, fangos
Saprófagas	Materia orgánica en descomposición

(Fuente: Martínez, 1996)

Las lombrices epigeas son las que viven en la superficie y por ello presentan alta tasa reproductiva, intensa coloración, elevada actividad y ciclo de vida corto y tamaño pequeño, dentro de este grupo se encuentran las lombrices seleccionadas para la cría masiva (Anónimo, 2001).

Las lombrices endógeas, viven en el interior del suelo y se clasifican en polihúmicas, mesohúmicas y oligohúmicas, de acuerdo a la concentración de humus en el estrato donde se encuentran poli-mucho, meso-mediano, oligo-escaso, las últimas viven en el estrato más profundo donde la materia orgánica es escasa. A diferencia de las epigeas, las endógeas son de coloración pálida, baja tasa reproductiva y gran tamaño y hacen galerías horizontales y rectas.

Las anécicas son especies de importancia en los suelos agrícolas, hacen galerías verticales y horizontales y se mueven en la superficie al interior, mezclando las arcillas con el humus o capa vertical superficial, facilitando la mezcla y mejorando los suelos.

3.5 Fauna Asociada a la Cría de Lombrices

Independientemente de su acción sobre el suelo, las lombrices ocupan un lugar importante en los ecosistemas como fuente de alimento de numerosos animales, fundamentalmente vertebrados y también de algunos invertebrados. Desafortunadamente, todavía resulta escasa la información de que se dispone sobre la cantidad de lombrices consumidas por sus depredadores. La elevada biomasa de lombrices, su escasa capacidad para defenderse y sobre todo su valor nutritivo (60-77% de proteína en peso seco) explican su importante lugar en las cadenas alimenticias (Reines, *et al*/1998_(a)).

Los lechos o canteros de las crías comerciales también constituyen centros de atracción para una numerosa fauna en busca de protección, refugio o alimento y que se implanta temporal o definitivamente. Estos animales establecen con las lombrices determinados tipos de relaciones, ya sean antagónicas o no.

Desde que la deyección de los diferentes animales son depositadas en los lechos o canteros, comienza, por efecto del medio, un proceso paulatino de descomposición (*op cit*). La lista de supuestos predadores, parásitos y competidores comprende diversos invertebrados (protozoarios, gusanos planos, ciempiés, insectos, etc.) y vertebrados (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) (Schuldt, 2001). En este proceso participan ya que encuentran un medio propicio en esta rica fuente de alimento y de acuerdo a su requerimiento físico-ecológico irán colonizando este ecosistema. Gran variedad de grupos van a cohabitar con las lombrices cuando las excretas son adecuadas a las crías en el proceso de alimentación, formando parte de la comunidad que puebla la materia orgánica y ayuda a la descomposición de la misma (Reines, *et al*/1981). Utilizan la

comunidad de descomposición de las lombrices como los criptozoos, escondrijos y otros son los enemigos de las lombrices de tierra.

Vale la pena aclarar que el hecho de que un animal comparta su hábitat, no necesariamente hace de éste, un depredador de la lombriz. Es así como la fauna de nuestro lecho puede estar integrada por ciempiés, arácnidos y muchos otros animales. Ellos comparten el hábitat de la lombriz simplificándole su trabajo ya que al contar con un aparato bucal masticador, muelen la materia orgánica y le facilitan la ingesta (Bollo, 1999).

En la siguiente cuadro (6) se resumen la mayoría de los organismos que pueden encontrarse presentes, el grupo taxonómico a que pertenecen, sus hábitos alimentarios y nombre común. Durante el desarrollo de la Lombricultura en un área en particular pueden aparecer otros organismos no mencionados.

Schuldt (2001) menciona a las gregarinas (un protozoo) de las espermatecas, que castran a las lombrices, es desconoce la prevalencia de esta patología en el área, y en consecuencia su incidencia en el potencial reproductor de las lombrices. Esta patología se relaciona con situaciones de estrés derivada de poluentes, tales como metales pesados en los suelos.

La instalación de hormigueros en las partes más elevadas de los lechos es frecuente, tratándose en primera fase de competidores, secundarios, pueden ejercer cierta predación sobre las lombrices juveniles, existen especies de hormigas carnívoras, muy activas las cuales pueden causar problemas en el criadero. Son de clima tropical y de tamaño grande, Bollo (1999), observó hormigas sacando cápsulas y lombrices juveniles del lecho sin ningún problema. Ferruzzi (1994) sugiere el control químico para las hormigas. Este tratamiento no es muy recomendable por la contaminación del área de cría y el medio. Un buen control de las hormigas se logra con el agua (Reines, *et al* 1998 (a)), así mismo Schuldt (2001), sugiere el combate por remoción del nido, riego directo o piretroides y piretrinas y Bollo (1999) habla de combatir las con aire.

Las cochinillas (crustaceos isópodos) son muy abundantes en los lechos, constituyendo un indicador de un proceso de compostaje sin inconvenientes. Contribuyen al desmenuzamiento del sustrato. Contrariamente, la presencia de moscas con el vientre de colores metálicos se asocia a malos olores, siendo indicio de excesos de proteínas. Otro artrópodo frecuente son los ácaros (este grupo alberga especies de vida libre ligadas al suelo -desmenuzadores- así como parásitos de vegetales y animales, siendo probable que la mayoría pertenezca al primer grupo y colabore en la formación del detrito) (Schuldt, 2001).

Los principales organismos perjudiciales a las crías de lombrices son los carnívoros (aves, mamíferos, reptiles y planaria terrestre), los que pueden convertirse en plaga mediante un mal manejo de la población ya que todos ellos pertenecen a esa comunidad y siempre que se den las condiciones estarán presentes. De alguna u otra manera podrán ser controlados y lo más importante es hacer un manejo adecuado del proceso de lombricultura. En tal caso estaremos en presencia de una población fuerte y el efecto de los enemigos será menor estará comprendido dentro de las pérdidas de resistencia ambiental (op. cit).

Por lo regular las aves que se alimentan de lombrices lo hacen ocasionalmente, no escarban para buscarlas, en general se alimentan de los insectos que se encuentran en la capa superior del lecho (Bollo, 1999).

Las planarias son enemigos de envergadura de las lombrices, pudiendo reducir significativamente las poblaciones. Son muy difíciles de detectar ya que se cubren de partículas de materia orgánica que se adhiere fuertemente a la superficie mediante el pegamento segregado por ellas. En relación con los daños que pueden causar los organismos de la fauna asociada a las camas de las lombrices, lo más importante es comprender que no podemos erradicar parte de las pirámides alimenticias de la cadena de la naturaleza, pues siempre estarán presentes cada vez que se repitan las mismas condiciones; pero si se pueden reducir los posibles daños a las crías, proporcionándoles a las lombrices las mejores condiciones para su desarrollo (op cit).

Gran número de animales, como se muestra en la tabla, no son saprófagos, es decir, se alimentan de materia orgánica descompuesta y ayudan al proceso de descomposición de materia orgánica (composteo) como por ejemplo los ácaros en su mayoría.

En las crías de lombrices pueden encontrarse entre los grupos de invertebrados: insectos (Collembola, Coleóptera, Blattoptera, Dermaptera, Thysanoptera, Hemiptera, Homoptera, Diptera, Hymenoptera), Arácnidos (Acarina, Aranae, Pseudoescorpionida), Isópodos, Diplopodos y Quilopodos (Reinés, *et al* 1998 ^(a)).

Ruíz, M. (1993) (tomado de Reinés, 1998 ^(a)) estudió la fauna de invertebrados asociada a la cría de *E. Eugeniae* y observó que el nivel trófico presente en la comunidad de descomposición corresponde a 10.9% de herbívoros, 11.6% carnívoros, 10.9% frugívoros (comedores de hongos) y 66.8% al de saprófagos (descomponedores de materia orgánica).

Algunos autores plantean que cuando se cubren las camas con una cobija de diferentes materiales aumenta la densidad de fauna asociada (Cuevas, 1987; Ruíz, op cit) probó que no existe deferencia significativa, lo que ocurre es que al levantar las cobijas se ve directamente los organismos, que de no existir esta cubierta se encuentran escondidos en los fragmentos de materia orgánica de la superficie del cantero para protegerse de los rayos solares y la desecación.

Algunos nemátodos y otros helmintos pueden ser parásitos de las lombrices de tierra y se encuentran en la cavidad celómica en muchos casos, en simbiosis con las lombrices sin causarle daños aparentes.

Existen cuatro tipos de asociaciones entre los nemátodos y las lombrices, las cuales fueron clasificadas por Poinar (1978) según sigue: (Foréticos, Paraténicos, Intermediarios y Parasítidos) (op cit).

- a) Foréticos. Se presentan en las lombrices en estadios inactivos (de vida libre). En los sistemas excretores o celoma no dañan a las lombrices.
- b) Paraténicos. Estadios juveniles de nemátodos, no dañan a las lombrices y se desarrollan en el huésped cuando éste ingiere las lombrices.
Solo los parásitos son letales para las lombrices de tierra.

Cuadro 6. Relación de grupos taxonómicos de la fauna acompañante de las camas de lombrices de tierra

GRUPO TAXONOMICO	NOMBRE COMUN	HABITOS ALIMENTICIOS
INVERTEBRADOS		
INSECTOS		
Collembola	Cola de plata	Esporas, hongos, materia orgánica en descomposición
Protura		Materia orgánica descompuesta
Ortoptera	Grillos	Tallos, hojas y raíces
Blatoptera	Cucarachas	Alimentación variada
Isoptera	Comejenes	Celulosa, tejidos de las plantas
Dermaptera	Tijerillas	Depredadores de otros insectos (Coleópteros, Colémbolos)
Thysanoptera	Trips	Depredadores de ácaros
Homoptera	Chincheds	Materia orgánica
Coleóptera	Escarabajos y gallinas ciegas	Materia orgánica, vegetales o invertebrados
Diptera	Moscas	Materia orgánica en descomposición, son alimentos de ácaros y larvas de Coleópteros
Psocoptera	Piojos	Micelio de hongos o tejidos de las plantas
Hymenoptera	Avispas y hormigas	Insectos o plantas, parásitos de insectos.
Nematodo	Nematodo	Depredadores de invertebrados o se alimentan de materia orgánica, parásitos y simbioses de las lombrices
ARACNIDA		
Acarina	Ácaros	Depredadores o se alimentan de materia orgánica
Escorpionida	Aiacranes	Depredadores de invertebrados
Aranae	Arañas	Depredadores de invertebrados
Pseudoescorpionida	Pseudoescorpiones	Pequeños artrópodos
MALACÓSTRACA		
Isopoda	Cochinitas o puerquitos	Materia orgánica en descomposición
Diplopoda	Ciempiés	Materia orgánica vegetal en descomposición
Chilopoda	Ciempiés	Depredadores de pequeños artrópodos
PLATYHELMINTES	Gusanos planos, planarias terrestres	Depredadores de artrópodos, huevos y lombrices de diferentes estadios
REPTILIA	Majacito ciego, majaes, jubos	Depredadores de lombrices y otros invertebrados
MAMIFEROS	Ratas, ratones (Rodentia), musaraña	Depredadores de pequeños artrópodos y lombrices
MARSUPIALIA	Tlacuaches o zarigüeyas	Depredadores de pequeños artrópodos y lombrices
EDENTATA	Armadillos	Depredadores de pequeños artrópodos y lombrices
GASTROPODA	Babosas	Materia orgánica vegetal
AVES	Pájaros escarbadores	Carnívoros, comen lombrices en diferentes estadios y otros invertebrados en general

(Reines, *et al* 1998,_a)

4. TIPOS DE PRODUCTORES

Al estudiarse los sistemas y métodos de crianza de las lombrices, se ha podido constatar que el proceso puede llevarse a cabo desde niveles caseros, en depósitos en pequeña escala, así como también en mayores instalaciones en donde se pueden procesar grandes volúmenes de material. En todos los casos, resulta igualmente posible controlar y manejar apropiadamente las poblaciones y producir abono orgánico de óptima calidad (Capistrán, *et al* 2001).

De acuerdo a lo anterior los desarrollos de lombricultura los podemos dividir en base a la magnitud del proyecto en Productores Caseros y en Productores Comerciales, este que a su vez se divide en Productores Pequeños y Medianos y en Productores Grandes (Industriales), los cuales se describen a continuación:

Productores Caseros

El desarrollar actividades de lombricultura a nivel casero es una alternativa perfectamente válida, ya tenemos la posibilidad de reciclar los desechos generados de la cocina, los jardines y de nuestras mascotas.

Se presenta a continuación algunos concejos y prácticas de fácil aplicación, para la transformación de los residuos orgánicos por medio de la lombricultura a nivel casero. La pequeña escala o escala familiar garantiza al productor una fuente permanente de abono orgánico, que nos servirá para fertilizar nuestras plantas, jardines y macetas, además de aportar un poco a la solución del problema del manejo de la basura existente en todas las ciudades.

Es necesario establecer, en nuestro jardín, un área donde ubiquemos el lecho (a nivel del suelo), el cual no deberá ser muy grande, Bollo (1999), recomienda para iniciar un lecho de un metro por un metro. La preparación del alimento o cama de descomposición, se pondrá a un lado del lecho, en ella se pondrán todos los recursos que podamos recolectar tanto de la cocina como del jardín. Para evitar la presencia de moscas, convendrá utilizar el pasto cortado como cobija para la cama.

Este material se regará en forma regular (ver Riego y Humedad) para mantener su humedad y lo airearemos para evitar los malos olores. Una vez que la primera cama este lista, llenaremos el lecho y podremos inocular o sembrar con las lombrices (op cit).

Existe una amplia gama de diseños equipos y adaptaciones que son aplicables en el medio urbano, un ejemplo son las cajas ecológicas, se pueden construir con diferentes materiales o en recipientes sencillos, como podrían ser cajas de madera, recipientes plásticos, etc. , o con mallas metálicas, todo esto para facilitar el almacenamiento y la aireación lateral, al igual que su revisión, su mantenimiento y la extracción de la composta al final del proceso (Capistrán, *et al* 2001).

Cuando se tenga un espacio mayor disponible o cuando el volumen de desecho es mayor, es más conveniente y más duradero construir un depósito permanente y adecuando con materiales de construcción como ladrillos (op cit).

Productores Comerciales

Cuando los volúmenes de los residuos orgánicos son altos, como el caso de los estiércoles animales en grandes establos o de residuos vegetales de cosechas, de parques y jardines, resulta más conveniente utilizar diseños modulares con materiales de construcción o establecer lechos directamente en el suelo para un manejo más sencillo y menos costoso.

Este tipo de productores podemos dividirlos en:

Productores Pequeños y Medianos

Aquellos productores que tienen una mayor superficie de terreno disponible, tienen dos opciones: primera, trabajar en su proyecto para obtención de abono y productos requeridos para su familia y segunda, aprovechar el área disponible para incrementar su criadero y generar trabajo, como mano de obra en la cosecha y la separación de abono y así obtener un ingreso extra por venta de abono.

No sólo el abono es comercializable, sino también la lombriz (biomasa), que puede venderse como pie de cría, como carnada para pesca o bien se le puede incluir en la alimentación de especies menores presentes en la granja. Así se produce alimento de carne de lombriz, tanto para lo animales de la granja como la comercialización.

Por lo regular para un productor pequeño o mediano no es necesario utilizar maquinaria, los interesados en esta escala son los productores primarios ellos generan sus propios residuos (rastrojo de maíz, estiércol, etc) y gran parte del humus obtenido lo utilizan en su consumo.

Productores Grandes (Industriales)

En este tipo de proyectos el área de producción es muy variable, aunque generalmente va de los 1,000 hasta los 10,000 m² o más. Estos proyectos se establecen en ranchos lecheros o en lugares donde se generan grandes volúmenes grandes de desechos orgánicos. El objetivo principal es la comercialización del abono, tanto puro como en diferentes presentaciones, peletizado, en geles, líquido o en mezclas en las que se incorporan los elementos necesarios para lograr una fórmula determinada. Por manejarse un área grande en este tipo de explotaciones, en un plazo corto de tiempo se presenta un excedente de carne de lombriz, el cual se convierte en harina o bien se establecen estanques para la producción de peces o ranas, siendo la lombriz la principal fuente de alimento. No es rentable si no mecanizado ya que se utilizan grandes cantidades y sería muy costoso pagar mano de obra.

5. TÉCNICAS DE CULTIVO

Estas técnicas de cultivo van dirigidas a los productores comerciales. La lombricultura es un proceso biotecnológico que al parecer es sencillo de aprender. Pero hay que tener en cuenta diferentes aspectos para un desarrollo adecuado de la tarea.

Esta biotecnología no es un proceso absoluto aplicable a todas las condiciones y lugares, cada lugar presenta sus particularidades y debe corregirse en la práctica, tomando como base los conocimientos adquiridos y el criterio de los especialistas.

5.1 Requisitos Básicos para Seleccionar el Área

La localización del lugar es un factor de gran significado. Está determinado por la magnitud y proyección de acuerdo a los objetivos alimentarios, por lo que las dimensiones pueden ser variadas. El área de cultivo extensivo generalmente se considera una unidad de una hectárea para facilitar la mecanización en caso necesario. Para seleccionarse deben tenerse en cuenta los requerimientos de la lombriz. Conociendo las características y hábitos de la vida de ellas, podemos determinar los lugares con óptimas condiciones para su establecimiento.

Requerimientos básicos del área:

- a) **Buen drenaje.** Teniendo en cuenta las características del clima en el que se suceden épocas de sequía, de lluvia, considerando que durante las lluvias pueden producirse inundaciones, es requisito indispensable que el área se encuentre en una zona elevada con buen drenaje.
- b) **Protección contra el exceso de sol.** Las lombrices son más activas en la oscuridad y mueren o se trasladan a estratos inferiores cuando están en presencia de la luz solar directa, por ello deberá escogerse preferentemente un lugar sombreado, el lugar ideal será bajo una arboleda (el único inconveniente de tener árboles es que las raíces lleguen a penetrar los lechos) o aquel en que se puedan quedar crear condiciones artificiales de sombra. Podría emplearse el método de viveros o planta de sombra no tóxica. Esta protección contra fuerte iluminación no sólo facilita la actividad de las lombrices, las que se alimentan superficialmente sino además las protege de los fuertes vientos, disminuye la evaporación y por lo tanto en consumo de agua, así como el golpeo excesivo del agua de las precipitaciones o fuertes tormentas sobre la superficie, durante el riego.
- c) **Suministro de agua.** Como se menciona, las lombrices respiran por la piel que debe de estar húmeda y más del 70%.

La procedencia del agua puede ser diversa: subterránea, de pozo, de lluvia, presa o acueducto. El agua de lluvia es muy buena para las crías y puede emplearse siempre que pueda ser recolectada.

A los otros procesos de agua debe considerarse su pH, contenido de Cl y sales (Reinés, *et al*/1998 ^(a)).

En general es necesario tener en cuenta que las aguas no deben estar contaminadas con productos nocivos a las lombrices, como pesticidas, desechos industriales (ácidos, sales, sosa, etc.) y fertilizantes, que pueda dañarlas.

d) Protección del lugar.

Un criadero de lombrices es un lugar atractivo para los aficionados a la pesca y los curiosos, así como para los animales domésticos y de corral. Por lo que debe protegerse con una cerca perimetral.

e) Fuentes de alimentación. Es requisito indispensable para el establecimiento de un área de cría el contar con suficiente materia orgánica biodegradable disponible cercana al lugar. La relación entre la cantidad de alimento disponible y dimensiones del área debe ser proporcional. Una de las limitantes de la lombricultura es el alimento, ya que de la cantidad de alimento que se tenga es el crecimiento que se le da a la planta.

f) Mantenimiento. El área de lombricultura al igual que cualquier área de trabajo debe mantenerse limpia de yerbas y residuos que no solo dañen el ornato sino además crean refugios o criptozoos para las lombrices y para animales ajenos a la actividad que puedan convertirse en plaga: ratas, ratones, etc. Los residuos vegetales, yerbas, hojarasca, etc. que se recojan del lugar si no se van a emplear en la alimentación deben eliminarse pero nunca quemarse ni por muy alejada que se encuentren los criaderos. Estos materiales se pueden compostear en un área seleccionada a tal efecto y en un determinado momento servir para el proceso de alimentación, como una reserva que se transformará también en humus y también que no se deben de usar para eliminar las plagas como ratones, hierbas no se debe utilizar ningún pesticida.

5.2 Pie de Cría

El pie de cría es la población inicial (cantidad de lombrices) con lo que se inicia la cría, en el proceso de lombricultura generalmente se concederá un pie de cría 1 kg de lombrices, otros autores se refieren al pie de cría en número de individuos, de diferentes estadios y capullos.

Ferruzzi (1979), describe distintas maneras de adquirir el pie de cría:

a) Por unidades: se trata de animales, todos ellos adultos, de los cuales se pesa una medida base; por ejemplo, 1 kg.

b) Por peso: se trata de animales de todos tamaños, excluidos los huevos y los recién nacidos.

c) Por lecho: por lecho se entiende la unidad base americana que mide 1 x 2 m de base con una altura de 15 cm. Este lecho contiene aproximadamente 100,000 individuos de diferentes tamaños

así como huevos o cápsulas y lombrices recién nacidas, junto con su sustrato que constituye la base de su hábitat y la comida para sobrevivir durante 10-15 días.

El traslado del pié de cría debe realizarse con sustrato de forma tal que no se dañen los organismos los cuales estarán sometidos a movimientos, por lo regular se utilizan cajas especiales de madera con tapa y agujeros para el drenaje o cajas simples de fruta, según sea el medio de transporte utilizado.

El sustrato puede ser el propio humus o una mezcla de diferentes materiales procesados que aseguren la higiene del pié de cría seleccionado. En Cuba se emplea con éxito una mezcla de acículas de pino procesadas como producto que sirvan de alimento temporal para el tiempo de travesía (Reines, *et al* 1998 ^(a)).

Las lombrices pueden trasladarse como equipaje de mano o contenedores de mayor tamaño de material aislante. El traslado de las lombrices debe llevarse a cabo en las primeras horas de la mañana o de la noche, para evitar que los cambios de temperatura las afecte (op. cit.).

5.3 Siembra o Inoculación de Lombrices

La inoculación o siembra es el procedimiento mediante el cual colocamos las lombrices por primera vez en nuestros lechos o canteros de pié de cría o en canteros de producción, según sea el caso (Reinés, *et al* 2001). Al recibir los pies de cría deben estar creadas las condiciones para la siembra.

Entiéndase los contenedores (lechos, canoas, canteros, etc.) deberán estar listos para depositar los pies de cría, que lleva tiempo en su traslado. Es decir con 7 días de anticipación y haber depositado una capa de 10/15 cm de casting o de excretas degradadas de más de tres meses.

La inoculación se realizará con 1 kg de biomasa de lombriz por m². Después de verificar estas condiciones se procede a ir depositando la cantidad de lombrices que sea posible coger con la mano. Se deposita una capa de alimento con las condiciones requeridas en el centro del lecho o canteros, dejando a los lados y/o extremos un borde libre, se riega ligeramente cubre la superficie con algún compuesto cobija que proteja de la erosión, y del ataque de animales. Cubrieron con esto toda la superficie. Las cobijas tienen varios objetivos, entre los que se encuentra amortiguar el golpe fuerte del agua del regadío o lluvia, mantener un micro-clima húmedo entre la superficie del sustrato y protege a las crías de la incidencia directa de los rayos del sol y animales que llegan en busca de alimentos.

El fin del ciclo poblacional está enmarcado para un óptimo aprovechamiento, en 90 días a partir de la siembra, momento en el cual el crecimiento de las poblaciones es máximo y de a partir de ahí decrece esta, ya que el espacio se convierte en una limitante para su crecimiento.

Por lo tanto en este momento después de realizar el muestreo de control de la población. Cuando las crías están en su máxima densidad de 4-6 kg/m² es necesaria su división. Para conocer que es momento propicio de desdoble, cosecha o reinoculación es necesario realizar muestreos poblacionales (los cuales se describen más adelante).

5.4 Humedad y Riego

La humedad y la alimentación se consideran como los factores más importantes para las lombrices. Estos animales no tienen un mecanismo de conservación de agua adecuado, requieren de humedad en la pared corporal para su respiración y pierden mucho agua en la orina. Sin embargo, resisten la pérdida de agua hasta en un 75%. Como mecanismo de defensa ante la falta de humedad, la lombriz reduce al máximo su superficie corporal haciéndose nudo o bolita. El agua también es importante en su sistema locomotor, ya que la presión hidráulica del líquido celomático no se da si el contenido de agua del cuerpo se reduce en más del 15%. Hay que recordar que en la lombriz, entre 80 y 90 por ciento de su peso vivo es agua (Reines, *et al* 1998 ^(a)).

Por último podemos concluir que la falta de agua reduce el movimiento de la lombriz, afectando directamente la sobrevivencia, afectando su reproducción y se reduce la liberación de huevos o capullos. Por lo tanto, debe adicionarse agua y materia orgánica, al suelo en la cantidad suficiente para conservar la humedad que requieren las lombrices para satisfacer sus necesidades vitales y para su supervivencia. Es por esto que el riego debe ser periódico, y además que controla la temperatura. Si la temperatura del sustrato aumenta debe bajarse con varios riegos en el día. Las lombrices deben humedecerse hasta en un 80%, evitando el fuerte golpe del agua sobre el sustrato amortiguando la descarga con la mano o regadera.

Para el sistema de riego se pueden utilizar diferentes métodos desde baldes, mangueras o más sofisticados como riego por microaspersión o sistema de riego por goteo. Como ya se ha mencionado el riego es muy importante tanto para la materia orgánica en descomposición, para los lecho, así como para las lombrices.

5.5 Alimentación

Las lombrices seleccionadas para la práctica lombrícola se alimentan de productos de desechos previamente fermentados (compostas orgánicas) biodegradables como:

- a) Excretas de animales (vaca, cerdo, conejo, caballo, ovino, paloma).
- b) Residuos vegetales (pseudotallo de plátano, cascarilla de arroz, pulpa de café, frutas, vegetales, bagazo, estopa de coco).
- c) Residuos industriales (cartón, papel, textiles, residuos de la industria tequilera).

Las lombrices para su desarrollo necesitan alimentos con suficientes proteínas, vitaminas, celulosa, etc.

El contenido proteico no debe ser superior al 15%, pues dañaría a las lombrices ocasionando su muerte. En la tabla 1 se puede observar el contenido de nitrógeno de la galliaza y de la paloma es alto, con respecto a los otros residuales, por lo que se deberá tener en cuidado con ellos al alimentar a las lombrices.

5.5.1 Proceso de Adecuación de los Residuos (Proceso de Semicomposteo)

Es importante tener en cuenta que las lombrices para su desarrollo necesitan que alimento tenga condiciones adecuadas.

Un alimento estará en óptimas condiciones si:

1. **Contenido de humedad.** Debe ser una mezcla saturada por encima de la capacidad de campo (80%). Aunque el estiércol se almacena para asegurar la alimentación de las lombrices, debe humedecerse para facilitar la fermentación.
2. **Temperatura.** La temperatura óptima del sustrato debe ser entre 24 y 27⁰ C, se tendrá cuidado pues en proceso de fermentación las temperaturas se elevan y pueden aumentar el calor de los lechos.
3. **Consistencia.** Debe estar lo más suelta posible, pero no por la falta de agua. En ocasiones el estiércol está suelto, por el bajo contenido de agua y permanece intacto al almacenarse, no fermenta por la falta de humedad. Es necesario previamente humedecerlo, dejarlo reposar y comprobar los indicadores señalados, antes de emplearlo como alimento.
4. **Alcalinidad o acidez.** La concentración de H⁺ limita la distribución de las poblaciones de lombrices, se clasifican en ácido-tolerantes o no y unimodos. Las últimas son insensibles a la variación de la concentración de ión de H⁺. Las especies de lombrices que se emplean en la lombricultura soportan cierto grado de acidez. Para determinar estos parámetros se emplean métodos tradicionales, papel de tornasol o un ph-metro. El pH se da en una escala de 0-14, la lombriz vivirá en un pH de 6.5-8.5. Para los países europeos se plantea 7 pH, en el trópico una materia orgánica con 7 pH ya está degradada y no constituye alimento para las lombrices.
5. **Sustancias tóxicas.** En ocasiones puede ser el sustrato contener residuos y estar contaminado por diferentes productos empleados en la limpieza y el control de plagas de las áreas de cría de animales estabulados. Es necesario estar seguro de que los productos que servirán de alimento para las lombrices no se encuentran contaminados con químicos y tóxicos a ellas.

No deberá suministrarse alimento que no presente características señaladas.

Por otro lado hay que señalar que si el alimento está muy viejo, tiene apariencia negra terrosa, desprovisto de olor y su pH es de 7, quiere decir que ya está degradado, y como resultado ya no sirve de alimento y no nutre a las lombrices.

6. Como norma se debe alimentar una vez por semana, depositando superficialmente una capa de 10/15 cm de alimentos.

5.5.2 Cantidad y Periodicidad de Alimentación

Para que sea un alimento óptimo para la lombriz, este no requiere que este completamente composteado ya que una composta madura ya no servirá como buen alimento. Como norma debe alimentarse lechos o canteros una vez por semana depositando superficialmente una capa de 10-15 cm de alimento, aunque esto depende de la cantidad de lombrices que se tengan por área.

Al suministrar el alimento no debe cubrirse toda la superficie, sino dejar bordes sin alimentar, recuerde que las lombrices necesitan de oxígeno y al depositar una capa continua en la superficie es como si cubriéramos totalmente con alguna capa impidiendo la salida de los gases que se producen en el proceso fermentativo y de alimentación, pudiendo dañar a las crías.

Después de algunos días pasará el peligro por la acción de la aireación de las lombrices en la materia orgánica. No todos los tipos de materia orgánica tienen para las lombrices la misma gustación, algunas de ellas son más nutritivas, también son más rápidamente degradadas, a ello hay que agregar que aunque se siembre 1 kg/m^2 esto se va incrementando y por lo tanto el consumo de materia orgánica. Es por ello necesario verificar la necesidad de alimentar las crías, pudiendo reducir el ciclo de alimentación.

Esto se puede verificar por la apariencia de la superficie del sustrato. Cuando el alimento está degradado toda la materia que encontramos es humus (casting), es decir deyecciones de las lombrices, cuyas características se señalaron anteriormente.

No es conveniente aumentar el grosor de la capa de alimento aunque en países fríos "los lechos invernales" (Ferruzzi, 1979), contenga el doble de alimento que el necesario, ya que en las condiciones del trópico los procesos fermentativos son intensos y por alargar el periodo de alimentación se suministran más alimento, conduciría a un sobre calentamiento de los lechos y como consecuencia se debilitarán y morirán gran parte de la población, lo que facilita el ataque de plagas y enfermedades. Recordemos que cuando aumenta la acidez, las lombrices se tornan flácidas entre otras cosas, se estrangulan, dañándolas hasta ocasionar su muerte.

Cuando aparecen espacios en la superficie sin alimento (grandes fragmentos de materia orgánica) aunque aún queden fragmentos en otros lugares, es indicio de que las lombrices no tienen alimento y es necesario agregarle.

Si nos percatamos de que ha habido un exceso de alimentación y aumento de la acidez, es necesario someter los lechos a intenso riego, remover el alimento y cubrir la superficie con una cobija porosa rica en celulosa (papel, pastos), después verificar su pH. (Reinés, *et al* 2001).

5.6 Muestras

El muestreo es una actividad sistemática que debe realizar el lombricultor con el objetivo de evaluar el estado de la población y de sus crías. Sirven para:

- Conocer el estado de las poblaciones de las lombrices.
- Conocer el momento óptimo de cosecha o desdoble.

Consiste en tomar muestras de 20 X 20 x 30cm a lo largo del cantero. Cada muestra se debe dividir en estratos de 10 cm. De cada estrato se extraen las lombrices adultas, las juveniles, fragmentos y los capullos; se cuentan y se pesan y luego se devuelven al cantero.

El equipo para muestrear consiste en un cuadro preferentemente de láminas metálicas donde se marcan los estratos de 10 cm cada uno. Se entierra en el sustrato y por su lado sin pared se extraen los estratos con ayuda de una pala de jardinería.

El muestreo debe hacerse mensualmente y determina (ind./m²) y biomasa (kg/m²).

El muestreo dice:

- Donde se encuentran las lombrices (en qué estrato).
- En qué cantidad.
- Composición de la población.

¿Dónde se encuentran?

Las lombrices empleadas en la lombricultura son epigeas y se alimentan en los estratos más superficiales; normalmente deben encontrarse en los primeros 20 cm. Si las condiciones son desfavorables, las lombrices bajan al segundo estrato, y si son muy malas, descienden al tercero. Lo normal es que el 80% de la población este en el primer estrato.

¿En qué cantidad?

Para *E. Andrei* se considera que una densidad de 20, 000 lomb./m² es la adecuada para cosechar o hacer el desdoble.

Para *E. Eugeniae* se considera que una biomada de 3 kg/m² es la adecuada para desdoblar o cosechar (Reinés, *et al* 1998 (b)).

¿Cómo se componen?

Lo normal es que haya: 60% juveniles, 40% adultos, capullos: doble de los adultos. En las poblaciones de lombrices los individuos juveniles son por lo general más resistentes que lo adultos a las condiciones ambientales desfavorables, como baja humedad o altas temperaturas (op cit).

En consecuencia, una escasez de adultos en la población podría indicar que las condiciones ambientales en las crías no son las mejores.

Los datos que se deben considerar en un muestreo son los siguientes:

- Fecha del muestreo
- Número de serie de cantero
- Ciclo de producción

Determinación de la población total:

- Se suman los totales por muestreo (adultos + juveniles):

$$525 + 586 + 654 = 1, 765 \text{ ind. Total}$$

- Se divide entre el número de muestras:
 $1,765/3 = 588.3 \text{ ind./muestra}$
- Se multiplica por 25 para convertirlo a metros cuadrados:
 $588.3 \times 25 = 14,677 \text{ ind./m}^2$

Cuadro 7. Estado de las poblaciones de lombrices mediante el muestreo

Muestra	Estrato	Juveniles	Adultos	Capullos	Total
1	0-10	250	160	80	410
	10-20	70	30	14	100
	20-30	11	4	0	15
	total	331	194	94	525
2	0-10	300	174	71	474
	10-20	80	21	10	101
	20-30	3	8	0	11
	total	383	203	81	586
3	0-10	400	110	60	510
	10-20	98	30	20	128
	20-30	10	6	0	16
	total	508	146	80	654

(Fuente: Reínés, *et al* 1998 (b))

Si la especie que se cría es *E. andrei* o *E. Fetida*, todavía no sería el momento de la cosecha pues aún sería el momento de la cosecha pues aún no se tienen los 20,000 ind./ m² que es la densidad establecida para la extracción.

Composición de la población:

Juveniles 69.2%

Adultos 27.0%

Ubicación de la población según el estrato:

0-10 = 78.98%

10-20= 22.00%

20-30= 2.38%

5.7 Cosecha y Desdoble

Después de inoculadas las lombrices, éstas comienzan a reproducirse, por lo que pasado algún tiempo aumentará el número de individuos y la biomasa hasta el momento en que se hace máxima por unidad de área, lo cual será aproximadamente después de tres o cuatro meses.

Cuando la densidad o biomasa de la población alcanza este nivel, ya no se reproducirán ni aumentarán de peso, pues el número de individuos rebasa el espacio disponible, por lo que las lombrices deben ser extraídas del cantero para su utilización, lo cual se reconoce con el nombre de cosecha o desdoble de cantero (aumento del área superficial de cría).

Cosecha → Extracción de lombrices → Obtención de humus

Desdoble → El cantero se divide en dos o tres partes

Para cosechar se extraen los primeros 30 cm del cantero (superficial). Luego se le aplica una capa de alimento al cantero y después de una semana se repite la operación con el objetivo de recoger a los individuos que se encuentran en los estratos más profundos y que son extraídos por el alimento. De esta forma, después en el cantero sólo queda humus.

Este proceso se puede hacer manualmente utilizando palas o se puede mecanizar adicionándole a un tractor un equipo de corte la capa superficial del cantero.

Desdoble

Si partimos del hecho de que el cantero que se quiere desdoblar tiene una biomasa de aproximadamente 3 kg/m^2 , entonces se puede dividir el mismo en tres partes, extrayendo dos de ellas y dejando una parte en el cantero original. De esta forma quedará entonces una proporción de 1 kg/m^2 . Los tres canteros resultantes deben tener las mismas medidas.

Es decir, que aproximadamente por cada metro cuadrado de siembra se obtendrán tres cada tres meses. Por lo tanto, por cada metro de siembra, al año se obtendrán 81 m de siembra en condiciones óptimas. Los nuevos canteros que van surgiendo se deben preparar en la misma forma que cuando inicio la siembra.

5.8 Extracción de las Lombrices del Humus

Existen básicamente tres métodos:

5.8.1 Colecta Manual

La colecta manual la podemos dividir en directa e indirecta:

Colecta directa: Se realiza en el cantero, se recomienda efectuarla días después de que se haya alimentado el cantero, cuando la población se halle en la superficie acabándose el alimento.

Mientras es recomendable cubrir el sustrato con un doble saco bien húmedo donde las lombrices se habrán de ubicar buscando humedad y alimento. La extracción se hace manualmente y por lo general se escogen los adultos. Se emplea por los productores caseros, quienes utilizan las lombrices para alimentar pocos animales de corral y el promedio de colecta/hombre es igual a 3,000 lomb./hora.

Colecta indirecta o método de pirámide: Al igual que en la anterior se realiza en el cantero, se extraen los primeros 10 cm superficiales del cantero y con ellos se hacen pilas o pirámides de tamaño variable (20-30 cm de altura) sobre alguna superficie lisa (una mesa, etc) y preferiblemente expuesta al sol, en la base se coloca un periódico húmedo, esto para obligar a la lombriz a que trabaje.

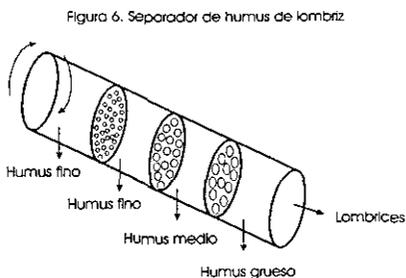
Pasado un tiempo (de media a una hora) y basado en el fototropismo negativo de los animales (repelen a la luz) y en el efecto negativo del calor y las vibraciones, las lombrices se agrupan y conforman una bola en el interior de la pirámide, ya que se encuentra húmedo. El cosechador sólo retirará el sustrato y recogerá la masa de lombrices.

5.8.2 Colecta Mecánica

Este sistema es factible cuando son grande volúmenes los que se van a cosechar, pero se tiene el inconveniente de que las lombrices pueden sufrir daños, por lo que no es recomendable cuando se pretende utilizar las lombrices para comercio, como carnada viva para la pesca o como pies de cría. Por el contrario, se recomienda para la separación de humus y de lombrices para la alimentación animal.

El separador consiste en un cilindro de tela de malla de diferentes diámetros, movido por un motor que lo hace girar. El cilindro debe tener una ligera inclinación para facilitar el flujo (figura 4). La gradiente de la malla debe ser de menor a mayor.

Cuando se va a cosechar por este método se recomienda no aplicar riego en los lechos dos o tres días antes para evitar que el humus se aglutine por la humedad.



Fuente: Reinés, et al 1998⁽³⁷⁾

6. PLANTA DE PRODUCCIÓN

Después de definir el tipo de explotación que se va a trabajar se procede a establecer el proyecto, esto es definir los espacios por los cuales está constituida una planta, ya que en el futuro deberemos tenerlo muy en cuenta para poder ubicarnos dentro de ella.

6.1 Infraestructura

Dentro de un criadero distinguimos las siguientes áreas:

Área de Producción: área en la cual se encuentran los canteros, en los cuales se lleva a cabo el proceso de transformación de la materia orgánica o recursos.

Es la conjugación armoniosa entre mecanización, regadío, dimensiones y disposición de los canteros y la fuerza de trabajo. La unidad básica en la extensión de la lombricultura es una hectárea (Reinés, *et al* 1998).

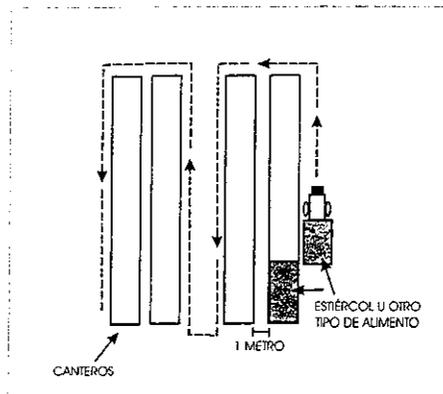
Diseño Tiro Lateral

En este diseño la alimentación de los canteros se hace lateralmente y hay 30% de utilización del área (figura 5).

$$1 \text{ ha} = 10,000 \text{ m}^2$$

$$30\% \text{ de } 10,000\text{m}^2 = 30/100 \times 10,000 = 3,000\text{m}^2 \text{ de canteros}$$

Figura 5. Diseño Tiro Lateral



(Fuente: Reinés, *et al* 1998 (b))

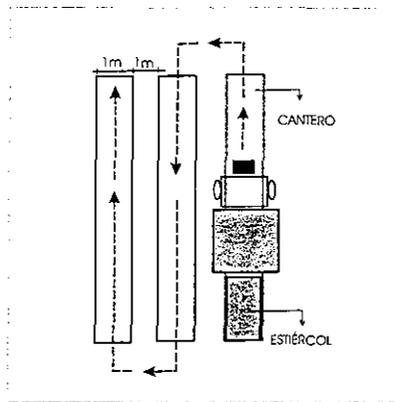
Diseño Horcajadas

Con este tipo de diseño la alimentación del cantero se hace a horcajadas o por encima del mismo. Implica un aprovechamiento del área de 48% (figura 6).

$$1 \text{ ha} = 10,000 \text{ m}^2$$

$$48\% \text{ de } 10,000 \text{ m}^2 = 48/100 \times 10,000 = 4,800 \text{ m}^2 \text{ de canteros}$$

Figura 6. Diseño Horcajadas



(Fuente: Reinés, *et al*/1998 (b))

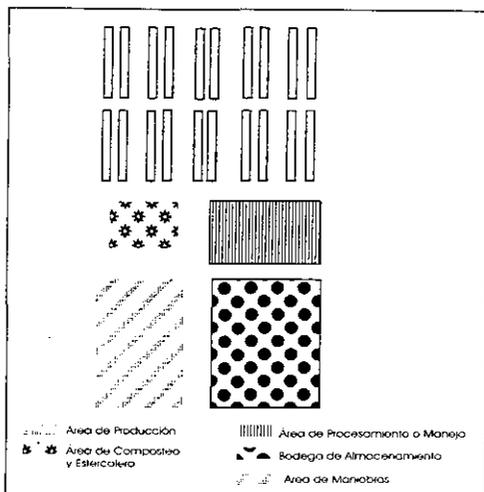
Área de Composteo y Estercolero: es donde se realiza el proceso de semicomposteo, el cual servirá como alimento para las lombrices.

Área de Procesamiento y Manejo: esta área debe contar con una mesa para realizar los conteos de las lombrices para los muestreos de densidad de población.

Bodega de Almacenamiento: superficie donde se coloca el vermiabono después de cosechado, para posteriormente ser cribado y envasado.

Área de Maniobras: es el área de estacionamiento para la cargar los productos y descargar los desechos orgánicos.

Infraestructura-Planta de Lombricultura



6.2 Maquinaria, Equipo y Herramienta

Los principales utensilios o herramientas necesarias son en general los mismo para los diferentes tipos de productores, sólo varía el la producción comercial ya que se requiere de equipo más sofisticado para una mayor producción.

En general las herramientas son las siguientes:

- Una carretilla de albañil
- Un rastrillo de mango largo y puntas redondas
- Una azada
- Una manguera de plástico, diámetro 20-25 mm y longitud 10 m.
- Una cajita de madera de 50 X 50 X 15cm
- Estacas de madera
- Red metálica con malla de 12 X 12

Equipo:

- Mecheros de gas
- Básculas
- Potenciómetro
- Cámara Fotográfica
- Video Cámara
- Papel tornasol o pHmetro
- Termómetro

Maquinaria:

- Cribadora, para seleccionar el humus y la lombriz
- Tractor
- Cosechadora
- Tamizadora
- Alimentadora

Cada uno de los utensilios o herramientas mencionados está pensado para una finalidad concreta.

La carretilla, servirá para transportar el estiércol, para suministrar el alimento y también para el transporte de humus desde los lechos hasta su lugar de almacenamiento.

El rastrillo, preferentemente de puntas redondeadas (con el fin de no lesionar a las lombrices), servirá para suministrar la comida, para preparar el sustrato y para la recogida de la mezcla que contiene las lombrices y la comida, durante el periodo de multiplicación.

La azada, será muy útil para la recogida del humus y para todas las operaciones relacionadas con la extracción y preparación del producto.

La manguera de plástico, (o similar) es indispensable para efectuar las operaciones normales de riego que tendrán lugar solamente en verano (durante periodo estival) una o dos veces al día, según la temperatura media diaria.

La cajita de madera de 50 X 50 X 15cm, con sus correspondientes agujeros de drenaje, servirá para efectuar las **P 50 L** (Pruebas de supervivencia con 50 lombrices).

El papel tonasol y el pHmetro que servirá para controlar la acidez de los distintos sustratos y módulos de producción.

El termómetro es indispensable para un buen manejo de la explotación. Será útil para ubicar correctamente el pH metro, para estimar la finalización de los procesos de semicomposteo en los montones de estiércol y también para encontrar las lombrices en el periodo invernal.

La criba servirá, según el tipo de malla utilizada, para separar las lombrices del humus, para recoger las lombrices adultas para su venta o para clasificar el humus según su diámetro.

En una explotación moderna, bien llevada, es aconsejable numerar todos los lechos o canteros. Esta numeración será la base para poder poner en fichas todos los datos fundamentales. Estos datos son:

- El tipo de comida adecuada. - El día en que se debe suministrar
- Las fechas de las pruebas P 50 L
- Inicio y terminación de la colocación del sustrato
- Fecha de adición de lombrices
- Cantidad de humus recogido o de las lombrices adultas obtenidas, etc.

Las fichas de explotación recogen todos los datos anteriormente indicados, además de cualquier observación sobre la producción, desarrollo, recogida de producción y su destino.

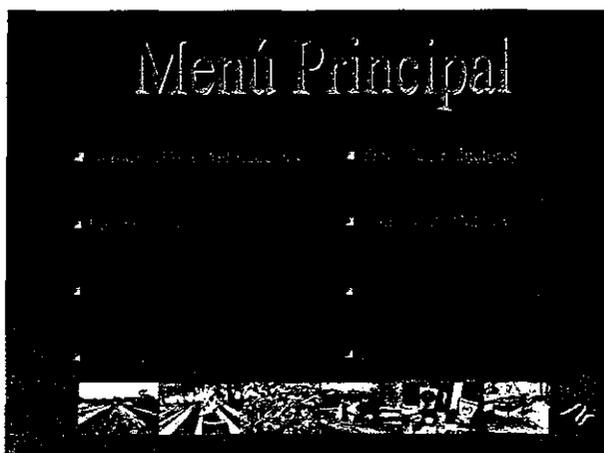
De esta forma, al igual que ocurre en cualquier explotación ganadera, se tiene un control sobre la marcha de la explotación y de todas las operaciones que deben efectuarse cada día del mes.

Esta información es particularmente útil en las fases de crecimiento pero, sobre todo, si el objetivo de la explotación es la venta de las lombrices, ya que en la ficha se registrará el número de lombrices obtenidas diaria o semanalmente, en cada lecho o cantero (Ferruzzi, 1979).

7. INSTRUCCIONES PARA LA UTILIZACIÓN DE UN DISCO COMPACTO INTERACTIVO

Para el uso del Disco Compacto Interactivo, se requiere una computadora con procesador mínimo de 200 Mhz, equipado por una unidad multimedia y una unidad de CD Rom.

Se inserta el disco compacto en el compartimiento de reproducción de la computadora, se abre el programa Microsoft Power Point, en la barra de herramientas se va a Archivo-Abrir (se le da un clic con el mouse), se busca en Mi PC Disco Compacto (se le da un clic), después se escoge la presentación "LOMBRICULTURA", se abrirá el archivo autoejecutable, se va de nuevo a la barra de herramientas a Ver-Presentación con Diapositivas, automáticamente aparecerá en la pantalla la presentación, para continuar solo es necesario dar click, después aparecerá el Menú principal el cual contiene los temas, como puede observarse en la siguiente imagen:



Para visualizar cada uno de estos, es necesario hacer clic en cada uno de los temas lo cuales están subrayados. Si es necesario regresar una diapositiva se le da clic derecho al mouse y se señala anterior. Para salir de cada presentación o de cada diapositiva, presiona la tecla Esc del teclado de la computadora.

BIBLIOGRAFÍA

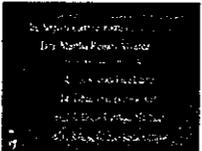
- **Arévalo C. 2000.** Biología de Reptiles. Material Didáctico, Diaporamas, para obtener el Titulo de Licenciado en Biología. Universidad de Guadalajara, México. P.p. 3,4.
- **Barnes, D.; E. Rupert. 1996.** Zoología de los Invertebrados. Interamericana. P.p. 226,277.
- **Bollo, E. 1999.** Lombricultura una Alternativa de Reciclaje. Soboc Grafic. Quito, Ecuador.149 p.
- **Carrera, M. 2002.** Una Nueva Visión de la Lombricultura.
<http://www.ipes.org/aguilapublicaciones/lombricultura.htm>
- **Capistrán, F.; E. Aranda;J. C. Romero. 2001.** Manual de Reciclaje, Compostaje y Lombricompostaje. Instituto de Ecología A. C. Xalapa, Veracruz. 150 p.
- **Castañeda, M. 1993.** Análisis del Aprendizaje de Conceptos y Procedimientos: Cursos Básicos para Subformación de Profesores. Trillas, México. P.p 245.
- **Compagnoni, L.; G. Putzolu. 2001.** Cría Moderna de las Lombrices y Utilización Rentable del Humus. Vecchi. Barcelona, España. P.p. 27.
- **Contreras S. 2000.** Memorias del curso. Microbiología del Suelo e Importancia de los Microorganismos en la Agricultura Orgánica. Planta Piloto de la Lombricultura del CUCBA. Universidad de Guadalajara. México.
- **CUCBA. 1998.** Lombricultura Alternativa del Desarrollo Sustentable. Boletín. Universidad de Guadalajara. México.
- **Darwin, C. 1881.** The Formation of Vegetable Mould through the Action of Worms whith Observation of their Habits, Londres, Murray. 153 p
- **Ferruzzi, A. 1979.** Manual de Lombricultura. MundiPrensa. Madrid, España. 137 p.

- **Jaramillo, J. 1991.** Residuos Sólidos Municipales, Guía para el Diseño, Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios Manuales. Edición Francisco Zepeda. Washington, D.C.
- **Anónimo.2001.** La Lombricultura. [_http://infoagro.com/abonos/lombricultura.asp](http://infoagro.com/abonos/lombricultura.asp)
- **Loza, J. 2000 (a).** Dinámica Poblacional de la Lombriz Roja Californiana *Eisenia andrei* (Bouche, 1972) en la Planta Pilito de Lombricultura del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (C.U.C.B.A.). Tesis Maestría en Manejo de Áreas de Temporal del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias.
- **Loza, J. 2000 (b).** Memorias del curso. Microbiología del suelo e importancia de los Microorganismos en la agricultura Orgánica. La lombricultura como un pilar básico de la agricultura orgánica. Universidad de Guadalajara.
- **Margulis, L.; K. Schwarts.1981.** Cinco Reinos, Por una Educación Popular. P.p. 160, 163,164.
- **Martínez, C. 1996.** Potencial de la Lombricultura, Elementos Básicos para su Desarrollo. Edición Dr. Alfredo Carballo Quirós. México. P.p. 140
- **Martínez, C.; L. Ramírez.(Compiladores).2000.** Lombricultura y Agricultura Sustentable. Futura. Texcoco, México. Pp.236.
- **Mateo, S. 2001.** Proyecto Ecológico Lombricultura. Colegio de la Inmaculada (Jesuitas). Lima Perú. <http://www.ci.edu.pe/ecolo.lombricultura.htm>
- **Meléndez, M. 2003.** "Morfología de dos especies de lombrices de tierra *Eisenia foetida* y *Eudrilus eugeniae*". Tesis de Licenciatura.
- **Norguez, A. 1991.** Manual para la elaboración de Audiovisuales, de Imagen Fija. Instituto Latinoamericano de la Comunicación Educativa. México. P.p 87
- **Reinés, M.; Sierra, A.; Rodríguez, C.; Loza, J.; Contreras R. 1998 (a).** Lombricultura Alternativa del Desarrollo Sustentable. Universidad de Guadalajara, México. 36 P.p.

- **Reinés, M. ; C. Rodríguez, A. Sierra. 1981.** Manual para el Desarrollo de la Lombricultura en Cuba. Fac. de Biología, Universidad de la Habana, Cuba. 79 p.p.
- **Reinés, M; Rodríguez, C.; A. Sierra.; Vázquez Ma. 1998 (b).** Lombrices de Tierra con Valor Comercial. Biología y técnicas de cultivo. La Habana, Cuba. Universidad de La Habana, Depto. de Bilogía Animal y Humana; Universidad de Quintana Roo, Depto. de Recursos Naturales. 61p.
- **Reinés, M; A. Loza; S. Contreras R. 2001.** Lombricultura Conocer y Cuidar las Lombrices para Obtener Abono Orgánico. Edición Fundación Produce Jalisco. Universidad de Guadalajara.
- **Simpsón, K. 1991.** Abonos y Estiércoles. Acribia, S.A. Zaragoza, España. P.p 91, 92.
- **Schuldt, M. 2001.** LOMBRICULTURA. Su Teoría y Práctica en el Ámbito Agropecuario, Industrial y Doméstico. Somnio Diseño Editorial. Argentina. P.p 13
- **Trinidad, A. 1999.** Memorias del Curso. Lombricultura Internacional y Primera Reunión Nacional. El Papel de los Abonos Orgánicos en la Productividad de los Suelos. Universidad Autónoma de Chapingo. México.

ANEXOS

GUÍON TÉCNICO

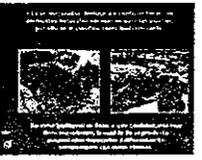
No.	Título	Diapositiva	Descripción
1	Presentación		<p>UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias División de Ciencias Biológicas y Ambientales "Lombricultura" Producción de Materiales Educativos Paquete Didáctico Para obtener el título de Licenciado en Biología Presenta Claudia Arias Cuevas Las Agujas, Zapopan, Jal. Julio 2004</p>
2			<p>El presente trabajo se llevó a cabo bajo la dirección del Ing. Sergio H. Contreras Rodríguez, con la asesoría de la Dr. Martha Réines Alvaréz y la colaboración de los sinodales M.C. J. América Loza Llamas Dr. Eduardo López Alcocer M.B.A. Oscar Carbajal Mariscal M.C. Rosa de Lourdes Romo Campos</p>
3	Menú Principal		<p>Contienen el título de los temas que abarca el disco compacto. (hacer click en cada uno de los títulos para visualizar las imágenes correspondientes)</p>
4	Introducción		<p>Desde el punto de vista agrícola, el importante papel que ha jugado la lombriz que viene desde hace unos tres mil años A.C. de la civilización de los Sumerios (conocidos por sus adelantos agrícolas), dieron importancia a las lombrices. Establecían la calidad de los suelos de cultivo sobre la base de la densidad de lombrices que encontraban al excavar un hueco en la tierra.</p>

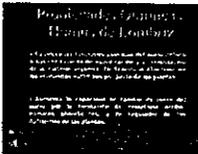
#	Título	Imagen	Descripción
5			En la antigua Grecia entre los años 384-322 A.C., Aristóteles en su obra "historia Animalium", no solo trató la primera clasificación de estos seres vivos sino que enunció a través del método inductivo que estos seres eran los intestinos de la tierra y que contribuían a su productividad. Carlos Linneo (1700-1778) también se preocupó de las lombrices al escribir "Lombricus terrestris". Su mérito radica en precisar el concepto de la especie y es establecer las bases de toda la clasificación del mundo viviente válida hasta nuestros días.
6			Charles Darwin fue el que más aportó a su conocimiento, al dedicar más de 40 años de su vida al estudio de las lombrices y publicar hace más de 100 años su libro "La formación de tierra vegetal por la acción de las Lombrices".
7	Antecedentes		En los años cuarenta nace esta biotecnología en Estados Unidos, trasladándose al viejo continente, estableciéndose en Italia.
8			Otros trabajos más recientes aportan información detallada sobre el papel de las lombrices en el suelo. Sin embargo, la utilización de las lombrices para el tratamiento de residuos sólidos orgánicos data de la década del 50
9			y no fue hasta 1981 que se celebró el primer Congreso Internacional sobre las lombrices. Posteriormente en 1988 en Inglaterra la primera Conferencia Internacional para el tratamiento de los desechos orgánicos con la utilización de estas

#	Título	Imagen	Descripción
10			<p>Son numerosos los países que han desarrollado la Lombricultura entre los que podemos mencionar Francia, Italia, Estados Unidos, Canadá, Brasil, Perú, Taiwán, Cuba y México entre otros países latinoamericanos.</p>
11			<p>La lombricultura en México ha logrado su mayor desarrollo en los últimos nueve años; Jalisco cuenta con varias plantas de lombricultura, las cuales utilizan el humus de lombriz para sus cultivos, también se encuentran plantas dedicadas especialmente a la producción de abono orgánico (humus de lombriz) para su comercialización, así como demás productos de este proceso.</p>
12			<p>El problema de los residuos sólidos, en la gran mayoría de los países, se viene agravando como consecuencia del acelerado crecimiento de la población (concentración en las áreas urbanas, del desarrollo industrial, los cambios de hábito de consumo y mejor nivel de vida), así como también debido a una serie de factores que conllevan a la contaminación del medio ambiente y al deterioro de los recursos naturales.</p>
13			<p>Desafortunadamente, por lo general el desarrollo de cualquier región viene acompañado de una mayor producción de residuos sólidos y, sin duda, ocupa un papel importante entre los distintos factores que afectan la salud de la comunidad.</p>

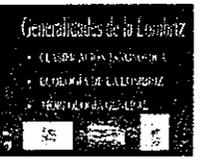
#	Título	Imagen	Descripción
14			Después de la Segunda Guerra Mundial, la aplicación de materia orgánica fue sustituida por los fertilizantes químicos, reduciendo poco a poco el alimento básico de las lombrices. Estos cambios en la actividad agrícola han favorecido la extinción de las lombrices en el suelo cultivado.
15			Lombricultura ofrece una opción para la transformación de desechos orgánicos en productos inocuos, los cuales ayudan a resolver problemas ambientales, así como la restauración y mejoramiento de suelos agrícolas, ya que las deyecciones de estos organismos son un excelente abono orgánico, y al utilizarlo en los diferentes cultivos aumenta la producción.
16	Lombricultu- ra		Como su nombre lo indica es el cultivo de lombrices.
17			En la actualidad existen varias definiciones de lombricultura y en general todos los autores la determinan de igual manera. La lombricultura se define como la utilización de las lombrices de tierra como agentes biológicos en el proceso de transformación de los residuos orgánicos biodegradables con fines prácticos y a gran escala

#	Título	Imagen	Descripción
18	: Residuos Sólidos Urbanos/ Municipales		La Lombricultura ofrece una opción para la transformación de desechos orgánicos en productos inocuos, los cuales ayudan a resolver problemas ambientales, así como la restauración y mejoramiento de suelos agrícolas, ya que las deyecciones de estos organismos son un excelente abono orgánico, y al utilizarlo en los diferentes cultivos aumenta la producción.
19	Excretas de Animales Domésticos		Las lombrices en la lombricultura, deben ingerir una dieta balanceada que contenga proteínas, lípidos y carbohidratos; ya que son capaces de consumir toda materia orgánica biodegradable (previamente semicomposteada), como son: Excretas animales: Excretas bovina, caprina, caballar, cunícula, de animales exóticos, porcícola y avícola.
20	Residuales Agroindustriales		Residuos industriales: Restos de procesadoras de papel y cartón, de la industria azucarera (bagazo, bagazillo y cachaza), bagazo de agave, carpintería (madera procesada), lodos industriales, entre otros. Es importante tener en cuenta que las lombrices para su desarrollo necesitan que el alimento tenga condiciones adecuadas (Ver Proceso de Adecuación de los Residuos).
21	Residuos de Cosechas		Residuos vegetales: Restos de cosecha (tubérculos, hortalizas y frutas), de lirio acuático, de poda, plantas de beneficio de plátano, despulpadoras de café y esquilmos agrícolas en general. Basura sólida urbana orgánica.
22			Para transformar estos residuos, a través de la lombricultura en un abono orgánico conocido con el nombre de "casting o humus de lombriz" de gran demanda, ya que es un mejorador de suelos.

#	Título	Imagen	Descripción
23			<p>El humus producido por las lombrices (es el resultado de la transformación biológica llevada a cabo por las lombrices de tierra sobre residuales orgánicos biodegradables, mediante el proceso de digestión) no tiene restricciones para su uso y puede ser utilizado en grandes dosis, siempre con resultados positivos en el crecimiento, producción y desarrollo de las plantas. Se trata de un material natural, similar al que la naturaleza puede producir en un bosque o una selva no es perjudicial ni tóxico al hombre, ambiente o a las plantas.</p>
24			<p>En la naturaleza el humus es depositado en la superficie o en el interior en dependencia de la especie como turrícolas fácilmente distinguibles después de fuertes precipitaciones, su forma varía según la especie de lombriz.</p>
25			<p>El humus está constituido por compuestos orgánicos con grandes moléculas que incluyen una estructura cíclica y cadenas alifáticas obtenidas como el resultado de la reelaboración de las sustancias orgánicas (estiércol, hojas, residuos de la industria agropecuaria, etc.) por parte de las lombrices y expulsadas al ambiente circundante a través del tracto digestivo de éstas. Por lo tanto, éste no es más que deyecciones sólidas de las lombrices durante el proceso de descomposición de la materia orgánica.</p>
26	<p>Propiedades Físicas del Humus</p>		<p>Buena circulación de agua y aire. Aumento en la permeabilidad. Mayor retención del agua. Mejora los suelos arcillosos y arenosos. No despiden olor. Menor cohesión del suelo</p>

#	Título	Imagen	Descripción
27	Propiedades Químicas del Humus de Lombriz		<p>Equilibra las funciones químicas del suelo debido a sus condiciones de humificación y mineralización de la materia orgánica, facilitando la absorción de los elementos nutritivos por parte de las plantas</p> <p>Aumenta la capacidad de cambio de iones del suelo por la formación de complejos arcillo-húmicos absorbentes, y es regulador de nutrientes de las plantas.</p>
28	Propiedades del humus de lombriz		<p>Su pH es de 7 (neutro), esto lo hace ser un producto confiable para ser usado por las plantas.</p> <p>Aporta y contribuye al mantenimiento y desarrollo de la microflora y microfauna del suelo.</p> <p>Aporta Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Azufre, Boro, etc., y los libera gradualmente interviniendo en la fertilidad física del suelo.</p>
29			<p>Por no apelmazar el terreno, favorece la absorción radicular y la movilidad de las raíces, disminuyendo la frecuencia de riego.</p> <p>Si se aplica en el momento de la plantación favorece el desarrollo radicular empezando a alimentarse en el mismo momento en el que nace.</p>
30			<p>Las sustancias húmicas equivalen al producto final del proceso de descomposición que sufren los desechos orgánicos con o sin lombrices, razón por la cual es alto el contenido de estas sustancias en el humus de lombriz, lo que le facilita a la planta una mayor absorción de nutrimento asimilables.</p>
31	Subproductos de la lombricultura Biomasa de lombriz		<p>La harina de lombriz posee proteínas en valores cercanos al 60%, con menos de un 10% de grasas, siendo los ácidos grasos presentes vinculables a la producción de lípidos de alta densidad (HDL, o colesterol "bueno"). Aproximadamente el 20% del peso lo integran los hidratos de carbono (azúcares). Presenta además vitaminas liposoluble A, D y E (falta la K), y de las hidrosolubles se halla el complejo B.</p>

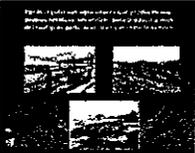
#	Título	Imagen	Descripción
32	Pie de cría		La producción de carne por medio de la lombricultura es una actividad sencilla y fácil de realizar. La alta tasa reproductiva de la lombriz roja californiana <i>Eisenia foetida</i> , su desarrollo y su rápido crecimiento, permite obtener volúmenes altos de carne por área en tiempos cortos. La carne de lombriz es un recurso económico, al tratarse de un alimento rico en proteínas y de fácil producción.
33	Alimentación		A lo largo de miles de años, en diferentes pueblos de África y China encontraron en la carne de la lombriz un complemento nutricional que ayudó a sostener a su población. En algunas tribus maoríes de Nueva Zelanda la lombriz es aprovechada como parte de su alimentación; en Sudáfrica algunas tribus las ingieren fritas y en Nueva Guinea, vivas. Puede obtenerse como carne viva o deshidratada para alimento de aves de corral (patos, gallinas, gansos, etc), peces ornamentales, crías en presas artificiales o semi-artificiales, alimentación experimentales (camarones, tilapias, truchas, ranas, langostas, etc.).
34	Harina de Lombriz		Esta harina puede ser utilizada para la alimentación animal, mezclándola en forma proporcional al requerimiento proteico requerido.
35	Obtención de harina de lombriz		Se describe el método utilizado en la Planta Piloto de Lombricultura, del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias
36			Después de este procedimiento la harina puede ser utilizada para la alimentación de animales domésticos a manera de suplemento alimenticio.

#	Título	Imagen	Descripción
37			Ya secas se trituran y envasan en bolsas plásticas y opacas para evitar el desarrollo de microorganismos.
38	Usos en la medicina		El valor medicinal de las lombrices de tierra data de 1340 A.C. Son muchas las aplicaciones que se les da, de acuerdo a los investigadores algunas que han sido publicadas son: Mejora el crecimiento e impide anemias, Alivia fatigas físicas y mentales, Enriquece y recupera los tejidos, Regenera epidermis y pelo, Retarda el envejecimiento y desgaste orgánico, Aumenta la actividad cerebral, Ayuda a la eliminación de toxinas, Ayuda en los tratamientos contra el Parkinson, entre otras.
39	Pesca Deportiva		El comercio de las lombrices como carnada viva para la pesca deportiva fue el factor de mayor peso que impulsó el desarrollo de la lombricultura en la mayoría de los países criadores. Ya que estos animales son considerados como la mejor carnada para la pesca deportiva por constituir un cebo muy atractivo para los peces debido a su movimiento, color y sabor.
40	Generalidades de la lombriz		El reino animal se divide según el aumento en la complejidad morfológica de los organismos que lo componen. El Phylum Annelida se encuentra dentro del subreino, Metazoa, dentro de la rama Eumetazoa, en el grupo de los celomados que se refiere a los organismos con celoma verdadero es decir que tienen cavidad interna entre el tubo digestivo y la pared del cuerpo, cubierta por peritoneo, presentan además, protonefridios o metanefridios y ano.
41	Phylum Annelida		El Phylum Annelida se divide en tres clases: la clase Poliqueta compuesta por los poliquetos principalmente marinos,

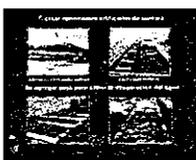
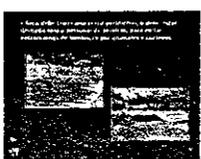
#	Título	Imagen	Descripción
42			<p>los Hirudíneos donde encontramos a las sanguijuelas y la clase Oligochaeta a donde pertenecen las lombrices de tierra y otros organismos de vida dulceacuícola.</p>
43	Ecología de las lombrices de tierra		<p>Las lombrices en la naturaleza se encuentran en diversos ecosistemas. Poseen un amplio rango de variabilidad distinguiéndose su estrategia, adaptativa, existen tres tipos ecológicos de lombrices. Las lombrices han sido clasificadas ecológicamente de acuerdo con sus hábitos alimenticios, profundidad a la que se encuentran y al tamaño de los individuos. Con base en esta clasificación se define su función y participación en la mejora del suelo. Unas prefieren la capa arable y otras, capas más profundas, según el tipo de lombrices del que se trate.</p>
44			<p>Las lombrices endógeas, viven en el interior del suelo y se clasifican en polihúmicas, mesohúmicas y oligohúmicas, de acuerdo a la concentración de humus en el estrato donde se encuentran poli-mucho, meso-mediano, oligo-escaso, las últimas viven en el estrato más profundo donde la materia orgánica es escasa. A diferencia de las epigeas, las endógeas son de coloración pálida, baja tasa reproductiva y gran tamaño y hacen galerías horizontales y rectas. Las anécicas son especies de importancia en los suelos agrícolas, hacen galerías verticales y horizontales y se mueven en la superficie al interior, mezclando las arcillas con el humus o capa vertical superficial, facilitando la mezcla y mejorando los suelos.</p>
45	Morfología Externa		<p>Las lombrices tienen un cuerpo cilíndrico y alargado que consiste de dos tubos concéntricos: la pared del cuerpo y el tubo digestivo, separados por el celoma. El celoma está dividido en segmentos llamados somites y presenta una parte anterior y una posterior. Esquema de una lombriz de tierra, mostrando las tres regiones en las que se divide su cuerpo: prostomio (boca), metastomio y pigidio (ano).</p>

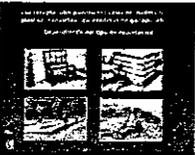
#	Título	Imagen	Descripción
46	Morfología Interna		Sistema Tegumentario y Muscular. La pared del cuerpo de las lombrices de tierra está constituida por: -Cutícula, - Epidermis, - Tejido Conectivo, - Tejido Muscular. Circular externo y longitudinal interno,
47	Especies de interés en la lombricultura		Las características para que una especie de lombriz pueda ser considerada apta para la comercialización son las siguientes: Ciclo de vida corto. Altas tasas de crecimiento y reproducción (capullos/lombriz y lombrices/capullo). Tolerancia a un rango de pH más o menos amplio. Posibilidad de vivir en altas densidades de población. Adaptables a la manipulación o manejo. Alta tasa de consumo de materia orgánica. Capullos resistentes a la desecación y a la acción mecánica externa. Deben ser lombrices epigeas.
48	<i>Eisenia foetida</i>		Es una de las especies más utilizadas en la lombricultura y por lo tanto la mejor estudiada como procesadora de materia orgánica y como fuente proteica.
49	<i>Eudrilus eugeniae</i>		<i>Eudrilus eugeniae</i>. Pertenece al a familia Eudrilidae, de origen africano. Distribución pantropical, conocida como rastrera nocturna africana, lombriz africana, roja africana, gigante roja, lombriz azul, etc. Es la de mayor tamaño y presenta tonalidades azules o violetas sobre su color rojo vino. Tiene altas tasas de reproducción, de crecimiento y conversión. Es la más utilizada para la pesca deportiva.
50			Independientemente de su acción sobre el suelo, las lombrices ocupan un lugar importante en los ecosistemas como fuente de alimento de numerosos animales, fundamentalmente vertebrados y también de algunos invertebrados.

#	Título	Imagen	Descripción
51	Competidores de alimento y espacio		Los lechos o canteros de las crías comerciales también constituyen centros de atracción para una numerosa fauna en busca de protección, refugio o alimento y que se implanta temporal o definitivamente. Competiendo por espacio y alimento encontramos a ciertos organismos que generalmente no representan amenaza al contrario ayudan a degradar el alimento entre los que se encuentran colémbolos, proturos, ortopteros, cucarachas, etc.
52	Depredadores		Dentro de los depredadores podemos encontrar diferentes tipos de aves, mamíferos pequeños como tiacuchas y zarigüeyas, sapos, tortugas, entre otros.
53	Invertebrado		Las planarias son enemigos de envergadura de las lombrices, pudiendo reducir significativamente las poblaciones.
54	Tipos de Productores		Al estudiarse los sistemas y métodos de crianza de las lombrices, se ha podido constatar que el proceso puede llevarse a cabo desde niveles caseros, en depósitos en pequeña escala, así como también en mayores instalaciones en donde se pueden procesar grandes volúmenes de material. En todos los casos, resulta igualmente posible controlar y manejar apropiadamente las poblaciones y producir abono orgánico de óptima calidad.
55	Productores Caseros		El desarrollar actividades de lombricultura a nivel casero es una alternativa perfectamente válida, ya tenemos la posibilidad de reciclar los desechos generados de la cocina, los jardines y de nuestras mascotas.

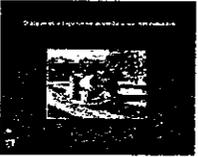
#	Título	Imagen	Descripción
56			Este material se regará en forma regular (ver Riego y Humedad) para mantener su humedad y lo airearemos para evitar los malos olores. Una vez que la primera cama este lista, llenaremos el lecho y podremos inocular o sembrar con las lombrices.
57	Productores Caseros Prod. Pequeños y Medianos		Por lo regular son agricultores que producen sus propios residuos, el abono producido es para su autoconsumo. Aquellos productores que tienen una mayor superficie de terreno disponible, tienen dos opciones: primera, trabajar en su proyecto para obtención de abono y productos requeridos para su familia, segunda, aprovechar el área disponible para incrementar su criadero y generar trabajo, como mano de obra en la cosecha y la separación de abono y así obtener un ingreso extra por venta de abono.
58			Por lo regular para un productor pequeño o mediano no es necesario utilizar maquinaria, los interesados en esta escala son los productores primarios ellos generan sus propios residuos (rastrojo de maíz, estiércol, etc) y gran parte del humus obtenido lo utilizan en su consumo.
59	Productores Grandes (Industriales)		En este tipo de proyectos el área de producción es muy variable, aunque generalmente va de los 1,000 hasta los 10,000 m2 o más. Estos proyectos se establecen en ranchos lecheros o en lugares donde se generan grandes volúmenes grandes de desechos orgánicos.
60			No es rentable si no mecanizado ya que se utilizan grandes cantidades y sería muy costoso pagar mano de obra. El objetivo principal es la comercialización del abono, tanto puro como en diferentes presentaciones, peletizado, en geles, líquido o en mezclas en las que se incorporan los elementos necesarios para lograr una fórmula determinada.

#	Título	Imagen	Descripción
61	Técnicas de Cultivo		Estas técnicas de cultivo van dirigidas a los productores comerciales. La lombricultura es un proceso biotecnológico que al parecer es sencillo de aprender. Pero hay que tener en cuenta diferentes aspectos para un desarrollo adecuado de la tarea.
62	Selección Área del Cultivo		La localización del lugar es un factor de gran significado. Está determinado por la magnitud y proyección de acuerdo a los objetivos alimentarios, por lo que las dimensiones pueden ser variadas. El área de cultivo extensivo generalmente se considera una unidad de una hectárea para facilitar la mecanización en caso necesario. Para seleccionarse deben tenerse en cuenta los requerimientos de la lombriz. Conociendo las características y hábitos de la vida de ellas, podemos determinar los lugares con óptimas condiciones para su establecimiento. Buen drenaje. Teniendo en cuenta las características del clima en el que se suceden épocas de sequía, de lluvia, considerando que durante las lluvias pueden producirse inundaciones, es requisito indispensable que el área se encuentre en una zona elevada con buen drenaje.
63			El área de cultivo debe ser ubicada en un lugar de fácil acceso con entradas o caminos en buenas condiciones de tránsito que faciliten su administración, aun en los periodos de lluvia evitando que se formen encharcamientos.
64			Debe cuidarse de no situarlo muy próximo a zonas residenciales para evitar problemas de higiene pública.

#	Título	Imagen	Descripción
65			De preferencia deben escogerse áreas en terrenos que no se encharquen, con una inclinación no más del 10% y que tengan buen drenaje.
66	Agua		Se debe contar con una fuente de agua no contaminada cercana al área de cultivo. Éste es uno de los factores más importantes que deben tenerse en cuenta. La procedencia del agua puede ser diversa: subterránea, de pozo, de lluvia, presa o acueducto. El agua de lluvia es muy buena para las crías y puede emplearse siempre que pueda ser recolectada.
67	Protección contra el Sol directo		Las lombrices son más activas en la oscuridad y mueren o se traslada a estratos inferiores cuando están en presencia de la luz solar directa, por ello deberá escogerse preferentemente un lugar sombreado. Existen diferentes formas para proteger a las lombrices de la luz directa como son: Bajo árboles.
68			Condiciones artificiales como: malla sombra. O paja, este ayuda a evitar la evaporación del agua.
69			Área debe tener una cerca perimetral, y debe estar limitada sólo a personal de servicio, para evitar extracciones de lombrices por animales y curiosos.
70	Pie de Cría		Es la cantidad de lombrices necesaria para comenzar una cría. Deben ser de una sola especie y estar representados en proporciones adecuadas todos los estados de desarrollo (adultos, juveniles y capullos).

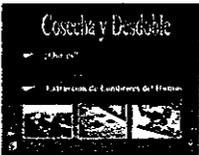
#	Título	Imagen	Descripción
71			Ante todo, el criador debe tener suficiente cantidad de lombrices como pie de cría, las cuales debe mantener en condiciones óptimas, extremando todas las precauciones para un mantenimiento ideal, incluyendo un cronograma adecuado de extracciones y resiembras. De aquí se toman los animales para hacer la extensión en el terreno en lechos o canteros.
72	Siembra de Lombrices		Se le llama así a la ubicación de cantidades determinadas de lombrices por unidad de área en receptáculos, canteros o lechos sobre o en un sustrato adecuado, con el objetivo de aumentar su número y biomasa. La inoculación o siembra es el procedimiento mediante el cual colocamos las lombrices por primera vez en nuestros lechos o canteros de pié de cría o en canteros de producción, según sea el caso.
73			Al recibir los pies de cría deben estar creadas las condiciones para la siembra. Los lechos o canteros, deberán estar listos para depositar los piés de cría, que lleva tiempo en su traslado. Es decir con 7 días de anticipación y haber depositado una capa de 10/15 cm de casting o de excretas degradadas de más de tres meses.
74	Siembra del Pie de Cría		Después de verificar estas condiciones se procede a ir depositando la cantidad de lombrices que sea posible coger con la mano. Se deposita una capa de alimento con las condiciones requeridas en el centro del lecho o canteros, dejando a los lados y/o extremos un borde libre, se riega ligeramente cubre la superficie con algún compuesto cobija que proteja de la erosión, y del ataque de animales.
75	Siembra en lechos		La inoculación se realizará con 1 kg de biomasa de lombriz por m2. Existen diferentes tipos de lechos o canteros como se puede observar: Lechos sin paredes laterales

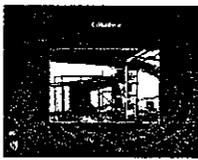
#	Título	Imagen	Descripción
76	Diferentes tipos de lechos		Lechos sin paredes laterales con piso cementado. Lechos con paredes laterales de cemento.
77			Lechos con paredes laterales de ladrillos.
78	Riego		La humedad y la alimentación se consideran como los factores más importantes para las lombrices. Estos animales no tienen un mecanismo de conservación de agua adecuado, requieren de humedad en la pared corporal para su respiración y pierden mucho agua en la orina. Sin embargo, resisten la pérdida de agua hasta en un 75%. Como mecanismo de defensa ante la falta de humedad, la lombriz reduce al máximo superficie corporal haciéndose nudo o bolita.
79			Debe adicionarse agua al alimento, la cantidad suficiente para conservar la humedad que requieren las lombrices para satisfacer sus necesidades vitales y para su supervivencia. Es por esto que el riego debe ser periódico, y además que controla la temperatura. Si la temperatura del sustrato aumenta debe bajarse con varios riegos en el día. Las lombrices deben humedecerse hasta en un 80%, evitando el fuerte golpe del agua sobre el sustrato amortiguando la descarga con la mano o regadera.
80	Tipos de Riego		Para el sistema de riego se pueden utilizar diferentes métodos desde baldes, mangueras o más sofisticados como riego por microaspersión o sistema de riego por goteo.
81			Microaspersión, se recomienda hacerlo por la mañana.

#	Título	Imagen	Descripción
82			Riego por goteo.
83			O algún otro ingenio, que facilite los requerimientos.
84	Alimentación		Las lombrices seleccionadas para la práctica lombrícola se alimentan de productos de desechos previamente fermentados (compostas orgánicas) biodegradables como: Excretas animales de: cerdo, caballo, vacas, ovino, conejo, etc. Residuos vegetales: pseudotallo de plátano, frutas, vegetales, estopa de coco, etc. Residuos agroindustriales, etc.
85	Proceso de Semicomposteo		Es importante tener en cuenta que las lombrices para su desarrollo necesitan que alimento tenga condiciones adecuadas. Un alimento estará en óptimas condiciones si:
86			Temperatura. La temperatura óptima del sustrato debe ser entre 24 y 270 C, se tendrá cuidado pues en proceso de fermentación las temperaturas se elevan y pueden aumentar el calor de los lechos.
87			Aproximadamente el 80% de los minerales y 40% de la materia orgánica ingeridos por los animales son eliminados en su estiércol. Cuando se emplee compost de residuos vegetales es recomendable mezclarlo con de origen animal para lograr la dieta optima de las lombrices

#	Título	Imagen	Descripción
88			Contenido de humedad. Debe ser una mezcla saturada por encima de la capacidad de campo (80%). Aunque el estiércol se almacena para asegurar la alimentación de las lombrices, debe humedecerse para facilitar la fermentación.
89			El volteo favorece la actividad microbiana y acelera el proceso de fermentación.
90	Cantidad y Periodicidad de Alimentación		Para que sea un alimento óptimo para la lombriz, este no requiere que este completamente composteado ya que una composta madura ya no servirá como buen alimento. Como norma debe alimentarse lechos o canteros una vez por semana depositando superficialmente una capa de 10-15 cm de alimento, aunque esto depende de la cantidad de lombrices que se tengan por área.
91	Técnicas de Cultivo		
92	Muestras		Sirven para: Conocer el estado de las poblaciones de las lombrices. Conocer el momento óptimo de cosecha o desdoble. Como se componen, etc.

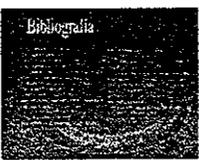
#	Título	Imagen	Descripción
93			El Muestreo es una actividad sistemática que debe realizar el lombricultor con el objetivo de evaluar el estado de sus crías.
94			Sirve para conocer el estado actual de la población de las lombrices
95	Material para Muestreos		El material necesario para llevar a cabo los muestreos son: Pinzas, Monolito, Frascos de Plásticos para separar las lombrices en los diferentes estadios, báscula.
96			Cada muestra se debe dividir en estratos de 10 cm. De cada estrato se extraen las lombrices adultas, las juveniles, fragmentos y los capullos; se cuentan y se pesan y luego se devuelven al cantero.
97			Cantidad? Lo normal es que haya: 60% juveniles, 40% adultos, capullos: doble de los adultos. En las poblaciones de lombrices los individuos juveniles son por lo general más resistentes que lo adultos a las condiciones ambientales desfavorables, como baja humedad o altas temperaturas. En consecuencia, una escasez de adultos en la población podría indicar que las condiciones

#	Título	Imagen	Descripción
98			Las lombrices empleadas en la lombricultura son épigeas y se alimentan en los estratos más superficiales; normalmente deben encontrarse en los primeros 20 cm. Si las condiciones son desfavorables, las lombrices bajan al segundo estrato , y si son muy malas, descienden al tercero. Lo normal es que el 80% de la población este en el primer estrato.
99	Cosecha y Desdoble		
100	Cosecha		Cuando la densidad o biomasa de la población alcanza este nivel, ya no se reproducirán ni aumentarán de peso, pues el número de individuos rebasa el espacio disponible, por lo que las lombrices deben ser extraídas del cantero para su utilización, los cual se reconoce con el nombre de cosecha o desdoble de cantero (aumento del área superficial de cría).
101			Para cosechar se extraen los primeros 30 cm del cantero (superficial). Luego se le aplica una capa de alimento al cantero y después de una semana se repite la operación con el objetivo de recoger a los individuos que se encuentran en los estratos más profundos y que son extraídos por el alimento. De esta forma, después en el cantero sólo queda humus.
102			Este proceso se puede hacer manualmente utilizando palas o se puede mecanizar adicionándole a un tractor un equipo de corte la capa superficial del cantero.
103	Desdoble		Si partimos del hecho de que el cantero que se quiere desdoblar tiene una biomasa de aproximadamente 3 kg/m ² , entonces se puede dividir el mismo en tres partes, extrayendo dos de ellas y dejando una parte en el cantero original. De esta forma quedará entonces una proporción de 1 kg/ m ² . Los tres canteros resultantes deben tener las mismas medidas. Es decir, que aproximadamente por cada metro cuadrado de siembra se obtendrán tres cada tres meses

#	Título	Imagen	Descripción
104	Extracción de Lombrices del Humus Colecta Directa	 Extracción de lombrices: 1. Colecta Manual	Existen básicamente tres métodos: Colecta directa: Se realiza en el cantero, se recomienda efectuarla días después de que se haya alimentado el cantero, cuando la población se halle en la superficie acabándose el alimento. Mientras es recomendable cubrir el sustrato con un doble saco bien húmedo donde las lombrices se habrán de ubicar buscando humedad y alimento. La extracción se hace manualmente y por lo general se escogen los adultos. Se emplea por los productores caseros, quienes utilizan las lombrices para alimentar pocos animales de corral y el promedio de colecta/hombre es igual a 3,000 lombriz/hora.
105	Colecta Indirecta M. Pirámide	 Colecta Manual Indirecta Método de Pirámide	Colecta indirecta o método de pirámide: Al igual que en la anterior se realiza en el cantero, se extraen los primeros 10 cm superficiales del cantero y con ellos se hacen pilas o pirámides de tamaño variable (20-30 cm de altura) sobre alguna superficie lisa (una mesa, etc) y preferiblemente expuesta al sol, en la base se coloca un periódico húmedo, esto para obligar a la lombriz a que trabaje.
106	Colecta Mecánica	 2. Colecta Mecánica	Este sistema es factible cuando son grande volúmenes los que se van a cosechar, pero se tiene el inconveniente de que las lombrices pueden sufrir daños, por lo que no es recomendable cuando se pretende utilizar las lombrices para comercio, como carnada viva para la pesca o como pies de cría. Por el contrario, se recomienda para la separación de humus y de lombrices para la alimentación animal.
107		 Criba	Criba mecanizada
108	Planta de Producción	 PLANTA DE PRODUCCIÓN • Inoculación • Maquinaria (trapeo) • Humus	Después de definir el tipo de explotación que se va a trabajar se procede a establecer el proyecto, esto es definir los espacios por los cuales está constituida una planta, ya que en el futuro deberemos tenerlo muy en cuenta para poder ubicarnos dentro de ella.

#	Titulo	Imagen	Descripción
109	Infraestructura		<p>Dentro de un criadero distinguimos las siguientes áreas: Área de Producción: área en la cual se encuentran los canteros, en los cuales se lleva a cabo el proceso de transformación de la materia orgánica o recursos. Es la conjugación armoniosa entre mecanización, regadío, dimensiones y disposición de los canteros y la fuerza de trabajo. La unidad básica en la extensión de la lombricultura es una hectárea.</p>
110	Esquema Planta de Producción		<p>Área de Composteo y Estercolero: es donde se realiza el proceso de semicomposteo, el cual servirá como alimento para las lombrices. Área de Procesamiento y Manejo: esta área debe contar con una mesa para realizar los conteos de las lombrices para los muestreos de densidad de población.</p> <p>Bodega de Almacenamiento: superficie donde se coloca el vermiabono después de cosechado, para posteriormente ser cribado y envasado. Área de Maniobras: es el área de estacionamiento para la cargar los productos y descargar los desechos orgánicos.</p>
111	Área de Producción Diseño de Campo		
112	Tiro Lateral		<p>En este diseño la alimentación de los canteros se hace lateralmente y se utiliza el 30% del área.</p>
113	Diseño Tiro Lateral		<p>Con este tipo de diseño la alimentación del cantero se hace a horcajadas o por encima del mismo.</p>

#	Título	Imagen	Descripción
114	Maquinaria, Hquipo y Herramienta		Los principales utensilios o herramientas necesarias son en general los mismo para los diferentes tipos de productores, sólo varía el la producción comercial ya que se requiere de equipo más sofisticado para una mayor producción.
115	Productores Caseros		Palas de jardinero, rastillos chicos, manguera, Una azada Una cajita de madera de 50 X 50 X 15cm Estacas de madera Red metálica con malla Un área pequeña para la lombricultura
116	Productores Pequeños y Medianos		Un poco más grandes las herramientas. Carretillas de albañil, rastrillo de mango largo y puntas redondas, Una manguera de plástico, diámetro 20-25 mm y longitud 10 m., etc.
117			Criba manual, canteros en forma.
118			Sistemas microyret, Tractores, etc.
119			Equipo: Mecheros de gas, Básculas, Potenciómetro , Papel tornasol o tiras para medir pH, Termómetro, etc.

#	Título	Imagen	Descripción
121		 <p>Equipo para diseño a Horcajadas</p>	Tractor con adaptaciones para tiro a horcajadas.
122		 <p>Carreta adaptada para diseño de tiro lateral</p>	Cerreta utilizada para el diseño tiro lateral.
123		 <p>Cajón para Armazón de Equipo de Trabajo y el Hornos de Cochinos</p>	Un almacén o bodega.
124		 <p>Y otros equipos que se exhiben de acuerdo a la necesidad de producción</p>	Picadora.
125	Bibliografía	 <p>Bibliografía</p>	