

Informe final* del Proyecto B051
Estudio de la fauna edáfica en una selva baja inundable de la Reserva de la biósfera de Sian Ka'an Quintana Roo

Responsable: Dra. María Magdalena Vázquez González
Institución: Universidad de Quintana Roo
Departamento de Ciencias Naturales
División de Ciencias e Ingeniería
Dirección: Blvd. Bahía s/n esq. Comonfort, del Bosque, Chetumal, Qroo, 77019 , México
Correo electrónico: marvazqu@uqroo.mx
Teléfono/Fax: Tel: 01(983) 83 5 03 00 ext. 275 Fax: 01(983) 83 29656
Fecha de inicio: Noviembre 30, 1994
Fecha de término: Agosto 9, 1999
Principales resultados: Base de datos, Informe final
Forma de citar el informe final y otros resultados:** Vázquez González, M. M. 1997. Estudio de la fauna edáfica en una selva baja inundable de la Reserva de la biósfera de Sian Ka'an Quintana Roo. Universidad de Quintana Roo. Departamento de Ciencias Naturales **Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. B051**. México D. F.

Resumen:

El objetivo principal de este proyecto fue el de conocer la biodiversidad de la fauna edáfica y evaluar las características ecológicas de la Selva Baja Inundable de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, en base a la composición faunística y diversidad de especies de la biota edáfica que comprende: 34 órdenes, 203 familias, 340 géneros, 385 especies y 112 nuevas especies, información proporcionada en la base de datos de proyectos. Resultados: 2 artículos científicos publicados con la descripción de dos nuevas especies, un artículo científico de divulgación. 4 trabajos presentados en congresos nacionales e internacionales, 1 Informe final con un análisis ecológico del estado de conservación de la Selva Baja Inundable y de la biodiversidad edáfica.

-
- * El presente documento no necesariamente contiene los principales resultados del proyecto correspondiente o la descripción de los mismos. Los proyectos apoyados por la CONABIO así como información adicional sobre ellos, pueden consultarse en www.conabio.gob.mx
 - ** El usuario tiene la obligación, de conformidad con el artículo 57 de la LFDA, de citar a los autores de obras individuales, así como a los compiladores. De manera que deberán citarse todos los responsables de los proyectos, que proveyeron datos, así como a la CONABIO como depositaria, compiladora y proveedora de la información. En su caso, el usuario deberá obtener del proveedor la información complementaria sobre la autoría específica de los datos.

CURSO DE LOMBRICULTURA

Principios básicos de la explotación comercial de lombrices de tierra: Producción de abono y de biomasa.

PROGRAMA:

I.- Introducción

II.- Biología

- a. Clasificación
- b. Estructura del cuerpo
- c. Ciclo de vida

III.- Especies comerciales

IV.- Ecología

V.- Técnicas de cría

- a. Selección del área
- b. Requerimientos básicos
- c. Cosecha y desdoble
- d. Diseño del campo
- e. Productividad

VI.- Humus de lombrices

VII.- Biomasa de lombrices

VIII.- Beneficios socioeconómicos

Objetivos:

- Impartir los conocimientos teóricos y prácticos que permitan el desarrollo de la lombricultura.

- Conocer las técnicas de cría de lombrices de tierra y obtener a través de ellas abono orgánica y biomasa de lombriz, aprovechando diferentes tipos de residuales productos de la agricultura, ganadería, industria, etc.

INDICE TEMÁTICO

I.- INTRODUCCIÓN	1
II.- BIOLOGÍA.....	6
a. Clasificación	6
b. Estructura del cuerpo	10
c. Ciclo de vida	15
III.- ESPECIES COMERCIALES	20
IV.- ECOLOGÍA	22
V.- TÉCNICAS DE CRÍA	34
a. Selección del área	34
b. Requerimientos básicos	35
c. Diseño del campo	39
e. Productividad.....	42
d. Cosecha y desdoble	49
VI. HUMUS DE LOMBRICES.....	50

INDICE TEMÁTICO

INTRODUCCIÓN

FORMACIÓN DE SUELOS: PEDOGENESIS

PERFILES DEL SUELO

PEDOCLÍMA

TEMPERATURA

LEYES DE LA TEMPERATURA DEL SUELO

REGIMEN DIARIO

REGIMEN ANUAL

INFLUENCIA DE LA CUBIERTA VEGETAL

HUMEDAD

GRAVITACIONAL

CAPILAR

HIGROSCÓPICA

CAPACIDAD DE CAMPO

RESERVAS DE NUTRIENTES

CONCENTRACIÓN DE NUTRIENTES EN LA BIOMASA DE LAS PLANTAS

RESERVAS HUMÍCAS

ESTRUCTURA DEL HUMUS

CONCLUSIÓN

III EL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA SUELO TROPICAL

SUBSISTEMA DE RAÍCES LITERO-SUPERFICIAL EL

SUBSISTEMA DE LA RÍZOSFERA

EL SUBSISTEMA DE LA DRÍLOSFERA

FORMA EN QUE LAS LOMBRICES PROMUEVEN ESTE CONTROL

Regulación de la estructura del suelo mediante la actividad mecánica de las lombrices.

Regulación de la actividad microbiana del suelo por las lombrices geófagas.

GEOMORFOLOGÍA

BIOGEOGRAFÍA

CLIMA

CRÍA MASIVA DE LOMBRICES

DEFINICIÓN DE LOMBRÍCULTURA

CARACTERÍSTICAS PARA QUE UNA ESPECIE DE LOMBRIZ PUEDA SER CONSIDERADA PARA LA COMERCIALIZACION.

ESPECIES EMPLEADAS EN LA LOMBRÍCULTURA

ASPECTOS DE LA TÉCNICA DE CRÍA MASIVA Y DE

CRÍA

REQUERIMIENTOS DE HUMEDAD

ALIMENTACIÓN

COSECHA Y DESDOBLE

PRODUCTIVIDAD

HUMUS DE LOMBRIZ
VENTAJA DEL HUMUS COMPOSICIÓN
DEL HUMUS PROPIEDADES FÍSICAS DEL
HUMUS PROPIEDADES QUÍMICAS DEL
HUMUS
APLICACIÓN DE LAS LOMBRICES
APLICACIÓN EN CULTIVOS
BIOMASA DE LOMBRICES PIE
DE CRÍA ALIMENTACIÓN
PESCA DEPORTIVA USO
FARMACOLÓGICO

I INTRODUCCIÓN

- Antecedentes históricos. Eventos científicos y publicaciones de importancia. - Concepto de lombricultura.
- ¿ Por qué criar lombrices? Importancia y utilidad.
- La lombricultura como biosistema de reciclaje de la materia.

ANTECEDENTES HISTÓRICOS

El efecto benéfico de las lombrices de tierra no constituye un descubrimiento reciente, este era conocido desde la antigüedad. Los egipcios, desde la época de los faraones sabían que la prodigiosa fertilidad del valle del Nilo era debido a la abundancia de las lombrices en dicha tierra, pues su actividad después de las crecidas periódicas del río que arrastraban grandes cantidades de materia orgánica, transformaban estos detritus contribuyen así a fomentar y aumentar la fertilidad y calidad de los suelos.

También los griegos conocían su provechosa actividad para la agricultura y mejoramiento de los suelos, así por ejemplo, el filósofo griego Aristóteles las llamo "el intestino de la tierra".

El primer estudioso de reconocer el valor de las lombrices fue el naturalista inglés Gilbert White en 1775. El señaló que "la tierra sin lombrices, se vuelve rápidamente fría, dura, sin fermentación y en consecuencia estéril."

Otro naturalista inglés, el no menos famoso y eminente biólogo Charles Darwin, padre de la teoría de la evolución de las especies, dedico más de 10 años al estudio e investigación sobre la estructura, alimentación y vida de las lombrices de tierra y fue el primero en demostrar la función que estas desempeñan en la naturaleza mediante su libro "la transformación de los detritus vegetales por la acción de las lombrices" en 1881.

Se le adjudico al Dr. Thomas Barret la paternidad de la cría de lombrices en cautiverio por haber sido el primero en demostrar la viabilidad de criarlas a gran escala. Sin embargo, no fue hasta mediados del siglo XX cuando se comienza a utilizar a las lombrices para la producción de abono orgánico y harina para la alimentación animal a gran escala.

Como consecuencia de la acumulación de diversos trabajos y del conocimiento en este sentido es que en la década de los 40, los Estados Unidos de América se convirtió en el primer país en promover la cría masiva de lombrices con intereses comerciales, moviendo millones de dólares anualmente. Hugo Runter fue el pionero gran empresario que promovió esta actividad para la pesca.

En 1976 se llevado un pie de cría a Italia donde se desarrolló esta actividad al punto de exportar humus a los países árabes. Otros países criadores son Canadá, Inglaterra, Alemania, Japón, Australia, Filipinas, etc.,

En Cuba la lombricultura es más reciente. Los primeros trabajos, se desarrollaron en la Facultad de Biología de la Universidad de La Habana. En 1981, se introduce la especie asiática Peryonix escavatus y en 1985 Eisenia andrei, sin embargo, ya para entonces habían avances notables en la cría de la especie local: Eudrilus eugeniae

Los estudios en la Facultad de Biología estuvieron encaminados a investigar los ciclos de vida de las especies, ecología y sistemática, forma de cría en diferentes sustratos y crías masivas. Se creó una comisión nacional para el desarrollo de la lombricultura en el país y un grupo de expertos para apoyar científicamente la actividad. Como resultado la lombricultura se extendió rápidamente en el país produciéndose anualmente cantidades de humus que alcanzan el orden de miles de toneladas.

Recientemente en Francia se estableció la empresa SOVADEC en la Voulte, Ardiche para el tratamiento de basuras urbanas a gran escala.

Debido a la importancia otorgada a las lombrices de tierra por la comunidad científica mundial y a la acumulación del conocimiento científico se han ido desarrollando y produciendo numerosos eventos internacionales de carácter científico, así como publicaciones que avalan el empleo de estos animales y la importancia del vermicompostaje como tecnología para el aprovechamiento de los residuales contaminantes de la agricultura, ganadería e industria. Entre los principales acontecimientos científicos en este sentido se cuenta:

1950 Primer Congreso Internacional de Zoología del Suelo.

Se recopilaron los trabajos realizados hasta el momento sobre la acción de las lombrices de tierra en el suelo.

1972 Publicación del libro "Biología de las lombrices de tierra" de Edwards, C. y C. Lofty.

1980 Papel de las lombrices de tierra en la utilización de residuos. Taller internacional. Publicación en 1981.

1981 Manual de instrucción de lombricultura. Determina la aparición de la lombricultura en los países tropicales.

1981 Primera Conferencia Internacional sobre ecología de lombrices de tierra, que da lugar a la publicación del libro.:

1983 Ecología de las lombrices de tierra. Satchell, J. E.

1987 Segunda Conferencia internacional sobre ecología de lombrices de tierra, que da lugar a la publicación: Sobre las lombrices de tierra. Paglai y P. Omodeo.

1988 Primer Simposio Internacional sobre uso de las lombrices de tierra en el manejo de las basuras. Edwards, C. y Neuhauser publican un libro de igual título.

1991-1995 Programa Internacional de investigaciones "Tropical Soil Biology and Fertility", subprograma "Macrofauna". Se monitoreo e investigo, la actividad funcional de las lombrices en los trópicos húmedos para el manejo de sus poblaciones con el objetivo de incrementar la fertilidad de los suelos de esta región.

DEFINICIÓN DE LOMBRICULTURA.

Como se sabe existen grandes extensiones de suelos no aptos para la agricultura de los cuales se obtienen pocos rendimientos debido al desgaste, abuso de prácticas agrícolas o alto grado de mineralización. Sin embargo, cuando se logra aplicar métodos de explotación que no dañen la estabilidad del ambiente como es el uso de determinadas

biotecnologías, se aumenta la disponibilidad y durabilidad de los recursos naturales que redundan en beneficio del ser humano.

Una de estas biotecnologías lo es sin duda la lombricultura o vermicultura, término que proviene del latín *vermes*=gusano y *cultura* -conocimiento.

Por tanto, 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.

¿POR QUÉ CRIAR LOMBRICES? IMPORTANCIA Y UTILIDAD.

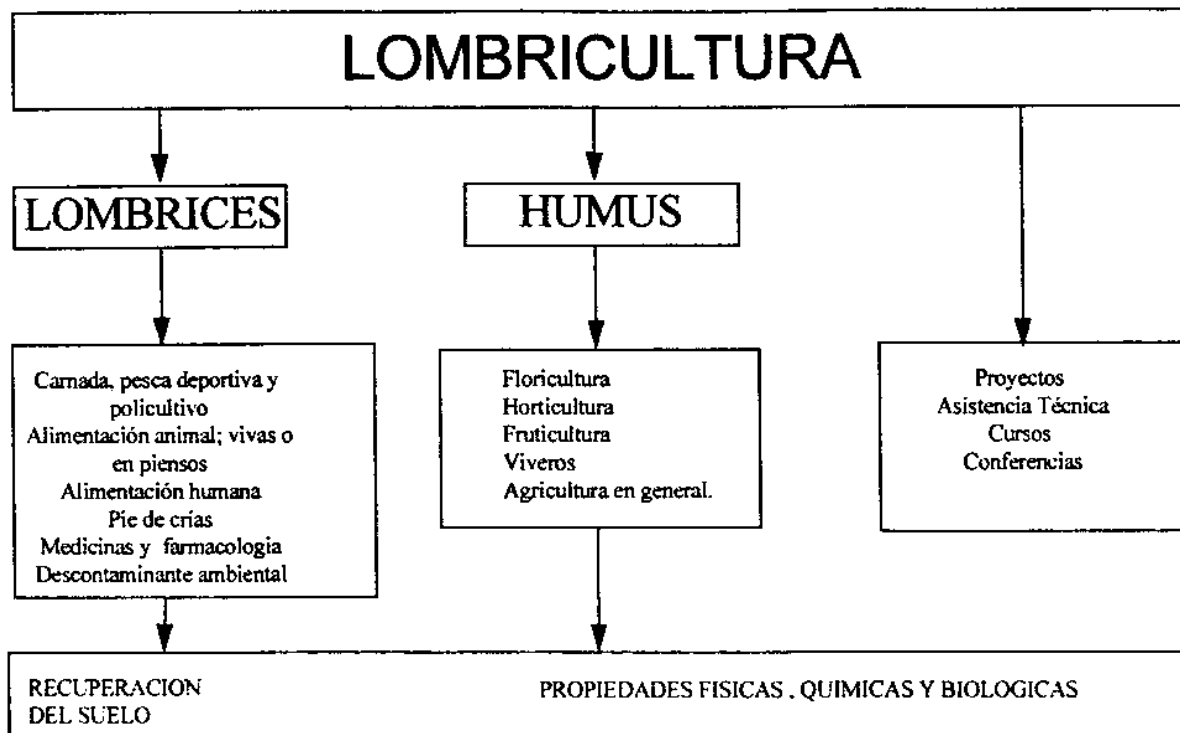
El comercio de las lombrices como carnada viva para la pesca deportiva fue el factor de mayor peso que impulsó el desarrollo de la lombricultura en la mayoría de los países criadores.

Se sabe que estos animales son considerados en todo el mundo como la mejor carnada para la pesca deportiva por constituir para los peces un cebo muy atractivo por su movimiento, color y sabor.

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

La lombricultura permite aprovechar toda la materia orgánica de las basuras urbanas, estiércoles, residuales orgánicos industriales, lodos de plantas de tratamiento de residuales, etc, obteniéndose finalmente un abono orgánico conocido con el nombre de "casting o humus de lombriz", de gran demanda en el mercado mundial; de esta forma se elimina de una manera eficiente todos estos materiales orgánicos que son sólidos contaminantes del ambiente y se obtiene un producto altamente cotizado.

La propia biomasa de las lombrices constituye una fuente proteica de interés pues alcanza valores de hasta 70% de proteína en peso seco, empleada para la alimentación animal y complementar, la humana. También debido a su composición aminoacídica y otros componentes, tiene un amplio uso farmacológico.



Tomada de la importancia de las lombrices de tierra 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.- A través de su movimiento por 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.- Algunas especies pueden eliminar gérmenes patógenos como Salmonella tiphimurium, mediante la actividad enzimática de su tracto digestivo.
- 6.- Producción de 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.
- 7.- Se introducen en los suelos pobres y poco fértiles para ayudar a su formación.
- 8.- Se emplean como fuente proteica para la alimentación animal y humana.
- 9.- En la industria farmacéutica.
- 10.- Como carnada para la pesca deportiva.

La lombricultura puede concebirse como centro de un biosistema de reciclaje de la materia. Obteniéndose grandes beneficios ecológicos y socioeconómicos, a la vez de hacer un uso óptimo y racional de los recursos y del ambiente.

Por último, es necesario destacar que la cría masiva de lombrices de tierra: lombricultura precisa de escasas inversiones y una tecnología simple; sin embargo, como resultado brinda productos de amplia demanda en el mercado mundial con buenos precios. También es importante destacar que es imprescindible que el personal que trabajará directamente con las lombrices reciba un mínimo de conocimientos que garanticen el buen manejo de las crías.

11 BIOLOGÍA

- a.- Clasificación
- b.- Estructura del cuerpo
- c.- Ciclo de vida

A.-CLASIFICACIÓN

Las lombrices de tierra se agrupan junto con otros organismos en un conjunto denominado Phylum Annelida; en este se encuentran los gusanos marinos y las sanguijuelas. Todos estos animales tienen en común una serie de características como son:

- Vermiformes

Son invertebrados vermiformes o sea el cuerpo tiene forma de gusano, alargado, cilíndrica, mas o menos aplanado dorso ventralmente (Fig.)

- Organización metamérica

El cuerpo del animal se halla dividido a lo largo del eje antero-posterior en una serie sucesiva de segmentos o meta meros o somites. Ello se refleja externa e internamente. De ahí el nombre del Phylum que proviene del Latín: annellus -* anillo pequeño y del Griego: eidos -* aspecto, y que significa por tanto "de aspecto anillado".

Internamente cada anillo se separa del otro por un septo o tabique.

La metamerización implicó un progreso evolutivo ya que cada metámero o grupo de ellos puede experimentar modificaciones y especializarse en funciones particulares, es decir que permitió la división del trabajo entre las diferentes regiones del cuerpo.

- Celoma

Es la cavidad que se dispone entre el tubo digestivo y la pared del cuerpo, revestida totalmente de mesodermo. (fig.)

Juega un papel primordial en el desarrollo progresivo de la complejidad de las estructuras, su presencia facilitó grandes cambios morfológicos y fisiológicos:

a.- Independencia morfológica y funcional de los órganos. Liberó el tracto digestivo y a otros órganos de su inmovilidad por el mesenquima y les dio a esos órganos más espacio y libertad para mayor diferenciación y actividad.

b.- El mesodermo visceral se fija al epitelio del tubo digestivo y desarrolla capas musculares de ese modo, la pared del tracto digestivo se hace mas firme y muscular capaz de realizar movimientos peristálticos que facilitan el paso del alimento.

- Cabeza no distinta.
- Sin apéndices sensoriales ni parápodos.
- Segmentación externa bien marcada en correspondencia con la interna. - Pocas sedas.

griego = oligos (poco)

chaeta = cerda

- Celoma bien desarrollado.
- Hermafroditas.
- Gónadas y gonoductos diferenciados.
- Desarrollo directo, sin larvas.

- Clase Hirudinea (500 especies)

Se denominan vulgarmente como sanguijuela son ectoparásitos o depredadores. - De agua dulce fundamentalmente terrestre y marlnas. - Sin setas.

- Sin apéndices sensoriales ni parápodos.

- Número de segmentos constante (34). La segmentación externa no coincide con la interna por la subdivisión de cada somite externamente.

- Con ventosas en la región anterior y posterior del cuerpo.
- Hermafroditas.
- Gónadas y gonoductos definidos.
- Desarrolla directo.

Las sanguijuelas son conocidas desde la antigüedad y empleadas en la medicina, con ellas se hacían extracciones de sangre aplicándole al enfermo algunos individuos.

Clasificación de la clase Oligochaeta.

Uno de las sistemas de clasificación más antiguos propuso la división del grupo en dos categorías, que aunque totalmente artificial, es muy usada desde el punto de vista ecológico y hasta evolutivo. Esta definición es la siguiente:

- Microdrili o microdrilos. Son oligoquetos acuáticos o limnícolas. - Nadadores o de fondo.
 - Pequeños
 - Incoloros o con gránulos de pigmento. Provistos de largas setas.
- Megadrili o Megadriles. Designa a las verdaderas lombrices de tierra. - Terrestres.
 - De mayor tamaño.
 - No incoloras.
 - Setas pequeñas.

Esta división da una idea clara de la evolución del grupo y del paso del agua a la tierra, lo cual se pone también de manifiesto en la lombrices de tierra que aun habiendo ganado este ambiente aun retienen una alta dependencia al agua por la falta de un sistema respiratorio especializado.

Después de numerosos arreglos y modificaciones en cuanto a la clasificación del grupo, el sistema más moderno basado en los trabajos de Brinkhurst y Jamieson (1971) fundamentalmente para los microdrilos y adaptada por Reynolds y Cook (1989) quienes reconocen los puntos de vista de Gates (1956, 1976) y Saros (1980) en cuanto de los megadrilos, ubica a las lombrices de tierra principalmente en las siguientes familias:

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

La separación en ordenes esta dada por la disposición de los poros genitales *masculinos* y *poros espermatocales con relación a los segmentos testiculares número de capas de células del clitelos*.

La división en superfamilias responde a la morfología de los ovarios y al proceso de vertimiento de las oocitos del ovario.

Estos caracteres son filogenéticamente significativos ya que no son adaptables, por lo que es difícil sugerir cualquier acción selectiva que hubiera podido probablemente influir en su evolución.

El suborden Lubrifican agrupa a las verdaderas lombrices de tierra o megadrilos aun dentro de estos existen grupos básicamente acuáticos como los miembros de la familia Spargonophilidae, Lutodrilidae, Criodilidae y Bieodrilidae.

Los criterios para definir especies implican numerosos caracteres del sistema reproductor y de otros sistemas de órganos.

Entre la especies que se utilizan a nivel mundial para la lombricultura y que por lo tanto son susceptibles de comercializar se encuentran las siguientes:

1.- Superfamilia Lumbricoidea

Familia Lumbricidae

Genero Eisenia

1.- Especie E. foetida

2.- Especie E. andrei

Genero Lumbricus

3.- Especie Lumbricus rabeilou

Superfamilia Megascolecidea

Familia Eudrilidae

Genero Eudrilus

4.- Especie E. eugenius

Familia Megascolecidae

Genero Perionyx

5.- Especie P. excavatus

B.- ESTRUCTURA DEL CUERPO:

La anatomía externa de las lombrices de tierra es muy homogénea. Ellas presentan el cuerpo dividido en:

- Prostomio
- Metastomio
- Pigidio

El prostomio es el primer lóbulo del cuerpo y es pigidio, el último, donde abre el ano. Algunos autores no consideran estos lóbulos como verdaderos segmentos. El metastomio lo constituye el resto del cuerpo formado por la serie de segmentos o meta meros.

La boca abre ventralmente entre el prostomio y el primer segmento denominado peristomio.

Otras estructuras:

- Setas: son pequeños proyecciones quitinosas a manera de pelos muy pequeños. Pueden estar distribuidos *de la siguiente* forma:
 - Distribución lumbricina: 4 por segmento.
 - Distribución periquetina: numerosas, formando un anillo en el ecuador del segmento.
- Clitelo: zona glandular a manera de cinturón que abarca un número variable de segmentos. Aparece sólo cuando el animal está sexualmente maduro, o sea, cuando es adulto y se encuentra apto para reproducirse. Interviene fundamentalmente en:
 - a.- Favorecer el acoplamiento de los animales durante la cópula.
 - b.- producir clitelo para la alimentación de los embriones.
 - c.- Producir el capullo que contendrá a los embriones.
- Poros genitales: Se presentan generalmente 1 ó 2 pares en el sistema reproductor masculino y un par (generalmente en el segmento XIV) en el femenino. En el masculino son intro o postclitelares (excepto lumbricidae). Son pequeños orificios más o menos evidentes localizados ventral o ventrolaterales.
- Poros dorsales: presentes en algunos grupos y son pequeños poros localizados en los surcos intersegmentarios en la línea mediodorsal. Se relacionan con la lubricación del cuerpo por el fluido celómico para mantenerlo húmedo.
- Poros nefridiades: generalmente un par por segmento. Laterales o ventrolaterales. Por ellos se excreta los productos de desecho del metabolismo. Son poco evidentes.
- Poros espermatecales: son ventrales o ventrolaterales en uno o varios segmentos preclitelares. Generalmente un par en cada segmento. Se relacionan con el almacenamiento de esperma.
- Marcas genitales: Pueden ser papilas tumescencias, etc que generalmente durante la madurez sexual. Los tubérculos pubertarios son característicos de algunas especies y aparecen como bandas tumescentes en cada borde ventrolateral del clitelo.
- Poros prostáticos y surcos seminales: Los poros son pequeños y en ocasiones se relacionan con papilas. Aparecen 1 ó 2 pares en los segmentos vecinos a los poros masculinos. Los surcos seminales son canales que unen los dos poros prostáticos y

generalmente el poro masculino de cada lado del animal. Se relacionan con la secreción de líquidos para la movilización de la esperma.

- Color: pueden tener pigmentos o no. Las especies pigmentadas son rojas, verdes o azules y viven generalmente en la superficie del suelo. Las especies despigmentadas viven dentro del suelo y adoptan la coloración del contenido del tracto digestivo y el circulatorio; son por lo general especies grisáceas o blanquecinas.

MORFOLOGÍA INTERNA DE LAS LOMBRICES DE TIERRA

- Sistema tegumentario y muscular:

La pared del cuerpo de las lombrices de tierra está constituida de la siguiente forma: - Cutícula.

- Epidermis.
- Tejido conectivo.
- Tejido muscular. Circular y longitudinal.
- 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 y 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 los canaliculos de la cutícula y que facilitan la respiración o el desplazamiento de las lombrices en el suelo. También existen células sensoriales como tangoreceptores y fotoreceptores

La contracción de las capas musculares presionan sobre el fluido celómico y determinan el movimiento del animal, así cuando los músculos circulares se contraen disminuye el volumen del animal, las longitudinales se distienden, el líquido celómico fluye longitudinalmente y el animal se estira. Cuando las fibras longitudinales son las que se contraen, los circulares se distienden y el animal se acorta.

En las especies pigmentadas, el pigmento se encuentra en la capa de células musculares circulares.

El celoma y todos los órganos internos están envueltos por una membrana de células que resiste internamente la pared del cuerpo, llamado peritoneo.

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

- SISTEMA DIGESTIVO:

El aparato digestivo de las lombrices está constituido por un tubo recto que recorre todo el animal, desde la boca hasta el ano. Está formado por: - Cavidad bucal.

- Faringe.
- Buche.

- Molleja.
- Esófago + glándulas calcíferas.
- Intestino + tiflosol.
- Ano.

La boca da lugar a una pequeña cavidad bucal que se comunica con la faringe que es muscular y funciona como una bomba de succión, donde por acción glandular se producen secreciones ("saliva") con acción proteolítica que humedece los alimentos. Estos alimentos pasan a una cámara amplia o buche donde se almacena o pasa al esófago y de ahí al buche, en otras especies de lombrices.

Del buche los alimentos pasan a la molleja que es una cámara con gruesas paredes musculares donde se trituran con ayuda de granos de arena, que el animal ingiere.

Asociados al esófago, existen glándulas llamadas calcíferas o de Morren cuya función esta relacionada con el mantenimiento de un grado de acidez optimo en los líquidos corporales del animal. Como las lombrices consumen alimentos con elevadas concentraciones de Ca, estas glándulas extraen el exceso de éste en le sangre y lo devuelven al tracto digestivo en forma de cristales de calcita no absorbibles en el intestino.

Las estructuras hasta aquí citadas ocupan aproximadamente el primer tercio del cuerpo del animal, el resto lo ocupa el intestino.

El intestino está constituido internamente par un tejido epitelial rico en células glandulares y absorbentes. La función absoritiva del intestino es frecuentemente aumentada por la presencia de un pliegue interna llamado Tiflosol.

Las secreciones del intestino (fundamentalmente el anterior) tiene enzimas que desdoblan los carbohidratos, proteínas y grasas. Actualmente se plantea que la digestión de los alimentos está en una estrecha relación con los microorganismos presentes en el tubo intestinal mediante relaciones mutualistas.

Al final dei intestino, 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.

- SISTEMA CIRCULATORIO Y RESPIRATORIO

Constituye un sistema cerrado ya que la sangre fluye dentro de vasos sanguíneos y nunca cae en senos o lagunas.

Básicamente esta compuesto por:

- 1 Vaso dorsal
- 1 Vaso ventral
- 1 Vaso subneural
- 1 Vasos laterales
- Red de capilares

par de conectivos circunfaringeos formando un anillo alrededor de la faringe llamado también anillo periesofágico.

A partir de un ganglio subfaringeo corre en la línea medio ventral y a lo largo de todo el cuerpo, la cadena ganglionar ventral que está constituida por un par de ganglios por segmentos en un grado de fusión variable (casi siempre bien fusionados). De estos ganglios salen ramificaciones a la pared del cuerpo y al intestino.

En la epidermis están localizados numerosos órganos de los sentidos formados por células sensitivas, células fotorreceptoras, fibras nerviosas.

Los órganos de los sentidos son más abundantes en la extremidad anterior de la lombriz.

El tacto es el sentido más desarrollado de las lombrices, después de la sensibilidad a la luz. El tacto permite a la lombriz detectar pequeñas vibraciones en el terreno, seleccionar el alimento, huir, etc.,

Tienen fototropismo negativo, es decir reaccionan negativamente a la luz, por lo que generalmente sólo salen a la superficie del suelo durante la noche para buscar alimento (en especies epigeas y anecicas).

El paladar es bastante desarrollado pues la cavidad bucal se encuentra nuevamente enervada y profusamente.

También, las lombrices son muy sensibles a las variaciones de la temperatura, humedad reacciones químicas del ambiente (pH), etc., lo cual detectan mediante quimiorreceptores.

- SISTEMA EXCRETAR

Está formado por órganos especiales denominados metanefridios o nefridios que son comparados con los riñones de los vertebrados y cuya función es eliminar los residuos del metabolismo.

Con excepción de los primeros segmentos y los últimos, todos los demás presentan un par de nefridios.

El nefridio está constituido básicamente por un nefrostoma que es un embudo ciliado, el movimiento de los cilios promueve la colecta de los residuos del metabolismo del celoma.

Del embudo sale un canal que atraviesa el septo y abre al exterior en el anillo siguiente, en un poro nefridioporo (1 par/segmento) ventrolateral. El canal está ricamente vascularizado y ocurren procesos de filtración, reabsorción y secreción para formar la orina. La orina se excreta en forma de amoníaco o urea.

Los metanefridios se presentan en forma de

- Holonefridios.
- Meronefridios (varias pequeñas unidades/segmento)
- Enteronefridios (grandes túbulos enrollados que descargan en la región interna del tracto digestivo)

- SISTEMA REPRODUCTOR

Las lombrices son hermafroditas, es decir presentan los órganos reproductores masculinos y femeninos en un mismo individuo. Sin embargo, ellas no se autofecundan por lo que necesitan aparearse para reproducirse.

Este sistema sufre una gran variabilidad en cuanto a número y posición de los diferentes órganos en las distintas especies y grupos, de ahí, el hecho de tener gran importancia en la clasificación de las lombrices.

Aparato reproductor masculino: Básicamente cuenta de-Testes.

- Vesículas seminales.
- Embudos colectores.
- Vasos deferentes.
- Próstatas.
- Poros genitales.

Se presentan 1 6 2 pares de testes generalmente en los segmentos X y XI. Las células germinales salen de los testes con poco grado de maduración, lo cual se completa en las vesículas seminales, que no son más que amplias bolsas celómicas formadas de los septos. los espermatozoides son recogidos en los embudos colectores ciliados y llenados por los conductos deferentes (1 por cada teste o pueden fusionarse los de cada lado) hacia el poro genital. Es común la presencia de glándulas prostáticas que favorecen la formación de la esperma. La próstata puede abrir al exterior en el poro genital o independiente de este, pero siempre en los segmentos vecinos.

Aparato reproductor femenino: Básicamente cuenta de:

- Ovarios.
- Óvisacos.
- Oviductos.
- Poro genital.
- Espermatecas.

En la mayoría de las lombrices existe sólo un par de ovarios ubicados en el segmento XIII. Los óvulos salen inmaduros de los ovarios y caen en el celoma de donde son recogidas por acción ciliar por los ovisacos, aquí completan un desarrollo y salen al exterior a través de unos conductos llamados oviductos que desembocaban en los poros genitales femeninos.

También formando parte de este sistema, existen uno o varios pares de cámaras llamadas receptáculos seminales o espermatecas que sirven para almacenar los espermatozoides recibidos durante la copula y que servirán para fecundar a los óvulos. Los espermatecas se sitúan generalmente en los segmentos pregonada les y abren el exterior por pequeños poros espermatecales situados ventral o ventrolateral mente.

- ACOPLAMIENTO

Cuando los animales están maduros sexualmente ocurre el acoplamiento a cópula para realizar el intercambio de esperma, pues como ya se dijo no ocurre autofertilización.

Dos individuos se unen ventralmente y de forma invertida, es decir con las regiones anteriores en sentidos opuestos. Para ello se valen de un mucus viscoso que secretan que los clitelos de ambos individuos. El mucus envuelve los cuerpos de ambas lombrices. En la unión también intervienen setas modificadas que ayudan a fijar

a los individuos, entre sí. También papilas y tubérculos pubertarios. Este proceso puede seguir dos patrones:

-En los lumbricidos como por ejemplo Eisenia andrei y E. foetida existen unos canales o surcos seminales ventrales que se forman cuando los animales se acoplan. Por estos corre la esperma de los poros masculinos en el segmento XV de un individuo hacia las espermatecas del individuo contrario en los segmentos IX y X, donde será almacenada.

- En Megascolecidos y Eudrilus, el intercambio puede ser directo y los poros masculinos en el segmento XVIII de un individuo coinciden directamente con las espermatecas o con los poros femeninos del individuo contrario en el segmento XIV.

Una vez que los individuos se separan, el clitelo de cada lombriz comienza a secretar un moco gelatinoso que forma un anillo o tubo que envuelve al clitelo, en cuyo interior penetran los óvulos.

Posteriormente y debido a los movimientos corporales, la lombriz hace que este tubo se despliegue hacia delante (región anterior). El tubo al pasar por las espermatecas, recogen los espermatozoides acumulados, ocurriendo entonces la fertilización de los óvulos ya recogidos anteriormente.

Al ser expulsado por la lombriz, el tubo o anillo se cierra por cada extremo, formando el capullo en cuyo interior se encuentran los embriones y suficiente sustrato para completar su desarrollo.

El acoplamiento ocurre generalmente en la noche en la superficie del sustrato o pocos centímetros por debajo. Su duración es variable de acuerdo con la especie; por ejemplo en E. foetida, E. andrei y Lumbricu rubellus ocurre en 30 en E. eugeniae, en algunos minutos y en L. terrestris que no es criada comercialmente, puede durar horas.

C.- CICLO DE VIDA

En el ciclo de vida de las lombrices de tierra existen periodos transitorios entre un estado y otro difícil de diferenciar. Se determinan las siguientes etapas y fases: - Etapa embrionaria

- Etapa postembrionaria: fase postnatal.

fase juvenil.

fase clitelada.

en crecimiento.

- en decrecimiento.

fase senescente.

Etapa Embrionaria:

Transcurre en el interior del capullo, el cual es depositado por el adulto en el interior del 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, ambas pardas o blancas y generalmente son más oscuras según envejecen. Su forma también varía desde redondos, en forma de limón o con una proyección en los extremos.

Los capullos pueden contener un número variable de embriones (de 1-7 en EF eugeniae) pero la fertilidad promedio es de 3-4, aunque fluctúan de acuerdo a 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 período de incubación de estos, así los capullos pueden demorar en eclosionar de 11 a 27 días, aunque ya a los 16 días han emergido la mayoría de las jóvenes lombrices (en el caso de E. eugeniae).

Etapa Postembrionaria:

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

Fase Postnatal:

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

Fase Juvenil:

Se extiende a partir de la fase anterior y termina con la aparición del clitelo. Se caracteriza por la gran actividad y dinamismo mostrado por los individuos y un elevado crecimiento en tamaño y peso. La duración depende de la especie y condiciones ambientales.

Dentro de esta fase suele incluirse la fase 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 períodos, uno en el que los animales continúan con su crecimiento (80-90 días para E. eugeniae) y otro más largo o de meseta (210 días) en el que los animales 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 Postclitelar:

Poco definida en algunas especies como E. eugeniae pues el decremento del peso y la longitud corporal de los animales no coincide con la desaparición del clitelo. Este 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 indiscencia 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.

Ciclo de vida de las especies comerciales.

	<i>Eudrilus eugeniae</i>	<i>Eisenia andrei</i>	<i>Perionyx excavatus</i>
Etapa embrionaria			
Duración (días)	11-16-19	21-26	18-19
Fertilidad	2-3	2.5-3.5	1
Viabilidad %	84	78	63
Etapa pastembrionaria			
juvenil (días)	45-60	56-60	
adulto días	'290	> 1 año	
Oviposición ca□llomldía	max: 1.6 X anual: 1.2	Max: 07 X anual 0.3	max: 1.1

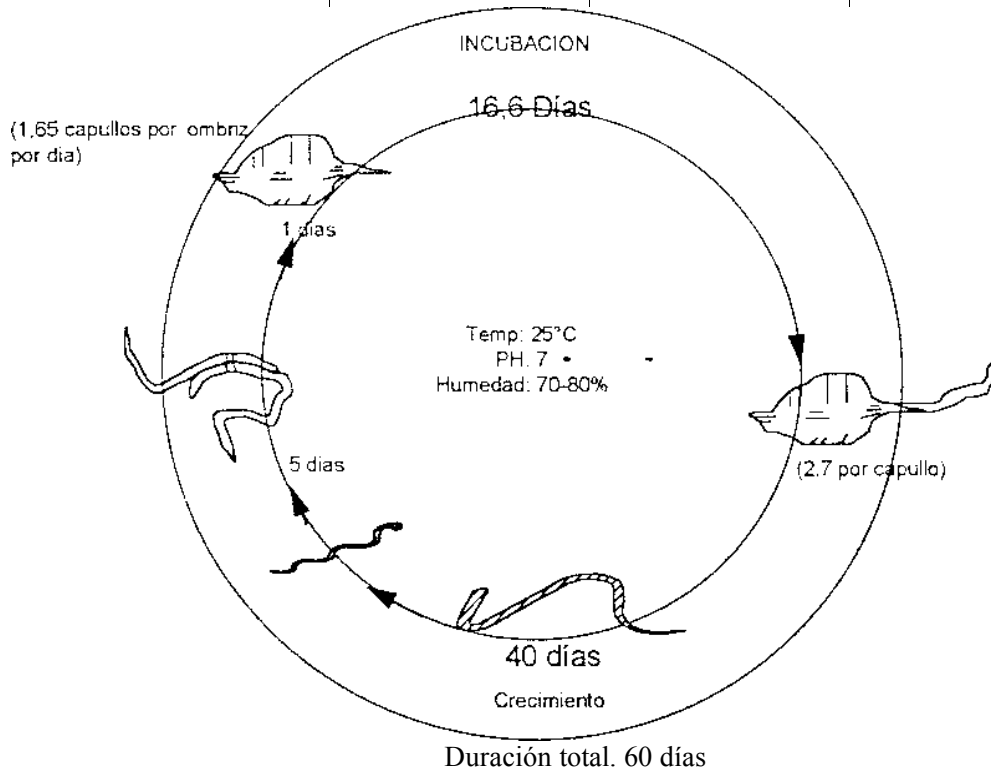


Figura 6. Diagrama del ciclo de vida de *E. eugeniae* a 25°C en estiércol de ganado vacuno con una humedad de 70-80%.

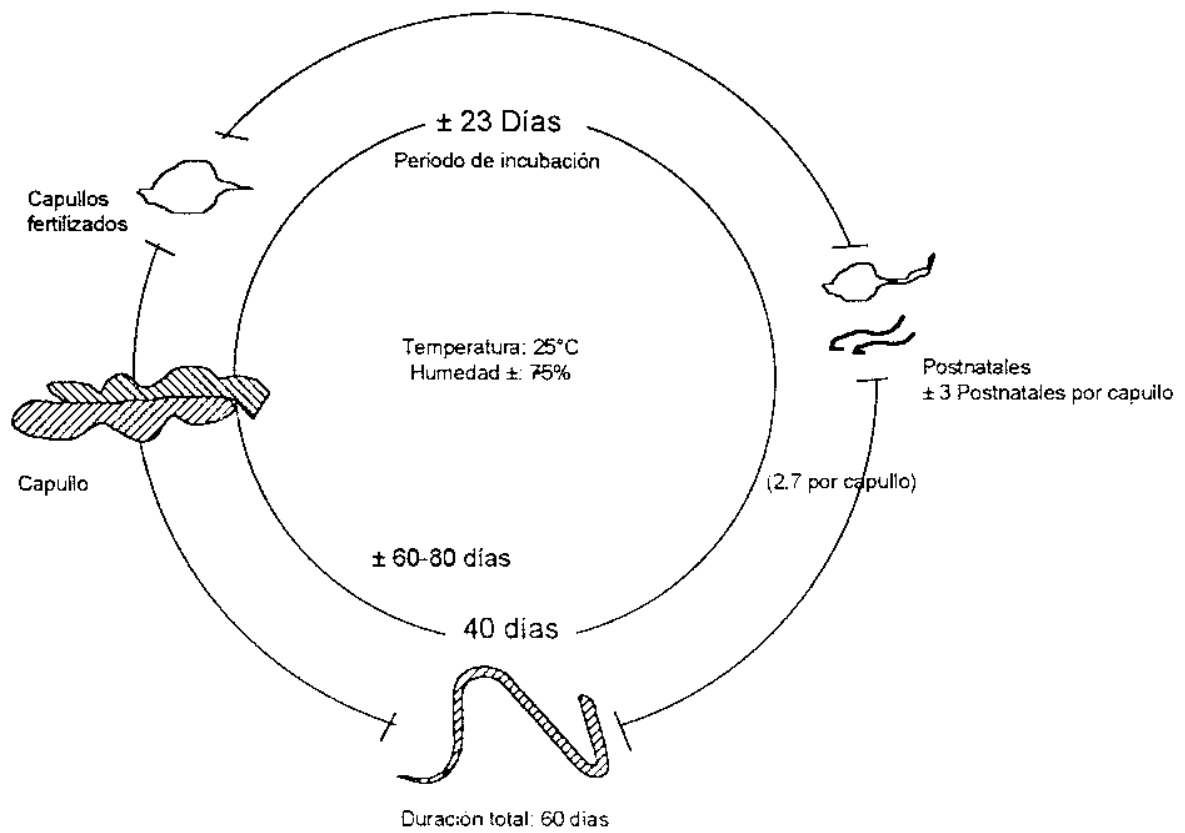
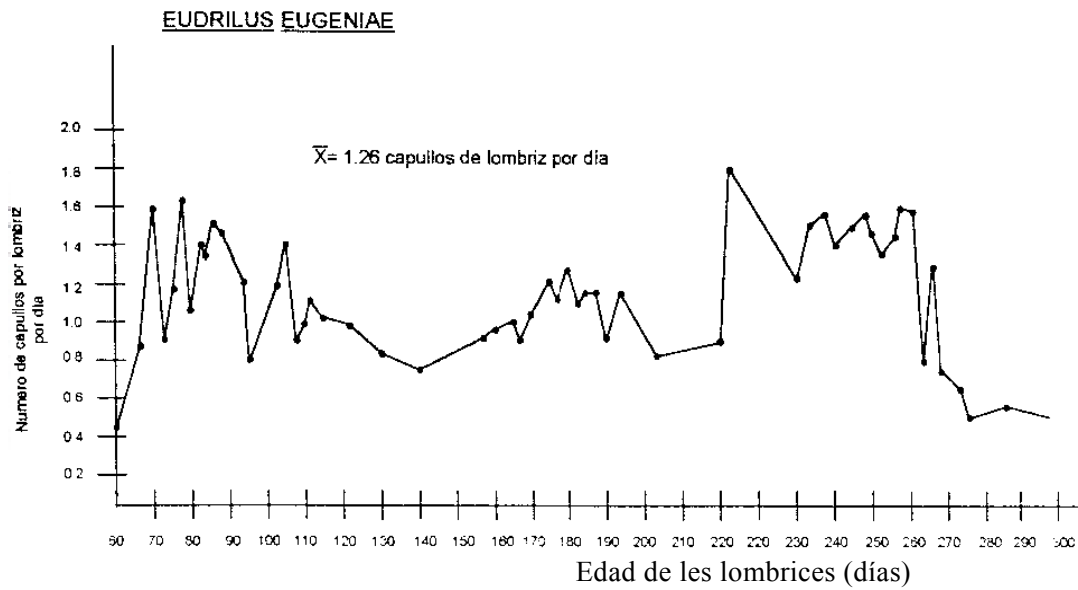


Figura 6. Un diagrama del ciclo de vida de *E. foetida* criada en estiércol de vacuno a una temperatura de 25°C y una humedad de 75%



Oviposición de E. eugeniae en un periodo de 300 días a 25 °C en estiércol vacuno y humedad del sustrato de 75%



Oviposición de E. andrei a 25 °C criada con estiércol vacuno con humedad de 75%.

III ESPECIES COMERCIALES

De las aproximadamente 3,300 especies componentes del grupo zoológico a la que pertenecen las lombrices de tierra (Oligochaeta), sólo una pocas cumplen con los requisitos para ser empleadas en la lombricultura.

Características para que una especie de lombriz pueda ser considerada para la comercialización:

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:

Eisenia foetida: De origen europeo, es tal vez la más difundida para la práctica de la lombricultura. Es llamada lombriz del estiércol, híbrido rojo californiano, lombriz tigre, lombriz cabra, ya que presenta bandas amarillas alternando con rojo vivo. En la década del 40 fue la precursora de la lombricultura norteamericana. Se emplea en E.U., España, Italia, Japón y algunos países Latinoamericanos. Es una de las especies *más utilizadas en la lombricultura* y por lo tanto, mejor estudiada como procesadora de materia orgánica y como fuente proteica.

Eisenia andrei: Origen europeo. Hace relativamente poco tiempo se separó, como especie de E. foetida (se consideraban una sola). Algunos autores le tratan como subespecie. No presenta las evidentes bandas amarillas de E. foetida

Lumbricus rubellus: Origen europeo. Es conocida también como híbrido rojo californiano, lombriz roja, roja ligera, etc.

Perionyx excavatus: De origen asiático. Conocida como "roja de Taiwan", se utiliza en Filipinas, y Asia en general como especie de cría. Fue introducida en Cuba en 1982. Es la menos difundida.

Eudrilus eugeniae: 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

vino. Presenta altas tasas reproductoras, de crecimiento y conversión. Es la más utilizada para la pesca deportiva. Aun criándolas en áreas climatizadas en regiones frías, su precio alcanza de 2 a 2.5 veces mayor que el pagado por L. rubellus en el mercado de E.U. Es la más criada en Brasil, Cuba, Sur de E.U. e Inglaterra.

Aspectos Morfológicos Externos Diferenciales Entre Algunas de las Especies Comerciales.

A pesar de ser especies epigeas con coloración y otros aspectos generales muy similares, existen caracteres externos que, permiten una rápida e inequívoca determinación e identificación, fundamentalmente en el estado adulto, ya que en los juveniles aun no presentan la mayoría de las marcas que nos servirán para separar una especie de otra.

De los caracteres presentados en la tabla el tamaño, posición del clitelo, aparición y los poros masculinos son los más efectivos para reconocer las especies (ver fig.)

Por otra parte, E. fetida y E. andrej sólo serán discernibles por la presencia en la primera especie de bandas amarillas alternando con rojas,

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS EXTERNAS DIFERENCIALES ENTRE LAS ESPECIES COMERCIALES			
CARÁCTER	<i>Eudrilus eugeniae</i>	<i>Eisenia fetida</i>	<i>Perionyx excavatus</i>
Color	Rojo vino dorsalmente. Iridiscente azul o violeta,	Rojo vino. Franja naranja o amarillo al final del cuerpo.	Rojo vino. Poco iridiscente
Forma	Ligeramente aplanada dorso-ventralmente fundamentalmente al final del cuereo.	similar al anterior	similar al anterior
	Lumbricina	Lumbricina	Periguetina
Longitud (cm)	9-15	6-9	4-8
Numero de segmentos	180-245	96-118	94-139
Peso()	1-4	0.3-1	0.2-0.5
Poros dorsales	No	si	si
Clitelo	[14-18]	[26-33]	[14-16]
Tubérculos pubertarios	No	si	No
Poros	17/18 1 par en forma de ojal	15 Con papilas. Forma globosa. 1 par forma de ojal	18 1 par redondos en una cámara
Poros	14 1 ear lateroventral	14 1 ear lateroventral	14 1 ventral medio

IV ECOLOGÍA

La acción de las lombrices en el suelo se conoce desde tiempos muy antiguos, como se había planteado. Se citan en 1758 en la décima edición del "Sistema natural" de Linneo y por otro eminente naturalista como Charles Darwin señalando siempre su relación en el aumento de la fertilidad de los suelos.

Las funciones ecológicas de las lombrices de tierra se siguen estudiando en numerosos laboratorios y actualmente se dispone de numerosos datos sobre las cualidades de estos animales. Más allá de la mejora de los suelos y de la producción vegetal, los conocimientos adquiridos permiten pensar en aplicaciones industriales, en sectores tales como el tratamiento de residuos domésticos y la producción de alimentos para animales de cría.

Las lombrices viven de forma natural en el suelo o en acumulaciones orgánicas. Sólo sus heces depuestas en la superficie donde forman tericulos, atestiguan su presencia en el suelo. Sin embargo, representan del 60 al 80% de la masa animal del suelo, sólo comparable a la de los microorganismos en este ambiente

Ejemplo- Prados de regiones templadas 1 - 3 ton/ha.
 Selvas tropicales.....centenares de Kg/ha
 Pastizales húmedos..... ---- 1 - 2 tn/ha.

Las lombrices están presentes en casi todos los suelos (bosques, praderas, sabanas, pastizales, etc..) con la excepción de los ambientes extremos (glaciares, desiertos, suelos muy ácidos o muy salados)

La abundancia y diversidad varía mucho en función, de las condiciones climáticas (temperatura, duración del día, humedad), pedológica (en particular el pH y contenido de materia orgánica), biológica (tipo de vegetación, disponibilidad de alimento y predación) y humana (trabajo del suelo, plaguicidas)

Son particularmente abundantes en los suelos húmedos, de fuerte productividad y cuyo pH sea neutro- Ejemplo:

	PASTIZAL		BOSQUE	AGROECOSISTEMA		LOMBRICULTURA
	Micro. A	Micro. B		Yuca	Caña	
Temp. (%)	28.2	31.0				
Hum (%)	43.6	65.3				
pH	6-4	6-6				
M.O. (%)	20.2	66.8			-	
Densidad indlm ²	472	612	64-374	59-81	90	20,000
Biomasa g/m ²	613	26.1	5-18	0.5-2.6	0.5	3,000

Actividad de las lombrices de tierra sobre el sustrato (suelo):

Además de la actividad mecánica que se acaba de describir, las lombrices aumentan la fertilidad de los suelos:

La presencia de lombrices permite crear condiciones de humedad, ventilación y pH favorables a los microorganismos descomponedores (hongos y bacterias). Así la densidad y número de especies de microorganismos son mayores en el casting que en el suelo circundante. Además de reducir el tamaño de los materiales orgánicos, las lombrices hacen que este sea más accesible a la acción enzimática de los microorganismos.

Las lombrices actúan ellas mismas como descomponedores; aunque no se pueden aislar de la acción de los microorganismos ya que algunos de estas viven tanto en el suelo como en el tracto digestivo de las lombrices. Se ha calculado que la producción media de N de algunas especies de lombrices es del orden de 460 kg de nitrógeno/halaño, para una tonelada de lombrices anécicas.

El N es excretado por la lombrices en forma de amoniaco y urea, fácilmente asimilables por las plantas, o en forma que todavía requieren de una degradación microbiana, especialmente cuando el N es un componente del mucus cutáneo.

Así, la cantidad de N que producen las lombrices es del mismo orden de magnitud que la aportada por abonos químicos en los cultivos que en promedio es de 200 Kg/ha/año.

Además, las lombrices constituyen, por si mismas una importante reserva de N movilizable cuando mueren.

De esto se deriva el hecho de que se tendría que tener en cuenta las poblaciones de lombrices para determinar las cantidades de abono nitrogenados a utilizar.

Los conocimientos sobre el papel ecológico de las lombrices desembocan en una aplicación agronómica interesante: la mejora de las propiedades de un suelo y de la producción vegetal a través de la introducción de estos animales en suelos desprovisto de ellos.

Ejemplo:

Nueva Zelanda ...Aumento 72% de producción de forraje 4 años después de la introducción de Nicodrilus caliginosus.

Holanda.....Aumento 10% de producción de forraje 10 años después de introducción.

Perú.....Aumento 130% en 6 cosechas sucesivas de maíz. Han frenado la disminución de las reservas orgánicas y minerales del suelo.

En consecuencia la actividad de las lombrices de tierra sobre el sustrato se puede resumir de le siguiente forma:

- 1.- Morfología: construyen redes de galerías que facilitan la aireación y drenaje del suelo.
- 2.- Porosidad: la aumentan de 30-40% a 60-70%.
- 3.- Erosión: En la superficie de los suelos planos, disminuyen la erosión, por capas y sus excretas frenan la erosión superficial.

Formación de macro y microagregados.

- 5.- Retención de H₂O: Aumentan esta capacidad al actuar sobre la estructura del suelo y formar complejos coloidales.
- 6.- Nitrógeno: Favorecen la nitrificación de la materia orgánica y aumentan el N disponible en el suelo.
- 7.- Calcio: Segregan CaCO₃ en forma de pequeñas concreciones de calcita.
- 8.- Enzimas: Aumentan el potencial enzimático del suelo (invertasas, fosfatasas, proteasas, etc.).
- 9.- Microflora: La aumentan cuali y cuantitativamente.
- 10.- Humificación: La favorecen al mezclar los desechos vegetales del suelo, deyecciones y de sus propios cadáveres.

Toda esta actividad guarda una relación estrecha con el papel funcional de la lombriz en el suelo, que depende en gran parte de su estrategia adaptativa, fundamentalmente asociada a la alimentación y a la reproducción.

Las lombrices pueden ser estrategias r (especialistas) á k (generalistas), es decir que aseguran su supervivencia mediante la reproducción (r), o sea, manteniendo alta densidades de población o garantizando la supervivencia en una elevada longevidad y consumiendo grandes cantidades de alimento. De esta forma y desde el punto de vista ecológico, las lombrices se pueden clasificar en

- Epigeas
- Anécicas
 - Polihúmicas
- Endeogeas - Oligohúmicas
 - Mesohúmicas

	Epígeas	Anécicas	Endogeas		
			Polihúmicas	Mesohúmicas	Oligohúmicas
Pigmentación	Homocromática	Homocromática anterior dorsal	No	No	No
Régimen alimentaria	Litera	Litera + Suelo	Suelos ricos	A,	Suelo profundo
Talla	Pequeña	Grande	Pequeña	Media	Grande
Digestión	Directa	Rumen externo	Rumen ext.	Mutualista	Mutualista
Perfil demográfico	r	k	r	r-k	k
Resistencia a la sequía	Capullo	Diapausa	Quiescencia	Quiescencia	Quiescencia
Capacidad colonizadora	Alta	Media	Baja	Baja	Extremada, mente Baja

Al primer grupo pertenecen las empleadas en la lombricultura.

- 4.- Textura: Pulverizan o agregan algunos elementos minerales del suelo. Formación de macro y microagregados.
- 5.- Retención de H₂O: Aumentan esta capacidad al actuar sobre la estructura del suelo y formar complejos coloidales.
- 6.- Nitrógeno: Favorecen la nitrificación de la materia orgánica y aumentan el N disponible en el suelo.
- 7.- Calcio: Segregan CaCO₃ en forma de pequeñas concreciones de calcita.
- 8.- Enzimas: Aumentan el potencial enzimática del suelo (invertasas, fosfatasas, proteasas, etc.).
- 9.- Microflora: La aumentan cual y cuantitativamente.
- 10.- Humificación: La favorecen al mezclar los desechos vegetales del suelo, deyecciones y de sus propios cadáveres.

Toda esta actividad guarda una relación estrecha con el papel funcional de la lombriz en el suelo, que depende en gran parte de su estrategia adaptativa, fundamentalmente asociada a la alimentación y a la reproducción.

Las lombrices pueden ser estrategias r (especialistas) á k (generalistas), es decir que aseguran su supervivencia mediante la reproducción (r), o sea, manteniendo alta densidades de población o garantizando la supervivencia en una elevada longevidad y consumiendo grandes cantidades de alimento. De esta forma y desde el punto de vista ecológico, las lombrices se pueden clasificar en

- Epigeas
- Anécicas
- Polihúmicas
- Endeogeas - Oligohúmicas
- Mesohúmicas

	Epigeas	Anécicas	Endogeas		
			Polihúmicas Mesohúrmicas		
Pigmentación	Homocromática	Homocromática anterior dorsal	No	No	No
Régimen alimentaria	Litera	Litera + Suelo	Suelos ricos		Suelo profundo
Talla	Pequeña	Grande	Pequeña	Media	Grande
Digestión	Directa	Rumen externo	Rumen ext.	Mutualista	Mutualista
Perfil demográfico	r	k	r	r-k	k
Resistencia a la sequía	Capullo	Diapausa	Quiesencia	Quiesencia	Quiesencia
Capacidad colonizadora	Alta	Media	Baja	Baja	Extremadamente Baja

Este tipo de lombriz epigeo consumen materia orgánica y la convierten en 60% de humus y 40% en biomasa. Esta *relación parece ser poco variable*.

Efecto de Parámetros Climáticos y Edáficos.

Como se había planteado todas las actividades de las lombrices guardan una estrecha relación con la combinación de los factores ambientales como el clima y el ambiente edáfico que muchas veces actúan sinérgicamente, por lo cual resulta muy difícil! estudiar el comportamiento de los organismos del suelo.

Aunque se plantea que la temperatura y la humedad de; suelo son los factores más importantes en la distribución de las lombrices, existen otros factores de gran peso y que pueden ser limitantes para el desarrollo de ellas, tal es el caso de; contenido de materia orgánica, el pH o grado de acidez, la textura del sustrato, etc.

Temperatura

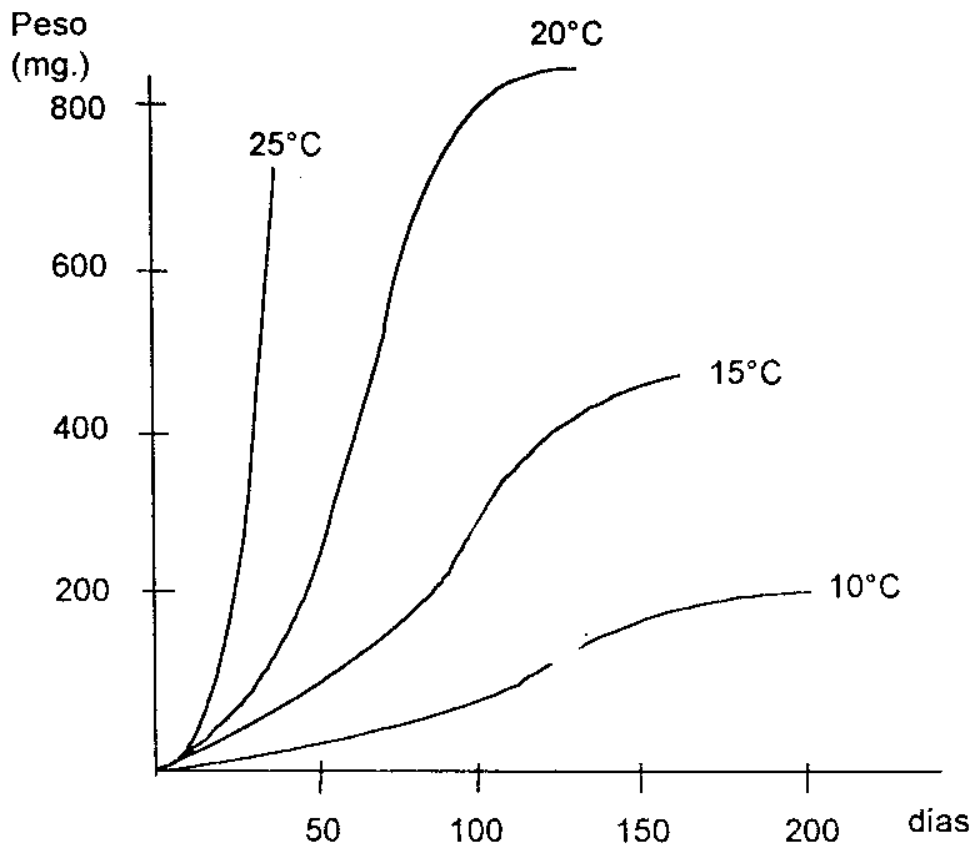
La temperatura afecta de una manera u otra forma a todos los organismos vivos y al aumentar, generalmente aumenta la velocidad del desarrollo producto de la intensificación del metabolismo. Cuando se encuentra por encima o por debajo del rango óptimo para una especie altera a alguno(s) de sus procesos vitales.

Aunque las lombrices viven dentro de un sustrato, generalmente de carácter concentrativo, se debe tomar en consideración que este puede sufrir variaciones que afectan a los animales.

En verano, por ejemplo, la temperatura del suelo o sustrato se mantiene aproximadamente a 3°C por debajo de la del aire (a la sombra y disminuye con la profundidad hasta unos 15 cm, sin embargo en invierno ocurre una inversión y entonces la temperatura del suelo (sustrato) es algo superior a la del aire.

La temperatura de la cama o litera de cría, así como de la pila de estiércol que se les va a dar como alimento a las lombrices, fundamentalmente la de este alimento, deben estar alrededor o inferior de los 25°C y se debe medir en cada ocasión que se alimente a las crías, es una norma que no debe ser violada, pues un alimento con una temperatura superior a la ya considerada, indica que dicho alimento no ha terminado de fermentar y aun no se encuentra apto para ser empleado.

La temperatura se puede medir con un termómetro ordinario o de suelo, *pero de no haberlo se puede utilizar el tacto*; el material debe sentirse frío a! tocarlo con la mano. La influencia de este factor en las especies comerciales es marcada como:



Influencia de la temperatura en el crecimiento en el peso de E. fetida.

Una disminución de la temperatura trae aparejado una reducción de la velocidad del desarrollo y se retarda el crecimiento. A temperaturas mas altas el crecimiento es mas rápido (25° C) pero se reduce también el peso alcanzado, por lo tanto 20°C parece ser mas adecuado que 25° C

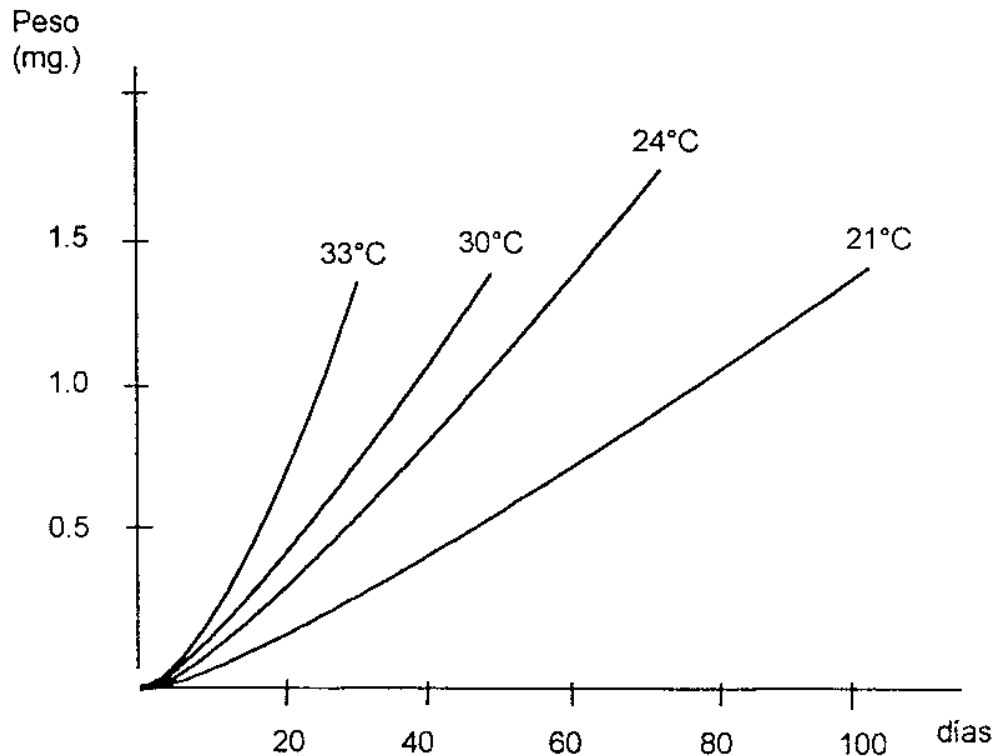
Temp. (°C)	N _o cap/sem.	viabilidad (%)			No lom/ cap.	Periodo de incubación días				
10	-	88	94.1	-	3.75	85.5	73	-	91.3	
15	1.8	-	72	9C6	-	3.79	45.6	50	-	36.3
20	3.4	4.1	68	733	69.1	3.28	25.2	36	22.9	27.9
25	3.8	3.2	-	55.3	78.6	2.57	19.9	32	210	22.1
30	-	1,5	-	-	43.1	2.00	-	-	14.4	-
33	-	0.5	-	-	20.0	1.01	-	-	11.2	-
36	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-

Influencia de la Temperatura en la Reproducción de E. Fetida

La producción de capullos fluctúa diariamente:

Ejemplo: A 20°C constantes E. fetida pone ± 0.3 cap./lomb/día. A 20°C fluctuante E. fetida pone ± 0.15 cap./lomb.día.

Efecto de la temperatura en el crecimiento en peso de Eudrilus eugeniae {juveniles}.



Al aumentar la temperatura, aumenta la velocidad de desarrollo y se alcanza un peso similar a las demás temperatura, pero en un tiempo más corto.

Temperatura	# cap./lomb./día	Viabilidad (%)	Fertilidad	Periodo de incubación (días)
21				2150
24		82.4	309	1905
	4.4	30	2.08	1660
	4.3	41.0	1.68	13.00

Cuando la temperatura del sustrato en las literas de cría son muy altas, producto de la también elevadas temperatura del aire durante el verano, se recomienda regar varias veces al día para disminuir este factor.

HUMEDAD:

La humedad es un factor de gran importancia en el desarrollo *de las lombrices* y en el mantenimiento de las crías, pues como se recordara, las lombrices carecen de órganos respiratorios y esa función la realizan a través del tegumento para lo cual debe estar muy húmedo pues requieren de una fina película acuosa para que ocurra el intercambio de gases.

Las lombrices requieren que el sustrato tenga una humedad entre 70-80% en dependencia de la especie. La medida de la humedad del sustrato se puede tomar por distintos métodos, entre ellos pesar una muestra y luego secarla hasta peso constante y hallar la humedad según la fórmula:

$$\text{Hum (\%)} = \frac{\text{Peso húmedo} - \text{Peso seco}}{\text{húmedo}} \times 100$$

Sin embargo, el método más sencillo y práctico consiste en tomar en la mano una porción del material (sustrato) y apretarla con fuerza. La humedad se calcula de acuerdo al número de gotas de agua que destile el mismo:

- | | |
|---|--------|
| 1 ° No toma forma en la mano y no gotea _____ | < 70% |
| 2 ° Toma la forma de la mano y no gotea _____ | 70-80% |
| 3 ° Toma la forma de la mano y gotea < 10 gotas _____ | 80-90% |
| 4 ° Salen más de 10 gotas _____ | > 90% |

Influencia de la Humedad en *Eudrilus eugeniae* :

<u>Humedad</u>	<u>Evento</u>
55%	Mueren en unos 50 días (mínimo letal).
60%	Mortalidad del 60% de la población.
83%	Mortalidad 0 %

Según otro autor:

80%	Optima
70-75%	Adecuada

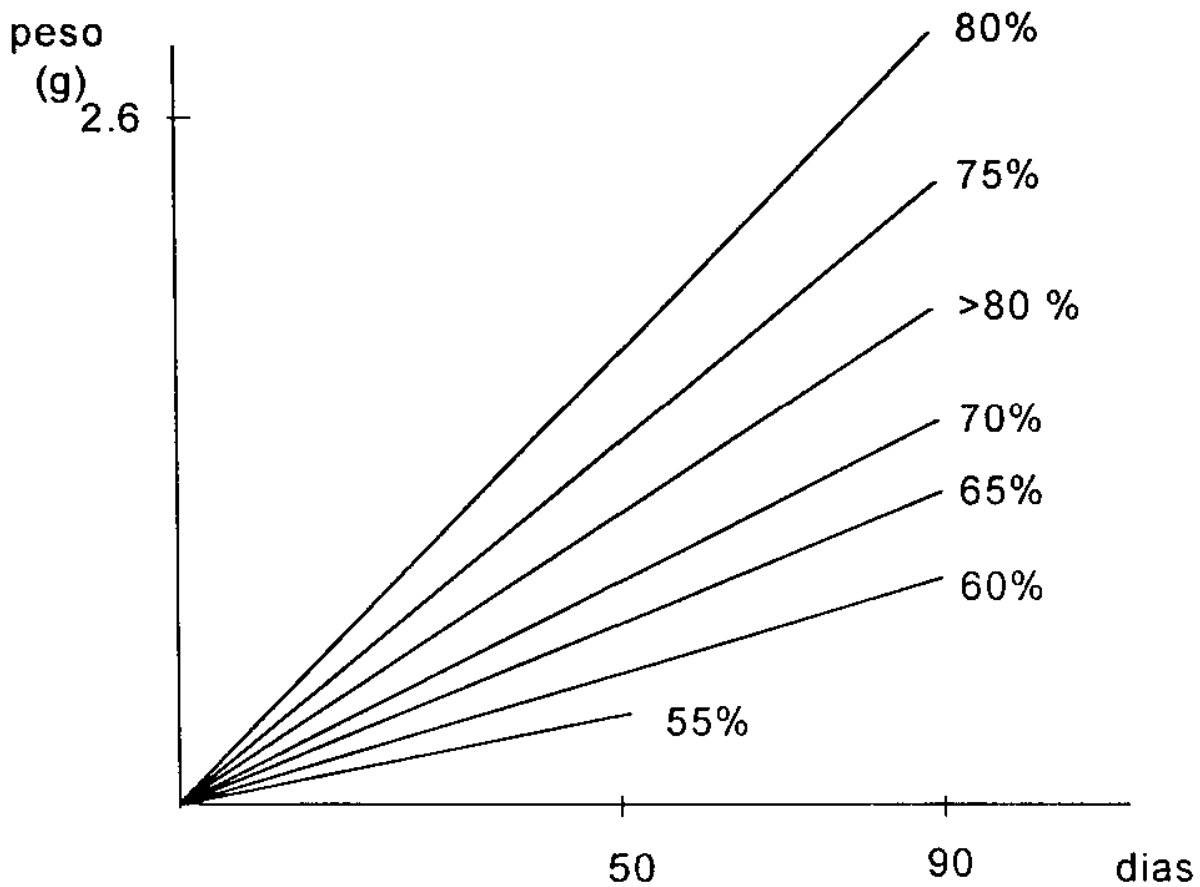
- 80 % menos favorable
- 70 % menos favorable

Producción de capullos: 80%	1.4
capllomb.l día	
75%-- _____	1.1 capllomb.l día
70%-- _____	0.6 capllomb.l día

En otro experimento se observó la preferencia por la humedad: 80-82% -

Adultos	
77,5-79% _____	-Juveniles
Ovlpoción _____	79-80.5%
• 68.9 % _____	No adultos
• 79 % - _____	No juveniles

Crecimiento:

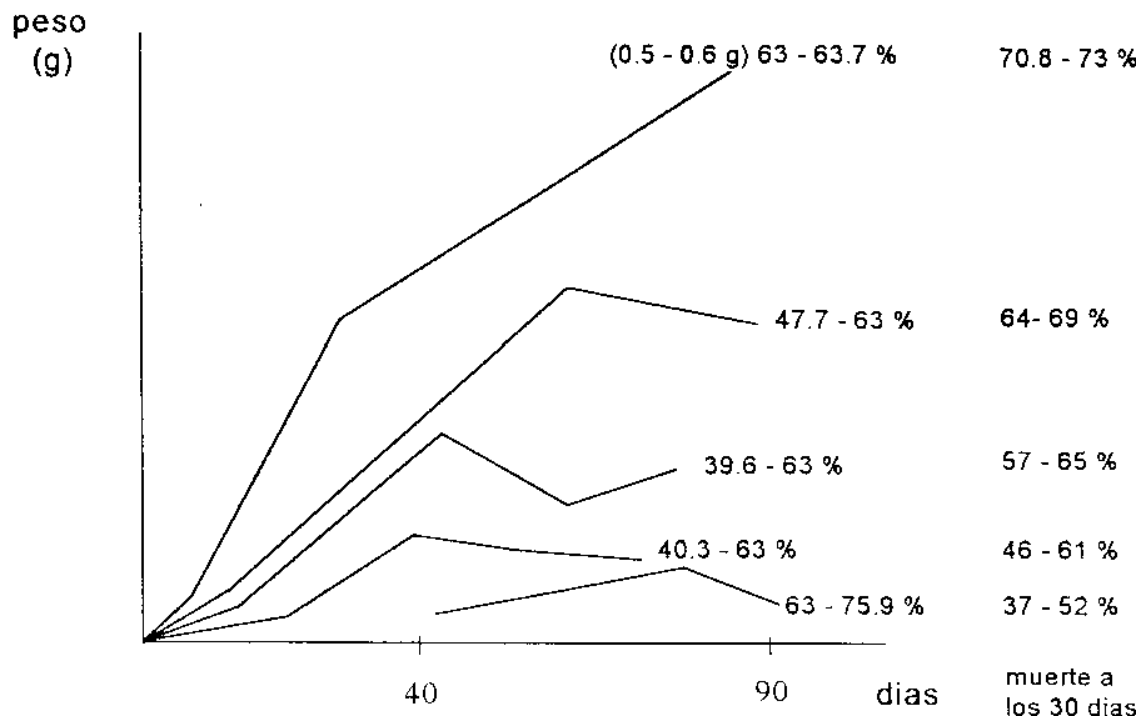


Influencia de la Humedad en Eisenia fetida Según

experimento de preferencia de humedad:

<u>Humedad (%)</u>	<u>Evento</u>
63-75%	Adultos
65-70%	Juveniles
65-70%	Oviposición
64%	Max. desar. del clitelo
55 %	adultos

Según Neuhauser et al. (1979), la humedad optima es 70 - 80 Según Kaplan et al (1980), el crecimiento máximo es entre 70 - 85 Según Satchell 81 - 85 %



Al final del experimento los animales pesaron: 69.7

% - 73.5 %
64.2%-69.5%

_____ 0.5 g.
----0.4-0.5g.

PH

Las lombrices necesitan un medio aproximadamente neutro para vivir y aunque existen especies eurialinas, la mayoría de ellas toleran un rango estrecho de pH. Un pH neutro de ~7 es el óptimo para el desarrollo de las lombrices; sin embargo, en las condiciones tropicales cuando la materia orgánica (estiércol) alcanza este valor ya está totalmente humificada y su valor nutricional para las lombrices es mínimo.

Debido a ello es recomendable que el alimento o estiércol que se les suministra a las crías sea ligeramente alcalino, es decir, que tenga un pH entre 7.5 y 8.5.

El pH se puede medir con un pH metro o con papel de tornasol. No obstante un método práctico es el siguiente:

ESTIÉRCOL	COLOR	TEXTURA	OLOR	PH
Fresco	Verde	Pastoso	Picante	8.5-16
Maduro	Pardo	Fibroso	Soportable	7,5-8.5
Vie o	Negro	Terroso	No tiene	

Las pilas de estiércol se pueden lavar con abundante agua para arrastrar las sales y el orine y de esta manera bajarle el pH, cuando existe necesidad urgente de emplearlo;

aunque hay que estar seguros que el proceso de fermentación termino y la temperatura ya esta baja.

Resumen

Parámetros para el desarrollo de las lombrices.

Eisenia:

	Muerte	Letargo	Produce humus	Optimo crecimiento reproducción Prod. Humus	Produce Humus	Letargo	Muerte
Temp. %	< 0	7	14	19 - 20	27	33	> 42
Hum. %	< 55	60	6.5	65 - 75	80	85	> 20
pH	< 6	6.5	6 8	7.5	8	8.5	> 9

Eudrilus:

Temp. %	< 5			24-56		36	
Hum. %	< 55	6.8		75-82		88	>90
pH	<6	6.5		7.5		9	>95

FACTORES BIOTICOS. FAUNA ASOCIADA.

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 (tejonas, jabalíes, zorros y numerosas aves) y también de algunos invertebrados.

Desafortunadamente, la información sobre la cantidad de lombrices consumidas por sus depredadores es escasa. En cambio, las observaciones cualitativas sobre el terreno son abundantes. Algunas aves como la garza ganadera (Bubulcus ibis) o la gaviotas revolotean detrás de los arados en busca de las lombrices dejadas al descubierto por estos. Se ha comprobado que una gaviota puede consumir hasta 4.3 g. de lombrices por minuto.

Las lombrices también representan el 58% de la masa de alimentos ingeridos por la lechuza (Athene noctua) en periodo de nidificación.

La elevada biomasa de lombrices, su escasa capacidad para defenderse y sobre todo su gran valor nutritivo (60-77% de proteína en peso seco) explican su importante lugar en las cadenas alimenticias.

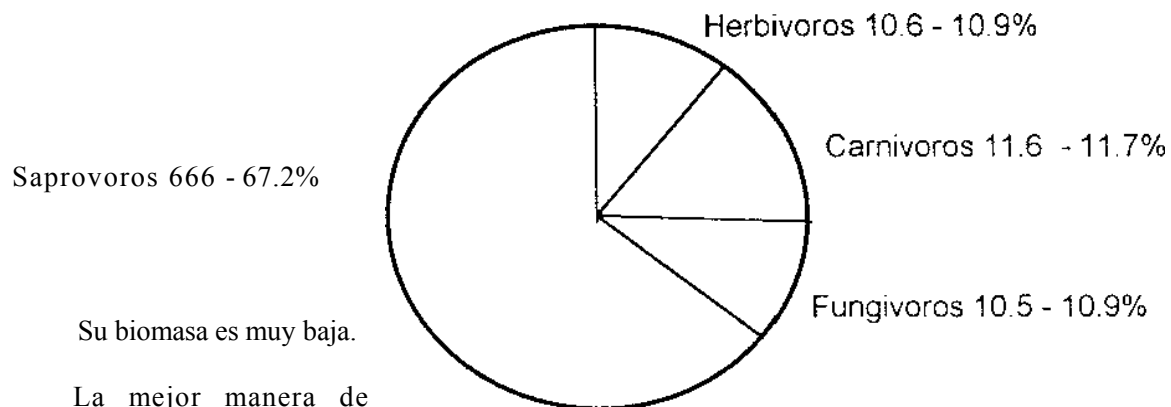
Los canteros o literas de las crías comerciales también constituyen centros de atracción para una numerosa fauna que busca en ellos protección, refugio o alimento y que se implantan temporalmente o definitivamente. Estos animales se establecen con las lombrices determinados tipos de relación, ya sean antagonicas o no.

El efecto específico de la fauna sobre el sustrato puede reunirse así:

- Desmenuzamiento: Aumenta la superficie para la actividad microbiana.
- Estimula el desarrollo microbiano al añadir al medio proteínas y sustancias de secreción.
- Aumentan la dispersión, respiración y actividad microbiana. Sus propios cadáveres son materiales humificables.

Entre los grupos que aparecen más frecuentemente en los sustratos de cría se encuentran:

El número de estos organismos es variable: de 100 a 7×10^5 ind/m² y la composición trófica se mantienen los siguientes:



La mejor manera de combatir o eliminar o evitará esta fauna asociada o acompañante de las crías de lombrices es manteniendo condiciones óptimas para el desarrollo de las lombrices y por tanto, elevadas densidades poblacionales de lombrices.

Parasitación: Además de la depredación y la competición las lombrices pueden mantener relación de parasitismo en otros animales, donde los oligoquetos son los hospederos. Las lombrices pueden ser parasitadas por un número importante de especies de animales.

Entre los más frecuentes se hallan:

- Protozoos: Gregarinas e Histomonas (parásitos de aves)-
- Platyhelminthes: Cestodos, trematodos.
- Rotíferos.
- Nemátodos.
- Larvas de dípteros.

La asociación entre helmintos y lombrices de tierra es más extensa de lo que se puede esperar y son básicamente de tres tipos:

- Fóresis: La lombriz lleva o traslada al huésped sin que este le cause daño. Ej. Nemátodos de vida libre; la lombriz le sirve de protección en periodos adversos y vuelven al suelo para desarrollarse, reproducirse o alimentarse cuando la lombriz muere.

- Hospedero paratémico. El huésped entra a la lombriz en estado juvenil y no se desarrolla hasta que la lombriz no es ingerida por otro hospedero (hospedero definitivo).

- Hospedero intermediario: El huésped si se desarrolla dentro de la lombriz hasta el momento en que debe pasar al hospedero definitivo donde culmina su desarrollo.

Se conoce que existen 83 spp. de lombrices parasitadas por 175 especies de nematodos.

E. eugeni ae. ---> 2 spp. de nematodos.

E. fetida. -> 14 spp de nematodos que pertenecen a las familias: Ascaridae, Rabditidae, Metrastrongylidae y trichuridae.

Específicamente, en Cuba se conoce poco de los parásitos de las especies de lombrices.

1978. Se experimenta a nivel de laboratorio mediante infectaciones artificiales de Stephanurus dentatus y Metastrongylus apri.

1989. Mesidionema praecomaculatis y thelastoma endoscolicum en Eudrulus eugeni.

V TECNICAS DE CRÍA

Selección del Área:

La tecnología de cría de lombrices de tierra es relativamente fácil y requiere de escasas inversiones, sin embargo, para que una empresa de este tipo tenga éxito debe tener en cuenta determinados aspectos biológicos y requerimientos ecológicos de los animales, así como un personal adiestrado.

Las crías se pueden establecer en cualquier tipo de receptáculo como cajas de madera, canaletas, abrevaderos de ganado; pero a escala comercial es más recomendable hacerlo en el suelo y generalmente se toman como medida, una hectárea del terreno.

Se debe tener en cuenta:

- 1.- El área para la construcción de los canteros por razones obvias, debe situarse lo más próximo posible al mercado consumidor y a la fuente de materia prima o estiércol, para que el transporte no encarezca el producto, inviabilizando de esta manera su explotación
- 2.- El área de cría debe ser ubicado en un lugar de fácil acceso con entradas o caminos con buenas condiciones de tránsito que facilite su administración, aun en los periodos de lluvia.
- 3.- Debe cuidarse de no ser situado muy próximo a residencias (periferia de las ciudades) para evitar problemas de higiene con la salud publica.

- 4.- De preferencia deben ser encogidos áreas en terrenos elevados que no se encharquen o se aneguen en periodos de lluvia, con una inclinación no mayor a un 10% con buen drenaje
- 5.- Se debe contar con una fuente de agua limpia no contaminada cercana al área de cría. Este es uno de los factores más importantes a tener en cuenta.
- 6.- Se recomienda en regiones tropicales que la exposición de los canteros sea N-S en el objetivo que al menos durante una parte de día, los canteros tengan sombra. Contar con la posibilidad de expansión de las crías por lo que se debe disponer de suficiente área para evitar los problemas se derivan de una transferencia de local.
8. - Contar siempre con un área para pies de cría con condiciones adicionales de sombra y receptáculos de cría.
- 9.- Se requiere energía eléctrica para motores de bomba de agua, etc.
- 10.- Área cercada o limitada sólo al personal de servicio para evitar extracciones de lombrices por parte de animales domésticos (cerdos, gallinas, etc.) así como de pescadores furtivos.

REQUERIMIENTOS BÁSICOS

PIE DE CRÍA:

Es la cantidad de lombrices necesarias para comenzar una cría debe ser de una sola especie y estar representados en proporciones adecuadas todos los estados de desarrollo (adultos, juveniles y capullos) .

La medida más empleada para la distribución es de un kilogramo, que representan 1,000-1,200 individuos entre adultos y juveniles en E.fetida o E. andrei y 800-1,000 individuos en E. eugeniae .

Ante todo, el criador debe tener una cantidad de lombrices como pie de cría, las cuales debe mantener en condiciones optimas extremando todas las precauciones para un mantenimiento ideal incluyendo un cronograma adecuado de extracciones y resiembras. De aquí salen los animales para hacer la extensión en el terreno en literas o canteros.

Este pie de cría constituye la garantía o seguridad del criador, pues ante cualquier dificultad fuera del alcance del criador como fenómenos naturales etc. él siempre contara con un pie de cría para recomenzar o reponer las crías extensivas. Además de que estos pies de cría son normalmente lo que se vende a otros criadores que comienzan la empresa.

La cantidad que se suministra depende del área a sembrar, la proporción es de 1 Kg/m² y se entrega con materia orgánica .

El traslado del pie de cría se hace generalmente en cajas de madera cuya tapa debe tener orificios. El sustrato se cubre con papel. Así pueden permanecer hasta 72 h. según normas internacionales.

El lugar donde se llega el pie de cría debe

- Tener un personal adecuadamente preparado esperándolo.

- Comida apropiada para poder alimentarlas inmediatamente.

Estar preparados los contenedores en los que van a situarse los pies de cría en un lugar sombreado.

SIEMBRA DE LOMBRICES:

Se le llama así a la ubicación de cantidades determinadas de lombrices por unidad de área en receptáculo o canteros (literas) sobre o en un sustrato adecuado con el objetivo de aumentar su número y biomasa_

Las lombrices se siembran o se crían en cualquier tipo de receptáculo o en canteros o literas a nivel del suelo_

Los receptáculos pueden ser cajas de madera o plástico, canaletas, abrevaderos de ganado, etc.

Siembra en Canoa:

Usaremos como modelo el siguiente tipo de canaletas o canoa (fig.). medida 1 x 0.8 x 0.8 m.

Se le hacen algunos orificios a los lados, cerca de la base y en el fondo para garantizar un buen drenaje para evitar que estos se tapen, se puede utilizar una fina capa de gravilla en el fondo de la canoa.

Las canoas se deben elevar algunos centímetros del suelo con unos bloques para facilitar el drenaje.

Se extiende en el fondo una capa de 8-10 cm de estiércol (o el material orgánico que vaya a servir como alimento a las lombrices) (recuerde que para las lombrices el alimento y la casa es lo mismo) después de un previo periodo de fermentación, se riega y se dispersan entonces sobre la superficie, ya sean la masa de lombrices o las lombrices junto al sustrato donde estaban contenidas a razón de 1 Kg/M²,

Posteriormente es recomendable cubrirlas con un saco bien húmedo. En este tipo de receptáculo se mantienen los pies de cría. Las dimensiones de la canoa pueden variar.

Siembra en Canteros:

Los canteros o literas no son más que acumulaciones de materia orgánica directamente sobre el suelo. Consiste en hacer una franja de estiércol con las condiciones adecuadas de aproximadamente 15 cm de altura sobre el terreno. Se riega y posteriormente se dispersa sobre este cantero a las lombrices con su sustrato, a razón de 1 kg/m'.

Las dimensiones del cantero son variables utilizándose generalmente 1 m ancho y de largo 30m generalmente.

De las canoas se extrae el pie de cría para formar los canteros.

RIEGO:

Considerando que más de 80 % de cuerpo de las lombrices está constituido por agua, la pérdida de esta, es el mayor problema para su supervivencia. Por carecer de órganos especializados para respirar, esta función solo la pueden realizar a través de la difusión de gases en una fina película de agua que siempre debe recubrir su cuerpo.

De esta forma el sustrato de cría debe mantener siempre una humedad elevada.

Esto se logra mediante el riego. A través del riego logramos que las condiciones ambientales estén lo más cercanas a las óptimas. En los países tropicales el regadío es uno de los aspectos más importantes de la tecnología.

Con el regadío se logra:

La humedad óptima del sustrato.

- Bajar la temperatura del sustrato.

El regadío se puede llevar a cabo mediante una manguera. El criador esparcirá un chorro fino y disperso, a manera de "spray" sobre el sustrato de cría, evitando hacer huecos o compactar el sustrato.

El riego más empleado es la microaspersión por el sistema microjet, el cual logra un nebulizado de agua ideal para lograr un ambiente húmedo en las crías. (fig.)

Las aspersores se disponen a 1 m de distancia uno del otro y el tiempo de regadío depende de

- Invierno 45 min.- Verano 3 veces al día por 15 min.

También es recomendable hacer por la mañana la prueba del goteo (ver humedad en ecología) y así se determina el regadío.

ALIMENTACIÓN:

Las lombrices se alimentan de cualquier producto orgánico ya sea de origen vegetal o animal no ácido y bioestabilizado, es decir, después de haber ocurrido un proceso de fermentación.

Durante este proceso la temperatura se eleva considerablemente el pH varía y en consecuencia no está apto para la alimentación de las lombrices.

Las lombrices se desenvuelven en un sustrato relativamente rico en nitrógeno (proteico) de ahí que los alimentos o residuos de origen animal sean preferidos a los vegetales, aunque una alimentación ideal debe contener cantidades mayores de celulosa (fibras) y carbohidratos (azúcares, almidón) que de proteínas: de hecho alimentos con más de un 20 % de proteínas no son asimilados por las lombrices causándoles enfermedades y su muerte.

Al igual que en la cría de otros animales domésticos, mientras mayor sea la calidad del alimento que se le da a las lombrices, mayores serán las probabilidades de éxito en su cría, así como en la producción de humus o abono.

Las principales fuentes de materia prima para la alimentación de las lombrices son:

- Estiércol animal.

- Restos de cultivos.
- Residuos agro-industriales
- Basura domiciliarias.
- Lodos.

Debido a la facilidad e su obtención y manipulación además de los grandes volúmenes, el estiércol animal (especialmente el vacuno) es el alimento y materia prima, más utilizado por los criadores.

Con excepción de la gallinaza, el resto de los estiércoles como el bovino, caprino, equino, ovino o porcino son buenos materiales para alimentar a las lombrices.

Aproximadamente el 80 % de los minerales y el 40% de la materia orgánica ingeridos por los animales son eliminados por el estiércol; así el ganado alimentado con raciones concentradas ricas en proteínas y sales minerales producen un estiércol más rico que los criados con pastos solamente.

La descomposición de la materia orgánica es un proceso biológico en que se transforma el material original en sustancias humificadas y estabilizadas con características completamente diferentes a los de los materiales iniciales. Como se trata de un proceso biológico, el agua es de suma importancia *para la vida de los* microorganismos, principalmente las bacterias, cuya actividad es bastante reducida cuando la humedad se encuentra por debajo del 40 %

Por esta razón es importante que durante el proceso de fermentación del estiércol, este se riegue y se mantenga húmedo. Este proceso se lleva a cabo acumulando o haciendo pilas de estiércol al aire libre, expuesta al sol y la lluvia que favorece el proceso.

Si el estiércol se guarda seco el proceso de fermentación o descomposición se detiene, recomenzándose cuando se le añade agua.

Una vez que ocurra el proceso de fermentación del estiércol (- 20 días en el trópico), este material estará listo para las lombrices y cumple con los siguiente

requisitos:

- pH entre 7.5-8.5

No debe dejarse que el pH llegue a 7 porque en los trópicos los procesos de descomposición son muy violentas y rápidos y si se espera que la materia orgánica tenga dicho pH, esta ya ha perdido su calidad como alimento para las lombrices y se haya totalmente humificada.

- Humedad adecuada.
- Mullido, desmenuzado
- Libre de sustancia tóxicas.

Cantidad y Periodicidad de Alimentación

El alimento se suministra en capas superficiales de aproximadamente 10 cm de espesor cada 7 días (una vez por semana) aunque la periodicidad varia de la densidad de población. A mayor densidad, hay que alimentar más frecuentemente.

En todo caso, se sabe cuando hay que alimentar porque se observa humus o casting en la superficie del cantero o litera semejante a una borra de café y el estiércol original ya ha perdido su textura grumosa.

El alimento nunca debe ser un factor limitante en la cría, es decir, nunca debe faltar alimento sobre la superficie del cantero. Cuando se usa estiércol se ha estimado que por cada m² de siembra, se emplearon 2 tn de estiércol al año.

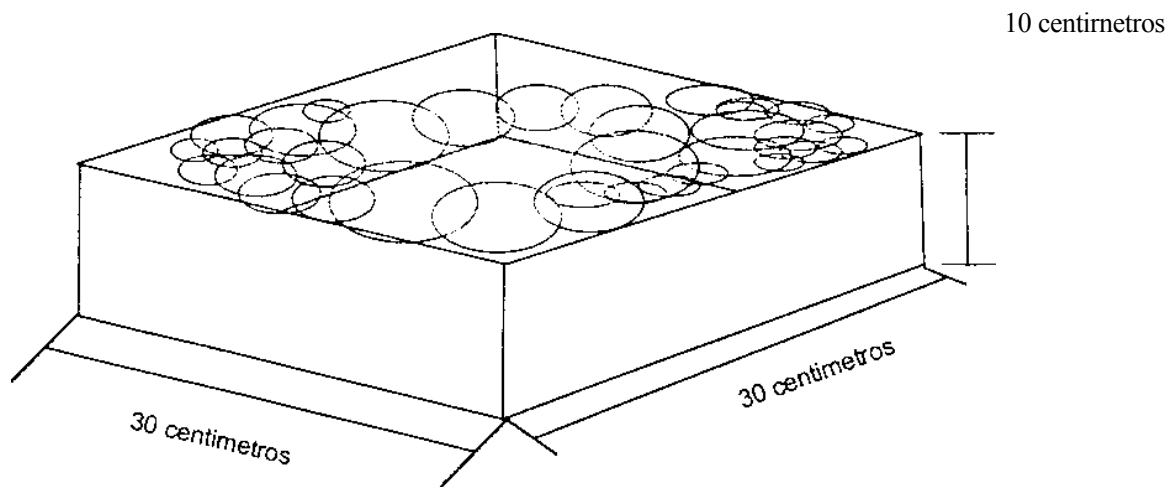
Prueba de Caja:

Cada vez que se va alimentar los canteros o las canoas, se debe realizar la prueba de caja. Consiste en introducir 50 lombrices en una caja de 30 x 30 x 10 cm con estiércol del que se va emplear para alimentar a las crías o lombrices. Se espera 24 horas.

Si las lombrices encuentran ese estiércol en malas condiciones, no entran al estiércol, sino que se ven pegados a las paredes de la caja o salen de ella. Si las condiciones son muy desfavorables, pueden incluso hasta brincar. Si el estiércol tiene buenas condiciones, entran y van al fondo: entonces se dejan en un lugar obscuro y al otro día se cuentan.

Si hay 49 lombrices-----el estiércol se utiliza.

Si hay 48 lombrices o menos ----- el estiércol no se puede emplear todavía.



DISEÑO DEL CAMPO

Conjugación armoniosa entre mecanización, regadío, dimensiones y disposición de los canteros y la fuerza de trabajo.

La unidad básica a nivel de extensión en la lombricultura es la hectárea,

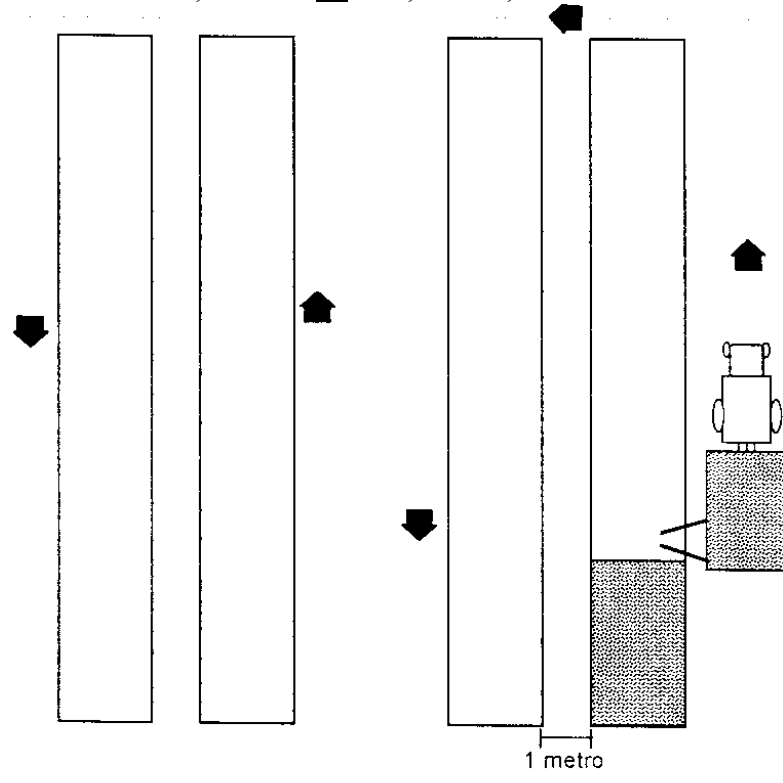
Diseño para Tiro Lateral

En este diseño la alimentación de canteros se hace lateralmente y hay un 30% de utilización del

área

1 ha= 10,000 m²

= 30% de 10,000 m² = 30 x 10,000 = 3,000 m² de canteros 100



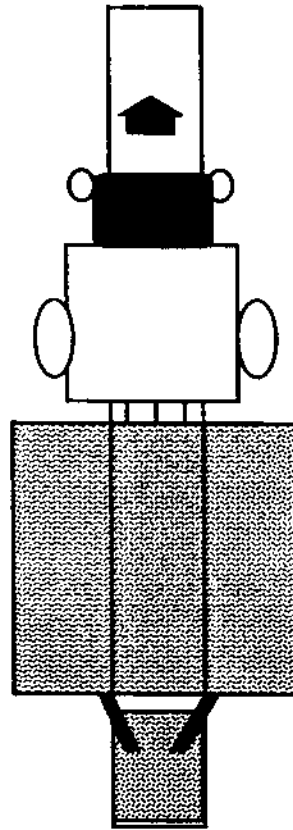
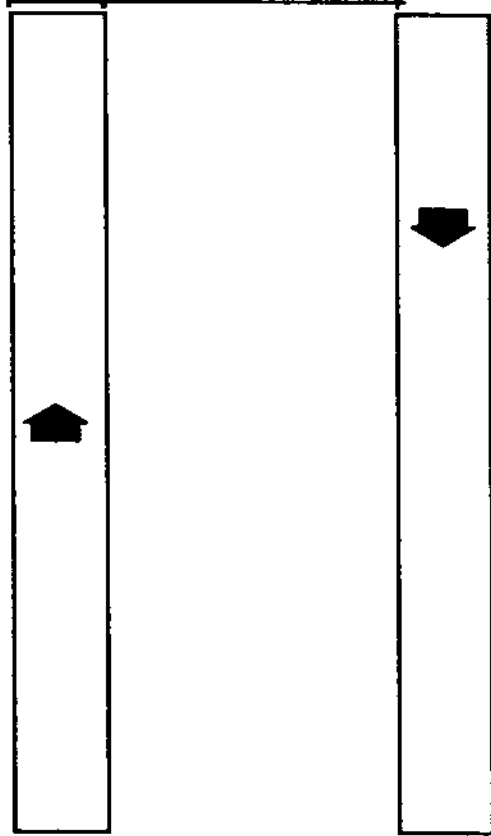
Diseño a Horcajada

Con este la alimentación del cantero se hace a horcajadas o por encima del mismo. Implica un aprovechamiento del área de un 48 %.

$$\Rightarrow 48\% \text{ de } 10,000 \text{ m}^2 = \frac{4.8}{100} \times 10,000 = 4,800 \text{ m}^2 \text{ de cantero}$$

1 metro y 1 metro

1 metro 1 metro



Equipamiento -

Tractor

- Carreta adaptada para tiro lateral o a horcajadas

Sistema de microyet -

Manguera - Carretillas -

Palas

- Rastrillos

- Caseta para almacén de equipos de trabajo y humus de lombriz

PRODUCTIVIDAD

Teóricamente las lombrices asimilan el 40 % de lo que consumen por lo tanto, el 60 % restante es convertido en humus o en casting.

En la practica se considera que solo se convierte en humus aproximadamente la mitad de la materia orgánica (50%) que se suministra en un ciclo de cultivo, pues ocurren pérdidas importantes por arrastre, lixiviación, volatilización, etc.

Siempre se debe partir contar del volumen de materia orgánica de que se dispone para alimentar a las lombrices, para saber la cantidad de humus que va a producir.

Por cada m^2 de siembra (cantero), se emplean aproximadamente 2tn de materia orgánica/año.

1 tn de materia orgánica-> 600 kg de humus técnicamente. 500 kg de humus en la practica. Ejemplo: 1 res produce - 15-20 kg de estiércol/día.

Si tengo un centro con 600 reses

:-> 600 animales x 15 kg x 365 días/año.

3,285,000 kg de estiércol/año.

= 3.285 tn estiércol/ año

'/2 de 3,285 tn= 1, 642 tn de humus, porque se convierte la mitad de la materia orgánica (50%).

Si:

1 m^2 de siembra necesita 2 tn de materia orgánica/ año

-- la mitad de 3,285 tn me alcanza para criar 1,642 m^2 de cantero

$$\frac{3,285}{2} = 1,642 \text{ m}^2 \text{ de cantero}$$

Ejemplo: dispongo de 6,000 tn de estiércol/año

λ. 50 % se encuentra en humus

----3,000 tn de humus. Esta sería la producción calculada.

¿Que cantidad de m^2 puedo sembrar?

Si 1 M^2 requiere de 2tn de materia orgánica/año y tengo 6,000tn de estiércol/año.

$$\frac{6,000}{2} = 3,000 \text{ m}^2 \text{ de cantero}$$

1 ha con 3, 000 m^2 de siembra produce 3,000 tn de humus al año 1 ha

con 4,800 m^2 de siembra produce 4,800tn de humus

PRODUCCIÓN DE BIOMASA:

En cuanto a la producción de biomasa tenemos que si consideramos una siembra inicial de 1 kg por m^2 esta biomasa debe triplicarse cada 3 ó 4 meses, así, si hacemos una cosecha cada 4 meses y tendremos tres cosechas al año, por lo tanto:

Con tenemos una ha. de superficie dedicada a la lombricultura a plena capacidad, tendremos una producción anual de:

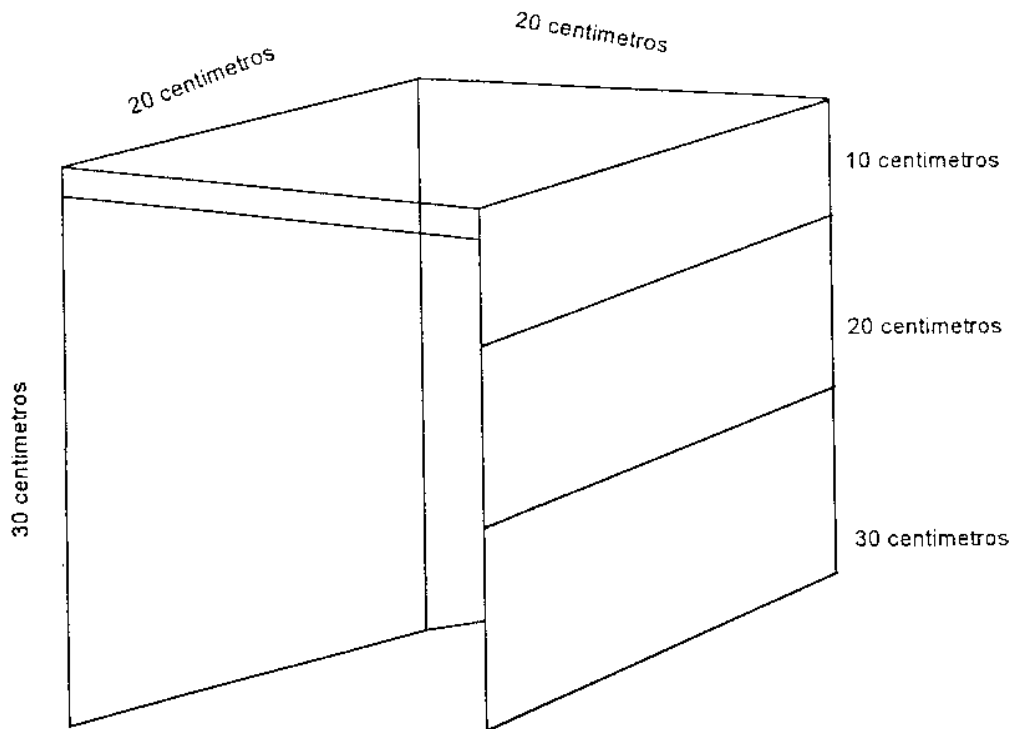
Area sembrada (m)	X 3kg/m ²	X 3 cosechas/año	biomasa Producción anual
3,000	9 000	27,000	~ 27 to
4,800	14,400	43,200	⇒ 43 to

MUESTREO:

El muestreo es una actividad sistemática que debe realizar el lombricultor con el objetivo de evaluar el estado de sus crías . Le sirve para:

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

Consiste en tomar muestras de 20X20X30 cm a lo largo del cantero, dividido por estratos de 10cm . De cada estrato se extraen las lombrices adultas, las juveniles y capullos; se encuentra o se pescan y luego se devuelven al cantero.



El equipo para muestrear o muestreador consiste en un cuadro preferentemente de laminas metálicas donde se marcan los estratos de 10 centímetros cada uno. Se entierra en el sustrato y por su lado sin pared se extrae los estratos con ayuda de una pala de jardinería. (fig.)

El muestreo debe hacerse mensualmente.

El muestreo determina (ind/m²) a biomasa (kg/m²). El muestreo me dice:

- Donde se encuentran las lombrices (en que estrato). - En que 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 ellas deben encontrarse en los primeros 10 cm. Si las condiciones son desfavorables, las lombrices bajan al segundo estrato y si son muy malas, lo hacen al tercero. Lo normal es que el 80% de la población estén en el primer estrato .

¿En qué cantidad?

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

Para la E. eugeniae se considera que una biomasa de 3kg/m² es la optima para desdoblar o cosechar.

Composición de la población:

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 los adultos para tolerar condiciones ambientales desfavorables como baja humedad o altas temperaturas. En consecuencia, escasez de adultos en la población podría indicar que las condiciones ambientales en las crías no son las mejores, es decir,, que hay problemas y que hay que tomar medidas.

Ejemplo de lo datos a llevar en un muestreo: Fecha del muestreo: Cantero numero: Ciclo de producción:

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		16
	total	508	14		

Determinación de la población total:

- Se suman los totales por muestreo (adultos + juveniles)
 $525+586+654=1765\text{ind.}$
- Se divide entre el numero de muestras
 $1765 = 588.3 \text{ ind./muestra}$
3
- Se multiplica por 25 para llevarlo a metros cuadrados 588.3×25
 $= 14,677 \text{ ind./m}^2$

Si las especie que se cría es E. andrej o E. fetida, aun no sería el momento de *la cosecha* pues *falta aun para los 20,000 ind./m² que es la densidad establecida para la extracción.*

Composicion de la Población:

Juveniles -- 69.2%

Adultos -- 27.0

Ubicación de la Población:

Estrato

0-10 -> 78.98% 10-20

=> 22.04% 20-30 =>

2.38%

Interpretar los resultados de muestreos realizados en dos meses consecutivos en la crías de lombrices de un productor: