

1997 A - 2002 A

193043677

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS



MORFOLOGÍA DE DOS ESPECIES DE LOMBRICES DE TIERRA *Eisenia foetida* y *Eudrilus eugeniae*

TRABAJO DE TITULACIÓN EN LA MODALIDAD DE
PRODUCCIÓN DE MATERIALES EDUCATIVOS
OPCIÓN PAQUETE DIDÁCTICO
PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA

P R E S E N T A :
MIRIAM MELÉNDEZ GÓMEZ
LAS AGUJAS, ZAPOPAN, JAL. OCTUBRE 2003



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

COORDINACIÓN DE CARRERA DE LA LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

COMITÉ DE TITULACIÓN

C. MIRIAM MELÉNDEZ GÓMEZ
PRESENTE.

Manifiestamos a Usted que con esta fecha ha sido aprobado su tema de titulación en la modalidad de **PRODUCCIÓN DE MATERIALES EDUCATIVOS**, opción **Paquete Didáctico** con el título "**MORFOLOGÍA DE DOS ESPECIES DE LOMBRICES DE TIERRA *Eisenia foetida* y *Eudrilus eugeniae***", para obtener la Licenciatura en Biología.

Al mismo tiempo le informamos que ha sido aceptado como Director de dicho trabajo el/la **ING. SERGIO H. CONTRERAS RODRÍGUEZ** y como asesora la **M.C. AMÉRICA LOZA LLAMAS**.

ATENTAMENTE
"PIENSA Y TRABAJA"

Las Agujas, Zapopan, Jal., 22 de agosto de 2003



DRA. MÓNICA ELIZABETH RIOJAS LÓPEZ
COORDINACIÓN DE LA CARRERA DE LICENCIATURA EN BIOLOGÍA
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE TITULACIÓN

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

c.c.p. ING. SERGIO H. CONTRERAS RODRÍGUEZ.- Director del Trabajo
c.c.p. M.C. AMÉRICA LOZA LLAMAS.- Asesor del Trabajo
c.c.p. Expediente del alumno

MERL/LHL/mam

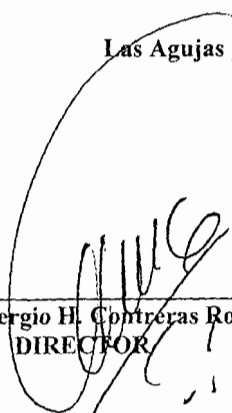
C. DRA. MÓNICA ELIZABETH RIOJAS LÓPEZ
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE TITULACIÓN DE LA DIVISIÓN DE CIENCIAS
BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

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 Miriam Meléndez Gómez con código 193043677, cuyo título es "Morfología de dos especies de lombrices de tierra *Eisenia foetida* y *Eudrilus eugeniae*", 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 Aguas, Zapopan, Jal. a 8 de Septiembre del 2003

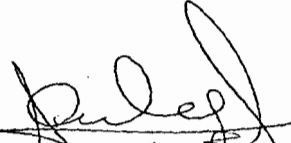
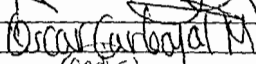

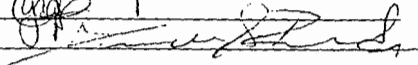

Ing. Sergio H. Contreras Rodríguez
DIRECTOR



COORDINACIÓN DE LA CARRERA DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA


M.C. J. América Loza Llamas
ASESOR

SINODALES

1. M.V.Z. Miguel Carbajal Soria 
2. L.B.A. Oscar Carbajal Mariscal 
3. M.C. Georgina A. Quiroz Rocha 
4. M.V.Z. Ma. De Jesús Rimoldi Rentería 

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Guadalajara por haberme dado la oportunidad de recibir una preparación.

Al Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias por haber sido mi casa durante 5 años.

Al Ing. Sergio H. Contreras por haber dirigido y apoyado la realización de este trabajo.

A la M.C. J. América Loza Llamas, por haber solventado muchas de mis dudas compartiendo sus conocimientos.

A los sinodales M.B.A. Oscar Carbajal Mariscal, M. C. Georgina A. Quiroz Rocha , M.V.Z. Ma. de Jesús Rimoldi Rentería y el M.V.Z. Miguel Carbajal Soria, por su gran apoyo en la edición de este trabajo y por sus invaluable consejos para que este fuera terminado de una manera satisfactoria.

A la Dra. Martha M. Reines Álvarez que aunque lejos, estuvo al tanto en todo momento del progreso de este trabajo.

A todos aquellos que intervinieron directa o indirectamente en la realización de este trabajo.

DEDICATORIA

A mis padres Guadalupe y Fernando por haberme otorgado la oportunidad de tener una educación enseñándome a valorar todas las cosas por mas insignificantes que estas parezcan

A mis hermanos, Fernando, Marcela y Benjamín por su paciencia, comprensión, tolerancia y sobre todo apoyo incondicional.

A todos los amigos que sirvieron de soporte durante la realización y culminación de este trabajo, mil gracias por su apoyo y contribución.

A la vida por permitirme conocerla un poco más de cerca.

RESUMEN

Las lombrices de tierra han sido reconocidas a través de los años por su gran importancia biológica y en las últimas décadas por su valor comercial, debido al desarrollo de la biotecnología llamada vermicultura o lombricultura. Teniendo en cuenta dicha importancia y con el fin de difundir el conocimiento de estos organismos y apoyar a diferentes cursos de las carreras de biología y agronomía, este material didáctico contiene una serie de imágenes de dos especies de lombrices de tierra que se utilizan en lombricultura: *Eisenia foetida* y *Eudrilus eugeniae*, incluyendo sus aspectos morfológicos externos e internos sin olvidar mencionar importancia biológica.

Los especímenes estudiados fueron colectados dentro de la Planta piloto de Lombricultura del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias en donde posteriormente se realizaron las disecciones necesarias para la obtención de las imágenes principales características morfológicas de ambas especies.

Dentro de la morfología externa se muestran las tres regiones en las que se divide el cuerpo de la lombriz de tierra; prostomio, metastomio y pigidio así como aquellas características que permiten distinguir a estas especies de lombrices de tierra de las demás, como son las cerdas que cubren la superficie del cuerpo, poros genitales, poros dorsales, poros nefridiales, poros espermatecales, pigmentación, así como número y posición de éstos con respecto al número de segmentos que componen el cuerpo de las lombrices.

En la morfología interna encontramos los diferentes sistemas que componen al organismo comenzando por el sistema tegumentario donde se observa la epidermis, tejido conectivo, tejido muscular, tejido circular externo y longitudinal interno y el peritoneo que recubre los órganos internos. En las imágenes del sistema digestivo podemos distinguir la cavidad bucal, faringe, buche, molleja, el esófago, intestino y ano, así como las glándulas calcíferas en el caso de la especie *Eudrilus eugeniae*. En el sistema circulatorio se observan sus principales órganos que son vaso sanguíneo dorsal, vaso sanguíneo ventral, el vaso subneural y los vasos laterales o corazones, así como la red de capilares que rodea el cuerpo de la lombriz. El sistema excretor, donde se muestra el órgano fundamental el nefridio. El sistema nervioso que es del tipo ganglionar escaleriforme básicamente formado por ganglio cerebroide, conectivos circunfaríngeos, ganglio subfaríngeo, la cadena ventral y el plexo nervioso. Por último el sistema reproductor, donde cada individuo es hembra y macho a la vez, es decir es hermafrodita, así que se encuentran imágenes de los órganos masculinos que son los testículos, las vesículas seminales, embudos colectores vasos deferentes próstatas y poros genitales y dentro del sistema reproductor femenino se muestran los ovarios, ovisacos, oviductos y espermatecas.

Algunos de los órganos por ser de una coloración semitransparente requirieron ser teñidos con azul de metileno, motivo por el cual aparecen de un tono azulado en la diapositiva y otros son difícilmente observables al estereoscopio por lo que se incluye el esquema correspondiente dentro de la serie de diapositivas o los textos soporte. Tanto la presentación como los textos de soporte incluyen imágenes e información sobre la importancia de las lombrices de tierra así como de algunos aspectos ecológicos, a manera de complemento de la información.

INDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	2
2. OBJETIVO.....	4
3. JUSTIFICACIÓN.....	5
4. ANTECEDENTES	6
5. MATERIAL Y METODOS.....	8
6. RESULTADOS.....	10
6.1. TEXTOS Y GRÁFICOS DE SOPORTE.....	10
6.1.1. Phylum Annelida.....	10
6.1.2. Clase Oligochaeta.....	12
6.1.3. Importancia de las lombrices de tierra.....	13
6.1.4. Colecta, preservación y disección.....	17
6.1.5. Características diagnosticas.....	20
6.1.6. Morfología externa.....	22
6.1.7. Morfología interna.....	23
6.1.7.1. Sistema Tegumentario y Muscular.....	23
6.1.7.2. Sistema Digestivo.....	25
6.1.7.3. Sistema Circulatorio.....	27
6.1.7.4. Sistema Respiratorio.....	28
6.1.7.5. Sistema Nervioso.....	28
6.1.7.6. Sistema Excretor.....	30
6.1.7.7. Sistema Reproductor.....	31
6.1.8. Ciclo de vida.....	35
6.1.9. Ecología.....	37
6.1.9.1. Relación con otros grupos zoológicos.....	39
6.2. GLOSARIO.....	41
6.3. INSTRUCCIONES PARA LA UTILIZACIÓN DEL DISCO COMPACTO.....	44
6.4. GUIÓN TÉCNICO.....	46
7. LITERATURA CITADA.....	72

1. INTRODUCCIÓN

El conocimiento de la morfología, de las funciones y del comportamiento de los animales, desde los más simples hasta los más complejos ha permitido entender el mundo animal, lo cual redundo en la aplicación práctica que hace el hombre para su beneficio como: alimento, vestido, medicamento, transporte, etc. Asimismo, este conocimiento ha permitido controlar los aspectos perjudiciales de los animales, como las plagas, las especies venenosas y la transmisión de enfermedades (Buitrón 1989).

El reino animal se divide según el aumento en la complejidad morfológica de los organismos que lo componen (Margulis y Schuarts 1981). Se clasifica según Hyman (1940- 1959) y Moore (1954-1987) citados por Buitrón 1989, en dos subreinos, el subreino Protozoo, compuesto por animales unicelulares, microscópicos, solitarios o coloniales, con esqueleto calcáreo o silicoso y el subreino Metazoa, que se refiere a organismos pluricelulares que forman tejidos, este último a su vez se divide en tres ramas: la rama Mesozoa, formada por organismos de estructura primitiva, semejantes a vermes; la rama Parazoa, con organismos que poseen tejidos indefinidos y la rama Eumetazoa, donde los organismos presentan tejidos organizados en órganos y sistemas de órganos, a esta rama la constituyen dos grupos el primero denominado Radiata, que comprende los organismos con simetría radial, el segundo Bilateria donde los organismos que lo conforman presentan simetría bilateral, órganos definidos, mesodermo endodermal y presencia de ano, este grupo puede dividirse su vez en tres grupos o grados (Buitrón 1989): Acelomados que carecen de celoma, los Pseudocelomados, que tienen una cavidad visceral pero carecen de verdadero celoma y los Celomados que son aquellos que desarrollan un celoma verdadero, este grupo lo integran 28 phyla divididos en dos grupos, Protostomia y Deuterostomia, el filum de los anélidos pertenece al primero de estos (Margulis y Schuarts 1981).

Las lombrices de tierra se agrupan junto con otros organismos en un conjunto denominado Phylum Annelida (Reines, Rodríguez y Vazquez 1998). Este a su vez se divide en tres clases: Poliqueta, que incluye a los poliquetos, mayormente marinos; Hirudinea encontrándose dentro de esta clase las sanguijuelas y Oligochaeta en la cual se agrupan las lombrices de tierra.

Se sabe que las lombrices han sido utilizadas desde antaño para fines diversos. Por ejemplo, fue alimento de los pueblos primitivos, tratamiento de enfermedades "reumáticas" repoblación de zonas taladas o carentes de fauna edáfica; mientras que en las últimas décadas han sido manejadas bajo sistemas tecnificados en el reciclaje de desechos orgánicos para la bioconversión de éstos en humus de lombriz, el cual es empleado por agricultores y floricultores de Norteamérica y países europeos. Por otra parte, basados en el conocimiento de ciclos alimentarios donde estos invertebrados (son consumidos por diferentes especies animales), se inició la utilización de ellos en la preparación de raciones destinadas a alimentación animal (Manilo 1987).

Cabe destacar la importancia de las lombrices de tierra como modificadoras de la estructura física del suelo, además, inciden en los ciclos de los nutrientes mediante su influencia sobre los procesos de inmovilización y humificación de la materia orgánica. Por otro lado el interés del vermicomposteo como biotecnología para el tratamiento de residuos orgánicos se ha incrementado a partir de la década de los 80 (Rodríguez 1999).

En Jalisco existen diferentes plantas lombricultoras, entre las más importantes encontramos: la planta "Hacienda El Refugio" de Tequila Herradura en Amatitan, Jal., donde aprovechan los desechos, productos terminales del proceso de la elaboración del tequila (bagazo de agave) combinada con estiércol; aquí el abono orgánico producido es utilizado para sus cultivos de agave. Otras plantas más se encuentran en Tamazula de Gordiano, Jal., en donde utilizan el bagazo y cachaza de caña, dos de las cuales ya tienen su propia marca de abono orgánico y lo distribuyen por la región uno es "Vermizula" y otro "Vermifertil". En Tlajomulco de Zúñiga, Jal., se encuentra una planta, la cual vende abono orgánico llamado "Vermi Terra", así como la Planta Piloto de Lombricultura del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias.

2.OBJETIVO.

Describir las características morfológicas de *Eisenia foetida* y *Eudrilus eugeniae* a través de una serie de imágenes contenidas en un disco compacto interactivo de utilidad para las materias de Invertebrados, Fisiología Animal, Biotecnología Animal, Biotecnología Alimentaria, Restauración de Ambientes Degradados impartidas en la licenciatura de Biología y también para la materia Agricultura Orgánica incluida en el programa de la carrera de Agronomía. Esta herramienta servirá además, para la difusión de la lombricultura en sectores como el productivo, destacando la importancia de la morfología de la lombriz de tierra para un manejo adecuado.

3. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad el uso de materiales didácticos como discos compactos ha sido de gran ayuda en el proceso de enseñanza y aprendizaje, ya que se presenta como una herramienta práctica y fácil de manejar. El presente material didáctico es de gran utilidad en los cursos de Invertebrados, Fisiología Animal Comparada, Biotecnología, Biotecnología Animal, Biotecnología Alimentaria, Restauración de Ambientes Degradados, todas incluidas en el programa de la Licenciatura en Biología, y Agricultura Orgánica, que se encuentra dentro del programa de la carrera de Agronomía además como apoyo a los cursos-talleres de Lombricultura que se ofrecen cada año en el Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias dentro de la Planta Piloto de Lombricultura, cuyo principal objetivo es el fomento y transferencia de esta tecnología. El presente trabajo permite conocer la gran importancia de la lombriz de tierra estudiada a través dos especies *Eisenia foetida* y *Eudrilus eugeniae*, las cuales han sido ampliamente utilizadas en la lombricultura, son varios los motivos del porqué estudiar a las lombrices de tierra pero se podría destacar primeramente su gran importancia evolutiva dentro reino animal ya que debido a sus características morfológicas se encuentran en una posición en la escala zoológica que permitió el desarrollo de organismos más complejos y con sistemas más especializados como los artrópodos, también por su importancia ecológica ya que forman parte de la dieta de muchos organismos y además se encuentran en la base de la pirámide alimenticia situándose en el grupo de los descomponedores, por otro lado debido a la "Vermicultura" o "Lombricultura" que se define como la utilización de la lombriz de tierra como agente biológico en el proceso de transformación de preparados orgánicos residuales biodegradables con fines prácticos y a gran escala, que surge debido los principales problemas ecológicos del deterioro ambiental que se derivan de la crisis mundial ha llevado a la humanidad a una lucha constante por la subsistencia, el desarrollo conlleva a la búsqueda de la salud, productividad, fuente de divisas, y un ambiente protegido y protector, para lo cual es preciso el empleo de métodos de explotación que no dañen la estabilidad del ecosistema y tiendan al mejoramiento y recuperación de las condiciones naturales, devolver a la naturaleza lo que se le ha extraído. Los desechos agroindustriales que representan un gran problema ambiental son transformados a través de la lombriz en humus mejorador de suelos que contribuye a restaurar los suelos agrícolas degradados por los sistemas de producción eventuales (monocultivo, uso de plaguicidas, fertilizantes, etc.). Así que podemos concluir que si la lombriz esta formando un papel muy importante en el mejoramiento de los suelos, es necesario un adecuado conocimiento de sus características morfológicas externas e internas ya que sin este tanto el aprendizaje como la enseñanza de este grupo podrían llegar a ser erróneos.

4. ANTECEDENTES

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 pensamiento para poder funcionar debe ser aumentado con información y podríamos decir que trabaja fundamentalmente con dos tipos de ella: las imágenes y las palabras. Sin embargo nuestro avanzado proceso de especialización cerebral ha permitido que gracias al pensamiento podamos convertir las imágenes en conceptos y construir a partir de los conceptos una imagen (Universidad Tecnológica de México 2000).

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 ayudan a captar y a mantener el interés por el aprendizaje y hacer que las imágenes perduren más tiempo en el pensamiento. 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 produce una sensación impactante además, permite presentar en 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 desde un 50% hasta un 200%. Como parte de éstas tenemos a los diaporamas, los rotafolios, los pizarrones, los videos, etc. (Arévalo 2000).

Todavía en la década de los setenta en pleno siglo XX, se privilegiaba la investigación documental, en particular la bibliográfica; sin embargo ya se empezaban a buscar experiencia con las técnicas de campo que en un principio parecían muy subjetivos para ser científicas. Poco a poco los instrumentos de investigación de campo fueron convirtiéndose en técnicas sofisticadas y depuradas permitiendo un mayor rigor científico al controlar lo registrado y evitar subjetividad. Por igual, la investigación documental experimentó una multiplicación de las fuentes de indagación, desde la introducción de la computadora y la extensión de las telecomunicaciones. Aunque la investigación experimental se ha hecho siempre con un control riguroso, también afinó técnicas e instrumentos promovidos en parte por la computadora (Baena 2002).

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 que avalan el empleo de estos animales y la importancia del vermicompostaje como tecnología para el aprovechamiento de los residuos contaminantes de la agricultura, ganadería e industria (Reines *et al.* 1998).

Ante este panorama en el Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA), se han venido apoyando todas las actividades que tienden a promover la agricultura sustentable, ejemplo de ello se tiene a la Planta Piloto de Lombricultura adscrita al Departamento de Ciencias Ambientales, donde se ha estado trabajando fuertemente en la producción de vermiabono, además de mantener el criadero de lombrices, pero sobre todo haciendo difusión de la tecnología referente a la Lombricultura, mediante medios visuales y escritos (Reines, Loza y Contreras 2001).

5. MATERIAL Y METODOS

La realización del presente trabajo se llevo a cabo en 5 etapas que se describen a continuación:

1) **Colecta de organismos:** Una vez indagados los métodos de colecta para lombrices de tierra se eligió el de selección a mano directamente del sustrato, los organismos se colectaron de la Planta Piloto de Lombricultura del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias.

2) **Preservación:** Para preservar los organismos se utilizó alcohol al 96%, formol al 10% y Agua destilada, utilizando una sencilla técnica donde una vez colectados los organismos cuidadosamente se elimina el exceso de sustrato con agua, se colocan los organismos en una caja de Petri con un poco de agua destilada y se aplica alcohol gota a gota hasta que los organismos dejan de moverse, posteriormente se colocan en frascos con formol al 10%, se cambian todos a frascos con formol fresco cuando este cambie a un color amarillento.

3) **Disección.-** Para realizar la disección de los organismos se utilizaron los siguientes materiales:

- Cajas de Petri con cera de colores (azul, negra y blanca)
- Navajas de bisturí
- Agujas de disección
- Alfileres de cabecilla
- Azul de Metileno

El proceso de disección consistió en fijar los organismos con alfileres dentro de la caja de Petri primeramente por ambos extremos del cuerpo, posteriormente se realizó el corte deseado dependiendo el órgano a localizar. Para la observación de los sistemas digestivo, nervioso y tegumentario los cortes fueron en la parte dorsal y por un lado del cuerpo y para el sistema circulatorio, reproductivo y excretor el corte fue tanto en la parte dorsal como ventral del cuerpo pero por el centro del organismo; los cortes comienzan a hacerse en la parte anterior del cuerpo lo más cerca posible del prostomio y terminan alrededor del XXXV segmento del cuerpo del organismo ya que es ahí donde terminan de localizarse gran parte de los órganos vitales del organismo. Para localizar ciertas estructuras como los nefridios fue necesario teñir los tejidos con azul de metileno.

4) **Toma de Fotografías:** Esta etapa fue simultánea a la de disección, ya que los organismos no permanecen mucho tiempo en buen estado una vez diseccionados. Se utilizaron dos microscopios estereoscópicos con sus respectivas cámaras fotográficas adaptadas, el primero de la marca Zeiss Stemi modelo 2000C con una cámara fotográfica Cannon EOS RebelG_{DP} para la cual se utilizaron rollos de película marca Kodak de ASA 400, el segundo también de la marca Zeiss Stemi modelo SV-6 con una cámara digital Sony modelo DSC-S75 de donde las fotografías fueron descargadas directamente a la computadora.

5) Edición: Este trabajo consta de tres partes: Síntesis de los contenidos abordados en el disco compacto interactivo (textos y gráficos de soporte); Guión técnico con la descripción de cada una de las diapositivas que componen la presentación interactiva del disco compacto; Disco compacto que consta de una presentación de diapositivas en Power Point interactiva que se liga desde un menú principal a los diferentes temas a estudiar, más adelante se describe la manera de utilizarlo.

6. RESULTADOS

6.1 TEXTOS Y GRAFICOS DE SOPORTE

6.1.1. Phylum Annelida



BIBLIOTECA CENTRAL

Las lombrices de tierra se encuentran dentro del Phylum Anellida derivado del latín *anellus* que significa anillo y hace referencia al cuerpo anillado o segmentado que presentan los integrantes de este filum. Contiene 8700 especies descritas, que se clasifican en tres clases: Polichaeta, Oligochaeta e Hirudinea (Barnes y Rupert 1996).

Todos estos miembros del filum tienen en común una serie de características que a continuación se describen:

Vermiformes: Son invertebrados vermiformes, cuyo cuerpo tiene forma de gusano: alargado, cilíndrico, más o menos aplanado dorso-ventralmente (Fig.1) (Reines *et al.* 1998).

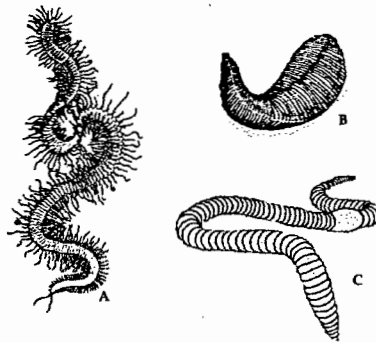


Fig. 1. A. Poliqueto, B. Hirudineo, C. Oligoqueto, mostrando la forma de gusano que presentan los anélidos (Tomado de Barnes y Rupert 1996 y Buchsbaum 1976).

Organización metamérica: el cuerpo del animal se encuentra dividido a lo largo del eje antero- posterior en una serie sucesiva de segmentos denominados metámeros o somites. Ello se refleja externa e internamente por el aspecto anillado que presentan (Reines *et al.* 1998). La cabeza se encuentra representada por el prostomio, que sirve de albergue al cerebro, no es un segmento ni tampoco lo es el pigidio, o parte terminal del cuerpo donde se asienta el ano (Barnes y Rupert 1996).

Internamente cada anillo se separa del otro por un septo o tabique transversal derivado del peritoneo. La metamerización implicó un proceso evolutivo, ya que cada metámero o grupo de ellos puede experimentar modificaciones y especializarse en

funciones particulares, es decir, permitió la división del trabajo entre las diferentes regiones del cuerpo (ver Fig.2) (Reines *et al.* 1998).

Celoma: es la cavidad que se dispone entre el tubo digestivo y la pared del cuerpo, revestida totalmente del mesodermo (Reines *et al.* 1998). Está dividido en una serie de compartimientos por septos; todos los septos están perforados por un orificio ventral, a través del cual pasan el cordón nervioso y el vaso sanguíneo ventral. Este foramen está rodeado por un esfínter muscular que puede cerrarse aislando el líquido en cada compartimiento (Fig.2) (Marshall y Williams 1985), desempeña un papel primordial en el desarrollo progresivo de la complejidad de las estructuras y su presencia facilitó grandes cambios morfológicos y fisiológicos en los animales (Reines *et al.* 1998).

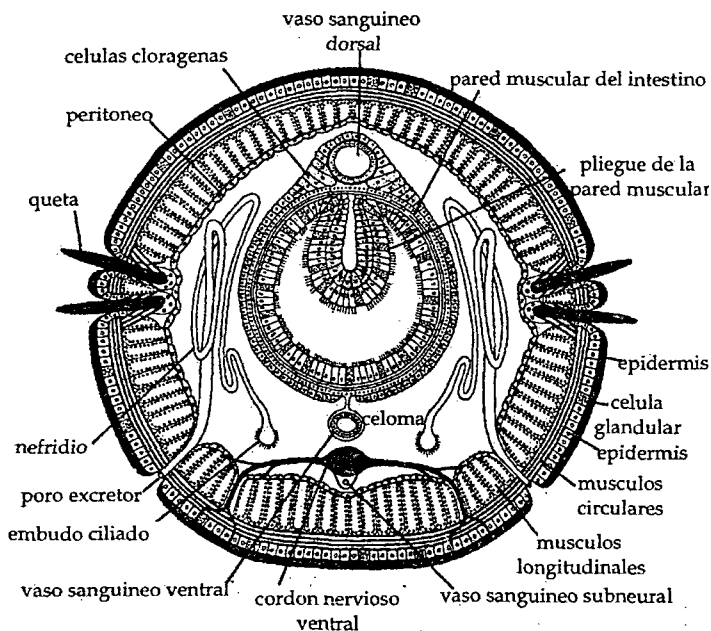


Fig.2. Corte transversal de una lombriz de tierra (muestra solo dos pares de quetas). (Tomado de Buchsbaum 1976)

Sistema circulatorio cerrado: El sistema circulatorio tiene dos vasos longitudinales, un vaso dorsal en el que la sangre bombea hacia delante y un vaso ventral en el que fluye en dirección opuesta. El cordón nervioso de muchos anélidos, incluyendo la lombriz de tierra, es irrigado mediante vasos longitudinales adicionales y parte de la sangre oxigenada del integumento se conduce directamente a este importante órgano. El sistema cerrado de los vasos sanguíneos tiene por tanto una ventaja diferencial para controlar precisamente hacia donde debe fluir la sangre. Los

anélidos no tienen un corazón claramente destacado e individualizado, aunque varios de los vasos sanguíneos tienen dilataciones que son de tipo contráctil. El vaso sanguíneo dorsal es el vaso más importante en el que las ondas peristálticas impulsan la sangre hacia delante. Además los vasos sanguíneos que conectan a cada lado el vaso dorsal principal con el vaso longitudinal principal son también contráctiles y actúan como corazones accesorios (Knut Schmidt y Nielsen 1976).

Sistema excretor metanefridial: La función del metanefridio (a menudo denominado simplemente nefridio), es que el líquido procedente del celoma escapa al nefridio a través del nefrostoma que tiene forma de embudo, pasa después a través de un conducto ampliamente contorsionado, el líquido que entra originalmente en el nefridio es isotónico, pero en las partes terminales del nefridio se retiran las sales y se descarga una orina diluida. Por lo tanto el metanefridio funciona como un riñón de filtración-reabsorción, en el que el líquido inicial se modifica al pasar a través de un túbulo urinífero (Knut *et al.* 1976).

En cuanto a su ecología, los anélidos marinos abundan en las costas, aunque pueden establecerse a grandes profundidades oceánicas. Algunas especies son pelágicas, otras se arrastran entre rocas y algas, o viven enterradas en la arena o en el fango, donde son activos horadadores, muchas otras viven en el interior de tubos que ellas mismas construyen. Las especies terrestres habitan fundamentalmente en terrenos húmedos; de hecho las lombrices de tierra se encuentran en casi todos los suelos del mundo, excepto en la Antártida y en los desiertos o suelos salinos, frecuentemente ácidos o pobres en agua. Se presentan principalmente en terrenos ricos en materia orgánica. Las formas de anélidos de agua dulce se encuentran en lagunas, ríos y charcos pero siempre a poca profundidad. Existen especies que por sus hábitos alimenticios pueden afectar peces, reptiles y mamíferos (Reines *et al.* 1998).

6.1.2. Clase Oligochaeta

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 tienen la cabeza no diferenciada; no presentan apéndices sensoriales ni parápodos; la segmentación externa se encuentra bien marcada en correspondencia con la interna; presentan pocas quetas, de ahí se deriva su nombre: *oligo*, poco y *chaeta*, queta, que son pequeñas estructuras quitinosas que cubren el cuerpo de los oligoquetos; 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 clitelo. Se desarrollan en agua dulce, marinos, y terrestres. (Reines *et al.* 1998).

La clasificación de los oligoquetos ha tenido varios reordenamientos. El sistema más moderno, indica que las verdaderas lombrices de tierra se distribuyen, según Edwards y Lofty 1977, en las siguientes familias:

Familia Megascolecidae
Familia Ocnerodrilidae
Familia Acanthodrilidae
Familia Octochaetidae
Familia Eudrilidae
Familia Glossoscolecidae
Familia Sparganophilidae
Familia Microchaetidae
Familia Crodrilidae
Familia Lumbricidae

Las dos especies de lombrices utilizadas en el presente trabajo *Eisenia foetida* y *Eudrilus eugeniae* pertenecen a las familias Lumbricidae y Eudrilidae respectivamente.

De las 2,200 especies de lombrices clasificadas hasta el momento (Edwards y Lofty 1977) se emplean en la lombricultura:

- *Eisenia foetida foetida* (Savigny 1826) (Roja californiana)
- *Eisenia foetida andrei*(Savigny 1826) (Roja californiana)
- *Eudrilus eugeniae* (Kimberg 1867) (Roja africana)
- *Perionyx excavatus* (Perrier 1872) (Roja africana)
- *Lumbricus rebellus* (Hoffmeister) (Roja o nocturna)
- *Amyntas gracilis* (Kimberg 1867)
- *Allolobophora caliginosa* (Gerald 1964) (Lombriz roja común del campo).

Existe controversia en cuanto a la clasificación especie *Eisenia foetida* , Bouche 1972 la clasificó como *Eisenia andrei* y Savigny 1826 como *Eisenia foetida andrei*.(citadas por Loza 2000), pero en este trabajo se utilizará la clasificación del segundo.

6.1.3. Importancia de las lombrices de tierra

Es sabido desde tiempos pasados la importancia de la lombriz de tierra en el mantenimiento y desarrollo del suelo y en los últimos años han sido estudiadas con distintos propósitos, el mas importante por su papel en el reciclaje de desechos agroindustriales, basuras orgánicas entre otros para la descontaminación ambiental, además por su uso en el mejoramiento de suelos y como fuente proteica con diversos usos. Las diferentes formas de importancia de la lombriz se podrían enunciar de la siguiente manera:

1. Como modificadoras de la estructura del suelo:

- a) Modifican la morfología del suelo, ya que construyen redes de galerías que facilitan la aireación y drenaje del suelo.
- b) Aumentan la porosidad del suelo desde un 30 a 40% hasta un 60 a 70%.
- c) En cuanto a textura, pulverizan o agregan algunos elementos minerales del suelo, formando micro y macroelementos.
- d) Aumentan la capacidad de retención de agua al actuar sobre la estructura del suelo y formar complejos coloidales.
- e) Favorecen la nitrificación de la materia orgánica y aumentan el nitrógeno disponible en el suelo.
- f) Segregan CaCO_3 en forma de pequeñas concreciones de calcita
- g) Aumentan el potencial enzimático del suelo (invertasas, fosfatasa, proteasas, etc.)
- h) Aumentan la microflora cualitativa y cuantitativamente.
- i) Favorecen la humificación al mezclar los desechos vegetales del suelo, deyecciones y sus propios cadáveres (Reines *et al.* 1998).

2. Por sus hábitos alimentarios

La lombriz de tierra es un invertebrado excepcionalmente prolífico, resistente, vivaz, de carne sólida y de un insaciable apetito, capaz de digerir cualquier residuo que contenga materia orgánica en estado de putrefacción, fermentadas o en estado fresco, tales como estiércoles, residuos de cosechas, basura doméstica, urbana, lodos residuales, celulosa, etc. Sus desechos son un producto con gran contenido orgánico altamente humificado, elevado contenido de nitrógeno, fósforo, potasio, oligoelementos y lo que es más importante cientos de millones de microorganismos saprofitos activos que al ser incorporados al suelo contribuyen al equilibrio ecológico y a la transformación de los minerales del suelo, liberan en esta forma soluble elementos inorgánicos requeridos como nutrientes por las plantas (Loza 2000).

3. Por las propiedades que contienen sus desechos

El humus producido por la lombriz de tierra es un material orgánico de alto peso molecular. 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 estos se lixivien, los retienen en su superficie, listos para que las plantas puedan hacer uso de ellos, es por eso que comúnmente se clasifica como biofertilizante. Su valor biológico se debe a que contiene una rica flora microbiana que le confiere al producto propiedades especiales y diferenciales en comparación con otros abonos (Reines *et al.* 1998).

4. Por su alto contenido proteico

El potencial de los oligoquetos terrestres como procesadores de desperdicios, como fuente de proteína y energía en la alimentación animal (Porchas y Reyes 1993). La propia biomasa de las lombrices constituye una fuente proteica de interés pues alcanza valores de hasta 70% de proteína en peso seco, que puede ser empleada para la alimentación animal y para complementar la humana. La proteína de lombriz contiene los 20 aminoácidos fundamentales y los 10 aminoácidos esenciales, esto le confiere una gran importancia en la alimentación pues aparentemente cubre todos los requerimientos proteicos en dietas animales y humanas. Existen pocas diferencias en el porcentaje de aminoácidos de la proteína de lombriz, pescado y carne de res, en algunos casos supera a éstas últimas (Reines *et al.* 1998).

A pesar de que la mayoría de los criadores tienen como objetivo fundamental la producción de humus o abono de lombriz, de la lombricultura se obtiene la lombriz como tal, o sea, la biomasa de las lombrices. Esta biomasa es empleada como:

- a) Pie de cría: lombrices para el establecimiento de nuevos cultivos
- b) Alimentación: de aves, de crustáceos como el camarón, ganado bovino e incluso el humano esto en forma de harina, también se utiliza como alimento vivo y carnada de pesca (Reines *et al.* 1998).

5. Por su uso en el área farmacológica

Las sustancias encontradas en las lombrices con efectos medicinales comprobados son la tirosina y lumbrófebrina, ésta última reconocida internacionalmente como anticolesterol que actúa como agente antihipertensivo. Por otra parte, debido a su alto contenido proteico, a parte de la harina de lombriz, es posible elaborar comprimidos de aminoácidos de forma que aquellas personas con déficit en determinados aminoácidos puedan resolver este problema. Se ha comprobado que las lombrices poseen una fuerte actividad enzimática, que puede aprovecharse en producción de biopreparados o sustancias biológicamente activas. Por ejemplo en la obtención de proteasas fibronolíticamente activas con actividad sobre la fibrina coagulada y también activante del plasminógeno (Reines *et al.* 1998)

6. Por su importancia evolutiva

La metamerización implicó un proceso evolutivo, ya que cada metámero o grupo de ellos puede experimentar modificaciones y especializarse en funciones particulares, es decir, permitió la división del trabajo entre las diferentes regiones del cuerpo (Reines *et al.* 1998) (Fig. 3)

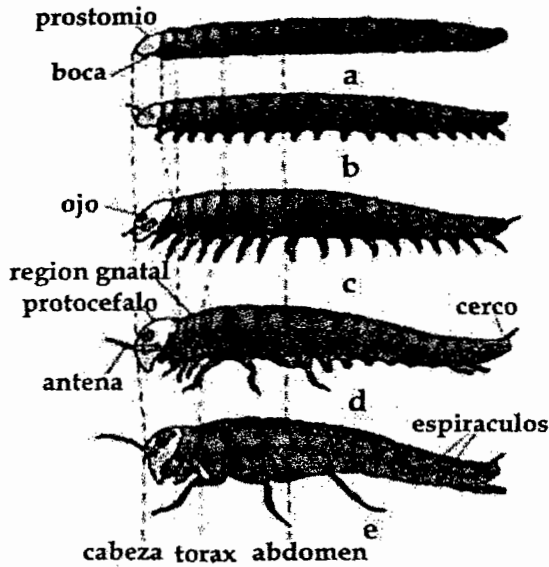


Fig.3. Esquema de la evolución de un insecto (Tomado de <http://cariari.ucr.ac.cr/~insectos/evolucion/evolucion.htm>)

Primera Etapa:

El estado más primitivo se inicia con un gusano cilíndrico con un caparazón o esqueleto externo, sin patas y con un sistema digestivo que extendía a todo lo largo del cuerpo.

Segunda Etapa:

La parte anterior del cuerpo (el prostomio), adquiere un par de órganos sensoriales capaces de percibir la luz (ojos primitivos) así como un par de antenas. Además, cada segmento adquiere un par de apéndices móviles en la parte central que ayudan a moverse en tierra firme. En esta etapa se asume que los antecesores de los insectos han abandonado el mar.

Tercer Etapa:

El ancestro del insecto es un organismo con apariencia de artrópodo con movimientos coordinados en las patas y los órganos sensoriales se han alargado más.

Cuarta Etapa:

Se produce una especialización en los segmentos del cuerpo en unidades funcionales y a este proceso también se conoce como tagmisis.

7. Por su relación con otros organismos

Las lombrices ocupan un lugar importante en los ecosistemas como fuente de alimento de muchos animales, fundamentalmente vertebrados (tejonos, jabalíes, topos, zorros y numerosas aves) y también de algunos invertebrados. La elevada biomasa de lombrices, su escasa capacidad para defenderse y sobre todo su gran valor nutritivo explican su importante lugar en las cadenas alimentarias. Los canteros o literas de las crías comerciales también constituyen centros de atracción para numerosa fauna, que

busca protección, refugio o alimento y que se implantan temporal o definitivamente (Reines *et al.* 1998).

6.1.4. Colecta, preservación y disección

Existen numerosos métodos para muestrear las poblaciones de lombrices de tierra. Estos se basan principalmente en las categorías generales de la clasificación manual, extracción química, eléctrica y métodos de vibración. La efectividad de estos métodos depende de la especie y el hábitat; ninguno de estos métodos es igualmente apropiado para todas las especies y todos los hábitats (Reynolds 1977).

En este estudio se utilizó la técnica de clasificación manual y aunque es laboriosa, dicho método ha sido utilizado ampliamente para muestreos de lombrices y para valorar la efectividad de otros métodos.

El cavar para localizar lombrices debe realizarse con dos factores en mente, humedad y materia orgánica. El éxito de la colecta será alto si nos concentramos en sitios en donde ambos factores estén presentes. La excavación puede llevarse a cabo con una variedad de herramientas - pala, yelmo, etc., -el suelo puede presionarse y pasarse por los dedos, o puede emplearse un cernidor. Las ventajas de este método son dos: que dentro de un área de muestreo, tanto organismos activos, organismos en letargo y capullos pueden ser colectados, además que en un área de muestreo bien definida pueden obtenerse datos cuantitativos. Existen algunas desventajas de cualquier forma. El método es laborioso y consume mucho tiempo, especímenes de un tamaño menor a 2 cm. pueden quedar fuera de la colecta y si la excavación se restringe a la capa superior del suelo muchos individuos grandes pueden escapar dentro de las capas más profundas. Además, los especímenes pueden ser dañados y es una destrucción considerable del hábitat (Reynolds 1977).

La preservación adecuada de especímenes para identificación, transportación y almacenaje ha representado un problema. Algunas técnicas de preservación ya son disponibles para aquellos que desean enviar material a especialistas para examinación. Uno de los mejores medios de preservación es el formol al 10-15% porque este endurece al organismo facilitando su manejo. Las soluciones débiles de alcohol dejan los especímenes suaves y flácidos mientras que las soluciones fuertes de alcohol producen un indeseable efecto quebradizo. En ambos casos, el alcohol causa además una condición conocida como "oscurecimiento por alcohol". Esta condición hace el color de los especímenes conservados en alcohol no tenga valor. Generalmente, el formol no distorsiona notablemente la coloración. (Reynolds 1977).

Una simple y efectiva técnica es matar a las lombrices sumergiéndolas el alcohol etílico al 70%. Cuando éstas dejan de moverse se colocan en papel absorbente en una posición recta y listas para secarse unos cuantos minutos. Para la conservación deben de ser transferidas a un contenedor con formol al 10-15% donde se endurecerán en la posición antes mencionada. Deben estar rectas ya que dobladas o enrolladas son

más difíciles de manejar cuando se examinan internamente o se requiere una disección. Los especímenes deben de dejarse en este contenedor toda la noche y pueden ser almacenados en frascos llenos de formol fresco (Reynolds 1977). Como una regla general, el conservador debe ser cambiado cada semana hasta que quede claro (Meinicke 1988).

Una vez fijados los organismos, en primer término se observan con la lupa para identificar las características externas tales como: la existencia o no de pigmentos; largo, diámetro, número de segmentos; localización del primer poro dorsal; poros masculinos, localización de las cerdas y clitelo (Meinicke 1988).

Internamente se pueden encontrar las glándulas calcíferas; vesículas seminales, en número de cuatro y espermatecas, dos pares. Luego de una incisión, a lo largo de la pared del cuerpo, la lombriz es prendida con alfileres a una placa de cera o de corcho, dentro de una placa de Petri o fuente, ya que la disección debe hacerse bajo el agua (Meinicke 1988). En estas condiciones pueden observarse: los músculos que tapizan la piel, el tubo digestivo, los órganos genitales y los órganos excretores. Para estudiar el sistema nervioso es preciso sacar el tubo digestivo, lo cual permite a su vez una observación más clara del aparato reproductor y el aparato excretor (Villeneuve 1965) (Fig. 4).

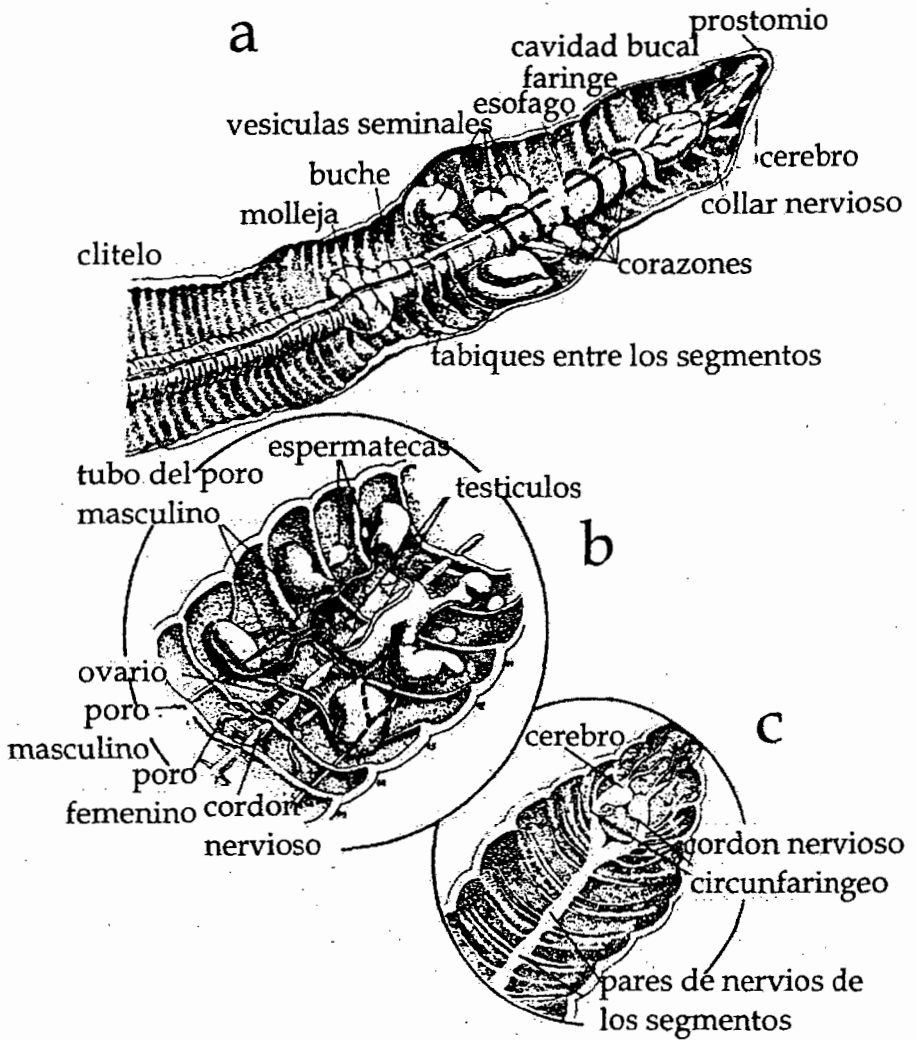


Fig. 4. Esquemas de diferentes disecciones de lombriz de tierra. a) Muestra diferentes órganos internos b) Muestra los órganos reproductores c) Muestra el sistema nervioso (Tomado de Meinicke 1998).

6.1.5. Características diagnósticas de la lombriz de tierra

Los criterios para definir las diferentes especies de lombrices son variados e implican entre otras, las siguientes características:

Las **Quetas**, que son proyecciones quitinosas a manera de pelos muy pequeños. Que pueden estar distribuidas de dos formas: distribución lumbricina, que se trata de cuatro quetas por segmento y la distribución periquetina, que son numerosas setas formando un anillo alrededor del segmento (Fig. 5)

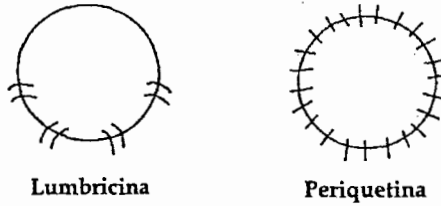


Fig.5. Muestra dos de los diferentes tipos de distribución de las quetas (Tomado de Reines *et al.* 1998).

El **clitelo**, zona glandular de manera de cinturón que abarca un número variable de segmentos y aparece solo cuando el animal está sexualmente maduro, o sea, cuando es adulto y se encuentra apto para reproducirse. Esta estructura interviene fundamentalmente en favorecer el acoplamiento de los animales durante la cópula, producir albúmina para la alimentación de los embriones y producir el capullo que contendrá los embriones (Reines *et al.* 1998). La posición del clitelo es usada como característica diagnóstica, particularmente para los lumbricidos porque la posición y el número de segmentos ocupados por el clitelo varía muy poco (Fig. 6) (Edwards y Lofty 1977).

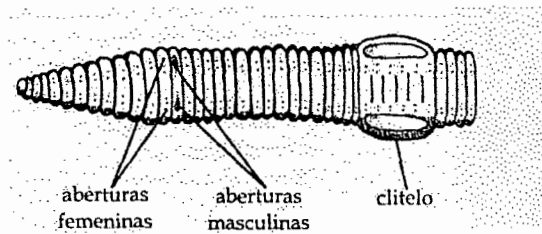


Fig. 6. Posición del clitelo y aberturas genitales. (Tomado de Schuld 2001)

Poros genitales, que se presentan generalmente en pares, uno en el sistema reproductor masculino y un par en el femenino. En el masculino se encuentra en el clitelo o son intra o postclitelaes (excepto en la familia Lumbricidae). Son pequeños orificios más o menos evidentes localizados ventrales o ventrolateralmente.(Fig. 7)

Los poros dorsales que se encuentran presentes en algunos grupos, se trata de pequeños poros localizados en los surcos intersegmentarios en la línea mediodorsal. Se relacionan con la lubricación del cuerpo por el fluido celómico manteniéndolo húmedo.(Fig.7)

Los poros nefridiales, generalmente se encuentran un par por segmento y pueden ser laterales o ventrolaterales. Por ellos se excretan los productos de desecho del metabolismo y son poco evidentes.

Los poros espermatecales ya sean ventrales o ventrolaterales en uno o varios segmentos preclitales. Generalmente se encuentra un par en cada segmento y éstos se relacionan con el almacenamiento del esperma.

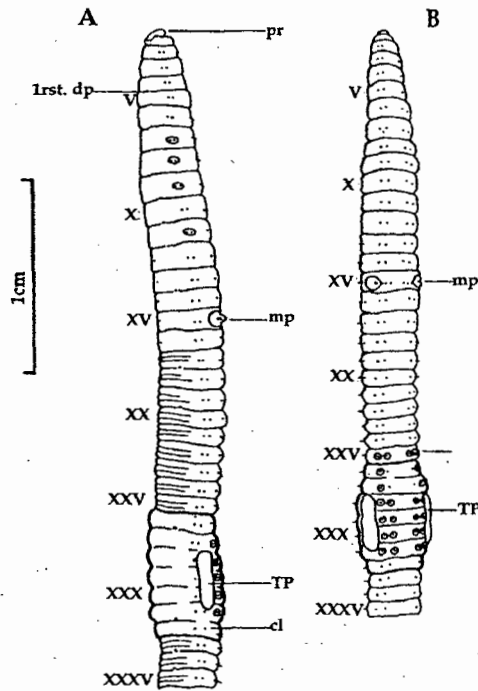


Fig. 7. Vistas longitudinales de *Eisenia foetida* mostrando diferentes características diagnosticas. A. vista lateral. B. vista ventral. pr. Prostomio, 1st. dp. Primeros poros dorsales, mp. Poros masculinos, TP tuberculos pubertarios, GT. Tumescencias genitales. Los números romanos representan el número de segmento. (Tomado de Reynolds 1977).

Otras estructuras diagnosticas son las marcas genitales, las cuales pueden ser papilas, tumescencias, etc., que aparecen generalmente durante la madurez sexual. Los tubérculos pubertarios son característicos de algunas especies y aparecen como bandas

tumescen en cada borde ventrolateral del clitelo; encontramos también los poros prostáticos y surcos seminales de los cuales los poros son pequeños y en ocasiones se relacionan con papilas. Aparecen uno o dos 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. Estos se relacionan con la secreción de líquidos para la movilización del esperma (Fig. 8) (Reines *et al.* 1998).

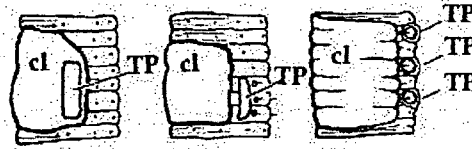


Fig. 8. Distintas formas y posiciones de tuberculos pubertarios. Los lumbricidos como *Eisenia foetida* presentan el primer tipo. cl= clitelo, TP= Tubérculo pubertario. (Tomado de Reynolds 1977)

Por último está la coloración como una característica diagnóstica importante, las especies de lombrices 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 circulatorio, son por lo general especies grisáceas, blanquecinas o rosáceas (Reines *et al.* 1998).

6.1.6. Morfología externa

La morfología externa de las lombrices de tierra es muy homogénea. Presentan el cuerpo dividido en: prostomio, metastomio y pigidio (Fig.9). El prostomio es el primer lóbulo del cuerpo y el pigidio el último, donde abre el ano. Algunos autores no consideran que estos lóbulos sean verdaderos segmentos. El metastomio lo constituye el resto del cuerpo, formado por la serie de metámeros. La boca abre ventralmente entre el prostomio y el primer segmento denominado peristomio (Reines *et al.* 1998). Dentro de la Tabla 1 se mencionan algunas de las características morfológicas que diferencian a *Eisenia foetida* de *Eudrilus eugeniae*.

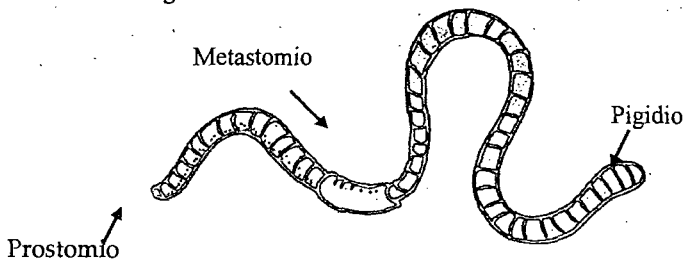


Fig. 9. Mostrando las tres regiones en las que se divide el cuerpo de la lombriz de tierra. (Tomado de Reines *et al.* 1998) La parte ventral del cuerpo es más pálida que la parte dorsal que es de color rojizo (Bollo 1999).

Tabla 1. Características morfológicas externas diferenciales entre *Eudrilus eugeniae* y *Eisenia foetida*. (Los números indican el número de segmento en el que se encuentra cada uno de los caracteres) (Tomada de Reines *et al.* 1998)

Carácter	<i>Eudrilus eugeniae</i>	<i>Eisenia foetida</i>
Color	Rojo vino dorsalmente Azul iridiscente o violeta	Rojo vino. Franjas naranjas o amarillas al final del cuerpo.
Forma	Ligeramente aplanada dorsoventralmente	Similar a <i>Eudrilus eugeniae</i>
Quetas	Lumbricina	Lumbricina
Longitud (cm.)	9-15	6-9
No. de segmentos	180-245	96-118
Peso (g)	1-4	0.3-1
Poros dorsales	No	Sí
Clitelo	[14-18]	[26-33]
Tubérculos pubertarios	No	Sí
Poros masculinos	17/18- 1par en forma de ojal	15- Con papilas. Forma globosa 1par en forma de ojal
Poros femeninos	14 1 par lateroventral	14 1 par lateroventral

6.1.7. Morfología interna

La lombriz internamente presenta septos musculares transversales, que dividen el celoma o cavidad del cuerpo en los somites o segmentos (Reines *et al.* 1998).

6.1.7.1 Sistema Tegumentario y Muscular

La pared del cuerpo de las lombrices de tierra esta constituida de la siguiente forma:

- 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 cutícula. También en la epidermis se encuentran numerosas glándulas unicelulares que secretan el *mucus*, que es expelido al exterior a través de canaliculos de la cutícula y que facilitan la respiración o el desplazamiento de las lombrices en el suelo (Fig.9).

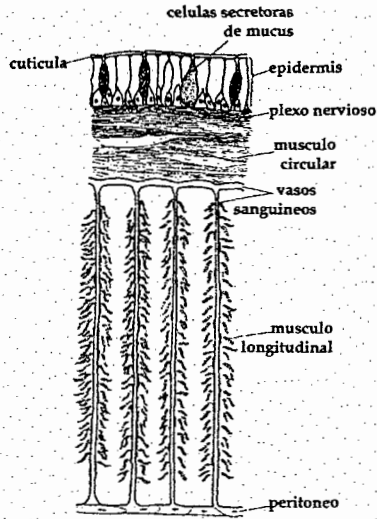


Fig. 10. Corte Transversal de una porción de la pared del cuerpo. (Tomada de Edwards y Lofty 1977)

También existen células sensoriales, como tangorreceptores y fotorreceptores (Fig. 11) (Reines *et al.* 1998).

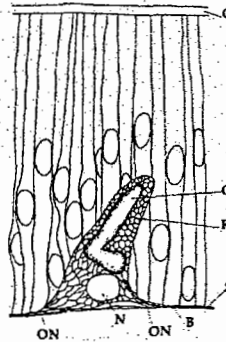


Fig. 11. Epidermis del prostomio, mostrando células fotorreceptoras y dos nervios ópticos. B= Membrana basal, C= cutícula, O= Organelo óptico, ON= nervio óptico, N= nucleos, R=retinela, S= Plexo nervioso subepidérmico. (Tomado de Laverack 1963)

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 los longitudinales se distienden, el líquido celómico fluye longitudinalmente y el animal se estira. Cuando las fibras longitudinales son las que se contraen, las circulares se distienden 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 la presión del líquido celomático, lo que constituye el llamado esqueleto hidrostático (Reines *et al.* 1998).

6.1.7.2. Sistema Digestivo:

El aparato digestivo de las lombrices está constituido por un tubo recto que corre a lo largo de todo el animal (Fig. 12), desde la boca hasta el ano. Está formado por:

- Boca
- Faringe Esófago
- Glándulas calcíferas
- Buche
- Molleja
- Intestino + tiflosol
- Ano

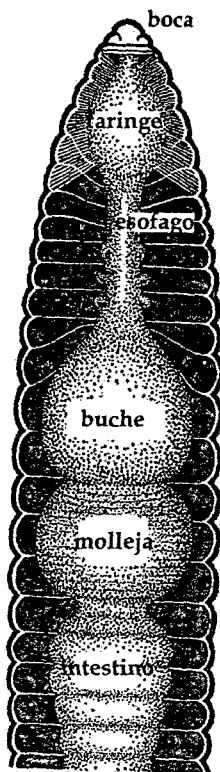


Fig.12. Corte longitudinal de una lombriz de tierra mostrando el sistema digestivo, no aparecen las glándulas calcíferas ni tiflosol (Tomado de Buchsmaum 1976).

La boca da lugar a una pequeña cavidad que se comunica con la faringe que es muscular y funciona como una bomba de succión. Aquí, por la acción glandular se producen secreciones ("saliva") con acción proteolítica que humedecen los alimentos.

Estos alimentos pasan a una cámara amplia o buche donde se almacenan o pasan al esófago y de ahí al buche, en otras especies de lombrices. Del buche los alimentos llegan a la molleja, que es una cámara con gruesas paredes musculares, donde se trituran con ayuda de granos de arena que el animal ingiere. Asociadas al esófago están las glándulas llamadas calcíferas o de Morren, cuya función esta relacionada con el mantenimiento de un grado de acidez óptimo en los líquidos corporales del animal. Como las lombrices consumen alimentos con elevadas concentraciones de calcio, estas glándulas extraen el exceso de éste en la sangre y lo devuelven al tracto digestivo en forma de cristales de calcita no absorbibles en el intestino. (Reines *et al.* 1998).

Las estructuras hasta aquí citadas ocupan aproximadamente el primer tercio del cuerpo del animal, el resto lo ocupa el intestino. El intestino esta constituido internamente por un tejido epitelial rico en celulosas glandulares y absorbentes. La función absorbtiva del intestino es frecuentemente aumentada por la presencia de un pliegue interno llamado tiflosol. Alrededor de la pared del intestino hay una capa de células amarillentas llamadas clorogénas o clorágenas, que tienen una función algo parecida a la del hígado de los vertebrados. Este tejido es el centro principal de síntesis y almacenamiento de glucógeno y grasas, así como desaminación de proteínas (Reines *et al.* 1998).

Las secreciones del intestino (fundamentalmente la anterior) tienen enzimas que desdoblan los carbohidratos, proteínas y grasas. Actualmente se plantea que la digestión de los alimentos está en estrecha relación con los microorganismos presentes en el tubo intestinal mediante relaciones mutualistas. Al final del intestino, los restos orgánicos que no fueron digeridos, así como los no asimilados, partículas minerales y rica carga microbiana son expedidas a través del ano (Fig. 13) en forma de compuesto orgánico rico en nutrientes de fácil asimilación por las plantas, conocido como humus de lombriz o *casting*. (Reines *et al.* 1998).

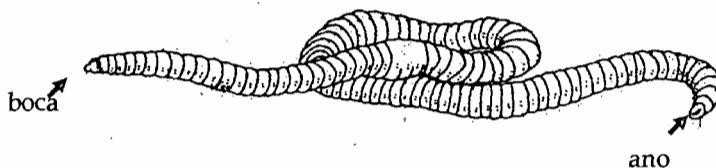


Fig. 13. Posición de la boca y el ano en una lombriz de tierra (Tomado de Reines, Loza y Contreras 1998).

6.1.7.3. Sistema Circulatorio

Constituye un sistema cerrado ya que la sangre fluye dentro de vasos sanguíneos (Fig.14) y nunca cae en senos o lagunas. Básicamente está compuesto por:

- Vaso dorsal
- Vaso ventral
- Vaso subneural
- Vasos laterales o corazones
- Red de capilares

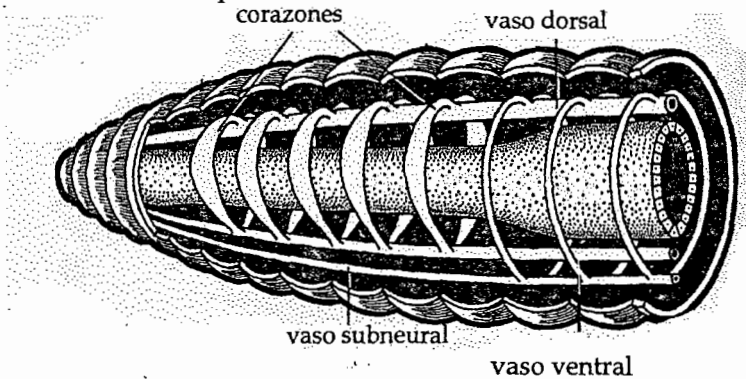


Fig. 14. Corte longitudinal de una lombriz de tierra mostrando sus principales órganos circulatorios (Tomado de Buchsbaum 1976).

El vaso dorsal corre sobre el intestino a lo largo de todo el cuerpo y trae sangre de la parte posterior a la anterior. Es el principal órgano impulsor de la sangre. Cada segmento tiene un par de vasos laterales que unan al dorsal con el ventral. Los vasos laterales al nivel del esófago son generalmente de mayor calibre y volumen y se conocen como corazones; también desempeñan una función contráctil para impulsar la sangre. La sangre está constituida por plasma y hemoglobina disuelta en él (Reines *et al.* 1998).

Al circular por los vasos sanguíneos capilares entre las células epidérmicas superficiales la sangre recibe oxígeno y elimina el dióxido de carbono por simple difusión (Fig. 15). El oxígeno se combina con la hemoglobina y así llega a todos los órganos (Reines *et al.* 1998).

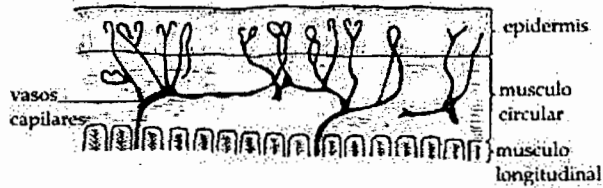


Fig. 15. Vasos capilares intra-epidérmicos en *Lumbricus terrestris* (Tomado de Edwards y Lofty 1977).

6.1.7.4. Sistema Respiratorio

Hay carencia de sistema respiratorio ya que no presenta órganos especializados para la respiración. La sangre contiene pigmentos y esta respiración se realiza por difusión del oxígeno y anhídrido carbónico (CO_2) a través de la cutícula y los tejidos de la epidermis (Reines *et al.* 1998) (Fig.16). Para que ocurra el intercambio de los gases deben disolverse en una capa de agua alrededor de la superficie del animal que se mantiene húmeda por las secreciones del cuerpo. (Knut *et al.* 1976)

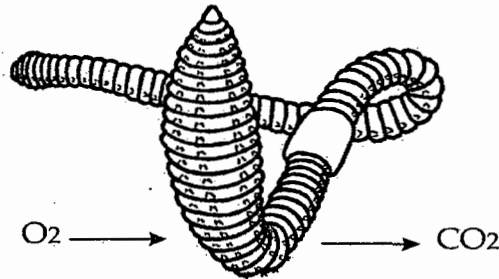


Fig.16. Respiración en la lombriz de tierra (Tomado de Buchsbaum 1976).

6.1.7.5. Sistema Nervioso

El sistema nervioso de las lombrices es del tipo ganglionar escaleriforme. Se encuentra básicamente formado por:

- Ganglio cerebroide
- Conectivos circunfaríngeos
- Ganglio subfaríngeo
- Cadena ganglionar
- Plexo nervioso

El ganglio cerebroide o "cerebro" es bilobulado, está formado por la fusión de dos ganglios y se sitúa dorsalmente sobre la faringe en los primeros segmentos del

cuerpo. Éste se une a un ganglio subfaringeo ventral mediante un par de conectivos, formando un anillo alrededor de la faringe llamado también anillo perifaringeo.

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 esta constituida por u par de ganglios por segmento en un grado de fusión variable (casi siempre bien fusionados). De estos ganglios salen ramificaciones conocidas como plexo nervioso hacia la pared del cuerpo y al intestino. En la epidermis están localizados numerosos órganos de los sentidos formados por células sensitivas, células fotorreceptoras y fibras nerviosas. Los órganos de los sentidos son más abundantes en la extremidad anterior de la lombriz (Fig 17).

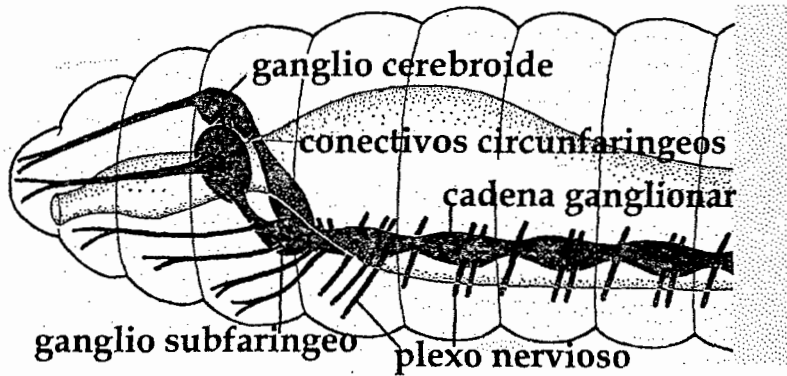


Fig.17. Parte anterior de la lombriz de tierra mostrando el sistema nervioso (Tomado de Buchsbaum 1976).

El tacto es el sentido más desarrollado de las lombrices, después de la sensibilidad a la luz. El tacto le 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 durante la noche para buscar alimento. El paladar es bastante desarrollado pues la cavidad bucal se encuentra profundamente inervada. Las lombrices son muy sensibles también a las variaciones de temperatura y humedad, y a las reacciones químicas del ambiente (pH), etc., lo cual detectan mediante quimiorreceptores (Reines *et al.* 1998).

6.1.7.6. Sistema Excretor:

En gran parte de los Oligoquetos está formado por órganos especiales denominados metanefridios, cuya función es eliminar los residuos del metabolismo. Con excepción de los primeros segmentos y los últimos, todos los demás presentan un par de metanefridios. El metanefridio 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 líquido celomático. Del embudo sale un canal que atraviesa el septo y abre al exterior en el anillo siguiente, en un nefridioporo (un par/segmento) ventrolateral (Fig 18).

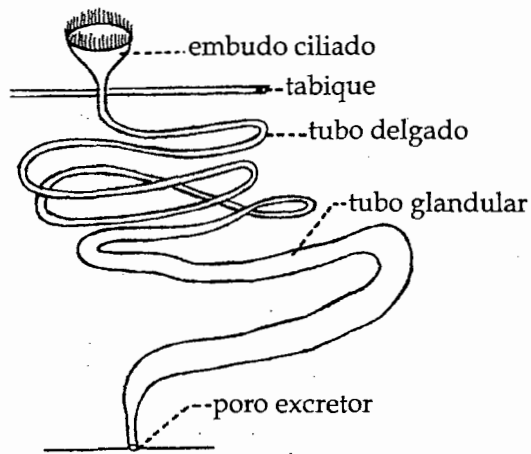


Fig. 18. Esquema de un metanefridio de una lombriz de tierra (Tomado de Villeneuve 1965).

El canal está ricamente vascularizado y ocurren procesos de filtración, reabsorción y secreción para formar la orina. La orina se secreta en forma de amoníaco o urea (Reines *et al.* 1998).

6.1.7.7. Sistema Reprodutor

Los hábitos de procreación en las lombrices se presentan, de hecho, muy complejos. En primer lugar, cada lombriz es al mismo tiempo macho y hembra es decir, que son hermafroditas y produce tanto óvulos como espermatozoides, pero la lombriz no utiliza la dualidad de sus órganos sexuales para la autofecundación ella necesita la concurrencia de una compañera, a pesar de que cualquiera de la misma especie pueda servir, puesto que todas son macho y hembra (Meinicke 1988).

Aparato reproductor masculino

Este sistema sufre una gran variabilidad en cuanto a número y posición de los diferentes órganos en distintas especies y grupos, de ahí que tenga tanta importancia en la clasificación de las lombrices. Básicamente consta de:

- Testículos
- Vesículas seminales
- Embudos colectores o embudos ciliados
- Vasos deferentes o espermiductos
- Próstatas
- Poros genitales

Se presentan uno o dos pares de testículos por lo general en los segmentos X y XI. Las células germinales salen con poco grado de maduración la cual se completa en las vesículas seminales, que son amplias bolsas celómicas formadas a partir de los septos transversales. Los espermatozoides son recogidos en los embudos colectores ciliados y llevados por los conductos o vasos deferentes (uno 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 líquido espermático. La próstata puede abrir al exterior en el poro genital o independiente de éste, pero siempre en los segmentos vecinos (Fig. 19 y 20) (Reines *et al.* 1998).

Aparato Reprodutor femenino

Básicamente consta de:

- Ovarios
- Ovisacos
- 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 recogidos por acción ciliar por los ovisacos, aquí completan su desarrollo y salen al

exterior a través de unos conductos llamados oviductos que desembocan en los poros genitales femeninos. También forman parte de este sistema uno o varios pares de cámaras llamadas receptáculos seminales o espermatecas, que sirven para almacenar los espermatozoides recibidos durante la cópula y que servirán para fecundar los óvulos. Las espermatecas se sitúan generalmente en los segmentos pregonadales y abren al exterior por pequeños poros espermatecales situados ventral o ventrolateralmente (Fig. 19 y 20) (Reines *et al.* 1998)

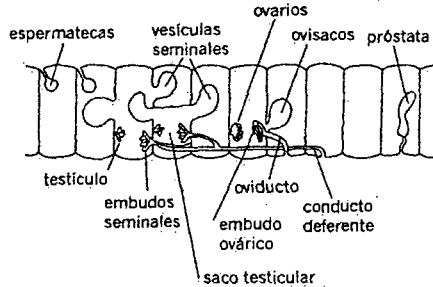


Fig.19. Posición de los órganos reproductores. El número de segmento en que se encuentran varía dependiendo de la especie (Tomado de <http://www.ucm.es/info/tropico/investigacion/grupodetaxonomia/Cursos>)

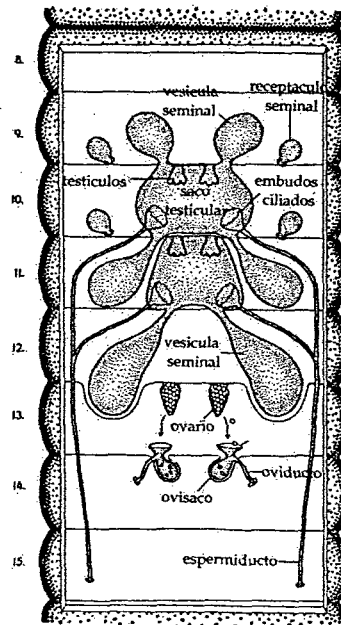


Fig.20. Esquema que muestra la forma y posición de los órganos reproductores de una lombriz de tierra (Tomado de Buchsbaum 1976).

Apareamiento

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

Dos individuos se unen centralmente y de forma invertida, es decir con las regiones anteriores en sentidos opuestos (Fig. 21).

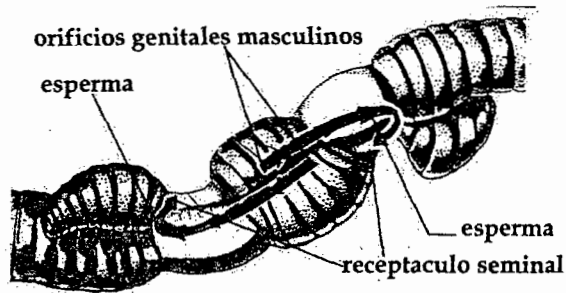


Fig. 21. Copula de entre dos lombrices de tierra (Tomado de Bollo 1999).

Para ello se valen de un mucus viscoso que secretan los clitelos de ambos individuos. El mucus envuelve los cuerpos de ambas lombrices. En la unión también intervienen quetas modificadas que ayudan a fijar los individuos entre sí, así como papilas y tubérculos pubertarios. Este proceso puede seguir dos patrones:

- 1) En los lúmbricos, como *Eisenia foetida*, existen unos canales o surcos seminales ventrales que se forman cuando los animales se acoplan.

Por estos corre 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.

- 2) En los megaescolécidos y eudrílidos 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 XVI.

El acoplamiento ocurre generalmente en la noche a pocos centímetros por debajo la superficie del sustrato. Su duración es variable según la especie, por ejemplo en *Eisenia foetida* ocurre en unos 30 minutos, en *Eudrilus eugeniae* en pocos minutos y en *Lumbricus terrestris*, que no es criada comercialmente, puede durar horas (Reines *et al.* 1998).

Una vez que los individuos se separan el clitelo de cada lombriz comienza a secretar un mucus gelatinoso que forma un anillo o tubo que envuelve al clitelo, en donde penetran los óvulos. Posteriormente, y debido a los movimientos corporales, la

lombriz hace que este tubo se desplace hacia delante (región anterior). Al pasar por las espermatecas el tubo recoge los espermatozoides acumulados, y es cuando ocurre la fecundación 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 vítelo para completar su desarrollo (Fig. 22). (Reines *et al.* 1998).

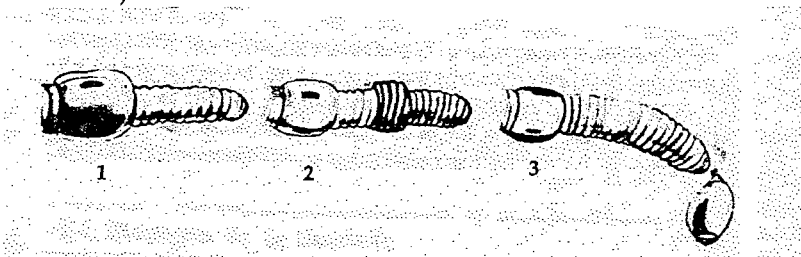


Fig. 22. Proceso de expulsión del capullo (Tomado de Bollo 1999).

1. El clitelo secreta un líquido mucoso que será la pared del capullo y se forma un anillo a su alrededor. El clitelo secreta albumina la cual va a ser el alimento para los futuros embriones y a la vez la parte interior del capullo.
2. Con contracciones musculares, la lombriz va desplazando este anillo hacia la parte exterior, hasta llegar hasta los oviductos, donde los óvulos son expulsados hacia la albúmina. El movimiento continúa y al pasar el anillo mucoso frente al receptáculo seminal salen los espermios allí almacenados produciéndose la fecundación de los óvulos.
3. El movimiento continúa hasta que este sobrepasa la extremidad anterior y cierra formándose una cápsula en forma de pera, mejor conocida como capullo. (Bollo 1999).

6.1.8. Ciclo de Vida

En el ciclo de vida se distinguen los siguientes estadios:

Estadio embrionario:

Transcurre en el interior del capullo, donde se encuentran contenidos los embriones. De los capullos de *E. foetida* pueden eclosionar hasta 6 jóvenes lombrices y de *E. eugeniae* hasta 7, dependiendo de los diferentes factores.

Estadio juvenil:

Abarca el resto del ciclo de las lombrices, es decir, desde que nacen hasta que aparece el clitelo, comprende las siguientes fases:

- *Fase postnatal*: Comienza con la eclosión del capullo y se caracteriza por la escasez de pigmentos en la piel, por lo que se observa a través de ésta algunos órganos, termina con la aparición del clitelo. Ésta fase varía de 51-75 días a 24°C. Dentro de este estadio suele incluirse la fase anterior (No clitelada). El paso de la fase postnatal a juvenil es muy difícil de determinar.
- *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 que los animales continúan su crecimiento y dura 130 días y otro más largo, aproximadamente 160 o más días, en que los animales pierden peso y tamaño.
- *Fase senescente o postclitelar*: Es poco definida, pues el decrecimiento en peso y longitud no coincide con la desaparición del clitelo momento en el cuál se observan marcas o heridas en el mismo, hasta su desaparición. Se ha visto la recuperación de las adultas después de un período de puesta y comenzar un nuevo ciclo de puesta de capullos, finalmente el ciclo termina con la muerte. Ésta última no bien definida su duración.

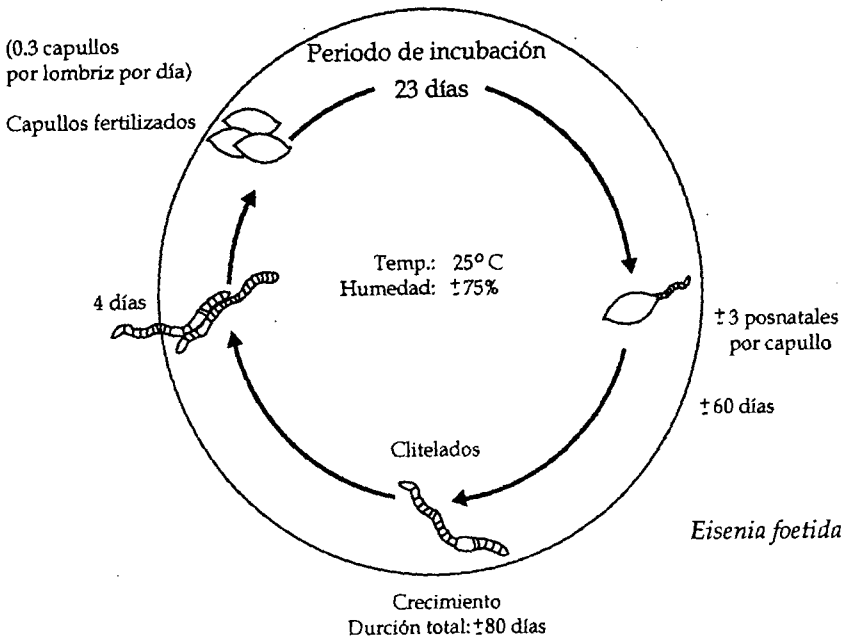
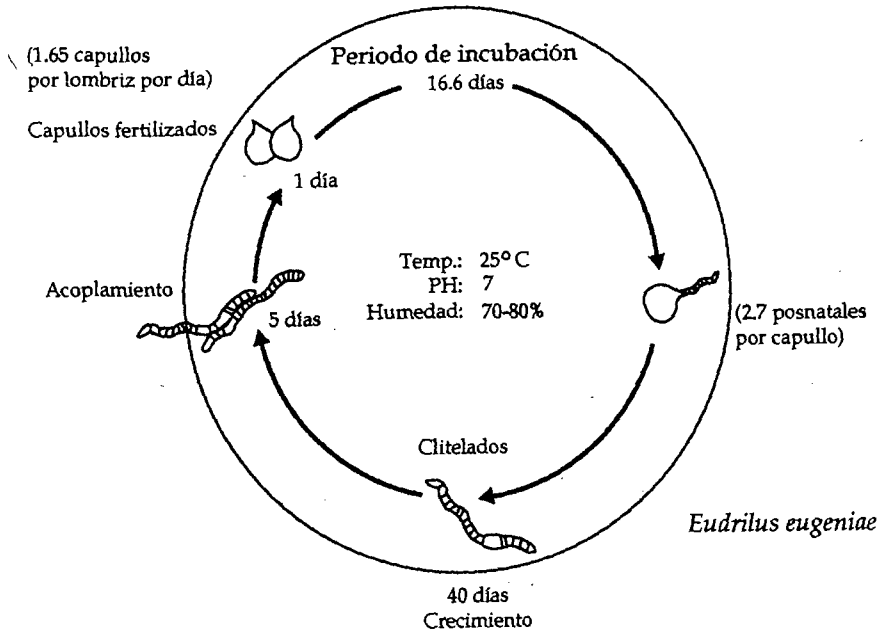


Fig. 23. Diagrama del ciclo de vida de *Eudrilus eugeniae* y *Eisenia foetida* (Tomado de Reines *et al.* 1998).

6.1.9. Ecología

Las lombrices están presentes en casi todos los suelos (bosques, praderas, sabanas, pastizales, etc.) con excepción de los ambientes extremos (glaciares, desiertos y suelos muy ácidos o muy salinos) (Reines *et al.* 1998), han sido encontradas desde los 9000 m de altitud en el monte Everest, hasta 5000 m de profundidad en los océanos (Meinicke 1988).

Las lombrices de tierra no están sujetas a las influencias de las estaciones, como otros animales frente al invierno y al verano. Lo que más las afecta son los cambios en las cantidades de humedad y de materia orgánica en el suelo. Cuando las temperaturas del suelo quedan más frías, en invierno, ellas excavan túneles más profundamente en el suelo donde las temperaturas casi no sufren alteraciones durante todo el año y cuando es necesario, suben a buscar alimento (Meinicke 1988).

Cerca del 80% del peso del cuerpo de las lombrices se compone de agua. Por este motivo ellas huyen de terrenos secos y cuando se agravan las condiciones de sequía, se ahondan en el suelo. En las adversidades climáticas, las lombrices suelen enrollarse y permanecer inactivas en la tierra a bastante profundidad. Es necesario además, que la lombriz se adapte a las condiciones de temperatura que en general reina en el suelo (Meinicke 1988).

Según Reines *et al.* 1998, desde el punto de vista ecológico, las lombrices se pueden clasificar en:

- *Epígeas*. Viven y se alimentan en la superficie del suelo.
 - *Anécicas*. Viven dentro del suelo y se alimentan en la superficie.
 - *Endógeas*. Viven y se alimentan dentro del suelo. Se dividen en:
 - *Polihúmicas*. Se alimentan de suelos ricos en materia orgánica.
 - *Mesohúmicas*. Se alimentan en suelos con contenidos medios de materia orgánica.
 - *Oligohúmicas*. Se alimentan de suelos pobres en materia orgánica.
- (Fig. 24)

En la Tabla 2 se mencionan otras características que presentan las lombrices de tierra que se desarrollan en los diferentes tipos ecológicos.

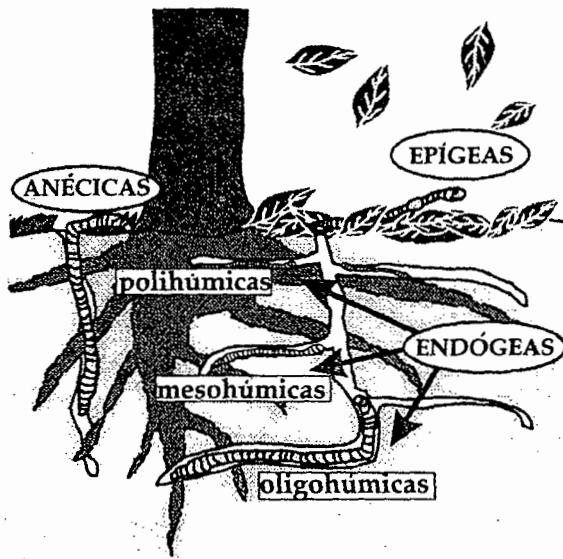


Fig. 24. Clasificación ecológica de las lombrices de tierra (Tomado de Aranda, Capistran y Romero 2001).

Al primer grupo pertenecen las empleadas en la lombricultura. Las lombrices epígeas consumen materia orgánica y la convierten en aproximadamente 60% de humus y 40% de biomasa (Reines *et al.* 1998).

Tabla 2. Clasificación Ecológica de las lombrices tomada de (Reines *et al.* 1998)

	Epígeas	Anécicas	Polihúmicas	Endógeas	Oligohúmicas
Pigmentación	Sí	Anterior dorsal	No	No	No
Talla	Pequeña	Grande	Pequeña	Media	Grande
Digestión	Directa	Rumen externo	Rumen externo	Mutualista	Mutualista
Tasa de reproducción	Alta	Baja	Alta	Media	Extremadamente baja
Resistencia a la sequía	Capullo	Diapausa	Quiescencia	Quiescencia	Quiescencia
Capacidad colonizadora	Alta	Media	Baja	Baja	Extremadamente baja

6.1.9.1. Relación con otros grupos zoológicos

La lista de supuestos predadores, parásitos y competidores de las lombrices de tierra comprenden diversos invertebrados y vertebrados (Schuld 2001). Vale la pena aclarar que el hecho que un animal comparta su hábitat, no necesariamente hace de éste un depredador de la lombriz, puede convivir con muchos organismos que le simplifican su trabajo ya que al contar con un aparato bucal masticador muelen la materia orgánica y le facilitan la ingesta (Bollo 1999).

Entre las afecciones que aquejan a las lombrices no puede dejar de mencionarse a las gregarinas, un protozooario de las espermatecas, que castran a las lombrices. Esta patología se relaciona con situaciones de estrés derivadas de contaminantes como metales pesados en los suelos. Existen también numerosos gusanos planos predadores (planarias), que se observan en los lechos con lombrices. En el trópico estos gusanos pueden constituir una plaga, que en ciertos casos puede requerir el uso preventivo de químicos, pero no es muy aconsejable (Schuld 2001).

En la Tabla 3 se enuncian algunos de los organismos que pueden encontrarse presentes en criaderos de lombrices de tierra, en ésta se señalan los hábitos alimenticios del organismo para indicar la relación que tienen con esta.

Tabla 3. Fauna asociada comúnmente encontrada en los criaderos comerciales de lombrices de tierra (Tomada de Reines, Loza y Contreras 1998).

Clase	Orden	Nombre común	Hábitos alimentarios
Hexapoda	Collembola	Cola de plata	Hongos y de materia orgánica en descomposición
	Protura		materia orgánica en descomposición
	Orthoptera	Grillos y saltamontes	tallos, hojas y raíces
	Blattaria	Cucarachas	Son de alimentación variada
	Isoptera	Termitas	Celulosa y tejidos de las plantas
	Dermaptera	Tijerillas	Depredadores de otros insectos
	Thysanoptera	Trip	Depredadores de ácaros
	Coleoptera	Escarabajos y gallinas ciegas	Materia orgánica, vegetales o invertebrados
	Diptera	Moscas	Materia orgánica en descomposición, son alimento de larvas de coleópteros
	Psocoptera	Piojos	Micelio de hongos o tejidos de plantas.
Archnida	Hymenoptera	Avispas y hormigas	Insectos y plantas
	Acari	Ácaros	Materia orgánica
	Scorpionida	Escorpiones	Depredadores de invertebrados
	Araneae	Arañas	Depredadores de invertebrados
	Pseudoescorpionida	Pseudoescorpiones	Pequeños artrópodos
Crustacea	Isopoda	Cochinillas de la humedad o puerquitos	Materia orgánica en descomposición
Diplopoda		Milpiés	Materia orgánica en descomposición
Chilopoda		Ciempis	Depredadores de pequeños artrópodos
Nematodo		Nematodos	Depredadores de invertebrados, materia orgánica, parásitos y simbioses de las lombrices
Turbellaria	Platelmintos	Gusanos planos o planarias terrestres	Depredadores de artrópodos y de capullos de lombrices
Amphibia	Anura	Sapos y ranas	Insectos
Reptilia	Squamata	Serpientes y lagartijas	Insectos, pequeños mamíferos
Mammalia	Rodentia	Ratas y ratones	Depredadores de pequeños artrópodos y lombrices
	Insectivora	Musaraña	Depredadores de pequeños artrópodos y lombrices
	Didelphoidea	Tlacuaches y zarigüeyas	Depredadores de pequeños artrópodos y lombrices
	Edentata	Armadillos	Depredadores de pequeños artrópodos y lombrices
Gasteropoda		Babosas	Materia orgánica vegetal
Aves			Carnívoros, se alimentan de lombrices en diferentes estadios y otros invertebrados en general.

6.2. GLOSARIO



BIBLIOTECA CENTRAL

- **Ano** - Abertura posterior del tracto digestivo en el **pigidio**.
- **Atrium** -Cámara muscular localizada al final del sistema reproductor masculino ya sea al final del aparato copulatorio (pene, pseudopene) o abriéndose al exterior como un simple poro.
- **Buche** - Sección modificada, expandida del **esófago** o el intestino ; relativamente delgada y almacena el alimento antes de que pase a la **molleja**.
- **Cavidad bucal** - Sección del tracto digestivo entre la boca y la faringe.
- **Capullo** - Cápsula de forma ovoide secretada por el **clitelo** que contiene numerosos huevos.
- **Clitelo** - Zona glandular ensanchada de la epidermis formando un anillo completo o incompleto alrededor del cuerpo. Se extiende a través de varios segmentos ya sea en los gonoporos o posteriormente a estos. Secreta mucus durante la copulación y para la formación del **capullo**.
- **Conectivos circunfaríngeos** - Una de dos ramificaciones de tejido nervioso rodeando la faringe y uniendo al cerebro dorsal con el condón nervioso ventral. El punto ventral de fusión se elonga para formar el ganglio subfaríngeo.
- **Corazón** - Conectivos ensanchados, elongados y contráctiles del sistema circulatorio; Conecta el vaso sanguíneo dorsal con el ventral.
- **Cutícula** - Capa delgada, no celular situada al exterior de la pared del cuerpo (cutícula, epidermis, músculos circular y transversal, peritoneo), es secretada por la **epidermis**.
- **Dermis** - Capa de tejido conectivo entre la **epidermis** y los **músculos circulares** en la pared del cuerpo
- **Epidermis** - Capa externa de células de la pared del cuerpo(cutícula, epidermis, músculos circular y transversal, peritoneo), secreta la cutícula.
- **Esófago** -Sección del tracto digestivo entre la faringe y el estomago.
- **Foramen** - Agujero
- **Glándulas calcíferas** - (Glándulas de Morren) Par de glándulas altamente vascularizadas asociadas con el esófago. Se presentan dentro o fuera del esófago. Pueden contener cristales calcáreos que intervienen en la excreción de calcio.

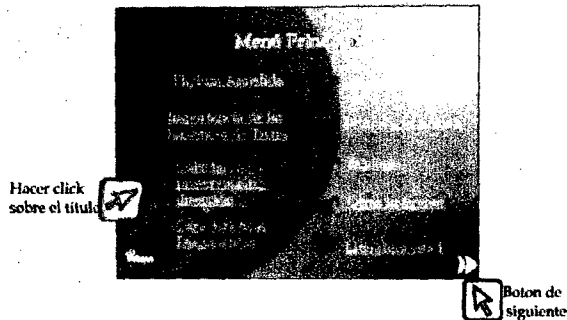
- **Glándulas prostáticas** - En el sistema reproductor masculino, par de glándulas asociadas con el atrium y/o vasos deferentes o abiertas por un ducto separado dentro o cerca del gonoporo.
- **Gonoporo** - Abertura del sistema reproductor masculino o femenino al exterior. En el masculino tanto uno o un par de poros arriba de algunos segmentos posteriores al segmento testicular. En el femenino uno un par de poros generalmente abriéndose en los segmentos posteriores al segmento de los ovarios.
- **Metanefridio** - Tipo avanzado de órgano excretor; formado por el **nefrostoma**, tubo nefridial y nefridioporo.
- **Metastomio** - División segmentada en el cuerpo entre la cabeza y el pigidio.
- **Músculo circular** - Capa relativamente delgada de músculo circular entre la dermis y el músculo longitudinal en la pared del cuerpo.
- **Músculo longitudinal** - Capa interna de músculos relativamente gruesa de la pared del cuerpo (cutícula, epidermis, músculos circular y transversal, peritoneo), generalmente se concentra en dos bandas de músculos dorsolaterales y dos ventrolaterales.
- **Músculo diagonal** - (músculo transversal)- Delgada capa de músculos entre los músculos internos circular y longitudinal.
- **Nefridioporo** - Abertura del sistema excretor al exterior, generalmente localizado ventralmente.
- **Nefrostoma** - Abertura ciliada en forma de embudo del metanefridio, localizado en la cavidad del cuerpo en el segmento anterior correspondiente al **nefridioporo**.
- **Ovario** - Órgano del aparato reproductor femenino productor de huevos.
- **Peritoneo** - Capa más interna de la pared del cuerpo (cutícula, epidermis, músculos circular y transversal, peritoneo), recorre la cavidad del cuerpo y forma paredes de **septos** entre segmentos. Da origen al **tejido clorágeno**.
- **Poros dorsales** - Pequeños poros medio-dorsales típicos de los oligoquetos terrestres; generalmente situados en todos los surcos intersegmentales pero más en los segmentos anteriores. Provistas con músculos contráctiles o esfínteres que sirven de abertura de la cavidad del cuerpo al exterior.
- **Queta (seta)** - Las quetas son proyecciones quitinosas a manera de pelos muy pequeños. Pueden estar distribuidas sobre el cuerpo de la lombriz de diferentes maneras.

- **Receptáculo seminal** - En el sistema reproductor masculino, órgano en forma de embudo localizado al final de los vasos deferentes, en el mismo segmento que los testículos. Toma el esperma maduro de la cavidad corporal, vesículas seminales o sacos testiculares y los transportan al exterior.
- **Sacos testiculares** - Estructuras en forma de sacos en el sistema reproductor masculino junto a los testículos y receptáculos seminales.
- **Septo** - División transversal interna entre dos segmentos, corresponde externamente a los surcos. Formado por una doble capa de peritoneo y es atravesado por el tracto digestivo, vasos sanguíneos y cordones nerviosos longitudinales y el túbulo nefridial. También actúa como una membrana de soporte para las estructuras internas
- **Tejido clorágeno** -(células clorágenas) Tejido metabolitamente activo, desarrollándose del peritoneo rodeando el intestino o vasos sanguíneos.
- **Tubo nefridial** - Sección tubular ciliada del sistema excretor entre el nefrostoma y el nefridioporo.
- **Vasos deferentes** - Sección tubular ciliada del sistema reproductor masculino entre el receptáculo seminal y el gonoporo masculino. Relativamente largos, típicamente extendidos centralmente a través de varios segmentos, y asociados con las glándulas prostáticas.
- **Vaso sanguíneo dorsal** - En el sistema circulatorio. Vaso longitudinal, contráctil situado sobre el intestino.
- **Vaso sanguíneo ventral** - En el sistema circulatorio, vaso longitudinal, no contráctil, localizado ventralmente sobre el intestino; lleva la sangre en una dirección posterior y se une a el vaso sanguíneo dorsal a través de los corazones laterales.

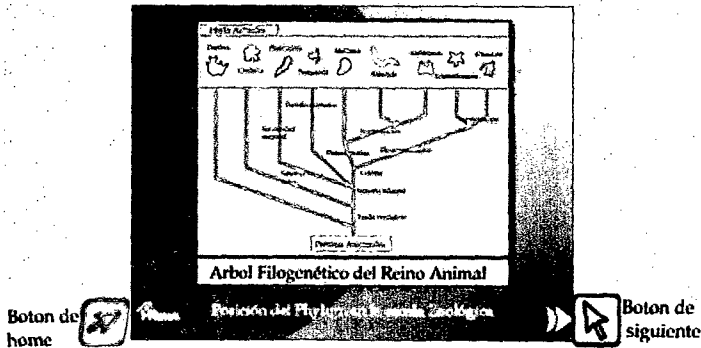
6.3. INSTRUCCIONES PARA LA UTILIZACIÓN DEL DISCO COMPACTO.

Para el uso del disco compacto interactivo es necesario una computadora con unidad multimedia y unidad de CD.

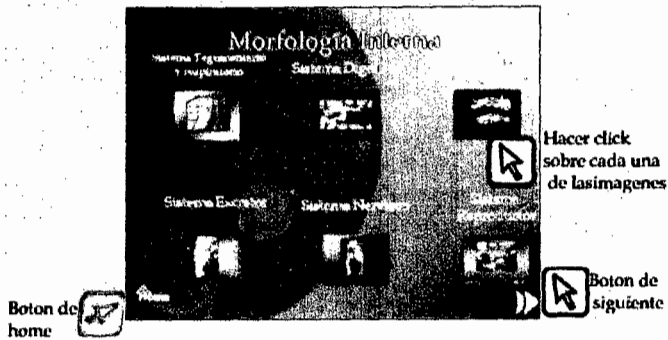
Al insertar el disco compacto en el compartimiento de reproducción de la computadora, la presentación interactiva se iniciará automáticamente, mostrando la presentación del trabajo y unos segundos después, un menú principal que contiene los temas a estudiar, para visualizar es necesario hacer click con el mouse en cada uno de los títulos subrayados, hacer click sobre la flecha de *siguiente* (flecha hacia la derecha) o presionar en el teclado las teclas *enter*, *AvPag* o la barra espaciadora..



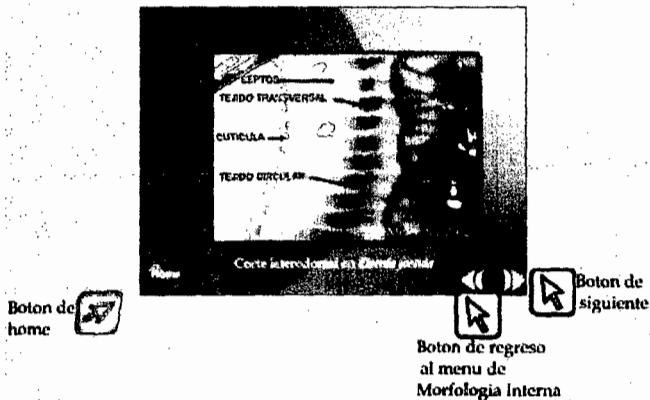
Cada diapositiva contiene botones de *siguiente* y *home* que como su nombre lo indica son para pasar a la siguiente diapositiva y regresar al menú principal respectivamente, si se desea ver la diapositiva anterior, solo es necesario presionar en el teclado *RePág*.



Al hacer click sobre el apartado de Morfología Interna aparece un subíndice con todos los sistemas que presentan las lombrices de tierra para ver los subtemas hacer click sobre las imágenes correspondientes a cada uno de ellos.



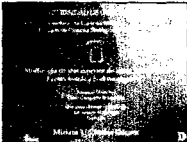
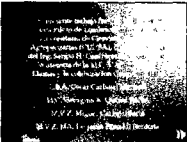

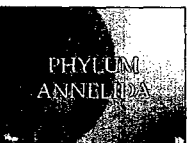
Las diapositivas de los sistemas que componen la morfología interna de la lombriz de tierra, contienen un botón de *home* que al presionar regresa a la diapositiva de menú principal, un botón de *siguiente* así como un botón de *retroceso* (flecha hacia la izquierda) que regresa a la diapositiva con el menú de morfología interna.

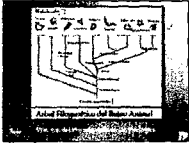

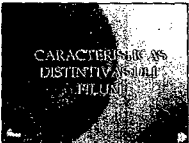

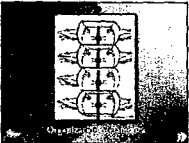


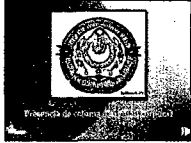
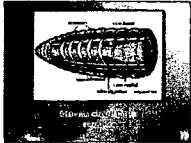
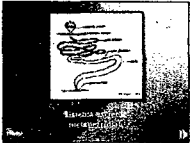
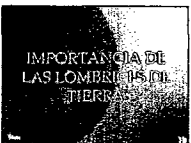
Para salir por completo de la presentación o de cada diapositiva, presiona la tecla *esc* del teclado de la computadora.



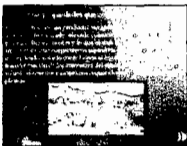

Nota: El disco contiene la presentación de cada uno de los temas por separado en carpetas a manera de respaldo.



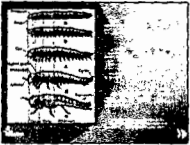

6.4. GUION TÉCNICO






#	Título	Imagen	Descripción
1	Presentación		<p>UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias División de Ciencias Biológicas y Ambientales "Morfología de dos especies de lombrices de tierra <i>Eisenia foetida</i> y <i>Eudrilus eugeniae</i>" Paquete Didáctico Disco Compacto Interactivo Para obtener el título de Licenciado en Biología Presenta Miriam Meléndez Gómez Las Agujas, Zapopan, Jal. Octubre 2003</p>
2			<p>El presente trabajo fue realizado en la Planta Piloto de Lombricultura del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA), bajo la dirección del Ing. Sergio H. Contreras Rodríguez, con la asesoría de la M.C. J. América Loza Llamas y la colaboración de los sinodales M.B.A. Oscar Carbajal Mariscal M.C. Georgina A. Quiroz Rocha M.V.Z. Miguel Carbajal Soria M.V.Z. MA. De Jesús Rimoldi Rentería</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	Phylum Annelida		

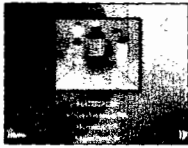

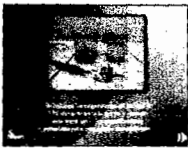

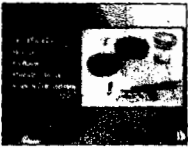
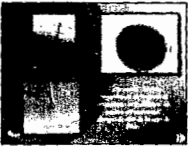
#	Título	Imagen	Descripción
5	Posición del Phylum en la escala Zoológica		El reino animal se divide según el aumento en la complejidad morfológica de los organismos que lo componen. El Phylum Annelida se encuentra dentro del subreino, Metazoa, dentro de la rama Eumetazoa, en el grupo de los celomados 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.
6	Clasificación del filum		El Phylum Annelida se divide en tres clases: la clase Poliqueta compuesta por los poliquetos principalmente marinos, los Hirudineos donde encontramos a las sanguijuelas y la clase Oligochaeta a donde pertenecen las lombrices de tierra y otros organismos de vida dulceacuicola
7	Características distintivas del filum		Los miembros del filum tienen en común las siguientes características: son vermiformes, la organización del cuerpo es metamérica, es decir, que el cuerpo se encuentra dividido en segmentos, poseen celoma o cavidad corporal, presentan sistema circulatorio cerrado y sistema excretor metanefridial.
8	Vermiformes		El cuerpo tiene forma de gusano: alargado, cilíndrico, más o menos aplanado dorso-ventralmente.
9	Organización Metamérica		El cuerpo del animal se halla dividido a lo largo del eje antero- posterior en una serie sucesiva de segmentos denominados metámeros . Ello se refleja externa e internamente. De ahí el nombre de fila, que proviene del latín <i>annellus</i> , anillo pequeño, y del griego <i>eidos</i> , aspecto, y que significa por tanto de aspecto anillado.


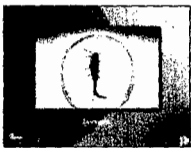
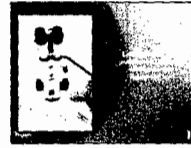
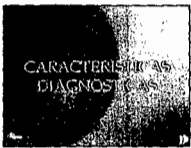
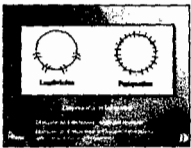

#	Título	Imagen	Descripción
10	Presencia de celoma o cavidad corporal		Es la cavidad que se dispone entre el tubo digestivo y la pared del cuerpo, revestida totalmente con un grupo de células denominado mesodermo. Está dividido en una serie de compartimientos por los septos; todos los septos están perforados por un foramen ventral, a través del cual pasan el cordón nervioso y el vaso sanguíneo ventral. Este foramen está rodeado por un esfínter muscular que puede cerrarse aislando el líquido en cada compartimiento. Desempeña un papel primordial en el desarrollo progresivo de la complejidad de las estructuras y su presencia facilitó grandes cambios morfológicos y fisiológicos en los animales.
11	Sistema Circulatorio cerrado		El sistema circulatorio tiene dos vasos longitudinales, un vaso dorsal en el que la sangre bombea hacia delante y un vaso ventral en el que fluye en dirección opuesta. El cordón nervioso de muchos Anélidos, incluyendo la lombriz de tierra, es irrigado mediante vasos longitudinales adicionales, y parte de la sangre oxigenada del integumento se conduce directamente a este importante órgano. El sistema cerrado de los vasos sanguíneos tiene por tanto una ventaja diferencial para controlar precisamente hacia donde debe fluir la sangre.
12	Sistema excretor Metanefridial		Los metanefridios son característicamente no ramificados y en el extremo inferior se abre a través de un embudo en la cavidad celómica. La función del metanefridio (a menudo denominado simplemente nefridio), es razonablemente clara, primariamente el líquido procedente del celoma escapa al nefridio a través del nefrostoma o embudo ciliado y al pasar a través del conducto ampliamente contorsionado, su composición se modifica.
13	Importancia de las Lombrices de tierra		


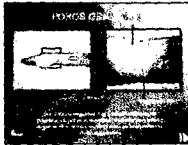




#	Título	Imagen	Descripción
14	Como modificadoras de la estructura de el suelo		Modifican la morfología del suelo, ya que construyen redes de galerías que facilitan la aireación y drenaje del suelo ,aumentan la porosidad del suelo desde un 30 a 40% hasta un 60 a 70%, favorecen la nitrificación de la materia orgánica y aumentan el nitrógeno disponible en el suelo, segregan CaCO ₃ en forma de pequeñas concreciones de calcita, aumentan el potencial enzimático del suelo, aumentan la microflora cualitativa y cuantitativamente, favorecen la humificación al mezclar los desechos vegetales del suelo, deyecciones y sus propios cadáveres.
15	Por sus hábitos alimentarios		La lombriz de tierra es un invertebrado excepcionalmente prolífico, resistente, vivaz, de carne sólida y de un insaciable apetito, capaz de digerir cualquier residuo que contenga materia orgánica en estado de putrefacción, fermentadas o en estado fresco, tales como estiércoles, residuos de cosechas, basura doméstica, lodos, celulosa, etc
16	Por las propiedades que contienen sus desechos		El humus producido por la lombriz de tierra es un material orgánico de alto peso molecular. 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 estos se lixivien , los retienen en su superficie, listos para que las plantas puedan hacer uso de ellos, es por eso que comúnmente se clasifica como biofertilizante. Su valor biológico se debe a que contiene una rica flora microbiana que le confiere al producto propiedades especiales y diferenciales en comparación con otros abonos.
17	Por su alto contenido proteico :		La biomasa de la lombriz alcanza valores hasta de 70% de proteína en peso seco de esta, se obtiene harina que es utilizada proteína y energía en la alimentación animal ya sea en ganado bovino, vacuno, aves e incluso el ser humano.




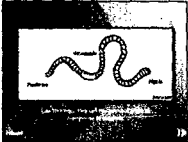

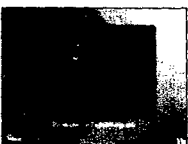
#	Título	Imagen	Descripción
18	Por su uso en el área farmacológica :		Debido a su alto contenido proteico, es posible elaborar comprimidos de aminoácidos de forma que aquellas personas con déficit en determinados aminoácidos puedan resolver este problema. Se ha comprobado que las lombrices poseen una fuerte actividad enzimática, que puede aprovecharse en producción de biopreparados o sustancias biológicamente activas. Por ejemplo en la obtención de proteasas fibronolíticamente activas, con actividad sobre la fibrina coagulada y también activante del plasminógeno.
19	Por su importancia evolutiva :		La metamerización implicó un proceso evolutivo, ya que cada metámero o grupo de ellos puede experimentar modificaciones y especializarse en funciones particulares, es decir, permitió la división del trabajo entre las diferentes regiones del cuerpo
20	Proceso Evolutivo		<p>Primera Etapa: El estado más primitivo se inicia con un gusano cilíndrico con un caparazón o esqueleto externo, sin patas y con un sistema digestivo que se extendía a todo lo largo del cuerpo.</p> <p>Segunda Etapa: La parte anterior del cuerpo (el prostomio), adquiere un par de órganos sensoriales capaces de percibir la luz (ojos primitivos), así como un par de antenas. Además, cada segmento adquiere un par de apéndices móviles en la parte central que ayudan a moverse en tierra firme. En esta etapa se asume que los antecesores de los insectos han abandonado el mar.</p> <p>Tercer Etapa: El ancestro del insecto es un organismo con apariencia de artrópodo con movimientos coordinados en las patas y los órganos sensoriales se han alargado más.</p> <p>Cuarta Etapa: Se produce una especialización en los segmentos del cuerpo en unidades funcionales y a este proceso también se conoce como tagmosis.</p>
21	Por su relación con otros organismos:		Las lombrices ocupan un lugar importante en los ecosistemas como fuente de alimento de muchos animales, fundamentalmente vertebrados (mamíferos pequeños como tejones, jabalis, tejones y tlacuaches, reptiles como lagartijas y serpientes, anfibios y numerosas aves principalmente passeriformes) y también de algunos invertebrados (planarias, insectos y arácnidos)


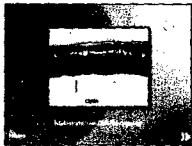



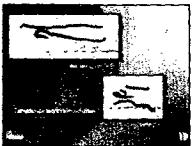
#	Título	Imagen	Descripción
22	Colecta, preservación y disección		Para el debido conocimiento, manejo y en ciertas ocasiones determinación de especies de lombrices de tierra es necesario estudiarlas con detenimiento, por lo que una adecuada colecta, preservación y disección son necesarias. Existen varios métodos, aquí se utilizaron el método de colecta manual, preservación con formol al 10% y una disección simple para localizar los principales órganos vitales de la lombriz.
23	Colecta		
24	Colecta manual		El método de clasificación manual es el más confiable, aunque laborioso, dicho método ha sido utilizado ampliamente para muestreos de lombrices y para valorar la efectividad de otros métodos. El cavar para localizar lombrices debe realizarse con dos factores en mente, humedad y materia orgánica y el éxito de la colecta será alto si nos concentramos en sitios en donde ambos estén presentes. La excavación puede llevarse a cabo con una variedad de herramientas - pala, yelmo, etc., - el suelo puede presionarse y pasarse por los dedos, o puede emplearse un cernidor.
25	Selección manual de los organismos		La selección de los organismos se realiza con una pinzas tratando de dañar lo menos posible a los organismos
26	Preservación		





#	Título	Imagen	Descripción
27	Materiales		Los materiales básicos que se utilizan para la fijación y conservación de estos organismos son: alcohol al 70%, formol al 10 % y agua destilada
28	Procedimiento		<ol style="list-style-type: none"> 1. Se coloca el organismo dentro de una caja de Petri con agua. 2. Se añade alcohol al 70% gota a gota hasta que el organismo deje de moverse.
29	Conservación en formol		Se coloca al organismo en formol al 10% y se deja ahí toda la noche. Se reemplaza el formol cuando este cambie de color a amarillento. El nuevo formol se encuentra a la misma concentración
30	Disección		
31	Materiales		Los materiales necesarios para realizar la disección de una lombriz de tierra son: pinzas, alfileres, navaja o bisturí y una caja de Petri con cera.
32	Fijación del organismo a la caja		Se fijan los organismos dentro de la caja de Petri con alfileres en ambos extremos del cuerpo






#	Título	Imagen	Descripción
33	Realización de cortes.		Se realizan los cortes con el bisturí y el tejido se fija a los lados con alfileres
34	Vista de la disección		Vista de una disección completa dentro de una caja de Petri con cera de color blanco.
35	Observación		Las observaciones se realizaron a través de un Microscopio Estereoscópico
36	Características Diagnosticas		
37	Disposición de las quetas		Las quetas son proyecciones quitinosas a manera de pelos muy pequeños. Estas son dos de las formas en que pueden estar distribuidas las quetas: Distribución Lumbricina: cuatro por segmento Distribución Periquetina: numerosas, formando un anillo en el ecuador del segmento
38	Quetas		La distribución de las quetas tanto en <i>Eisenia foetida</i> como <i>Eudrilus eugeniae</i> es del tipo lumbricina, cuatro pares de quetas por segmento






#	Título	Imagen	Descripción
39	Clitelo		<p>El clitelo es una zona glandular a manera de cinturón que abarca un número variable de segmentos. Aparece solo cuando el animal está sexualmente maduro, o sea, cuando es adulto y se encuentra apto para reproducirse.</p> <p>La imagen muestra el clitelo de <i>Eudrilus eugeniae</i> en una vista lateral y el clitelo en <i>Eisenia foetida</i> visto ventralmente, se distinguen varios poros secretores.</p>
40	Poros genitales		<p>Se presentan generalmente un par en sistema reproductor masculino y un par (por lo común en el segmento XIV) en el femenino. En el masculino se encuentra en el clitelo o son o son intra o postclitelaes (excepto en la familia Lumbricidae). Son pequeños orificios mas o menos evidentes localizados ventral o ventrolateralmente.</p>
41	Poros dorsales		<p>Se encuentran en algunos grupos, son pequeños poros localizados en los surcos intersegmentarios en la línea mediodorsal. Se relacionan con la lubricación del cuerpo con el fluido celómico para mantenerlo húmedo.</p>
42	Poros nefridiales		<p>Generalmente hay un par por segmento y pueden ser laterales o ventrolaterales. Por ellos se excretan los productos de desecho del metabolismo. Son poco evidentes</p>
43	Marcas genitales		<p>Aparecen generalmente en la madurez sexual como bandas tumescentes en cada borde ventrolateral del clitelo, se relacionan con la secreción de líquidos para la movilización de esperma</p>
44	Coloración		<p><i>Eudrilus eugeniae</i> presenta una coloración rojo vino dorsalmente y azul iridiscente o violeta</p> <p><i>Eisenia foetida</i> tiene una coloración rojo vino con franjas naranjas o amarillas al final del cuerpo</p>



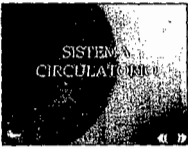


#	Título	Imagen	Descripción
45	Tipos de Prostomio		<p>Epilóbico: el prostomio se prolonga en el interior del peristomio mediante una extensión en forma de lengua</p> <p>Prolóbico: el prostomio y el peristomio están separados por un surco transversal.</p> <p>Tanilóbico: el prostomio se extiende posteriormente hasta alcanzar el surco intersegmentario que separa el peristomio del segundo segmento.</p> <p>Zigolóbico: no existe ninguna separación del prostomio y el peristomio</p>
46			Ambas especies presentan el tipo epilóbico
47	Morfología Externa		
48	Las tres regiones del cuerpo de la lombriz de tierra		Esquema de una lombriz de tierra, mostrando las tres regiones en las que se divide su cuerpo: prostomio, metastomio y pigidio
49	Prostomio de <i>Eisenia foetida</i>		El prostomio es el primer lóbulo del cuerpo se encuentra proyectado en frente del peristomio y arriba de la boca. La imagen muestra el prostomio de <i>Eisenia foetida</i> visto dorsalmente
50	Prostomio de <i>Eudrilus eugeniae</i>		Prostomio de <i>Eudrilus eugeniae</i> visto dorsalmente

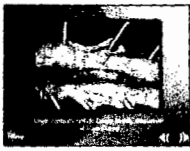





#	Título	Imagen	Descripción
51	Metastomio en <i>Eisenia foetida</i>		El metastomio se refiere a la parte media de la lombriz de tierra, donde encontramos importantes estructuras como el clitelo y poros reproductores. La imagen del metastomio de <i>Eisenia foetida</i> muestra esta característica desde una vista laterodorsal
52	Metastomio en <i>Eudrilus eugeniae</i>		Metastomio de <i>Eudrilus eugeniae</i> visto laterodorsalmente mostrando el clitelo.
53	Pigidio en <i>Eisenia foetida</i>		El pigidio se refiere a la parte posterior del cuerpo de la lombriz de tierra. Su importancia radica en que en esta parte se encuentra el ano, lugar por donde se excretan los desechos sólidos de la lombriz. La imagen del Pigidio de <i>Eisenia foetida</i> mostrando el ano, visto dorsalmente.
54	Pigidio en <i>Eudrilus eugeniae</i>		El pigidio de <i>Eudrilus eugeniae</i> visto de frente, mostrando el ano
55	Coloración		<i>Eudrilus eugeniae</i> presenta una coloración rojo vino dorsalmente y azul iridiscente o violeta <i>Eisenia foetida</i> tiene una coloración rojo vino con franjas naranjas o amarillas al final del cuerpo
56	Tamaño		Una lombriz de la especie <i>Eudrilus eugeniae</i> en su etapa adulta llega a medir de 9 a 15 cm. aprox., mientras que <i>Eisenia foetida</i> llega a medir de 6 a 9 cm. aprox.






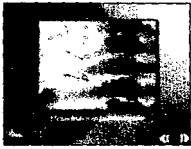
#	Título	Imagen	Descripción
57	Morfología Interna		Para observar cada uno de los sistemas hacer click en la imagen correspondiente
58			Esta principalmente formado por: cutícula, epidermis, tejido conectivo, tejido muscular, circular externo y longitudinal interno y el peritoneo
59	Corte laterodorsal en <i>Eisenia foetida</i>		La cutícula es fina y flexible 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 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 fotorreceptores. 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 los longitudinales se distienden, el líquido celómico fluye longitudinalmente y el animal se estira
60	Corte laterodorsal en <i>Eudrilus eugeniae</i>		<p>Cuando las fibras longitudinales son las que se contraen, las circulares se distienden y el animal se acorta y se hace ancho.</p> <p>En las especies que tienen pigmento, éste se encuentra en la capa de células musculares circulares.</p> <p>Todos los órganos internos están envueltos por el peritoneo, que es una membrana de células que también reviste internamente la pared del cuerpo.</p>




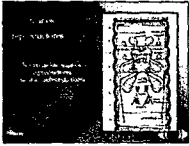
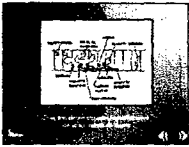

#	Título	Imagen	Descripción
61	Quetas en <i>Eisenia foetida</i>		
62	Quetas en <i>Eudrilus eugeniae</i>		
63	Sistema Digestivo		
64	Corte laterodorsal de <i>Eisenia foetida</i> . Mostrando el Sistema Digestivo		<p>El aparato digestivo de las lombrices esta constituido por un tubo recto que corre a lo largo de todo el animal, desde la boca hasta el ano. Esta formado por: cavidad bucal, faringe, buche, molleja, esófago + glándulas calcíferas, intestino + tiflosol y ano</p> <p>En <i>Eisenia foetida</i> las glándulas calcíferas no son evidentes.</p>
65	Corte laterodorsal de <i>Eudrilus eugeniae</i> . Mostrando el Sistema Digestivo		<p>A través de la cavidad bucal se ingieren los alimentos, la faringe los trasporta al interior del buche o molleja dependiendo de la especie, donde son molidos por granos de arena que se encuentran dentro de estas estructuras, dentro del esófago el alimento es digerido y además se regulan los niveles de calcio gracias a las glándulas calcíferas, el alimento pasa al tubo digestivo donde termina de digerirse gracias a la presencia de una amplia capa de vellosidades que constituyen el tiflosol o parte interna del tubo digestivo, los residuos de la digestión son expulsados por el ano.</p>




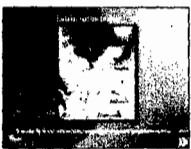

#	Título	Imagen	Descripción
66	Boca		La boca da lugar a una pequeña cavidad que se comunica con la faringe
67	Faringe		La faringe es muscular y funciona como una bomba de succión. Aquí por la acción glandular se producen secreciones (saliva) con acción proteolítica que humedecen los alimentos.
68	Esófago y glándulas calcíferas		Asociadas al esófago están las glándulas llamadas calcíferas o de Morren, cuya función esta relacionada con el mantenimiento de un grado de acidez óptimo en los líquidos corporales del animal. Como las lombrices consumen alimentos con elevadas concentraciones de calcio, estas glándulas extraen el exceso de este en la sangre y lo devuelven al tracto digestivo en forma de cristales de calcita no absorbibles en el intestino. En <i>Eisenia foetida</i> estas glándulas son poco evidentes
69	Buche		Después del esófago los alimentos pasan a una cámara amplia o buche donde se almacenan .
70	Molleja		La molleja es una cámara con gruesas paredes musculares, donde se trituran los alimentos con ayuda de granos de arena que el animal ingiere.




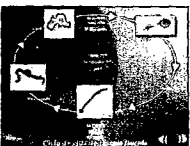
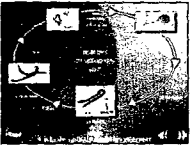
#	Título	Imagen	Descripción
71	Tracto digestivo		El intestino es un tubo constituido internamente por tejido epitelial rico en células glandulares y absorbentes. La función absorbente del intestino es frecuentemente aumentada por la presencia de un pliegue interno llamado tiflosole. Las secreciones del intestino tienen enzimas que desdoblan los carbohidratos, proteínas y grasas. Actualmente se plantea que la digestión de los alimentos está en estrecha relación con los microorganismos presentes en el tubo intestinal mediante relaciones mutualistas.
72	Ano		Al final del intestino a través del ano, los restos orgánicos que no fueron digeridos, así como los no asimilados, partículas minerales y una rica carga microbiana, son expedidos en forma de un compuesto orgánico rico en nutrientes de fácil asimilación por las plantas, conocido como humus de lombriz o casting.
73	Sistema Circulatorio		Constituye un sistema cerrado ya que la sangre fluye dentro de vasos sanguíneos y nunca en los senos o lagunas. Básicamente está compuesto por: vaso dorsal, vaso ventral, vaso subneural, vasos laterales y red de capilares.
74	Corte centrodorsal de <i>Eisenia foetida</i> , mostrando 5 pares de vasos laterales o corazones		Cada segmento de la lombriz tiene un par de vasos laterales que unen al dorsal con el ventral. Los vasos laterales al nivel del esófago son generalmente de mayor calibre y volumen y se conocen como corazones; desempeñan una función contráctil para impulsar la sangre.
75	Corte centrodorsal de <i>Eudrilus eugeniae</i> , mostrando 4 pares de vasos laterales o corazones		

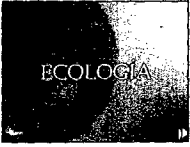




#	Título	Imagen	Descripción
76	Corte centrodorsal de <i>Eisenia foetida</i> , mostrando el Vaso Dorsal		El vaso dorsal corre bajo el intestino a lo largo de todo el cuerpo y trae sangre de la parte posterior a la interior. Es el órgano principal impulsor de la sangre
77	Corte centrodorsal de <i>Eudrilus eugeniae</i> , mostrando el Vaso Dorsal		
78	Corte centroventral de <i>Eisenia foetida</i> mostrando el vaso ventral		
79	Red de capilares en <i>Eisenia foetida</i>		La sangre está constituida por plasma y hemoglobina disuelta en ella. Al circular por los vasos sanguíneos capilares entre las células epidérmicas superficiales, la sangre recibe oxígeno y elimina el bióxido de carbono por simple difusión. El oxígeno se combina con la hemoglobina y así llega a todos los órganos.
80	Sistema Nervioso		
81	Vista general del sistema nervioso de <i>Eudrilus eugeniae</i>		Se encuentra básicamente formado por: Ganglio cerebroide, conectivos circunfaringeos, ganglio subfaringeo, cadena ventral y cadena ganglionar. Las funciones de estos órganos se resumen en la transmisión de impulsos nerviosos a lo largo del cuerpo proveyendo a la lombriz de gran sensibilidad ante los factores externos.

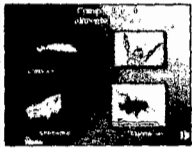
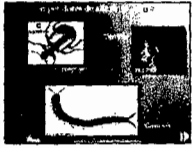

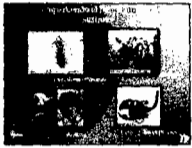
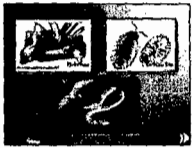
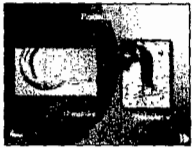
#	Título	Imagen	Descripción
82	Ganglio cerebroide de <i>Eudrilus eugeniae</i>		El ganglio cerebroide o "cerebro" es bilobulado, esta formado por la fusión de dos ganglios y se sitúa dorsalmente sobre la faringe en los primeros segmentos del cuerpo
83	Conectivos circunfaríngeos en <i>Eudrilus eugeniae</i>		El ganglio cerebroide se une al ganglio subfaríngeo mediante este par de conectivos, formando un anillo alrededor de la faringe, es llamado también anillo perifaríngeo.
84	Cadena ganglionar en <i>Eisenia foetida</i>		A partir del ganglio subfaríngeo 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 segmento en un grado de fusión variable (casi siempre están bien fusionados) de estos ganglios salen ramificaciones en la pared del cuerpo y al intestino
85	Sistema Excretor		El sistema excretor de las lombrices de tierra está formado por órganos especiales denominados metanefridios, cuya función es eliminar los residuos del metabolismo.
86	Metanefridios en <i>Eisenia foetida</i>		Los nefridios se presentan en un par por segmento.
87	Metanefridios en <i>Eudrilus eugeniae</i>		







#	Título	Imagen	Descripción
88	Acercamiento de un metanefridio de <i>Eisenia foetida</i>		El metanefridio 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 líquido celomático. Del embudo sale un canal que atraviesa el septo y abre al exterior en el anillo siguiente, en un nefridioporo (un par por segmento) ventrolateral.
89	Nefridioporos		Generalmente hay un par por segmento y pueden ser laterales o ventro laterales. Por ellos se excretan los productos de desecho del metabolismo. Son poco evidentes
90	Sistema Reproductor		
91	Órganos reproductores		Forma de los órganos reproductores de una lombriz de tierra
92			Posición de los órganos reproductores de una lombriz de tierra
93	Vesículas seminales en <i>Eisenia foetida</i>		




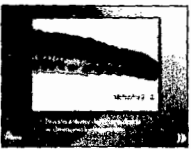
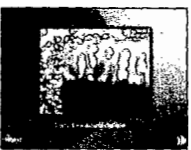

#	Título	Imagen	Descripción
94	Vesículas seminales en <i>Eudrilus eugeniae</i>		
95	Próstata en <i>Eudrilus eugeniae</i>		
96	Receptáculos seminales en <i>Eisenia foetida</i>		Los receptáculos seminales o espermatecas sirven para almacenar los espermatozoides recibidos durante la cópula y que servirán para fecundar los óvulos. Las espermatecas se sitúan generalmente en los segmentos pregonadales y abren al exterior por pequeños poros espermatecales situados ventral o ventrolateralmente
97	Estructuras femeninas		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 recogidos por acción ciliar por los ovisacos, aquí completan su desarrollo y salen al exterior a través de unos conductos llamados oviductos que desembocan en los poros genitales femeninos..
98	Estructuras masculinas		Se presentan uno o dos pares de testículos por lo general en los segmentos X y XI. Las células germinales salen con poco grado de maduración, la cual se completa en las vesículas seminales, que son amplias bolsas celómicas formadas a partir de los septos transversales. Los espermatozoides son recogidos en los embudos colectores ciliados y llevados por los conductos deferentes (uno 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 líquido espermático. La próstata puede abrir al exterior en el poro genital o independiente de éste, pero siempre en los segmentos vecinos.







#	Título	Imagen	Descripción
99	Apareamiento 1a. Etapa		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 los clitelos de ambos individuos. El mucus envuelve los cuerpos de ambas lombrices. En la unión también intervienen quetas modificadas que ayudan a fijar los individuos entre si, así como papilas y tubérculos pubertarios
100	Apareamiento 2a. Etapa		Una vez que los individuos se separan el clitelo de cada lombriz comienza a secretar un mucus gelatinoso que forma un anillo o tubo que envuelve al clitelo, en donde penetran los óvulos. Posteriormente, y debido a los movimientos corporales, la lombriz hace que este tubo se desplace hacia delante (región anterior). Al pasar por las espermatecas el tubo recoge los espermatozoides acumulados y es cuando ocurre la fecundación de los óvulos ya recogidos anteriormente.
101	Apareamiento 3a. Etapa		El acoplamiento ocurre generalmente en la noche, en la superficie del sustrato a pocos centímetros por debajo de esta. Su duración es variable según la especie, por ejemplo en <i>Eisenia foetida</i> ocurre en unos 30 minutos, en <i>Eudrilus eugeniae</i> en pocos minutos
102	Ciclo de vida de <i>Eisenia foetida</i>		Es de una duración aproximada de 80 días, donde 60 de estos corresponden desde la eclosión del individuo del capullo hasta la madurez sexual, en los otros 20 restantes sucede el apareamiento, la expulsión del capullo y la incubación de las nuevas lombrices dentro del capullo hasta la eclosión.
103	Ciclo de vida de <i>Eudrilus eugeniae</i>		Es de una duración aproximada de 60 días, donde después la eclosión del capullo el organismo alcanza la madurez sexual a los 40 días aprox., el resto del ciclo se completa durante otros 20 días donde sucede el apareamiento, la expulsión del capullo y la incubación de las nuevas lombrices dentro del capullo hasta la eclosión.



#	Título	Imagen	Descripción
104	Ecología		
105			Las lombrices están presentes en casi todos los suelos (bosques, praderas, sabanas, pastizales, etc.) con excepción de los ambientes extremos (glaciares, desiertos y suelos muy ácidos o muy salinos).
106			Han sido encontradas desde los 9000 m de altitud en el monte Everest, hasta 5000 m de profundidad en los océanos
107	Clasificación ecológica de las lombrices de tierra		<p>Epígeas: son las que viven cerca o en la superficie del suelo, cavan galerías horizontales y su hábitat puede ser el interior del alimento orgánico que consume. Por lo dicho están más expuestas a peligros, por lo que la naturaleza le ha permitido desarrollar medidas de sobrevivencia: mejor aprovechamiento de los alimentos, alta reproducción, huevecillos más resistentes, etc.; a la vez estas condiciones le dan mayor adaptabilidad al cautiverio.</p> <p>Endógenas: las que viven en el interior de la tierra, cavan galerías horizontales. Comen especialmente tierra, por ello se las conoce como geófagas. Esta variedad tiene poca capacidad de reproducción.</p> <p>Anécicas: pueden vivir alternadamente arriba y bajo del suelo, cavan galerías verticales y durante la noche suben a la superficie donde se alimentan de desechos. Pueden consumir también tierra.</p>
108			La lista de supuestos predadores, parásitos y competidores de las lombrices de tierra comprenden diversos invertebrados y vertebrados, vale la pena aclarar que el hecho que un animal comparta su hábitat, no necesariamente hace de este un depredador de la lombriz

#	Título	Imagen	Descripción
109	Algunos grupos zoológicos que se relacionan con las lombrices de tierra		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
110	Competidores de alimento y espacio		Escarabajos, ciempiés y tijerillas
111	Competidores de alimento y espacio		Otros organismos se encuentran compartiendo los alrededores del hábitat de la lombriz y estos tampoco representan ninguna amenaza para ella y pueden ser: hormigas, termitas, moscas
112	Compartiendo el hábitat fuera del sustrato		Pseudoescorpiones, arañas, ácaros y escorpiones
113	Compartiendo el hábitat fuera del sustrato		Babosas, cochinillas de la humedad y serpientes
114	Parásitos		Como parásitos de las lombrices se han encontrado nemátodos que se desarrollan dentro de la lombriz y protozoos como las gregarinas que se fijan en las espermatecas. Se ha comprobado que la lombriz en el interior de su tracto digestivo portan una serie de microorganismos pero éstos, en vez de dañarla la ayudan a degradar el alimento

#	Título	Imagen	Descripción
115	Depredadores Aves		Entre los depredadores de las lombrices encontramos varias especies de aves.
116	Mamíferos		Mamíferos pequeños como tlacuaches y topos
117	Mamíferos		Algunos roedores y armadillos.
118	Reptiles y anfibios		Lagartijas, sapos, tortugas.
119	Invertebrados		Invertebrados como la planaria y la sanguijuela.
120	Otras imágenes de <i>Eisenia foetida</i> y <i>Eudrilus eugeniae</i>		

#	Titulo	Imagen	Descripción
121	<i>Eisenia foetida</i>		Vista lateral del prostomio
122			Vista dorsal del prostomio
123			Vista general
125			Vista dorsolateral del ano
124			Porción anterior del cuerpo donde se distinguen los segmentos
126			Corte dorsolateral donde se distinguen el vaso sanguíneo dorsal (vs) y los nefridios teñidos con azul de metileno (n)

#	Título	Imagen	Descripción
127			Corte dorsal en la parte posterior del cuerpo, se distinguen los vasos dorsal (vsd) y ventral (vsv) a los lados del tubo digestivo y el ano (a).
128	<i>Eudrilus eugeniae</i>		Vista lateral del prostomio
129			Corte dorsolateral teñido con azul de metileno donde se distinguen la molleja (m), el tubo digestivo (td) y un par de vesículas seminales (vs)
130			Corte dorsolateral teñido con azul de metileno donde se distinguen la el ganglio subfaringeo (gs), el ganglio cerebroide (gc), vaso dorsal (vd) y próstata (p)
131			Porción abierta del tracto digestivo donde se distingue el tiflosol
132			Molleja

#	Título	Imagen	Descripción
133	Literatura citada		
134			

7. LITERATURA CITADA

Aranda E., F. Capistrán y J. Romero 2001. **Manual de Reciclaje, Compostaje y Lombricompostaje**. Instituto de Ecología A.C. Xalapa, Veracruz. pp. 86.

Arévalo C. 2000. **Biología de reptiles**. Material didáctico, diaporamas, Tesis Licenciatura en Biología del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad d Guadalajara, México. pp.3,4.

Baena G. 2002. **Metodología de la Investigación**. Publicaciones Culturales 1ª. Edición. México. p.p. 83-86.

Barnes R. y E. Rupert 1996. **Zoología de los Invertebrados**. . Interamericana, pp. 226, 277.

Bollo E. 1999. **Lombricultura Alternativa de Reciclaje**. SOBOC Graphics Quito Ecuador. pp.15, 21.

Buchsbaum R. 1976. **Animals without Backbones**. The University of Chicago. pp. 222-229.

Buitrón B. 1989. **Paleontología General. Invertebrados**. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de México. pp 29-31.

Edwards C. y J. Lofty 1977. **Biology of Earthworms**. Chapman and Hall. London. p.p. 321.

<http://cariari.ucr.ac.cr/~insectos/evolucion/evolucion.htm>

<http://www.ucm.es/info/tropico/investigacion/grupodetaxonomia/Cursos>

Knut, Shmidt y Nielsen 1976. **Fisiología Animal. Adaptación y medio ambiente**. Omega, S.A. Barcelona. pp109, 376.

Loza A. 2000. **Dinámica Poblacional de la Lombriz Californiana *Eisenia andrei* (Bouche, 1972) en la Planta Piloto 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 de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara. México. pp 3.

Laverack S. 1963. **The physiology of earthworms**. Pegamon Press London. p.p 174.

Margulis L. y K. Schwarts 1981. **Cinco Reinos** . Por una educación popular. pp. 160, 163, 164.

Manilo A. 1987. Importancia ecológica y económica de las lombrices de tierra. <http://www.geosites.com/redrenace/visor.htm>

Marshall J. y W. Williams 1985, *Zoología. Invertebrados*. Reverte. España. pp 326,377, 378.

Meinicke A. 1988. *Las Lombrices*. Agropecuaria Hemisferio. Montevideo. Uruguay. pp. 106-110, 121.

Porchas J. y O. Reyes 1993. *Utilización de diferentes sustratos en la producción de la lombriz roja californiana (Eisenia foetida)*. Tesis Profesional para obtener el título de Ingeniero Agrónomo especialista en Zootecnia. Universidad de Chapingo. México. pp1.

Reinés M., A. Loza y S. Contreras 1998. *Lombricultura Alternativa del Desarrollo Sustentable*. Universidad de Guadalajara. México. pp. 13, 31,32.

Reinés M., A. Loza y S. Contreras 2001. *Lombricultura. Conocer y cuidar las lombrices para obtener abono orgánico*. Fundación Produce Jalisco. México. pp13,40.

Reinés M., C. Rodríguez y M. Vázquez 1998. *Lombrices de tierra con valor comercial. Biología y técnicas de cultivo*. Universidad de Quintana Roo. México. pp. 11-21, 24.

Reynolds J. 1977. *The Earthworms (Lumbricidae and Spanophilidae) of Ontario*. Life Sciences Miscellaneous Publications Royal Ontario Museum. Toronto, Canada. pp 8-10, 75.

Rodríguez C. 1999. *Lombrices de tierra (Oligochaeta: Haplotaxida y Moniligastrida) de Cuba*. Tesis en opción a grado de Doctor en Ciencias Biológicas. Facultad de Biología. Departamento de Biología Animal y Humana. Universidad de la Habana. Cuba. pp 1.

Schuld M. 2001. *Lombricultura. Su teoría y practica en el ámbito agropecuario y doméstico*. Somnio Diseño Editorial. Argentina. pp 62.

Universidad Tecnológica de México 2000. *Estrategias de Aprendizaje y Metodología de la Investigación*. Ciencia y Técnica Humanista. Colección de Ciencias UNITEC. México. pp 113.

Villeneuve F. 1965. *Zoología. Las Ciencias Naturales*. Ed. Montaner y Simon S.A. Barcelona pp 39-43.