

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

“ ANTONIO NARRO “

DIVISIÓN DE AGRONOMIA



**USO Y MANEJO DE LA LOMBRICULTURA EN LA
AGRICULTURA**

POR:

Minervo Cruz Flores

MONOGRAFIA

**Presentada Como Requisito Parcial
Para Obtener el Título de:**

Ingeniero Agrónomo Parasitólogo

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Mayo del 2001

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ ANTONIO NARRO “**

DIVISIÓN DE AGRONOMIA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA

**USO Y MANEJO DE LA LOMBRICULTURA EN LA
AGRICULTURA**

Por:

Minervo Cruz Flores

MONOGRAFIA

**QUE SE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

**ING. MC. CARLOS I. SUAREZ FLORES
PRESIDENTE DEL JURADO**

**MC. REYNALDO ALONSO VELASCO
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO

MAYO DEL 2001

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ ANTONIO NARRO “**

DIVISIÓN DE AGRONOMIA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA

**USO Y MANEJO DE LA LOMBRICULTURA EN LA
AGRICULTURA**

Por:

Minervo Cruz Flores

MONOGRAFIA

**QUE SE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

**ING. MC. CARLOS I. SUAREZ FLORES
PRESIDENTE DEL JURADO**

**DR. JESÚS ORTEGÓN PÉREZ
SINODAL**

**ING. MC. EDGAR GUZMÁN MEDRANO
SINODAL**

**ING. JOSÉ ANGEL DE LA CRUZ BRETÓN
SINODAL**

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO

MAYO DEL 2001

*Practicar el Compostaje y la Lombricultura es
Poner en Marcha los Ciclos Interrumpidos de Nuestra Civilización es,
Detener la Involución Actual. Y Comenzar la Evolución Futura.
Volvamos al Sentido Común del que Hablamos al Principio, sin Olvidar
que Dios Perdona, el Hombre Olvida, pero la Naturaleza no, y Además
Castiga (Raspeño y Cuniolo, 1996).*

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

Por prestarme ésta oportunidad de vida para desarrollarme como persona con la sociedad.

A LA UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO.

Por brindarme una oportunidad para desarrollarme y formarme profesionalmente en sus instalaciones.

A MIS MAESTROS.

Que me ayudaron a comprender y a formarme durante mi estancia profesional.

AL ING. MC CARLOS I. SUAREZ FLORES.

Por aceptar la realización de la presente monografía y por su apoyo en dirección de la misma.

A MIS PADRES Y HERMANOS.

Que siempre me han brindado su apoyo, cariño y respeto.

Y A MIS COMPAÑEROS.

De la generación XC de la especialidad de Parasitología.

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

MAXIMO CRUZ OSORIO.

LEONILA FLORES MARTINEZ.

Por la semilla que sembraron ayer con amor y han cuidado siempre, permitiéndole su desarrollo. GRACIAS POR ELLO PADRES, y por haberme brindado la oportunidad de realizar una carrera profesional.

A MIS HERMANOS.

Marcela, Marcos, Martín, Miguel, Roberto, Juan y Rafaela. Con quienes he convivido los buenos y malos momentos de mi vida y apoyarme en todo momento.

A MIS SOBRINOS Y SOBRINAS.

Yuridia, Beatriz, Guadalupe, Antonio, Marisol, Gissela, Marcos, Yoselin, Mirna, José Martín, Miguel Angel y Suriel. A quienes les deseo lo mejor en la vida.

Y A MIS AMIGOS.

Con quienes he convivido desde los años 1996 al 20001 (Palomares I, Cuarto 10).

INDICE GENERAL

	PAGINA
AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIA.....	ii
INDICE GENERAL.....	iii
INDICE DE CUADROS.....	viii
INDICE DE FIGURAS.....	x
INTRODUCCION.....	xiii
OBJETIVO.....	xiv
HISTORIA DE LA LOMBRICULTURA.....	1
PAÍSES PRODUCTORES DE HUMUS Y DE LOMBRICES ROJAS..	3
PAISES IMPORTADORES DE HUMUS DE LOMBRIZ.....	3
ESTADOS PRODUCTORES DE HUMUS Y DE LOMBRICES ROJAS EN MÉXICO.....	4
FILOGENIA DEL PHYLUM ANNELIDA.....	6
UBICACIÓN DEL PHYLUM ANNELIDA EN EL CONTEXTO DE LA ZOOLOGIA.....	7
CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PHYLUM ANNELIDA.....	8
CLASES DEL PHYLUM ANNELIDA.....	10
CLASE OLIGOCHAETA.....	13
DIAGNOSTICO DE LA CLASE OLIGOCHAETA.....	14

	PAGINA
CLASIFICACION SISTEMATICA DE LA CLASE OLIGOCHAETA.....	16
ORIGEN DE LOS CELOMADOS.....	17
ANATOMIA Y FISIOLOGIA DE LAS LOMBRICES.....	22
PARED DEL CUERPO Y CELOMA.....	22
ABERTURAS NATURALES DE LA PARED DEL CUERPO.....	24
ESTRUCTURAS EXTERNAS DE LA PARED DEL CUERPO.....	25
APARATO LOCOMOTOR.....	28
SISTEMA MUSCULAR.....	28
APARATO DIGESTIVO.....	29
NUTRICION.....	29
COMPONENTES DEL SISTEMA DIGESTIVO.....	30
SISTEMA CIRCULATORIO.....	34
LA SANGRE Y SU FUNCIÓN.....	38
SISTEMA RESPIRATORIO.....	39
SISTEMA EXCRETOR.....	40
ORGANOS DEL SISTEMA EXCRETOR.....	40
SISTEMA NERVIOSO.....	43
ORGANOS DE LOS SENTIDOS.....	46
SISTEMA REPRODUCTOR.....	47
REPRODUCCIÓN ASEXUAL.....	47
APARATO REPRODUCTOR.....	48
DESARROLLO DE LAS LOMBRICES.....	56

	PAGINA
COPULACION.....	56
FECUNDACIÓN Y DEPÓSITO DE HUEVECILLOS.....	58
CAPULLO.....	58
DESARROLLO EMBRIONARIO.....	60
ECLOSION.....	61
BALANCE HIDRICO.....	61
QUIESCENCIA.....	62
HABITAT Y DISTRIBUCIÓN ECOLOGICA DE LAS LOMBRICES.....	62
ACTIVIDADES DE LA LOMBRIZ DE TIERRA Y SU IMPORTANCIA EN LA AGRICULTURA.....	64
ACTIVIDADES DE LA LOMBRIZ DE TIERRA.....	64
IMPORTANCIA EN LA AGRICULTURA.....	65
ESPECIES DE LOMBRICES DE IMPORTANCIA AGRICOLA	67
Lombriz de Tierra <i>Helodrilus foetidus</i>.	67
CLASIFICACION.....	67
DESCRIPCION.....	67
RASGOS PRODUCTIVOS.....	68
CONDICIONES PARA SU DESARROLLO Y REPRODUCCION.....	68
CONDICIONES PARA SU DESARROLLO.....	68
REPRODUCCION.....	69
ALIMENTACION Y ALIMENTO.....	70
Lombriz Roja Californiana <i>Eisenia foetida</i>	75

	PAGINA
CLASIFICACION.....	75
CICLO DE VIDA.....	75
DIASGNOSTICO.....	78
DESCRIPCION.....	79
COMPOSICION DEL CUERPO DE LA LOMBRIZ.....	79
PLAGAS Y ENFERMEDADES.....	80
CONDICIONES ECOLOGICAS PARA SUDESARROLLO.....	82
ALIMENTO Y ALIMENTACIÓN.....	82
HUMEDAD DEL ALIMENTO.....	83
pH DEL ALIMENTO.....	84
MANEJO DEL pH DEL ALIMENTO.....	85
TEMPERATURA DEL ALIMENTO.....	85
MANEJO DE LA TEMPERATURA EN EL ALIMENTO.....	85
CRIA INTENSIVA DE LOMBRICES ROJAS CALIFORNIANAS.....	86
TERRENO.....	86
COMPOSTERAS	87
CRIADEROS.....	88
TIPO DE INSTALACIONES.....	88
PROCEDIMIENTO PARA LA ELABORACION DE HUMUS.....	89
EXTRACCION DE LOMBRICES Y COSECHA DE HUMUS.....	90
METODO PARA PREPARAR HUMUS DE LOMBRIZ, CUIDADOS Y COSECHA DE HUMUS.....	91

	PAGINA
COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL HUMUS DE LOMBRIZ.....	97
APLICACIONES PRACTICAS DEL HUMUS DE LOMBRIZ EN LA AGRICULTURA.....	103
OTROS USOS DE LA LOMBRIZ.....	107
COSTOS DE HUMUS Y DE LOMBRIZ.....	107
LITERATURA CITADA.....	110

INDICE DE CUADROS

	PAGINA
CUADRO 1. ESTADOS PRODUCTORES DE HUMUS DE LOMBRIZ EN MEXICO.....	4
CUADRO 2. UBICACIÓN DEL PHYLUM ANNELIDA EN EL CONTEXTO DE LA ZOOLOGIA.....	7
CUADRO 3. CLASIFICACION SISTEMATICA DE LA CLASE OLIGOCHAETA.....	16
CUADRO 4. ANALISIS PROXIMAL DE LOMBRIZ DE TIERRA (<i>Helodrilus foetidus</i> Roja Híbrida).....	71
CUADRO 5. CONCENTRACION DE AMINOACIDOS (% DE M.S.) E INDICE DE AMINOACIDOS ECENCIALES (IAAE) EN LA LOMBRIZ DE TIERRA (<i>Helodrilus foetidus</i> Roja Híbrida), PASTA DE SOYA (SIN CASCARILLA) Y HARINA DE PESCADO HERRING.....	72
CUADRO 6. CONCENTRACION VITAMINICA (PPM) EN LA LOMBRIZ DE TIERRA (<i>Helodrilus foetidus</i> Roja Híbrida) LIOFILIZADA (CONGELADA-DESHIDRATADA).....	73
CUADRO 7. CONCENTRACION MINERAL EN LA LOMBRIZ DE TIERRA (<i>Helodrilus foetidus</i> Roja Híbrida) LIOFILIZADA.....	74
CUADRO 8. COMPOSICIÓN DEL HUMUS DE LOSMBRIZ (COMPAGNONI Y PUTZOLU, 1998).....	97

	PAGINA
CUADRO 9. COMPOSICION DEL HUMUS DE LOMBRIZ (RABE, SIN FECHA).....	98
CUADRO 10. COMPOSICION DEL HUMUS DE LOMBRIZ (GONZALEZ, 998).....	99
CUADRO 11. CARACTERISTICAS DEL HUMUS DE LOMBRIZ (BOLLO, 1999).....	100
CUADRO 12. ANALISIS DE LA COMPOSICION QUIMICA DEL HUMUS DE LOMBRIZ (FUENTE DE INTERNET: http://www.acrux.org/CLC).....	102
CUADRO 13. ABONADO DE CULTIVOS FRUTICOLAS CON HUMUS DE LOMBRIZ.....	103
CUADRO 14. PRONTUARIO PARA EL USO DEL HUMUS DE LOMBRIZ EN HORTICULTURA.....	105
CUADRO 15. CUADRO COMPARATIVO ENTRE HUMUS DE LOMBRIZ Y ABONOS INORGANICOS (FUENTE INTERNET: http://www.acrux.org/CLC).....	108

INDICE DE FIGURAS

	PAGINA
FIGURA 1. ESTRUCTURAS BÁSICAS DE LOS METAZOARIOS.....	20
FIGURA 2. ORIGEN DEL CELOMA POR ESQUIZOCELIA.....	21
FIGURA 3. FORMACION DE MESODERMO Y CELOMA POR EVAGINACION ENTEROCELICA.....	21
FIGURA 4. ESTRUCTURAS EXTERNAS DE LA PARED DEL CUERPO.....	27
FIGURA 5. PARTES INTERNAS DE UNA LOMBRIZ DE TIERRA.....	31
FIGURA 6. VISTA DORSAL DE LAS ESTRUCTURAS ANTERIORES INTERNAS DE LA LOMBRIZ DE TIERRA <i>Lumbricus terrestris</i>	36
FIGURA 7. SISTEMA CIRCULATORIO.....	37
FIGURA 8. SISTEMA DE VASOS.....	37
FIGURA 9. SISTEMA DE UN NEFRIFDIO DE LOMBRIZ DE LOMBRIZ DE TIERRA.....	41
FIGURA 10. SISTEMA NERVIOSO VISTA DORSAL.....	44
FIGURA 11. SISTEMANBERVIOSO VISTA LATERAL.....	46
FIGURA 12. ORGANOS REPRODUCTORES DE LA LOMBRIZ DE TIERRA.....	49
FIGURA 13. SEGMENTOS REPRODUCTIVOS DE <i>Lumbricus</i>	51

PAGINA

FIGURA 14. A, COPULA CON INSEMINACION DIRECTA DE <i>Pheretina communissima</i> ; B, COPULA CON INSEMINACION DIRECTA DE <i>Eisenia Foetida</i> ; C, PENE DE <i>Rhyncheimis</i> ; D, FORMACION DE CAPULLO EN LUMBRICIDO; E, CAPULLO DE <i>Alma niotica</i> ; F, CAPULLOS DE <i>Allobophora terrestris</i>	52
FIGURA 15. PARTE ANTEROVENTRAL DE LA LOMBIZ DE TIERRA.....	55
FIGURA 16. GALERIAS DE LOMBRICES DE TIERRA.....	66
FIGURA 17. FORMACION DE CAPULLOS.....	76
FIGURA 18. NACIMIENTO DE LOMBRICES.....	77
FIGURA 19. GALLINA (PLAGA).....	82
FIGURA 20. RIEGOS DE LA CUNA.....	84
FIGURA 21. ELABORACION DEL ALIMENTO.....	91
FIGURA 22. ELABORACION DE CRIADERO.....	92
FIGURA 23. COMPRA DE LOMBRICES.....	92
FIGURA 24. COLOCACION DEL ALIMENTO.....	92
FIGURA 25. DISTRIBUCION DE LOMBRICES.....	93
FIGURA 26. RIEGO DE LA CAMA.....	93
FIGURA 27. CUIDADOS DE LA CAMA.....	94
FIGURA 28. SUSPENSIÓN DEL RIEGO.....	94
FIGURA. 29. RIEGO Y COLOCACION DEL ALIMENTO.....	95
FIGURA 30. MUDACION DE LOMBRICES.....	95

	PAGINA
FIGURA 31. COSECHA DE LOMBRICES.....	95
FIGURA 32. TAMIZAR EL HUMUS TERMINADO.....	96
FIGURA 33. CARACTERISTICAS DEL HUMUS.....	96
FIGURA 34. APLICACIÓN DEL HUMUS DE LOMBRIZ EN FRUTALES.....	104

HISTORIA DE LA LOMBRICULTURA

Alberto Roth nació en Suiza, quien en 1925 instala un yerbatero en Argentina y se dedica a criar gusanos de tierra para enriquecer, mejorar y conservar la fertilidad desarrollando técnicas de crianza y reproducción de lombrices en simples cajones de fruta (Sanzo, 2000).

Las lombrices rojas californianas se desarrollan a partir de los años 50 en California (EEUU) en criaderos intensivos de lombrices. La lombriz rojo híbrido “Lombriz californiana” puede sobrevivir al aire libre sin la necesidad de invernaderos y es la mas difundida (Sanzo, 2000).

En el antiguo Egipto, a la lombriz se le consideraba enormemente valiosa, la fertilidad del Nilo, se debe al incansable trabajo de estos prestigiosos nemátodos. En 1897, el biólogo Darwin, citado por Estupiñán (1998), realizó estudios e investigaciones sobre el hábitat y el sistema de reproducción de la lombriz.

En 1947 el gobierno de Los Estados Unidos, estableció ayudas para las personas que se dedicaban al cultivo de las lombrices, dentro de las explotaciones una de ellas fue en California de ahí su nombre (*Eisenia foetida*) (Estupiñán,1998).

En el Ecuador existen al momento algunos centros de explotación en las diferentes provincias y Centros de Educación Superior, comunidades y explotaciones comerciales, constituyéndose en una actividad rentable que pueden ofertar los profesionales de las ramas agropecuarias (Estupiñán, 1998).

Existen alrededor de 8.000 especies, de las cuales 3.500 han sido estudiadas y calificadas; pero solo 203 domesticados, una de estas es la *Eisenia foetida* (Estupiñán, 1998).

Taboga (1980), realizó dos experimentos en los que evaluó el valor nutritivo de las lombrices de tierra *Lumbricus rubellus* y *Eisenia foetida* como complemento alimenticio para pollo de engorda.

En EUA ya se ha incorporado a la lombricultura a los programas escolares primarios y secundarios (Raspeño y Cuniolo, 1996).

En México, la lombricultura como actividad económica inicia en 1990, la primera empresa en establecerse fue LOMBRIMEX, que se instaló en el estado de México¹.

LOMBRIMEX nace en México en el año de 1980 y reinicia actividades en el año de 1992 a 1993. La producción anual no llega a los 10,000.00 toneladas

¹ Comunicación por Correo Electrónico por Ruben Zepeda Piña. Marzo, 2001.

en México, y el 80% se produce en Jalapa, Veracruz, el 5% en el Estado de México y el resto en todo el país².

La empresa Lombricultura Técnica Mexicana, se establece en el año de 1992, y ofrece paquetes tecnológicos incluyendo asesoría y lombrices³.

PAISES PRODUCTORES DE HUMUS Y DE LOBRICES ROJAS.

Los países productores de humus y lombrices de habla hispana según Sanzo (2000) son:

Argentina, Chile, Colombia, Costa Rica, República Dominicana Ecuador, España, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela.

PAISES IMPORTADORES DE HUMUS DE LOMBRIZ

Los países que demandan el humus de lombriz son: Holanda, Alemania, Estados Unidos, Japón, Canadá y México (Azcune, 2000).

² Comunicación por Correo Electrónico por Claudia Martínez Cerdas. Marzo, 2001.

³ Comunicación por Correo Electrónico por Claudia Martínez Cerdas. Marzo, 2001.

**ESTADOS PRODUCTORES DE HUMUS Y DE LOMBRICES ROJAS EN
MEXICO.**

Los estado productores de humus y de lombrices rojas en México, se distribuyen en 9 estados de la república Mexicana según Sanzo (2000) (Cuadro 1).

**CUADRO 1. ESTADOS PRODUCTORES DE HUMUS Y DE LOMBRICES
ROJAS EN MÉXICO.**

Estados Productores	Propietario	Dirección
Estado de México	Bernardo Fernández Cueto.	Antigua carretera México-Veracruz. Km. 49.5 – Texcoco.
	Ruben Zepeda Piña.	Camelias 78, Col. Bellavista – Texcoco.
	Dr. Mario Carrera.	Enrique Glz. # 19. Naucalpan. CP. 52100
Puebla	MVZH. Rodrigo Palma Guarneros.	Puebla, Puebla. México.
Querétaro	José Luis García Casas.	Ignacio López Rayón # 1 Int. 102. Col. Los Cedros. Querétaro. CP. 76165
Guanajuato	Miguel Angel Montibeller.	B. del Bosque 327. Irapuato. CP. 36660

CONTINUACIÓN. CUADRO 1.

Estados Productores	Propietario	Dirección
Michoacán	Helvio Botana Hayashi.	Rafaela López Aguado 281 Gertrudis Bocanegra. Morelia.
	Francisco García Hdz.	Abedul # 116, Balcones de Sta. María. Morelia. CP. 58090
	Claudia Mtz. Cerdas.	Iturbide S/N, Esq. Calle del Río San Diego. Texcoco. CP. 56200
Sinaloa	Guillermo Prieto.	Obregón # 24 sur. Loc. 48 y 49. Culiacán. CP. 8000036660 (67) 126900
	Juan de Dios Peña.	Av. Obregón 525 sur. Col. Almada. Culiacán. CP. 80020
Chihuahua	Salvador Delgado Rdz.	Calle México # 26. Chihuahua. CP. 31031
Jalisco	Rodolfo Oscar Baumbach Ceballos.	C. a la Loma 100/R. Corona 86. Jalisco. CP. 49650

CONTINUACIÓN. CUADRO 1.

Estados Productores	Propietario	Dirección
Veracruz	Daniel Romero Parissi.	Av. 34, # 619. Col. Nuevo Toxpan. CP. 94510

FILOGENIA DEL PHYLUM ANNELIDA.

Se cree que los miembros de la clase Oligochaeta evolucionaron independientemente de los anélidos ancestrales. Casi todos han conservado la locomoción peristáltica y tienen metamerismo bien desarrollado y prostomio simple (Barnes, 1989).

El origen evolucionista de estos animales parecen algo oscuro. Algunas autoridades creen que ellos deben haber evolucionado de los gusanos planos, en tanto que otros aseguran que no existe evidencia suficiente para justificar esta aseveración (Silvernale, 1984).

UBICACIÓN DEL PHYLUM ANNELIDA EN EL CONTEXTO DE LA ZOOLOGIA.

En la siguiente relación se anota, el número aproximado de las especies que contienen los principales filos del reino animal, colocados en orden creciente según su número (Cuadro 2) (Coronado y Márquez, 1990).

CUADRO 2. UBICACIÓN DEL PHYLUM ANNELIDA EN EL CONTEXTO DE LA
ZOOLOGÍA.

FILOS	ESPECIES
Trochelminthes (rotíferos)	1500
Muluscoidea (tipo de muluscus)	2500
Nemathelminthes (gusanos redondos)	3500
Porifera (esponjas)	4500
Echinodermata (estrellas de mar)	5000
Platyhelminthes (gusanos planos)	6500
Annelida (lombrices de tierra)	7000
Coelenterata (corales, medusas)	9000
Protozoa (animales unicelulares)	30000
Chordata (peses, pájaros, mamíferos)	40000
Mullusca (muluscos, corales)	80000
Artropoda (artropodos)	973000
Total	1,162,500

CARACTERISTICAS GENERALES DEL PHYLUM ANNELIDA

Los miembros de phylum annelida son animales metaméricos vermiformes (en forma de gusano). Su peculiaridad distintiva, el metamerismo, surgió probablemente como una adaptación para la excavación peristáltica en sustratos blandos. Las estructuras metaméricas primarias son los compartimientos celómicos, que permiten al animal realizar cambios de forma en diferentes puntos de su cuerpo. La presencia de setas segmentales aumenta la tracción del animal en el sustrato. Los sistemas nerviosos, circulatorios y excretorios son metaméricos, pues como sistemas de mantenimiento, se ajustan al metamerismo primario de los compartimientos celómicos. El aparato digestivo suele ser un tubo recto que corre a lo largo del cuerpo entre la boca anterior y el ano posterior (Barnes, 1986, 1989; y Cendrero, 1938).

Características generales de los anélidos según Silvernale (1984) son:

- (1) Simetría bilateral. Las mitades de derecha izquierda son idénticas.
- (2) Un alto grado de cefalización. Una gran cantidad de tejido nervioso está concentrado en la región de la cabeza.
- (3) Sistema nervioso ganglionar bien desarrollado, que es una serie de centros nerviosos sobre un cordón nervioso.
- (4) Generalmente son monoicos; todos son hermafroditas, excepto la clase Polychaeta (Poliquetos).
- (5) Un sistema digestivo tubular completo.

(6) Generalmente la respiración la realiza a través de la piel, pero algunas veces lo hacen por medio de branquias.

(7) Son triploblásticos.

Características generales según Rioja et al (1984) son:

- Cuerpo se encuentra constituido por metámeros o segmentos, que aparecen al exterior en forma de anillos dispuestos en forma lineal.
- Cuerpo alargado, cilíndrico, o semicilíndrico, posee simetría bilateral; cubierta por una fina cutícula, segregada por las células de la epidermis.
- La pared del cuerpo tiene una capa muscular dispuestas circular y longitudinalmente.
- Posee una cavidad del cuerpo “celoma”, tapizado por un epitelio peritoneal.
- Tubo digestivo se extiende desde la boca hasta el ano, que es terminal.
- La boca es subterminal, se encuentra en porción ventral.
- La respiración se efectúa a través de toda la epidermis del cuerpo.
- Posee sistemas circulatorio, nervioso y excretor.

Características únicas de los anélidos según Silvernale (1984) son:

(1) Son los únicos gusanos redondos que poseen un arreglo metamérico (segmentado).

(2) Son los primeros animales que desarrollaron un sistema circulatorio cerrado.

- (3) Tienen pares de nefridios en cada segmento de sus cuerpos.
- (4) Los anélidos son los únicos animales que utilizan setas para la locomoción. Han desarrollado el primer celoma verdadero (cavidad del cuerpo) que se encuentra cubierta con mesodermo.

CLASES DEL PHYLUM ANNELIDA.

Núñez (1921), considera a los anélidos como clase y la divide en 2 ordenes que son Orden Poliquetos y el Orden Oligoquetos.

Los anélidos se dividen en 3 clase que son la Clase Arquianelidos, Clase Quetópodos y la Clase Hirundíneos (Fuset, 1944).

Los anélidos se dividen en 3 clases que son Clase Polichaeta, Clase Oligochaeta y la Clase Hirundínea (Storer, 1951; y Storer y Usinger, 1965).

Los anélidos se les divide en tres grandes clases: los Anélidos poliquetos, con numerosas sedas soportadas por expansiones laterales de los metámeros. Los anélidos oligoquetos, con sedas poco numerosas, insertas directamente en la pared del cuerpo. Y los anélidos Aquetos o Hirundíneos, desprovistos de sedas (Gassé, 1982; y Mille et al., 1993).

Weisz (1966) divide a los anélidos en 4 clases que son la Clase Polychaeta, Clase Archiannelida, Clase Oligochaeta y la Clase Hirundinea.

Silvernale (1984), clasifica cuatro clase en el phylum annelida que se describe a continuación:

Clase Polychaeta (Poliquetos). Presentan cabeza bien definida y están equipadas con apéndices sensoriales y parápodos (apéndices en forma de patas), que se desarrollan en cada segmento, y son utilizados para la respiración y locomoción, presentan setas y son los únicos que poseen larva trocófora. Los sexos generalmente se encuentran separados. Se utilizan para carnada de peces.

Clase Oligochaeta (Oliquetos). Este grupo incluye la lombriz de tierra. Los miembros de esta clase están segmentados tanto interna como exteriormente. Posee setas microscópicas, tienen un clitelo, utilizado como depósito de huevecillos durante la reproducción, son hermafroditas y no tienen parápodos, carecen de larva trocófora. Son muy importantes para la agricultura y se emplean como carnada y alimento para animales.

Clase Hirundinea (Hurindíneos). Este grupo incluye a las sanguijuelas, son parásitos o depredadores y están equipados con ventosas anteriores y posteriores para extraer sangre de sus víctimas y para realizar la locomoción.

Carecen de parápodos y de setas. Celoma muy reducido. Son hermafroditas y no tienen larva trocófera. Las sanguijuelas son utilizadas en medicina.

Clase Gephyrea (Gefíreos). Este grupo no tiene importancia económica, pero se encuentra incluido aquí porque no se puede clasificar en ningún otro phylum.

Wille (1960), ubica 5 clases en el Phylum Annelida que son 1) la Clase Archiannelida (los más primitivos), 2) la Clase Chaetopoda con 3 ordenes: Protochaeta, Polychaeta, y Oligochaeta, éste último con 3 géneros importantes dentro de la Familia Lumbricidae: *Eisenia (Allolobophora) foetida* Sav., *Lumbricus rubelus* Hoffmstr y *Lumbricus terrestris* L., 3) la Clase Hirundinea, 4) la Clase Echiuroidea (*Gephyrea chaetifera*) y 5) la Clase Simpunculoidea (*Gephyrea achaeta*).

Gardiner (1972, 1978), clasifica 5 clases en el filum anélido siendo de importancia agrícola la clase de los Oligoquetos.

Filum anélido (**Annelida**), (de latín *annellus* “anillo”). **Presenta 8700 especies.**

Clase Poliquetos (Polychaeta) (del griego *polys* “muchos” y *chaite* “pelo”). Con 3500 especies conocidas.

Clase Mizostomarios (Myzostomaria) (del griego *myzein* “chupar” y *stoma* “boca”). Compuesta de 130 especies.

Clase Oligoquetos (Oligochaeta) (del griego *oligos* “poco”). Representada con 3100 especies (*Tubifex*, *Lumbricus*, *Pheretima*, *Allolobophora*, *Eisenia*, *Megascolides*).

Clase Hirundíneos (Hirundinea) (de latín *hirundo* “sanguijuela”). Con 300 especies.

Clase Arquianélidos (Archiannelida) (del griego *arche* “principio”). Con 73 especies.

Bas (1971), divide en 5 grupos a los anélidos: Poliquetos, Oligoquetos, Hirundíneos, Esquiuroides y Sipunculoideos.

Kerkut (1961), divide al Phylum Annelida en 6 clases: 1) Clase Polychaeta, 2) Clase Oligochaeta, 3) Clase Hirundinea, 4) Clase Archiannelida, 5) Clase Echiuroidea, y 6) Clase Simpunculoidea.

Gordon (1975), clasifica 7 clases dentro del Phylum Annelida que son 1) la Clase Archiannelida, 2) Clase Polychaeta, 3) Clase Myzostoma. 4) Clase Oligochaeta, 5) Clase Hirundinea, 6) Clase Echiurida y 7) la Clase Gephyrea.

CLASE OLIGOCHAETA

Los Oligoquetos se caracterizan, en esencia, por el hecho de poseer clitelo (Bas, 1971 y Anónimo, 1973).

Los órganos excretorios son metanefridios dispuestos segmentalmente, como en los poliquetos. Casi todas las adaptaciones de las lombrices de tierra para la vida terrestre son etológicas (de comportamiento). Los oligoquetos son hermafroditas y poseen aparatos reproductores bien desarrollados, que se limitan a unos cuantos segmentos. Hay cópula y la fecundación es mutua. La fecundación y el desarrollo directo ocurren dentro de un capullo secretado por el clitelo (Barnes, 1984, 1989).

Los Oligoquetos son gusanos de forma alargada, cilíndricos o ligeramente angulosos, con segmentación interna y externa. El número de segmentos oscila entre 7 y 600 (Kukenthal et al., 1969).

DIAGNOSTICO DE LA CLASE OLIGOCHAETA.

Son anélidos desprovistos de parápodos. Las sedas poco numerosas (de donde el término de oligoquetos), se implantan directamente en las paredes del cuerpo. Cabeza poco desarrollada. Hermafroditas, con glándulas genitales en número definido y en segmentos determinados; dos orificios masculinos y dos femeninos. Cópula seguida de fecundación recíproca, desarrollo directo, sin trocófora. Durante la reproducción, presentan un engrosamiento o clitelo aproximadamente cilíndrico pero interrumpido ventralmente, producido por el espesamiento de un número variable de segmentos situados un poco por delante de la mitad del cuerpo. El clitelo segrega el capullo que contiene los

huevos y un líquido albuminoideo que sirve de alimento a los jóvenes (Gassé, 1982).

Bas (1971), divide a los Oligoquetos en dos subclases: la de los limícolas y la de los terrícolas.

Limícolas.

Los limícolas se encuentran en el fango o lodo del mar, de los lagos o de los ríos. La mayoría es propia de las aguas dulces. Suelen ser de pequeño tamaño, no sobrepasando el centímetro. Se caracterizan, desde el punto de vista de su organización, por el hecho de que las glándulas masculinas se hallan situadas antes del doceavo segmento. Las especies más importantes son: *Paranais littoralis*, de 3 a 8 mm de longitud (Marino); *Clitellio ater*, también marino, vive en el fondo litoral, mide de 3 a 5 cm de longitud; *Nais proboscidea*, Nais común, frecuente entre las algas de agua dulce, cuya cabeza se prolonga en una trompa que le confiere extraño aspecto; y *Tubifex rivulorum*, Nais roja, abundante en las orillas de arroyos y charcas.

Terrícolas.

Los terrícolas son los de mayor tamaño y se caracteriza por tener los poros genitales masculinos situados detrás del doceavo segmento. La especie

más conocida es la lombriz de tierra (*Lumbricus terrestris*), notable por su gran poder de regeneración.

CLASIFICACIÓN SISTEMÁTICA DE LA CLASE OLIGOCHAETA.

Clasificación sistemática de la clase Oligochaeta según Brinkhurst y Jamieson (1972), modificado por Jamieson (1978) (cuadro 3).

CUADRO 3. CLASIFICACIÓN SISTEMÁTICA DE LA CLASE OLIGOCHAETA.

ORDEN	SUBORDEN	FAMILIA	GENERO
Lumbriculida		Lumbriculidae	<i>Lumbriculus.</i>
Tubificida	Tubificina	Tubificidae	
		Naididae	
		Phreodrilidae.	
		Opistocystidae	
	Echytraeina.	Enchytraeidae	
Haplotaxida	Haplotaxina		
	Alluroidina		
	Moniligastrina		

CONTINUACIÓN. CUADRO 3.

ORDEN	SUBORDEN	FAMILIA	GENERO
		Glossoscolecidae	
	Lumbricina	Lumbricidae	<i>Lumbricus</i> , <i>Eisenia</i> , <i>Allolobophora</i>
		Ocnerodrilidae	
		Megascolecidae.	
		Eudrilidae.	

ORIGEN DE LOS CELOMADOS.

El origen de los celomados es explicado mediante dos teorías según Clark (1964), citado por Barnes (1989) que son las siguientes:

Teoría esquizocélica o esquizocelómica.

Postula que los celomados surgieron de un acelomado ancestral (platelmintos) por ahuecamiento de la capa de células perinquimatosas del mesénquima, que así formaría el peritoneo, esta teoría asegura el desarrollo embrionario de los anélidos y moluscos.

Teoría enterocefalica o enterocelómica.

Afirma que el celoma surgió a partir de los sacos gástricos de algún cnidario ancestral (escifozoarios o los antozoarios).

Según las teorías, los platelmintos acelomados serían en tal caso el grupo troncal en la evolución de los animales bilaterales. La teoría enterocefalica propone que todos los animales bilaterales son básicamente celomados y que las formas acelomadas (platelmintos), adquirieron esa condición en forma secundaria por perdida de cavidad a partir de ancestros celomados, pero jamas ha tenido aceptación. (Barnes, 1986).

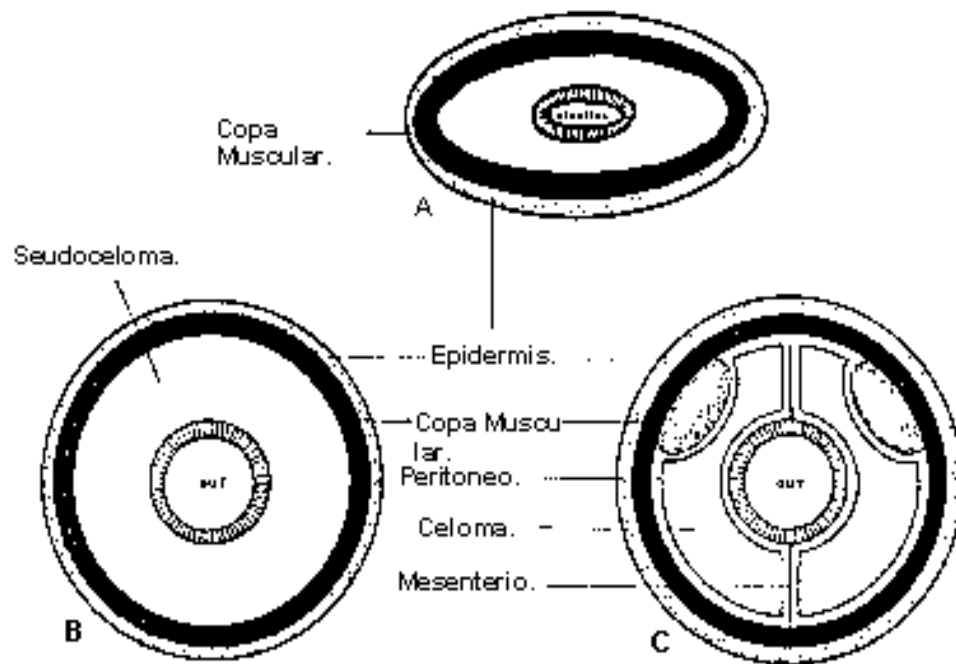
Cortés (1993), menciona que los celomados, es característica del resto de los animales (anélidos, moluscos, artrópodos, cordados, etc.). En estos organismos se presenta una verdadera cavidad entre la pared corporal y el tubo digestivo, la cual parte del mesodermo y está revestida del peritoneo (figura 1C). Y además, menciona que existen dos formas de origen del celoma y del mesodermo:

1. Por **esquizocelia**. Se origina a partir de una sola célula del endodermo que prolifera y forma una masa de células mesodérmicas. En el interior de la masa se forma una endidura que se agranda para formar el celoma (figura 2)

2. Por evaginación **enterocélica**. En este caso la pared del arqueterón se evagina para formar bolsas las cuales se separan del arqueterón; la cavidad de la evaginación formará el celoma y la pared el mesodermo (figura 3).

La segmentación del celoma tiene su origen en los esbozos metaméricos de la hoja blastodérmica mediana (mesodermo). El mesodermo suministra la musculatura de la pared del cuerpo y la del intestino (Kukenthal et al., 1969).

Los anélidos tienen el plan del cuerpo celomado más general y regular, elaborado sobre la base de una estructura ancestral vermiforme (Soule, 1970).

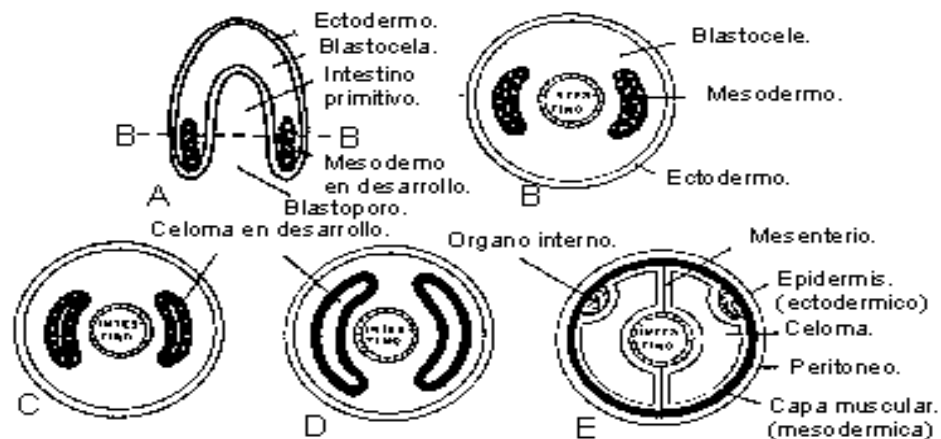


Estructuras básicas corporales de los metazoarios:

B) Seudocelomado.

C) Celomado.

Figura 1. Estructuras básicas de los metazoarios.



Origen del celoma por esquizocelia:

A) sección frontal de una gástrula tardía.

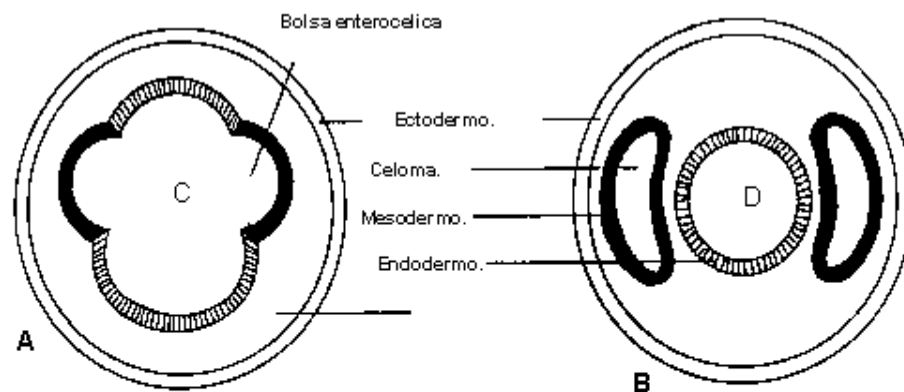
B) Corte transversal de la gástrula al nivel indicado en A.

C) Celoma en desarrollo hendidura (esquizocelo) en la masa mesodérmica.

D) Desarrollo ulterior de los mesodermo y celoma.

E) Corte transversal de un protostomado celomado adulto.

Figura 2. Origen del celoma por esquizocelia.



Formación de mesodermo y celoma por evaginación enterocelica:

A) Evaginaciones laterales de la pared del intestino primitivo.

B) Separación de las bolsas para formar celomas, mesodermo y endodermo intestinal definitivo.

C) Intestino primitivo.

D) Intestino.

Figura 3. Formación de mesodermo y celoma por evaginación enterocelica.

ANATOMÍA Y FISILOGIA DE LAS LOMBRICES

A) Pared del Cuerpo y Celoma.

1.-Pared corporal.

La pared del cuerpo, según Sanzo (2000) está constituida de afuera hacia dentro por:

- Cutícula, lamina muy delgada, generalmente de color marrón brillante.
- Epidermis, epitelio simple con células glandulares que producen una secreción mucosa, también hay células glandulares que producen una secreción serosa.
- Capas musculares, son dos, una circular externa y una longitudinal interna.
- Peritoneo, es una capa más interna y limita exteriormente con el celoma de la lombriz.
- Celoma, es una cavidad que contiene líquido celómico, se extiende a lo largo del animal y envuelve el canal alimenticio.

La epidermis está recubierta por una cutícula y posee numerosas células mucosas, que mantienen húmeda la superficie del cuerpo. El momento de la reproducción, aparece un anillo "Clitelo" (Haro, Sin fecha).

El cuerpo es anillado (metameros o somitas). En una lombriz adulta existen aproximadamente 175 anillos, y toda la superficie está cubierta por una cutícula delgada y transparente, la cual constantemente es humedecida por glándulas mucosas (Silvernale, 1984).

La pared del cuerpo de los oligoquetos, es un típico saco muscular cutáneo. Las células de la epidermis, hacia fuera segregan una cutícula y hacia dentro el saco muscular está formado de musculatura lisa y compuesto de una capa circular externa y de una interna longitudinal (Kukenthal et al., 1969).

Una delgada cutícula cubre la capa epidérmica, que contiene células glandulares secretoras de moco. Los músculos circulares están bien desarrollados y los tabiques divisores del celoma son relativamente completos. Las lombrices de tierra, poseen tabiques mejor desarrollados y pueden tener esfínteres alrededor de las perforaciones septales para controlar el flujo de líquido celómico entre los compartimientos (Barnes, 1989).

Las características externas de la pared del cuerpo de una lombriz son el metamerismo, clitelo, cutícula, setas y aberturas naturales (Hegner, 1935).

La superficie del cuerpo presenta caracteres externos, tales como la boca, el ano, poro dorsal, nefridioporo, receptáculos seminales, oviductos, conductos espermáticos (Storer, 1961 y Storer et al, 1972, 1975).

2.- Celoma.

En casi todas las lombrices de tierra, cada compartimiento celómico, salvo lo de los extremos, está conectado con el exterior por un poro medio dorsal situado en los surcos intersegmentarios y dotado de esfínter. Estos poros exudan líquido celómico, que sirve para mantener húmedo el integumento. Cuando son molestadas las lombrices arrojan líquido celómico a varios centímetros de distancia (Barnes, 1989).

B) Aberturas Naturales de la Pared del Cuerpo.

1.-Ano.

Se encuentra en el extremo posterior del cuerpo. Este orificio constituye el extremo posterior del canal alimenticio (Silvernale, 1984).

2.-Poros dorsales.

Se conectan al exterior, a partir de la cavidad celómica. Se encuentran situados en la línea media dorsal entre los segmentos. Ayudan a mantener al gusano húmedo (Silvernale, 1984).

3.-Aberturas sexuales.

Se localizan sobre los segmentos 14 y 15, sobre el lado ventral. El par de aberturas sexuales del segmento 14, está conectado con los oviductos y los del par 15, lo hace con los conductos espermáticos (Silvernale, 1984).

C) Estructuras Externas de la Pared del Cuerpo.

1.-Prostomio.

Es casi siempre un pequeño lóbulo romo o un diminuto cono sin apéndices sensoriales. En unos cuantos géneros, como *Stylaria*, el prostomio se ha convertido en tentáculo (Barnes, 1989).

El prostomio se encuentra en el extremo anterior del cuerpo y tiene forma de nariz. No se considera como segmento (figura 4). El prostomio sobresale de la boca, la cual está conectada con el canal alimenticio (Silvernale, 1984).

2.-Setas.

Los oligoquetos carecen de parápodos, pero con pocas excepciones, tienen setas. Las setas de los oligoquetos por lo general tienen puntas simples, bífidas, pectinadas o con otras variaciones respecto a su base. Las setas

genitales pueden ser más complejas. Las setas más largas se observan en las especies acuáticas; las de las lombrices de tierra sólo asoman un poco más allá del integumento y por lo común son sigmoideas (Barnes, 1989).

Las setas se encuentran sobre los lados y en la base de cada segmento se encuentran 4 pares de éstas cerdas, las cuales son útiles en la locomoción (Silvernale, 1984).

En la base de cada seta, están unidas por músculos protractores y retractores que la extienden o la retraen (Barnes, 1989).

3.-Clitelo.

El clitelo se encuentra en el extremo anterior, aproximadamente en el segmento 32 (figura 4). En este órgano se alojan los huevecillos después del apareamiento (Silvernale, 1984)

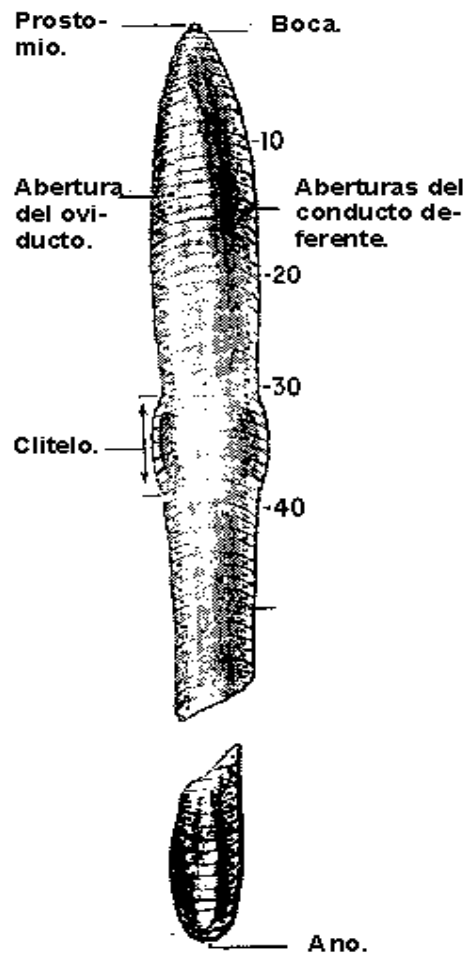


Figura 4. Estructuras externas de la pared del cuerpo.

Segmentos adyacentes de la mitad anterior del cuerpo están engrosados e hinchados por glándulas que secretan el moco necesario para la cópula y también el capullo. El área glandular de estos segmentos reciben el nombre de clitelo, cubre parcial o totalmente los segmentos y suele formar un collar notorio alrededor del cuerpo (Barnes, 1989).

APARATO LOCOMOTOR

Setas.

Se extienden durante la contracción longitudinal y se retraen durante la contracción circular (Seymour, 1969).

Las cerdas quitinosas, representan el aparato locomotor. La mayoría de los oligoquetos sólo presentan 8 cerdas en cada segmento, que se disponen en 4 pares, dos a cada lado, uno dorsal y otro ventral. Estas cerdas están implantadas sobre la piel (Bas, 1971).

SISTEMA MUSCULAR

Los Oligoquetos se desplazan con movimientos peristálticos (Seymour, 1969).

Músculos asociados a la locomoción.

Barnes (1989), menciona que las lombrices se mueven por medio de las contracciones de los músculos circulares y longitudinales.

Músculos circulares, la contracción de los músculos circulares, son fundamentales para reptar y siempre generan una pulsación de presión en el líquido celómico.

Músculos longitudinales, son importantes para excavar, dilatar las paredes del túnel o anclar los segmentos contra las paredes de éste.

APARATO DIGESTIVO.

Nutrición.

Casi todas las especies de oligoquetos, tanto acuáticas como terrestres, son carroñeras y se alimentan de materia orgánica muerta, sobre todo de origen vegetal. Las lombrices de tierra se nutren con la materia en descomposición de la superficie del suelo y en algunos casos introducen hojas en sus túneles. También utilizan materia orgánica extraída del lodo o suelo que ingieren al ir excavando. Los detritos finos, las algas y otros microorganismos son importantes fuentes alimenticias de varias especies dulceacuícolas, el género *Aeolosoma*, recoge detritos con su prostomio. La superficie ciliada de dicho prostomio se coloca contra el sustrato y luego su centro es elevado por contracción muscular (Barnes, 1989).

Componentes del sistema digestivo.

El aparato digestivo desempeña 3 funciones que son la ingestión, digestión y la egestión. La digestión es la función básica de este sistema (Cifuentes, et al., 1973).

El sistema digestivo está formado por una cavidad oral, una faringe musculosa, un esófago delgado, un buche de paredes delgadas, un intestino largo y el ano (Silvernale, 1984).

El aparato digestivo, consta de boca, faringe (f), esófago (e), que se dilata en un buche (bu), molleja o estómago muscular (m) e intestino (i), que si es seccionado, permite observar en su interior tierra digerida (ti), de la que aprovecha las sustancias orgánicas (figura 5) (Vattuone, 1977).

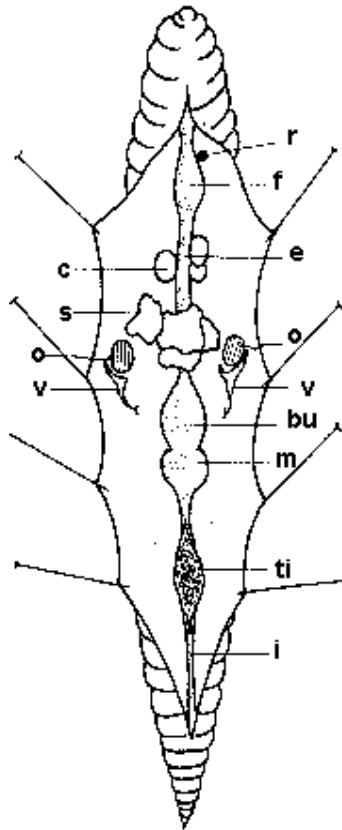


Figura 5. Partes internas de una lombriz de tierra.

El tubo digestivo, comienza con el orificio bucal, ubicado en la parte ventral. El orificio bucal está recubierto por el lóbulo cefálico (Prostomium). Sigue la faringe musculosa, que se continúa a un estilizado esófago. El esófago puede dilatarse en formaciones semejantes a buche y estómago, y en su parte posterior se encuentran glándulas denominadas glándulas de Morren, en las formas terrestres estas glándulas contienen concreciones calizas. Llamadas también glándulas calcáreas. El intestino medio es, por lo general, un tubo recto y bastante amplio. La pared del intestino está formada por el epitelio

intestinal, por las capas musculares anular y longitudinal y también por el peritoneo, cuyas células pueden aumentar de tamaño y servir de almacén de sustancias de reserva (Células clorógenas). El intestino terminal es, por lo general, corto y de estructura sencilla; el ano tiene posición terminal (Kukenthal et al, 1969).

Los tractos digestivos de la mayoría de los anélidos son tubos rectos que recorren toda la longitud corporal y que se pueden dividir claramente en una cavidad bucal, faringe, esófago, estómago, intestino y recto. Pero en algunas especies no existe marcada distinción entre el estómago y el intestino y el tubo digestivo es prácticamente de diámetro uniforme desde el esófago hasta el recto (Gardiner, 1972, 1978).

Aparato digestivo, es recto y relativamente simple (figura 6). La boca localizada bajo el prostomio, conduce hacia una pequeña cavidad bucal, que a su vez comunica con una faringe más amplia. La pared dorsal de la cámara faríngea es muscular y glandular y forma un bulbo o cojinete, que es el principal órgano de ingestión. En las lombrices de tierra la faringe funciona como bomba. Las glándulas faríngeas producen una secreción salival que contiene moco y enzimas (Barnes, 1989).

En *Lumbricus*, el esófago se extiende desde los segmentos VI al XIII se puede dividir en tres partes: Esófago anterior, medio y posterior (Gardiner, 1978)

La faringe desemboca en un estrecho esófago tubular, el cual puede estar modificado en diferentes niveles para formar una molleja o, en los lumbrícidos, un buche. En algunas formas existen de dos a diez mollejas, cada una en un segmento distinto. La molleja, que sirve para triturar partículas alimenticias, está cubierta por cutícula y es bastante muscular. El buche tiene paredes delgadas y funciona como cámara de almacenamiento (Barnes, 1989).

Una peculiaridad del aparato digestivo de los oligoquetos es la presencia de glándulas calcíferas (figura 6) en ciertas regiones de la pared esofágica. Éstas glándulas participan en la regulación iónica, más que en la digestión. Su función es librar al cuerpo del exceso de calcio ingerido con el alimento. Dicho calcio es excretado hacia el esófago en forma de calcita, que no es absorbida mientras pasa por el intestino (Barnes, 1986).

El intestino forma el resto del aparato digestivo, que se prolonga como tubo recto a lo largo del cuerpo, con excepción del cuarto anterior. La mitad anterior del intestino es el principal sitio de secreción y digestión, mientras que en la mitad posterior ocurre la absorción, las lombrices de tierra secretan celulasa y quitinasa. El material absorbido pasa a los senos sanguíneos situados entre el epitelio mucoso y los músculos intestinales (Barnes, 1984).

Alrededor de la pared del intestino y recubriendo el vaso dorsal de los oligoquetos, hay una capa de células amarillentas llamadas cloragógenas, que tienen una función básica en el metabolismo intermedio, algo parecido a la del

hígado en los vertebrados. El tejido cloragógeno es el principal centro de síntesis y almacenamiento de glucógeno y grasas. También la desaminación de proteínas, la formación de amoníaco y la síntesis de urea sucede en éstas células. En las especies terrestres, los silicatos que se obtienen del alimento y el suelo se eliminan del cuerpo para ser depositadas en la células cloragógenas en forma de cálculos de desecho (Barnes,1989).

SISTEMA CIRCULATORIO

El sistema circulatorio sirve de enlace para los sistemas digestivo, respiratorio y excretor y se encarga de llevar a todas las células oxígeno y sustancias nutritivas para el desempeño de sus actividades vitales, además de liberarlas de sus productos de desecho (Cifuentes et al., 1973).

Las ramificaciones de los vasos segmentarios envían sangre hacia los capilares del integumento y de ese modo irrigan los diversos órganos segmentales. Los vasos están recubiertos en el interior por un mioendotelio invertido (Jamieson, 1981).

El vaso dorsal es contráctil y constituye el principal medio de conducción sanguínea, los vasos se les denomina corazón y son vasos comisurales anteriores visiblemente contráctiles, funcionan como órganos secundarios en la propulsión de la sangre. El número de corazones es variable, en *Lumbricus* hay

cinco, que rodean el esófago (figura 6 y 7). Estos corazones tienen válvulas en forma de pliegues endoteliales (Barnes, 1969).

El sistema de vasos sanguíneos es, totalmente independiente de la cavidad del cuerpo, corresponde con el vaso ventral y el dorsal. El vaso dorsal es contráctil y empuja la sangre desde atrás hacia delante, el vaso ventral está en relación con el vaso dorsal mediante un par de arcos vasculares. Estos vasos vasculares dan ramas al saco muscular cutáneo. Algunos de los arcos vasculares, pueden inflarse y hacerse musculosos, formándose así los llamados corazones laterales, los cuales bombean la sangre en el vaso ventral (figura 8) (Kukenthal et al, 1969).

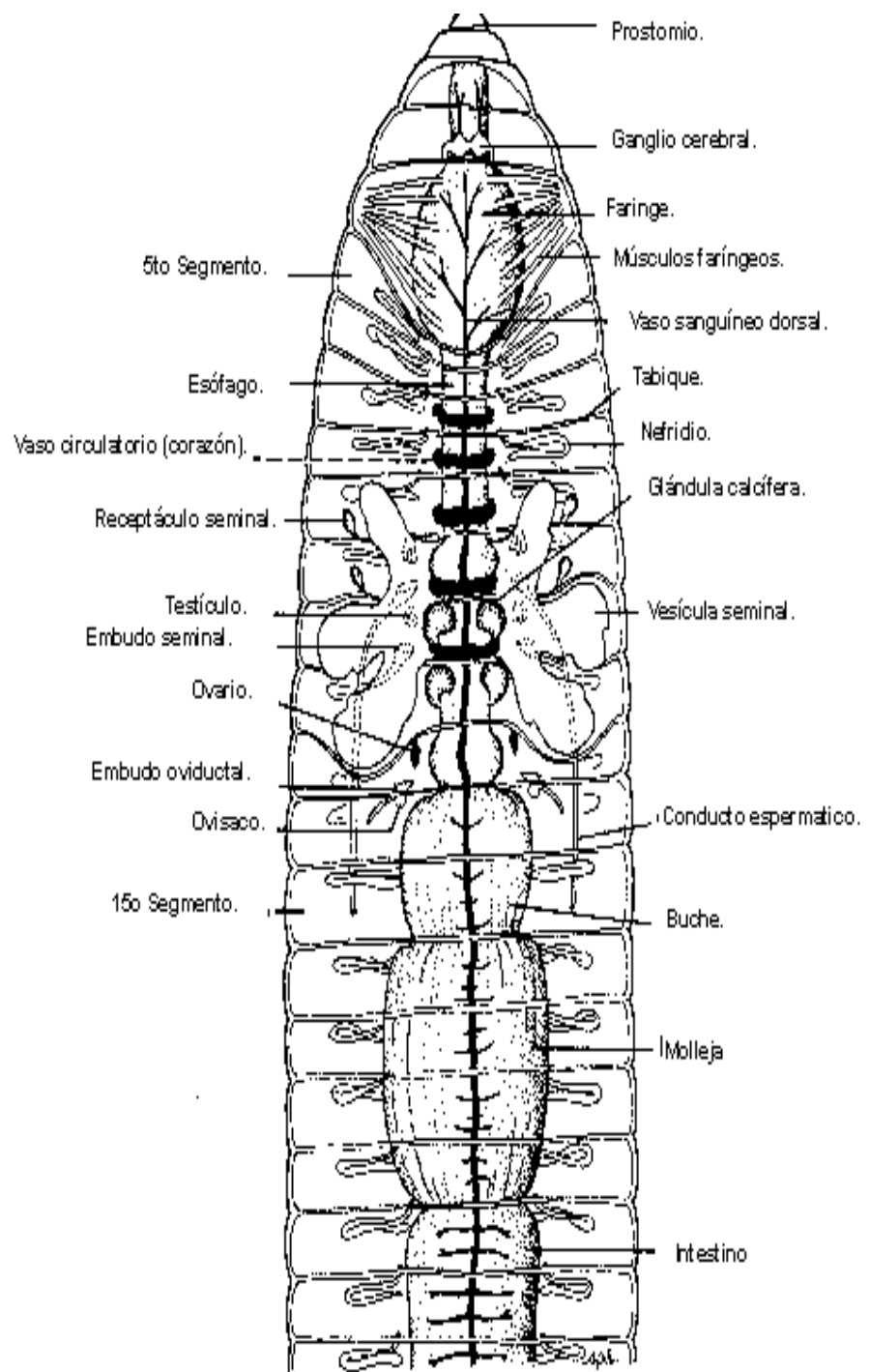
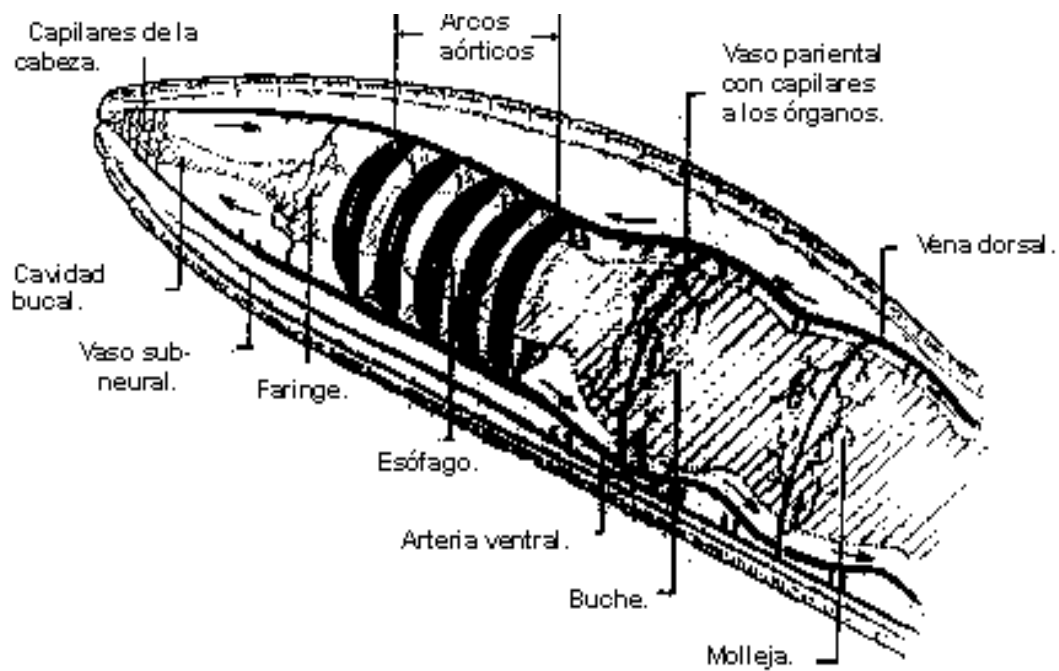
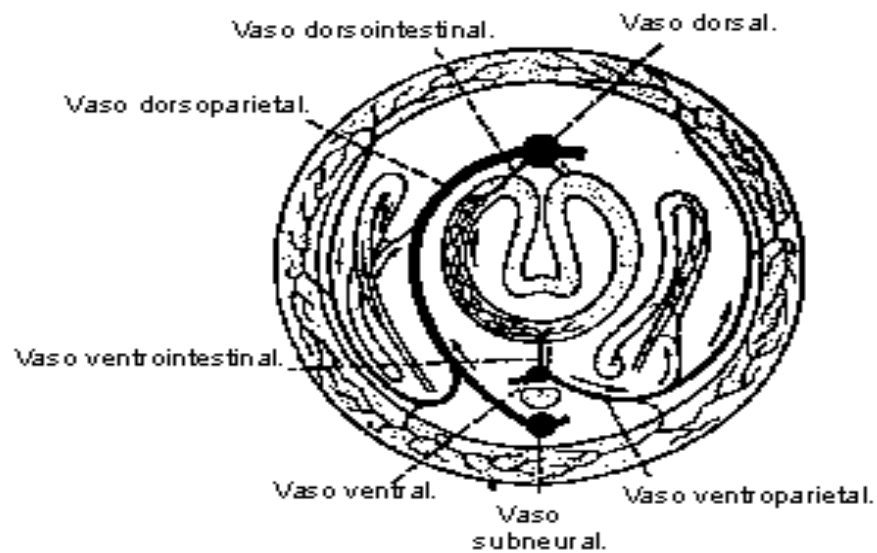


Figura 6. Vista dorsal de las estructuras anteriores interiores de la lombriz de tierra *Lumbricus terrestris*.



Sistema circulatorio de la lombriz de tierra.

Figura 7. Sistema circulatorio.



Esquema del sistema de vasos (sección transversal) de *Lumbricus*.

Figura 8. Sistema de vasos.

La sangre y su función.

La sangre es, por lo general, de color rojo, debido a la hemoglobina disuelta en el suero; la sangre contiene sólo unas pocas células sanguíneas (Kukenthal et al, 1969).

La sangre es incolora en la mayoría de especies, aunque a veces pueden ser roja, por la presencia de hemoglobina, o verde, por la clorocruorina (Bas, 1971).

La sangre es roja que contiene hemoglobina. Este se mueve por medio de 10 corazones situados en los segmentos 7 al 11 y se les denominan arcos aórticos; están equipados con válvulas que sirven para mantener el movimiento de la sangre en la dirección apropiada (Silvernale, 1984).

La vena dorsal, lleva la sangre de las regiones posteriores, a los corazones y hacia las cámaras de bombeo. En la cámara de bombeo se encuentran válvulas que dirigen la sangre al corazón. La arteria ventral conduce la sangre a la región anterior. La sangre arterial se dirige a la piel, intestino, nefridios, músculos, hasta llegar al conducto sanguíneo dorsal. Entonces regresa a los arcos aórticos (Silvernale, 1984).

La sangre proporciona nutrientes y oxígeno a los tejidos, y recoge líquidos de desecho y bióxido de carbono por medio de la difusión. En la piel, la

sangre recoge oxígeno y elimina nutrientes. En los nefridios, abandona sus desechos líquidos (Silvernale, 1984).

SISTEMA RESPIRATORIO

El sistema respiratorio tiene la función principal en el intercambio de gases, además interviene en la eliminación de agua y otras sustancias (Cifuentes et al., 1973).

El proceso de respiración se realiza a través de la piel húmeda. El contacto con el aire origina un intercambio de oxígeno por bióxido de carbono. Las lombrices protegen su sistema respiratorio viviendo en suelos húmedos y alimentándose de noche (Silvernale, 1984).

El intercambio gaseoso se realiza por difusión de gases a través del integumento general del cuerpo (Barnes, 1989).

Vattuone (1977), menciona que la respiración es cutánea.

Los Oligoquetos grandes suelen tener hemoglobina disuelta en el plasma, *Lumbricus* transporta 15 a 20% del oxígeno utilizando en las condiciones ordinarias que prevalece en el agujero. Si la presión disminuye, la

hemoglobina compensa ese efecto incrementando su capacidad de transporte (Weber, 1978).

El sistema respiratorio, en los oligoquetos, las branquias se presentan sólo esporádicamente, por lo que la respiración es, generalmente, cutáneo (Kukenthal et al., 1969).

SISTEMA EXCRETOR.

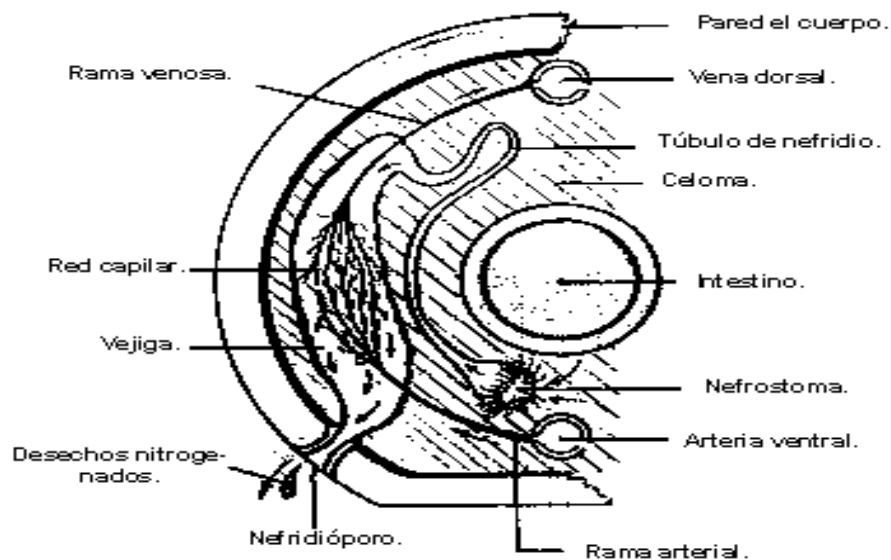
El sistema excretor tiene como funciones primordiales expulsar del organismo todas las sustancias sobrantes del metabolismo, así como también interviene en los fenómenos de osmoregulación (Cifuentes et al., 1973).

Órganos del Sistema Excretor.

1.-Nefridio.

Los desechos líquidos se realizan por nefridios (forma de riñón). Se encuentra en par en cada segmento. Los nefridios filtran los desechos. Está formado por un nefrostoma, un túbulo enrollado y un nefridióporo. El nefrostoma, tiene forma de embudo con pequeños cilios que recogen los desechos del fluido celomático, el túbulo conduce los desechos a una vejiga y

filtra los desechos y el nefridiόporo, elimina los desechos al exterior (Silvernale, 1984).



Nefridio de la lombriz de tierra.

Figura 9. Esquema de un nefridio de lombriz de tierra.

Los 6rganos excretores, son ductos muy cortoneados, tapizados interiormente por un epitelio vibrátil. Comienza por un nefrostoma, se abre en la cavidad del cuerpo. El conducto nefridiano que le sigue, atraviesa el segmento siguiente y desemboca al exterior por un poro lateral (figura 9) (Kukenthal et al., 1969).

El aparato excretor en los an6lidos est1 representada por nefridios o ri6ones rudimentarios (Figura 5r) (Vattuone, 1977)

En el aparato excretor existen 2 nefridios en cada metámero. El nefrostoma está en un segmento y el nefridioporo se halla situado en el posterior (Haro, sin fecha).

Los órganos de excreción del oligoqueto adulto son metanefridios y, habitualmente, hay un par de ellos por segmento, salvo en los extremos anterior y posterior. En el segmento que sigue al nefrostoma, se encuentra por lo general el túbulo enrollado, y en especies como *Lumbricus* hay varios grupos de asas o marañas (figura 9). Antes de que el túbulo nefridial desemboque en el exterior, en algunos casos se dilatan para formar una vejiga urinaria. Los nefridioporos suelen estar en las superficies ventrolaterales de cada segmento. Los nefridios se abren al exterior por medio de nefridioporos, o bien desembocan en diversas partes del aparato digestivo, en cuyo caso se denomina enteronefridios (Barnes, 1989).

Los órganos excretores, generalmente metanefridios típicos, que se abren en el celoma mediante nefrostomas, son conductos muy sinuosos, tapizados de vasos sanguíneos. Pueden faltar en algunos de los primeros y últimos segmentos, mientras que en los demás existe un par por cada segmento (Kukenthal et al., 1969).

2.-Glándulas calcíferas.

En los segmentos X, XI y XII hay divertículos pares los cuales se les conoce con el nombre de Glándulas calcíferas. Las glándulas calcíferas llevan a cabo la secreción de carbonato de calcio (Gardiner, 1978).

SISTEMA NERVIOSO.

El sistema nervioso se encarga de relacionar al organismo con el medio exterior (Cifuentes et al., 1973).

El sistema nervioso de los anélidos, es típico "sistema nervioso en escalera de cuerda". Consta de un ganglio supraesofágico de naturaleza par, del que parten hacia abajo dos conectivos periesofágico situados a derecha e izquierda del intestino anterior, los cuales se dirigen hacia atrás recorriendo todo el cuerpo en forma de 2 cordones longitudinales (Medula ventral). Sus células nerviosas se concentran en cada segmento en un par de ganglios ventrales, unidos por una comisura transversa (Kukenthal et al., 1969).

Vattuone (1977), menciona que el sistema nervioso (Figura 10), es una cadena ganglionar ventral, de la que parten filetes nerviosos.

Sistema nervioso.

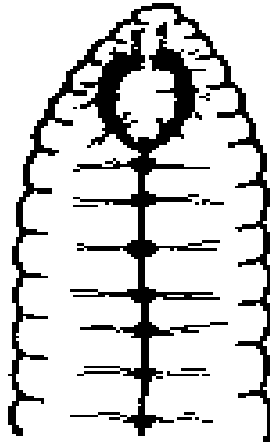


Figura 10. Sistema nervioso vista dorsal.

El sistema nervioso se compone de un collar periesofágico con centros dorsales (cerebro) complejos y de una cadena ventral que lleva, típicamente, un par de ganglios por segmento (Gassé, 1982).

Este sistema consiste de un ganglio en cada segmento. Seis nervios laterales se extienden de cada ganglio, para la innervación de las estructuras en cada metámero. El cerebro se encuentra en la parte dorsal del tercer segmento. Este es un ganglio y se le considera ganglio suprafaríngeo, está conectado a otro ganglio de la cabeza denominado ganglio subfaríngeo, que se encuentra ventralmente en la cuarta somita. Estos dos ganglios, a su vez están conectados por 2 cordones conectivos que rodean la faringe y se le denomina perifaríngeos. Y todo esto recibe el nombre sistema nervioso central. También

tiene un sistema nervioso periférico que consiste de ramas nerviosas y neuronas que se encuentran fuera del sistema nervioso central (Silvernale, 1984).

Este sistema está constituido por dos cordones nerviosos ventrales, que están fusionados y se localizan dentro de las capas musculares de la pared del cuerpo. El encéfalo de estos anélidos se ha desplazado en dirección posterior y en los lumbrícidos se localiza en el tercer segmento, por arriba del margen anterior de la faringe (Figura 11) (Barnes, 1989).

Los oligoquetos poseen fibras nerviosas gigantes. Las lombrices de tierra poseen cinco. Tres son particularmente gruesas y se encuentran agrupadas en el lado medio dorsal del cordón nervioso ventral. Las otras dos son menos notoria; se localizan en la región media ventral y están bastante separadas entre sí. La fibra media dorsal es activada por estímulos en la región anterior, mientras que las dos dorsolaterales se activan por estímulos en la región posterior. Se conectan en cada ganglio con neuronas motoras gigantes que innervan a los músculos longitudinales (Barnes, 1986).

El ritmo básico de locomoción peristáltico de las contracciones del cuerpo parece ser coordinado por el cordón nervioso ventral o se inicia a través de los reflejos en los que participan neuronas sensoriales de la pared del cuerpo. El ganglio subfaríngeo es el principal centro de control motor y de reflejos vitales (Barnes, 1984).

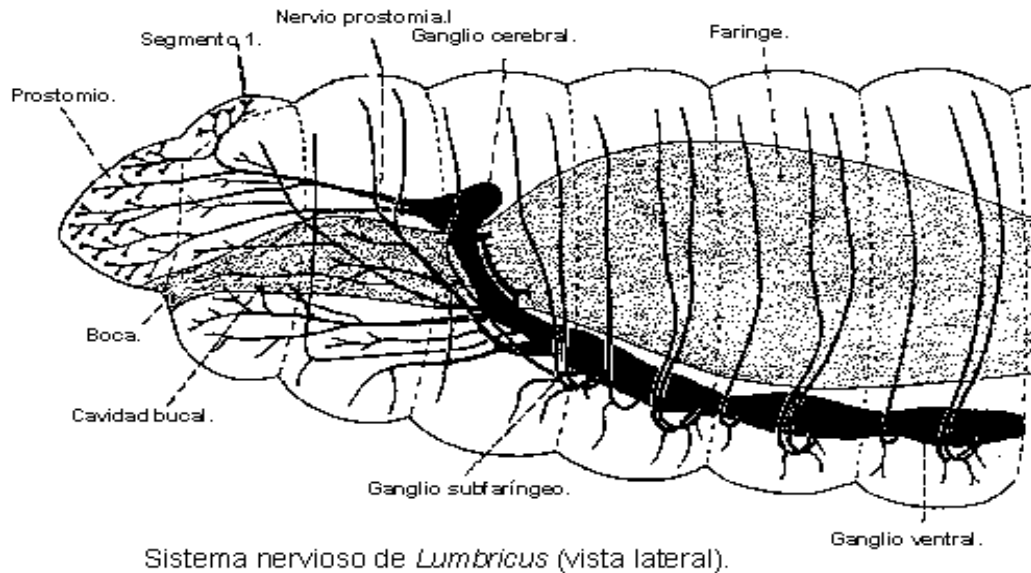


Figura 11. Sistema nervioso vista lateral.

Órganos de los Sentidos.

Los oligoquetos carecen de ojos, sin embargo, el integumento está bien dotado de fotorreceptores dispersos en la parte interna de la epidermis, en el extremo anterior. Así como también, existen racimos de células sensoriales que forman un tubérculo prominente, con protuberancias sensoriales que se extienden en la cutícula, tienen función quimiorreceptora. Esos tubérculos forman tres anillos alrededor de cada segmento y son particularmente abundantes en los segmentos anteriores, sobre todo en el prostomio, en el que puede haber (en *Lumbricus*) hasta 700 por milímetro cuadrado (Barnes, 1989).

Las lombrices de tierra han demostrado la presencia de una sensibilidad generalizada a los estímulos táctiles y una sensibilidad más localizada frente a los estímulos químicos. Pueden discriminar entre alcaloides, azúcares y ácidos. En *Lumbricus terrestris*, esta quimiosensibilidad es mayor en el prostomio y para la sal (NaCl) está distribuida por toda la superficie del cuerpo (Gardiner, 1978 e Hickman, 1973).

SISTEMA REPRODUCTOR

Reproducción Asexual.

Es común en especies acuáticas (Eolosomátidos y Naídidos). Algunos oligoquetos se reproducen asexualmente en verano y sexualmente durante el otoño. La reproducción asexual implica una división transversal del gusano progenitor en dos o más individuos nuevos. Por lo general, la regeneración precede a la separación de los individuos hijos (Barnes, 1989).

Además de la reproducción sexual, presentan un considerable poder de regeneración. Si se corta la parte anterior de un gusano, el reto del cuerpo puede dar origen a una nueva cabeza. Sin embargo, esta capacidad está limitada a los primeros 18 segmentos, porque si el extremo anterior se elimina más atrás de este lugar, el gusano será incapaz de regenerar la cabeza; en su lugar, generalmente desarrollará otra cola. Sin embargo, el extremo anterior

puede regenerar un nuevo extremo posterior por sí mismo, de un corte hecha hasta el 18 metámero (Silvernale, 1984).

Bruker (1911), menciona que las lombrices no se matan cortándola en dos; una de las partes, y a veces hasta los dos se completan.

Aparato Reproductor.

El aparato reproductor en los oligoquetos es, hermafrodita. Las gónadas, por lo general un par de ovarios y un par de testículos, yacen en determinados segmentos de la parte anterior del cuerpo y siempre los testículos delante de los ovarios. Los óvulos y espermatozoides inmaduros son recibidos por bolsas seminales y ovulares, llamados también vesículas seminales y receptáculos ovígero. Después son transportados a las cámaras celómicas que albergan a las gónadas. Al aparato femenino pertenece a la receptacula seminis, que recibe el semen del compañero y lo guardan hasta la puesta de los huevos (figura 12) (Kukenthal et al., 1969).

Los anélidos son animales hermafroditas. Los órganos masculinos están constituidos por testículos (s) donde se forman los espermatozoides, que son acumulados en las espermatecas (c). Los órganos femeninos son los ovarios (o), formadores de óvulos, que salen al exterior por oviductos (v), que se abren en sendos poros genitales. No existe autofecundación, pues las gametas

maduran en distintas épocas. Se unen dos individuos que intercambien sus espermatozoides (figura 5) (Vattuone, 1977).

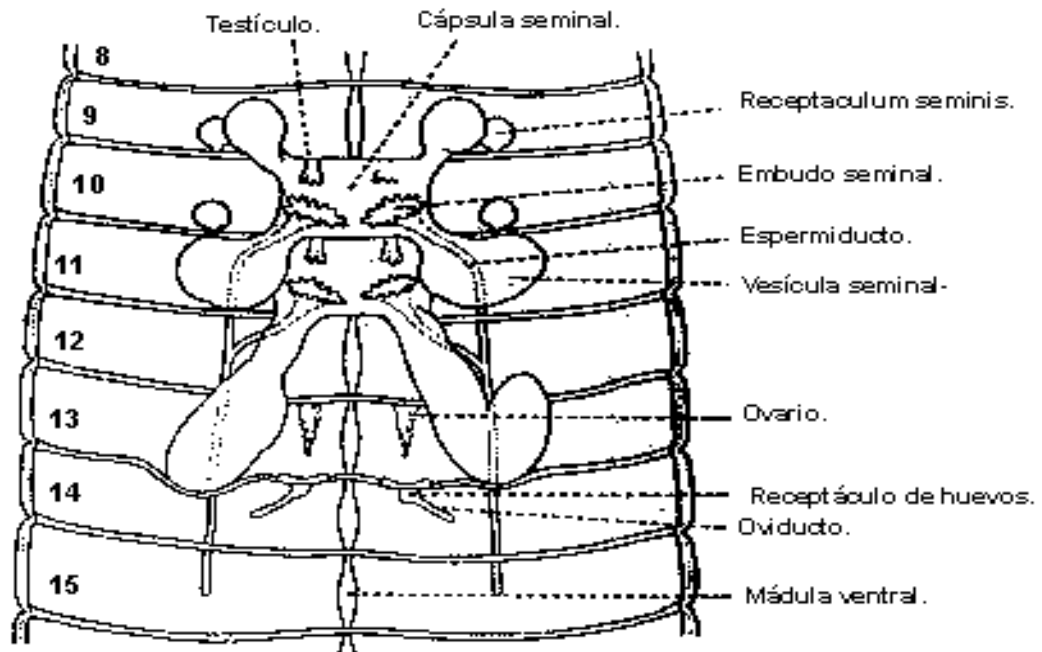
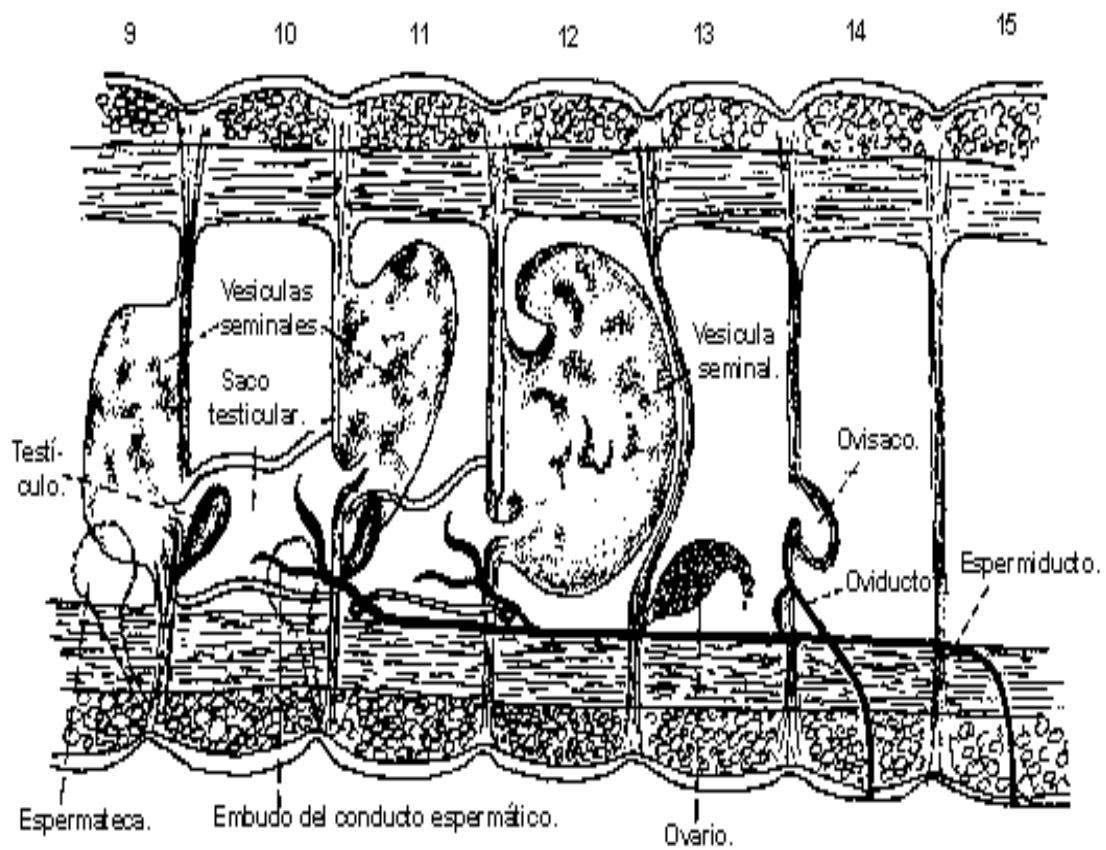


Figura 12. Organos reproductores de la lombriz de tierra.

En casi todos los grupos acuáticos suele haber un segmento ovárico seguido por un testicular; en las familias terrestres hay dos segmentos masculinos. Los segmentos que tienen gónadas se localizan en la mitad anterior del gusano y el o los segmentos femeninos están detrás de los masculinos (figura 13). Los segmentos reproductivos están dotados con un par de espermiductos y oviductos para la salida de los gametos. Estos ductos se prolongan hacia atrás y pasan por uno o dos segmentos antes de desembocar

en la superficie ventral del cuerpo. En muchas especies acuáticas la cámara (atrio) situada dentro del gonoporo común contiene el pene, o bien de alguna área eversible de la pared del cuerpo o de la punta del atrio (seudopene) (Figura 14C). Los tejidos glandulares llamados próstata, se asocian con los gonoductos masculinos. Casi todos los lumbrídeos carecen de próstata. Parte del aparato reproductor femenino, están las espermatecas (receptáculos seminales). Estas cámaras de almacenamiento son pares de sacos simples, que por lo regular desembocan en el surco vertical intersegmentario adyacente al que las contiene. El número de espermatecas varía de uno a varios pares, cada uno de los cuales está en un segmento aparte. Pueden estar en ciertos segmentos anteriores al ovárico, la posición exacta es variable. El segmento masculino del género *Lumbricus* está dividido de modo que los testículo, el embudo del espermiducto y el orificio. De las vesículas seminales están encerrados en un compartimiento ventral especializado, o saco testicular. Este se encuentra, más amplia, de la cavidad celómica (Barnes, 1989).

El sistema reproductor masculino comprende 2 pares de testículos, embudo espermático, vaso deferente, vaso eferente, y vesículas seminales. Mientras que el aparato reproductor femenino comprende 1 par de ovarios, embudos del oviducto, oviductos, y 2 pares de receptáculos seminales (Storer, 1961 y Storer et al., 1975).



Segmentos reproductivos de *Lumbricus* (vista lateral).

Figura 13. Segmentos reproductivos de *Lumbricus*.

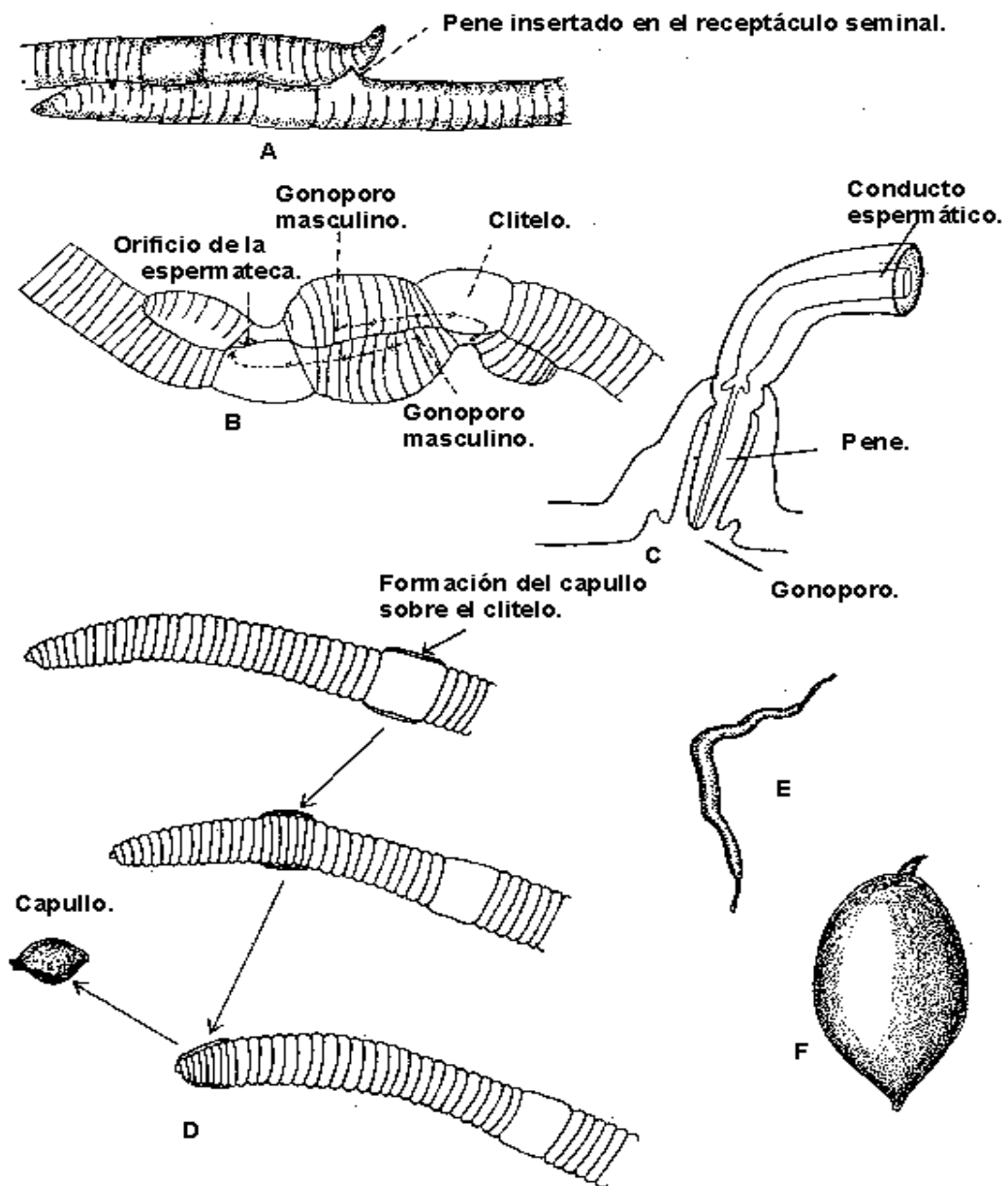


Figura 14. A, cópula con inseminación directa de *Pheretima communissima*; B, Cópula con inseminación directa de *Eisenia foetida*; C, pene de *Rhynchelmis*; D, Formación de capullo en lumbricido; E, Capullo de *Alma nilotica*; F, Capullo de *Allobophora terrestris*.

Órganos Genitales.

Testículos.

Existen 2 pares de testículos ubicados en los segmentos 11 y 12 (Haro, sin fecha).

Existen 2 testículos, los cuales yacen en la parte delantera de los segmentos 10 y 11, respectivamente. De tras de cada testículo existe en la cápsula seminal un embudo ciliado (embudo seminal), que se continúa hacia atrás en un conducto denominado espermiducto. Los 2 conductos seminales de un lado se reúnen en un único conducto, el cual perfora el saco muscular cutáneo en el segmento 15 y desemboca al exterior mediante el orificio reproductor masculino (Kukenthal et al. 1969).

Ovarios.

Existe un par de ovarios en el segmento 13 (Haro, sin fecha).

Consta de un par de pequeños ovarios esbelticos y cónicos, situados en la parte delantera del segmento 13 y adheridos a la base de disepimento 12/13 a derecha e izquierda de la medula ventral. Consta también de 2 cortos oviductos dirigidos ovicuamente hacia atrás y hacia fuera, que desembocan al exterior en el segmento 14. Los oviductos comienzan con un embudo ciliado

que yacen rasante al disepimento 13/14 con el orificio dirigido hacia delante. Justo por encima de él forma el receptáculo de huevos, en la que se acumulan los huevos dispuestos para la puesta (Kukenthal et al., 1969).

Vesículas seminales.

Existen 3 pares de vesículas seminales que almacenan el esperma producido por los testículos y se encuentran ubicados en los segmentos 9, 10 y 11 (Haro, sin fecha).

Receptáculos seminales.

Existe un par de receptáculos seminales en los segmentos 9 y 10, encargados de recibir el esperma en la cópula, pues ésta se realiza con fecundación recíproca (Haro, sin fecha).

Clitelo.

Es una estructura reproductiva característica de los oligoquetos. Consta de ciertos segmentos adyacentes en los cuales la epidermis está muy engrosada por la presencia de glándulas unicelulares, que forman un collar para rodear total o parcialmente el cuerpo, desde el lado dorsal hacia abajo (Figuras 15 y 14D). En la formas acuáticas el clitelo integra dos segmentos, seis o siete en *Lumbricus* y hasta 60 en ciertos glososcolécidos. El clitelo suele estar en la

misma región que los poros genitales; en los Lumbrícidos se localiza mucho más atrás de esos orificios. El grado de desarrollo del clitelo varía de un grupo a otro y, en las especies acuáticas puede tener apenas una célula de espesor, mientras que en las lombrices de tierra forman un collar grueso. El desarrollo del clitelo también varía de una temporada a otra. Por lo general coincide con la madurez sexual, en algunas formas sólo es visible durante la temporada reproductiva. Las glándulas del clitelo secretan moco para la cópula, forman la pared del capullo y secretan la albúmina en la que se depositan los huevecillos dentro de este último (Barnes, 1989).

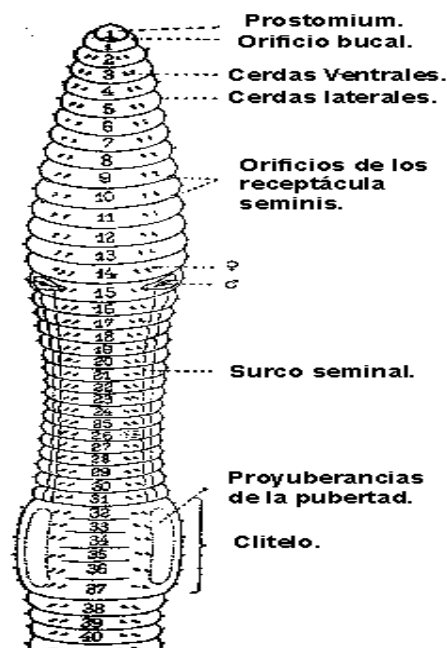


Figura 15. Parte anteroventral de la lombriz de tierra.

La presencia de clitelo, es la que caracteriza a la clase de los oligoquetos, el clitelo es una modificación glandular de la piel. La secreción de las células glandulares del clitelo sirven para formar el capullo y de los huevos y también representa su papel en el apareamiento (Kukenthal et al., 1969).

DESARROLLO DE LAS LOMBRICES.

El desarrollo de los oligoquetos es, directo, sin que existan estadios larvarios libres. (Kukenthal et al., 1969).

Copulación.

En general se observa cópula, durante la cual la fecundación es mutua. Las superficies ventrales de la pareja en cópula se ponen en contacto de modo que el extremo anterior de uno de los participantes se dirige hacia el posterior del otro. Los dos gusanos se mantienen en posición gracias a una película de moco secretado por los clitelos; también es posible que estén enganchados por medio de las setas genitales. Estas son setas ventrales modificadas que, por lo regular, se localizan en la región del gonoporo masculino o de las espermatecas. La inseminación mutua de un par de espermatecas de las lombrices *Pheretima communissima* tarda más de 1.5 h y luego se repite el

proceso en cada uno de los otros dos pares de receptáculos (Figura 14A) (Barnes, 1989).

Durante la copulación, los segmentos 9, 10 y 11, se colocan frente el clitelo del otro. Las secreciones mucosas de la piel y las secretadas por el clitelo, facilitan que el espermatozoide se mueva a través de los tubos (Silvernale, 1984).

En los lumbrídeos, los poros genitales masculinos no se superponen a las espermatecas durante la cópula, de modo que los espermatozoides deben viajar una distancia considerable desde un orificio al otro (figura 14B). Durante la cópula el clitelo de un gusano se fija a los segmentos que contienen las espermatecas de otro individuo. La fijación se realiza por medio de un tubo de baba adhesiva y de las setas genitales. Al ocurrir la emisión de los espermatozoides, ciertos músculos de la pared corporal de los segmentos posteriores a los gonoporos masculinos se contraen y forman un par de surcos espermáticos ventrales, que se prolongan hacia atrás hasta el clitelo. El movimiento de los espermatozoides a lo largo del surco se realiza por una mayor contracción de los músculos que lo forman. De este modo se forma una cavidad, que se va desplazando a lo largo del surco y transporta cantidades de semen. Cuando este llega a la región del clitelo, pasa al otro gusano y penetra en sus espermatecas. La cópula de *Lumbricus* tarda de 2 a 3 h (Barnes, 1989).

Fecundación y Depósito de Huevecillos.

El clitelo se activa y recoge los óvulos mediante un tubo. Los óvulos son descargados en el tubo cuando pasa al segmento 14 y los espermatozoides son liberados en el segmento 9 y 10, para realizar la fecundación cruzada entre óvulos y espermatozoides, y formar los cigotos. El tubo se contrae por el extremo exterior para formar el capullo o cápsula (compartimiento del huevo). Una lombriz formará 1 a 2 capullos a la semana (Silvernale, 1984).

Para la puesta de los huevos el gusano forma de nuevo un cinturón secretado alrededor del clitelo. Este cinturón se desplaza lentamente hacia delante por movimiento peristáltico del saco muscular cutáneo. Al pasar frente a los dos orificios sexuales femeninos son depositados en el cinturón un o varios huevos. Entonces el gusano se saca poco a poco hacia atrás el cinturón; al pasar frente a la entrada de los receptáculos seminales es añadida al esperma. Una vez que el cinturón ha salido por completo, se cierra por delante y por atrás en una formación de forma de limón, que se contiene huevos y esperma, la cual recibe el nombre de capullo (Kukenthal et al., 1969).

Capullo.

El capullo se deposita en el suelo húmedo donde algunos cigotos toman la forma de gusanillos (Silvernale, 1984).

Pocos días después de la cópula, el gusano secreta un capullo para ovipositar en él. Lo primero que sucede es que secreta un tubo mucoso alrededor de los segmentos anteriores, incluso el clitelo. Luego este último secreta una capa envolvente de material quitinoide de alta resistencia; es éste el que integra el capullo. La capa más profunda de la glándulas clitelares secreta albúmina en el espacio entre la pared del capullo y el clitelo (Barnes, 1989).

Cuando el capullo está completamente formado, se desliza hacia delante sobre el extremo anterior, conforme el gusano tira hacia atrás (figura 14D). Los huevos salen por el gonoporo femenino y quedan dentro del capullo mientras éste se desliza del clitelo y pasa encima de esos orificios. También los espermatozoides quedan depositados en el capullo, con forme éste pasa por las espermatecas. A medida que el capullo se desliza encima de la cabeza del gusano y queda libre de éste, el tubo mucoso se desintegra con rapidez y los extremos del capullo se constriñen y se sellan (Figura 14F) (Barnes, 1986).

Estos capullos son de color amarillento y tienen forma ovoide (figura 14D a F). Los capullos de *Tubifex* miden 1.60 X 0.85 mm; los de *Lumbricus Terrestris* miden aproximadamente 7X5 mm. Los capullos más grandes son de *Megascolides australis*, que miden 75 X 22 mm. Cada capullo contiene de 1 a 20 huevos. Los Lumbrícidos se aparean continuamente en primavera y forman capullos cada tres o cuatro días, por lo general se reproducen una vez al año, y

después sus aparatos reproductivos se resorben, para volver a formarse al año siguiente (Barnes, 1984).

El crecimiento y la reproducción son regulados por neurosecreciones encefálicas, la hormona que produce el encéfalo parece estimular la reproducción en vez de inhibirla (Highnam y Hill, 1977).

Desarrollo Embrionario.

En general, los huevos de los grupos acuáticos, contienen grandes cantidades de vitelo. Por el contrario, las especies terrestres poseen huevos más pequeños y con poco vitelo, la albúmina del capullo satisface todas las necesidades nutritivas del embrión. El desarrollo de la embriogenia es directo (sin estadios larvarios) y ocurre totalmente dentro del capullo (Barnes, 1989).

Los individuos juveniles emergen del extremo del capullo después de un periodo de ocho días a varios meses. *Lumbricus* eclosiona de 12 a 13 semanas; en *Lumbricus terrestris* sólo un huevecillo depositado eclosiona y se desarrolla. Los Lumbrícidos alcanzan su madures sexual en seis meses a un año. *Lumbricus terrestris* tarda aproximadamente 200 días, algunos enquitraeidos habitantes de los filtros de drenaje, alcanzan la madurez sexual en 13 a 28 días, de modo que el intervalo entre generaciones es de uno a dos meses (Learner,

1972), algunos tubícidos viven durante dos años, se reproducen una sola vez y luego mueren (Barnes, 1986).

Eclosión.

La eclosión generalmente se realiza en 2 o 3 semanas. No todos los huevecillos dan origen a gusanos. Algunos se transforman en células alimenticias que proporcionan sustento a un solo embrión en cada estado de desarrollo. Las lombrices al nacer no reciben atención por parte del progenitor y se parece mucho al adulto a excepción del tamaño y la ausencia del clitelo (Silvernale, 1984).

BALANCE HÍDRICO.

El equilibrio de sal y agua, es regulado por los nefridios (figura 9). La orina es hipoosmótica y debe ocurrir una considerable reabsorción de sales mientras el líquido pasa por el túbulo nefridial. También la piel absorbe activamente algunas sales (Barnes, 1989).

En las lombrices de tierra, la principal vía de absorción y pérdida de agua es la piel. Al descargar la orina en el aparato digestivo, buena parte del agua restante es reabsorbida conforme pasa por el intestino. Los gusanos con

sistemas enteronéfricos toleran suelos mucho más secos o no tienen que sepultarse a gran profundidad durante los periodos de sequía (Barnes, 1989).

QUIESCENCIA.

Unas especies de oligoquetos acuáticos se pueden enquistar cuando las condiciones son desfavorables. El gusano secreta una resistente cubierta mucosa que forma la pared del quiste, algunas especies forman quistes estivales para protegerse contra la deshidratación; otras, forman quistes invernales cuando la temperatura del agua desciende (Barnes, 1989).

Durante los periodos de sequía o el invierno, las lombrices de tierra migran a estratos más profundos del suelo, hasta 3 m en el caso de algunas especies de la india. Después de esa migración. Algunas entran en estado de quiescencia y llegan perder hasta 70% de su agua. El equilibrio se restablece y la actividad se reanuda tan pronto como vuelve a haber agua (Barnes, 1989).

HÁBITAT Y DISTRIBUCIÓN ECOLÓGICA DE LAS LOMBRICES.

Los oligoquetos viven en todo tipo de hábitat dulceacuícolas, son abundantes en aguas pocas profundas. La abundancia de diferentes especies

entre los oligoquetos acuáticos puede ser un buen indicador de contaminación del agua (Goodnight, 1973).

Los anélidos de California, están adaptados a las regiones áridas del sudoeste de los Estados Unidos y México (Müller, 1979).

Se han descrito 200 especies de oligoquetos marinos, los cuales pertenecen a las familias Enchytraeidae y Tubificidae, habitan por lo general en las zonas supralitoral y litoral. Los oligoquetos de la fauna intersticial viven bajo rocas de la zona litoral o sobre algas sueltas (Giere y Pfannkuche, 1982).

Existen diez familias de lombrices de tierra, de las cuales 4 contienen abundantes especies: Glossoscolecidae, Lumbricidae, Megascolecidae y Moniligastricidae. Todas son excavadoras y de amplia distribución, excepto en los desiertos. Sus poblaciones son muy numerosas y se han llegado a encontrar hasta 700 lumbrícidos por metro cuadrado de suelo agrícola. Los suelos ácidos son hábitats favorables para casi todas las lombrices de tierra. Los túneles de *Lumbricus terrestris*, van de la superficie del suelo a varios metros de profundidad. Los gusanos juveniles y especies pequeñas están restringidos a los primeros centímetros del humus (Martín, 1982).

Las actividades de las lombrices de tierra son benéficas para el suelo. Las extensas galerías mejoran el drenaje y la aireación del suelo. El suelo de capa profundas llega a la superficie en forma de deyecciones y la materia

orgánica pasa a niveles inferiores. En los trópicos existen algunas especies arborícolas los cuales viven en el humus y detritos acumulados en las axilas de las hojas y ramas de árboles (Barnes, 1989).

ACTIVIDADES DE LA LOMBRIZ DE TIERRA Y SU IMPORTANCIA EN LA AGRICULTURA.

Actividades de la lombriz de tierra.

Las lombrices de tierra hacen madrigueras subterráneas en forma de pequeñas o grandes galerías que a veces alcanzan hasta uno o dos metros de profundidad. Durante el día viven en sus galerías; durante la noche, salen de las mismas y despliegan sus actividades en la superficie. Durante el invierno su actividad disminuye considerablemente y se refugia en sitios profundos de sus galerías (Rioja et al., 1984)

Darwin escribió: "El arado es uno de los inventos más antiguos y más valiosos del hombre; pero antes de que existiera, la tierra era de hecho arada y aún lo continúa siendo por las lombrices (Silvernale, 1984).

Literalmente los gusanos se abren paso a través del suelo y llevan los materiales indigeribles a la superficie, estas sustancias son enriquecidos por la adición de sus desechos corporales (Silvernale, 1984).

Importancia en la agricultura.

Carlos Darwin con sus estudios demostró, que son de gran importancia y muy beneficiosas para la agricultura, por que remueven constantemente la tierra, osea que facilita la respiración de las raíces y de innumerables bacterias, muchas de las cuales contribuyen a efectuar la nitrificación de los suelos. De la misma manera, gran cantidad de tierra profunda, aún no aprovechada por las plantas, es transportada a la superficie por las lombrices, que de este modo remueven la tierra; esta acción favorece y sustituye en cierto modo la del arado y complementa la acción del agricultor en el laboreo de los campos y contribuyen a la formación del suelo vegetal (Rioja et al., 1984)

Los mayores beneficios que se obtienen de las lombrices se originan debido al continuo cultivo del suelo y su habilidad para formar capas superficiales de tierra. Naturalmente estos hábitos tienen efectos en la agricultura (Silvernale, 1984).

Los beneficios que ocasiona la lombriz en la agricultura son grandes, y no sólo por la elevada meteorización que llevan a cabo con sus largas galerías (Figura 16), sino porque los excrementos que desprenden constituyen un excelente abono del terreno, todo ello a parte de la tierra que pasa por su tubo digestivo queda bien preparado para el desarrollo de bacterias de interés agrícola (Bas, 1971).



Figura 16. Galerías de lombrices de tierra.

Las lombrices de tierra tienen importancia económica, porque su actividad cavadora en la tierra participa en la fertilización, aireación y elaboración del suelo (Wille, 1960).

Y a su vez, Artero (1981), menciona que, es un eficaz colaborador en la agricultura, ya que contribuye a mullir el terreno, airear la tierra y mezclar las capas superficiales con las profundas.

ESPECIES DE LOMBRICES DE IMPORTANCIA AGRÍCOLA

Lombriz de Tierra (Helodrilus foetidus)

Clasificación.

Dentro de los gusanos segmentados, la Lombriz de tierra roja híbrida, se clasifica en el Phylum Annelida, Clase Oligochaeta, existiendo 8,000 especies (Storer y Usinger, 1971; Chee, 1977).

Las lombrices de tierra más comunes en Estados Unidos de América, Oeste de Asia y Europa, están incluidas en la familia Lumbrícidas, la cual tiene alrededor de 220 especies (Chee, 1977).

Descripción.

La lombriz de tierra roja híbrida, conocida como lombriz de estiércol, gusano rojo o roja híbrida, se distingue por tener el clitelo a partir del segmento 25 y del lado ventral dos pequeños surcos hendidos (Ball y Curry, 1977, citado por García, 1978).

Rasgos Productivos.

Este anélido tiene características de importancia que lo hacen apto para la explotación intensiva: se adapta a condiciones de manejo intensivo, se reproduce rápidamente y en un espacio reducido, soporta condiciones de humedad adversas y posee una piel resistente (Chee, 1977)

Condiciones para su Desarrollo y Reproducción.

Condiciones para el desarrollo.

Para lograr un buen establecimiento de la lombriz se debe tener las condiciones del medio, adecuadas para su desarrollo normal. Entre las condiciones del medio, la temperatura y la humedad son las de mayor importancia, debido a que sus actividad depende primordialmente de estos factores. La temperatura óptima es de 18 a 22° C, temperaturas de 0° C así como superiores a 26° C son letales (De Calesta, 1978; Morgan, 1975; citados por García, 1978).

Para tener idea del contenido de humedad adecuada para la cama, se sugiere el siguiente método: se toma un poco de material de la cama con la mano, se aprieta y si la humedad es suficiente deberá dejar una o dos gotas de

agua, al dejarlo caer no debe quedarse pegado en la mano y debe partirse (González y Matsumoto, 1978).

El pH es otro factor no menos importante que debe ser controlado en la cama de las lombrices, procurando un rango de 6.8 a 7.0 (Chee, 1977). El óptimo es un pH de 7.0 o neutro; pH menor de 5.5 y arriba de 8.0 provoca detrimento en el crecimiento y en la actividad reproductiva (De Calesta, 1978, citado por García, 1978).

Para la reproducción de estos animales González (1978), reportan que no se requiere alimento especial ni equipos costosos. Necesita de un mínimo espacio vital y la cama se puede preparar con desperdicios que contengan materia orgánica (excremento de gallinas, vacas, conejos, etc.), que se pueda conseguir a un bajo costo e incluso regalado. Abe et al. (1977), recomiendan otros materiales: tierra de hojas, musgo, aserrín. Los materiales con alto contenido de celulosa como la paja, serrín, etc., constituyen el material de relleno (González y Matsumoto, 1978).

Reproducción.

La lombriz de tierra es hermafrodita, una lombriz adulta produce un huevecillo cada 7 a 10 días, el cual se incuba entre los 14 a los 21 días. De cada huevecillo nacen de 2 a 20 lombrices, con un número promedio de siete. La

lombriz madura asexualmente a los 60 días aproximadamente. Se ha estimado que 2,000 lombrices adultas pueden producir 1'000,000 de lombrices y cerca de 1,000 millones en 2 años; esto indica que, dependiendo de las condiciones del medio, la población se duplica cada 60 a 90 días. Se puede cosechar de 2.2 a 4.4 kg de lombriz por m² por mes, después de los primeros 60 días de haber iniciado su cría (González y Matsumoto, 1978).

Alimentación y Alimentos.

Los estiércoles de las especies domésticas y otros materiales con mayor contenido de nutrientes constituyen el alimento de las lombrices, se pueden alimentar con cualquier materia orgánica en proceso de descomposición, pero se debe vigilar que reciban la cantidad apropiada de proteína, ya que un alto porcentaje las daña, causando ulceraciones a lo largo de la lombriz y las hace salirse de la cama (González y Matsumoto, 1978).

De Calesta (1978), citado por García (1978), señala que las lombrices pueden consumir de 10 a 30% de su peso vivo por día; González y Matsumoto (1978), mencionan que la lombriz consume una cantidad de alimento equivalente a su peso vivo durante 24 horas. Cuando la cama esta lista se debe cubrir toda la superficie con 8 cm de excremento y humedecerlo (González, 1978).

CUADRO 4. ANALISIS PROXIMAL DE LOMBRIZ DE TIERRA (*Helodrilus foetidus* ROJA HÍBRIDA).

COMPONENTE (%)	FUENTE		
	(1)	(2)	(3)
Proteína cruda	64.86	63.40	60.00
Fibra cruda	0.75	2.00	1.94
E. etéreo	8.65	9.79	4.81
Cenizas	4.58	8.30	9.57
E.L.N.	21.16	16.51	23.68

(1) Abel et al. (1977).

(2) Muestras de lombrices obtenidas en la granja "El Refugio", Buenavista, Saltillo, Coah., 1980. El análisis se realizó en el Laboratorio de Bioquímica y Nutrición Animal de la UAAAN. No se lavó el tracto digestivo de las lombrices.

(3) Muestras de lombrices obtenidas en la granja "El Refugio", Buenavista, Saltillo, Coah., 1981. El análisis se realizó en un Laboratorio privado. No se lavó el tracto digestivo de las lombrices.

CUADRO 5. CONCENTRACIÓN DE AMINOACIDOS (% DE M.S.) E INDICE DE AMINOACIDOS ESCENCIALES (IAAE) EN LA LOMBRIZ DE TIERRA (*Helodrilus foetidus* Roja Híbrida), PASTA DE SOYA (sin cascarilla) Y HARINA DE PESCADO HERRING.

AMINOACIDOS	LOMBRIZ DE TIERRA (1)	PASTA DE SOYA (2)	HARINA DE PESCADO HERRING (2)
Alanina	3.59		
Arginina	3.55	3.68	4.84
Acido aspártico	4.75		
Cistina	0.55	0.73	
Acido glutámico	0.88		
Glicina	3.37		
Histidina	1.74	1.32	1.70
Isoleucina.	2.94	2.57	3.22
Leucina	5.08	3.82	5.34
Lisina	4.16	3.18	5.70
Metionina	1.17	0.72	2.10
Fenilalanina	2.14	2.11	2.79
Prolina	3.32		
Serina	2.89		
Treonina	3.04	1.91	3.00
Triptofano		0.67	0.81
Tirosina	2.19		
Valina	3.47	2.72	4.38
IAAE (%)	57.00	39.70	60.10

(1) Abe et al. (1977).

(2) N.R.C. (1977).

CUADRO 6. CONCENTRACIÓN VITAMINICA (ppm) EN LA LOMBRIZ DE TIERRA (*Helodrilus foetidus* Roja Híbrida) LIOFILIZADA (congelada-deshidratada).

Niacina	656.0
Riboflavina	157.0
Acido pantoténico	18.5
Tiamina HCl	13.7
Vitamina B 12	3.7
Acido fólico	1.6
Biotina	1.1
Vitamina A	0.0

(de Abe et al., 1977).

CUADRO 7. CONCENTRACIÓN MINERAL EN LA LOMBRIZ DE TIERRA

(*Helodrilus foetidus* Roja Híbrida) LIOFILIZADA.

MINERAL	%	PPM
Aluminio		184.2
Calcio	0.28	
Cobre		14.3
Hierro		414.3
Magnesio	0.14	
Manganeso		32.5
Fósforo	0.66	
Potasio	0.73	
Sodio	0.72	
Zinc		136.5

(de Abe et al., 1977).

Lombriz Roja Californiana (Eisenia foetida)

Clasificación.

Pacuso y Silencio (2000), clasifican a la lombriz roja californiana de la siguiente manera:

Reino: Animal.

Tipo (Phylum): Annelida.

Clase: Oligochaeta.

Familia: Lombricidae.

Género: Eisenia.

Especie: *foetida*.

Ciclo de vida.

Rodríguez y Angeles (2000), mencionan que diversos investigadores dividen el ciclo de vida de esta especie en cuatro etapas: a) apareamiento; b) formación de capullos; c) nacimiento de las crías o eclosión de los capullos; y d) madurez sexual (bajo sustrato de estiércol vacuno a una temperatura de 25°C y 75% de humedad).

1. Apareamiento.

Esta especie se considera hermafrodita incompleta, es decir tiene los dos sexos pero no hay autofecundación, para fecundarse requiere del apareamiento que consiste en el acoplamiento de dos lombrices donde hay contacto entre el aparato genital masculino de una con el aparato genital femenino de la otra.

2. Formación de capullos.

Los capullos son pequeñas bolsas que contienen los huevecillos que dan origen a la lombriz (figura 17), su formación inicia a los cuatro días después del apareamiento, puede ser sostenida durante 500 días; en promedio se producen 3.5 capullos por cada diez días; con una temperatura media de 25⁰C, el período medio de incubación es de 23 días, cada capullo producen 2.7 individuos, con promedio de 130 capullos por lombriz por año, con una media de 350 individuos al año por lombriz.

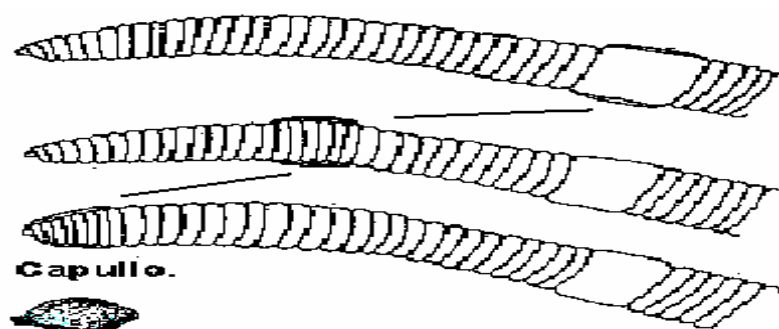


Figura 17. Formación de capullos.

3. Nacimiento de las crías o Eclosión de los capullos.

Al momento de la oviposición, los huevecillos son de color sepia; conforme van transcurriendo los días el color se vuelve café oscuro; al momento de nacer las crías rompen el capullo, el cual ha adquirido un color más oscuro. Las lombrices al nacer son de color blanco; entre los cinco y seis días adquieren una tonalidad rosa; a los 15-20 días se parecen fenotípicamente a sus progenitores. Desde el momento de nacimiento las lombrices son autosuficientes, comen solas, requieren para sobrevivir un sustrato lo suficientemente húmedo y tierno para ser dirigido por su minúscula boca; en esta etapa se presentan dificultades para clasificarlas taxonómicamente (figura 18).

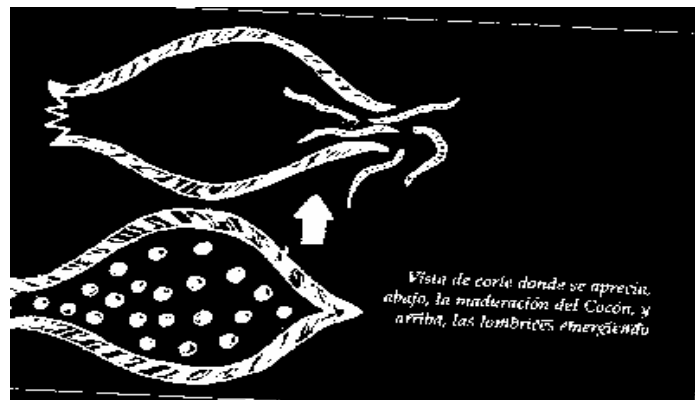


Figura 18. Nacimiento de lombrices.

4. Madurez Sexual.

En condiciones favorables, la progenie puede obtener la madurez sexual a los 40-60 días después de la incubación, es entonces cuando puede

comenzar a aparearse; esta etapa se caracteriza por la presencia de clitelo, los ejemplares llegan a medir de seis a ocho centímetros de longitud, con un diámetro que oscila entre los tres y cinco milímetros; son de color rojo oscuro, esta especie puede llegar a vivir 16 años. El alimento en la cría de lombriz puede ser estiércol vacuno, porcino, la fracción orgánica de los residuos domésticos, los lodos de depuradoras o mezclas de estos materiales. Debe vigilarse principalmente la temperatura (15 a 23⁰C), el pH (7) y la humedad (40%). En estas condiciones la lombriz puede comer su propio peso al día. La composición química del producto final o vermicopost, dependerá del tipo de residuos que la lombriz haya tenido como alimento. La *Eisenia foetida* se reporta como una variedad útil en el procesamiento de la basura urbana orgánica, pero algunos frutos o desechos orgánicos al momento de descomponerse liberan una gran cantidad de líquidos con características indeseables para la lombriz, lo cual retarda el tiempo de estabilización de la misma en la composta.

Diagnostico.

Se puede encontrar en pilas de abono. La forma de descubrir cuando tenemos una de estas lombrices es que cuando se agarra una, comienza a retorcerse, ondular y sacudirse. Tiene bandas alternadas de color amarillo y marrón a lo largo de su cuerpo (Sanzo, 2000).

Descripción.

Eisenia foetida, pertenece al grupo de lombrices que viven sobre el suelo y dentro de la materia orgánica; es un anélido cilíndrico cada anillo del cuerpo contiene cerdas no visibles, entre los anillos 32 y 38 encontramos un ensanchamiento o prominencia llamado clitelo, el mismo que tiene importancia en la reproducción; la longitud es de 7 a 10 centímetros de largo, con un diámetro de 3 a 4 mm. Un peso de 0.85 y 1.10 gramos, vive aproximadamente 16 años, incuban los huevos desde los 12 – 21 días; se acopla cada 7 días a partir de los 3 meses de edad, cada cápsula contiene de 2 a 20 lombrices pequeñas; la temperatura óptima es de 19 a 20 grados; tiene el 69 a 82% de proteína, la carne es de color rojo (Estupiñan, 1998).

Composición del Cuerpo de la Lombriz.

Compagnoni y Putzolu (1998), menciona que, el cuerpo de la lombriz roja, está constituida de un 70 a 80% de agua, de 20 a 30 % de materia seca, un 65% de proteína y un 10% de grasa.

Plagas y Enfermedades.

La lombriz no posee ningún tipo de defensa, por lo que cualquier organismo la puede atacar. No se le conocen enfermedades. Son atacados por hormigas, ciempiés, pájaros, ratones, topos, sapos, etc. (Pacuso y Silencio, 2000).

Compagnoni y Putzolu (1998), menciona que, varias especies de insectos y de escarabajos le perjudican a la lombriz. No parece ser que los virus puedan causarle daño. Entre los demás animales enemigos de la lombriz se encuentran los siguientes:

Las hormigas.

Estos insectos se llevan el alimento y aveces hasta matan las crías de las lombrices.

Las ratas y ratones.

Estos animales son un problema solo cuando se presentan en número considerable, debido a que revuelven el lecho buscando comida y estorban a las lombrices en su labor.

Los pájaros.

Las aves constituyen un serio peligro, sobre todo si aparecen en bandas o en gran número. Considerando a las gallinas.

Topos.

En particular son peligrosos y pueden destruir cultivos enteros, la lombriz constituye una fuente de alimentación muy rica para el topo.

El hombre.

Al hombre se incluye, puesto que en el pasado las exterminaba porque eran considerados perjudiciales para la agricultura.

Los agentes externos naturales.

Los agentes externos naturales como la alimentación y humedad causan un peligro a las lombrices, sobre todo el exceso de los mismos.

Los enemigos de la lombriz según Pérez y Díaz (1998), son: ratas, hormigas, aves, ranas y sapos, y gallinas (Figura 19).

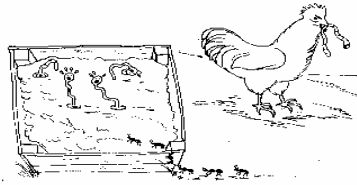


Figura 19. Gallina (Plaga).

Condiciones Ecológicas para su Desarrollo.

1.-Alimento y alimentación.

Juntar hojas de árbol (que no sea un árbol resinoso) que estén bien secas, ponerlas en un recipiente y llenarlo de agua para que las hojas absorban el máximo posible de humedad. Dejar las hojas en el agua un tiempo de 24 horas y volcar todo en algún rincón húmedo en la tierra o en algún recipiente que no acumule agua, pero que conserve la humedad. A esto se le puede agregar papel de diario bien mojado y picado. Procurando que el preparado conserve la humedad (80% aproximadamente), en unos cuantos días se convierte en un alimento perfecto para las lombrices. Otros alimentos recomendados son la yerba mate y el té usados (Bollo, 1999).

El sustrato se prepara primero juntando los materiales y dejándolo fermentar por mas o menos 2 meses. Se le da vuelta cada 6 días para facilitar el proceso de descomposición de los materiales. Cuando el sustrato tenga una

temperatura de 18 a 25° C, puede utilizarse como alimento de la lombriz (Pérez y Díaz, 1998).

La comida que se les brinde debe ser material orgánica parcial o totalmente descompuesto (Pacuso y Silencio, 2000).

En la alimentación, se utilizan capas delgadas de alimento (máximo 4 cm) para evitar el calentamiento de éste cuando se usa muy fresco, para facilitar la aireación del cultivo, asegura la transformación de la humedad y mantener las lombrices alimentándose en la parte superior (Anónimo, sin fecha).

El cultivo de la lombriz roja debe alimentarse con el humus completamente descompuesto. La cantidad de alimento depende de la densidad de población. Así, para un lecho con 20 mil lombrices por 1 m², se puede necesitar 20 Kg. de humus cada 8 días, adicionando capas que no excedan los 10 cm de espesor. La lombriz consume diariamente su propio peso en alimento (Rabe, sin fecha y AUPEC, 1997).

a) Humedad de alimento.

Cuidar que no se produzcan inundaciones, ya que las lombrices huirán en caso de inundación (Bollo, 1999).

La humedad debe estar entre 70 a 80%. La lombriz respira por la piel y si hay mucha humedad se ahoga. La humedad se mide sacando un puñado del material y observando que al apretarlo se suda un poco de agua entre los dedos (Pérez y Díaz, 1998).

La cuna debe regarse una o dos veces por semana durante 1 minuto en el periodo de otoño-invierno y en verano todos los días durante 4 segundos (figura 20). La humedad del medio es óptima cuando al apretar un puñado de material totalmente húmedo no caen gotas. Regar solamente los 10 a 15 cm superior de la cuna (Sanzo, 1000).

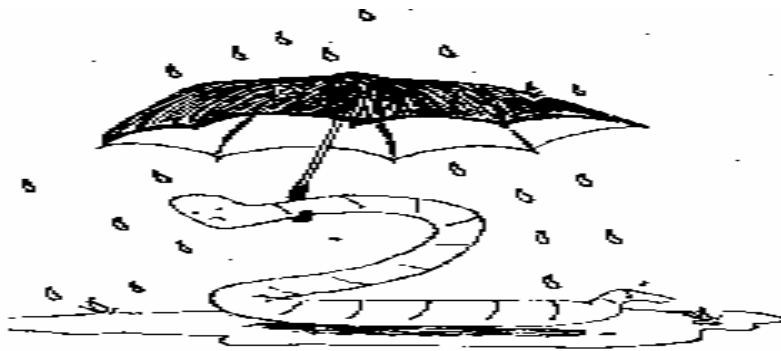


Figura 20. Riegos de la cuna.

b) pH del alimento.

Este puede oscilar entre 6.2 y 7.8 aproximadamente, siendo 7 lo ideal. Las lombrices no pueden vivir en un medio ácido ni alcalino (Bollo, 1999).

c) Manejo del pH del alimento.

Esto se logra colocando 5 lombrices en el sustrato. Si se sumergen y si dentro de una hora no salen a la superficie, significa que sí les gustó la acidez. Cuando el pH no es adecuado saldrán a la superficie (Pérez y Díaz, 1998).

d) Temperatura del alimento.

La temperatura ideal para la cría de lombriz californiana es de 21° C, pero ésta puede sobrevivir en temperaturas de 0° C hasta 41° C, por lo tanto puede criarse al aire libre en cualquier hogar o campo de climas templados. Las lombrices sólo se reproducen cuando las temperaturas de su hogar oscila entre los 14 y 27° C, siendo la óptima de 21° C (Bollo, 1999).

La temperatura debe estar de 18 a 25° C que es aproximadamente la temperatura del ambiente común (Pérez y Díaz, 1998)

e) Manejo de la temperatura en el alimento.

Si la temperatura se eleva demasiado, no agregar agua ya que este cierra los poros del material impidiendo que el calor se difunda. Tampoco revolver el material ya que esto sólo avivará más la reacción. Solamente, se debe de retirar un poco del material superior (1.5 a 2 cm) y todo volverá a la normalidad. Si la temperatura disminuye. Las lombrices se irán al fondo

aletargándose: No poner capa gruesa de material, hacer un montículo para que levante la temperatura y las lombrices suban (Sanzo, 2000).

En tiempo de frío, se tapa las cajas de cría con cascabillo de frijol para que las lombrices se mantengan más calientes y no salgan de las cajas y en tiempos de calor, se riega diariamente un poco de agua para que se mantengan las lombrices frescas (Pérez y Díaz, 1998).

CRÍA INTENSIVA DE LOMBRICES ROJAS CALIFORNIANAS

La lombricultura intensiva se realiza en una estratificación de material orgánico, generalmente estiércol procedente de caballerizas, tambos o mataderos, llamada cuna, litera o lecho sobre la cual se incorporan las lombrices. Las cunas se instalan al aire libre, aunque en zonas muy frías es conveniente utilizar invernáculos (Sanzo, 2000).

El Terreno.

Cuando se crían lombrices a la intemperie es muy importante ubicarlas en un lugar sombreado. Los árboles de hojas caducas son los más apropiados, descartando árboles resinosos (pinos) y aquellos que contengan tanino

(nogales). El terreno debe poseer una ligera pendiente para que el agua de lluvia se escurra con facilidad (Sanzo, 2000).

Composteras.

Las composteras según Sanzo, (2000), pueden tener cualquier dimensión. Hay dos tipos: Tolva y cuna.

1.-Tolva.

La tolva más sencilla es un simple tacho. La basura se tira por la parte superior y el humus se saca por abajo. La compostera se coloca en un lugar sombreado, que no se inunde y cubrirla con una maya.

2.-Cuna.

La cuna es un contenedor rectangular hecho con placas de chapa o madera. La materia orgánica se va incorporando por capas.

Los lechos pueden ser simples montículos alargados o pueden estar contruidos con alambre o placas metálicas. Las cunas pueden hacerse bajo tierra, cavando un pozo de más de 1 m de ancho por 50 cm de profundidad. Las dimensiones de las cunas varían de acuerdo al tipo de explotación: desde 1X3

m cuando se usa una carretilla en instalaciones pequeñas, hasta 1.80X3.60 en granjas donde se emplea un tractor con pala mecánica. El alto de la cuna no debe superar los 30 a 40 cm. para facilitar el laboreo, las cunas deben estar en líneas no mayores de 30 m de largo.

Criaderos.

Compagnoni y Putzolu (1998), mencionan que los ciclos de los cultivos de las lombrices se dividen en 4 fases:

- A) Instalación general del cultivo, preparación e inseminación de las lombrices.
- B) Alimentación (3 veces).
- C) División de los lechos (Cada 3 meses).
- D) Colecta de humus (1 o 2 veces al año).

Tipos de Instalaciones.

Compagnoni y Putzolu (1998), mencionan que los posibles tipos de instalaciones que se pueden utilizar para los cultivos de lombrices son cajones, fosas enterrados y ladrillos.

a) Cajones.

Tienen la desventaja de que el costo inicial es muy elevado sin que se vea compensado por un aumento paralelo de la producción.

b) Fosos enterrados.

Los cajones pueden aplicarse para los fosos enterrados. El fondo se prepara con arena para drenaje del agua.

c) Ladrillos.

Son simples ladrillos como los que se emplean en la construcción, cumplen la función meramente estética y no aportan ningún aumento en la producción.

Procedimiento para la Elaboración de Humus.

A la cuna se le coloca una pequeña capa de zacate seco. A continuación se le coloca el estiércol aproximadamente 3 cuartas partes de la cuna. Después se colocan las lombrices en la superficie de ésta, cuando ya estén todos adentro, se riegan las cunas y dejarlas inclinadas para escurrir el agua (Pacuso y Silencio, 2000).

La producción de abono según Pérez y Díaz (1998), consiste en distribuir el sustrato en cajas de plástico de 70 cm de largo por 40 cm de ancho y 30 cm de alto, y se colocan 6 mil lombrices. En un mes está listo el abono.

Extracción de Lombrices y Cosecha Humus.

a) Extracción de lombrices.

El ciclo de producción en la cuna es de 3 meses. Cuando falten 15 a 7 días para realizar la cosecha se alimenta a las lombrices con un sebo para atraer al mayor número de las mismas a la superficie de la cuna y proceder a su extracción. También se puede emplear borra de café o melaza. Para extraer las lombrices se coloca sobre la cuna entre 3 y 4 cm de sebo. Después se moja y se cubre con la media sombra. Al cabo de 72 horas se llenará de lombrices. Con una horquilla carbonera se sacan de 5 a 7 cm de la capa superior (Sanzo, 2000).

Para la extracción de lombrices, se deja uno o dos días sin alimento (no agregar alimento), y después poner alimento nuevo aún lado del lugar donde se encuentra (Pacuso y Silencio, 2000).

b) Cosecha de humus.

Una vez retirada la mayor parte de la población de lombrices de la cuna, se extrae el humus inmediatamente. Un metro cúbico de humus pesa 500 Kg, su peso específico es de 0.5 a 0.9. si supera estos valores puede contener tierra (PE=1).

**MÉTODO PARA PREPARAR HUMUS DE LOMBRIZ, CUIDADOS Y
COSECHA DE HUMUS.**

Ésta técnica es recomendada por Anónimo (1999), y que a continuación se describe:

Método.

1. Preparar abono para alimentar a las lombrices, debe usarse después de 40 a 45 días después de haber hecho la pila (figura 21).



Figura 21. Elaboración del alimento.

2. Preparar un criadero. Con tablonces de madera construir una cama de 1 m de ancho y 3 m de largo y 30 cm de altura (figura 22).



Figura 22. Elaboración del criadero.

3. Comprar o conseguir lombrices rojas de California. Comprar 9000 lombrices para la cama de 3 m (figura 23).



Figura 23. Compra de lombrices.

4. Colocar 25 a 30 cm de abono no terminado (de 40 a 45 días) (figura 24).

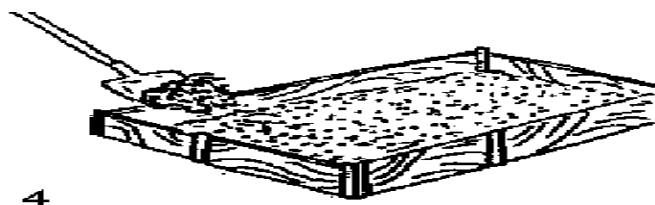


Figura 24. Colocación del alimento.

5. Distribuir las lombrices en la superficie del criadero, sobre el abono (figura 25).

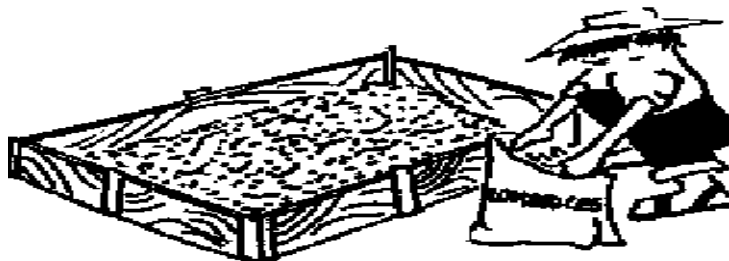


Figura 25. Distribución de lombrices.

6. Regar periódicamente para mantener una buena humedad adecuada (en verano se debe regar todos los días) (figura 26).



Figura 26. Riego de la cama.

Cuidados.

Los cuidados recomendados para la preparación del humus de lombriz son las siguientes:

1. Al mes, revolver bien con la pala de dientes y agregar sobre la cama un cordón de abono no terminado. Ésta operación se repite una vez al mes (figura 27).



Figura 27. Cuidados de la cama.

2. Mantener el criadero con buena humedad.
3. Después de 6 meses el humus de lombriz estará terminado.

Cosecha:

1. No regar, por 3 a 4 días (figura 28).

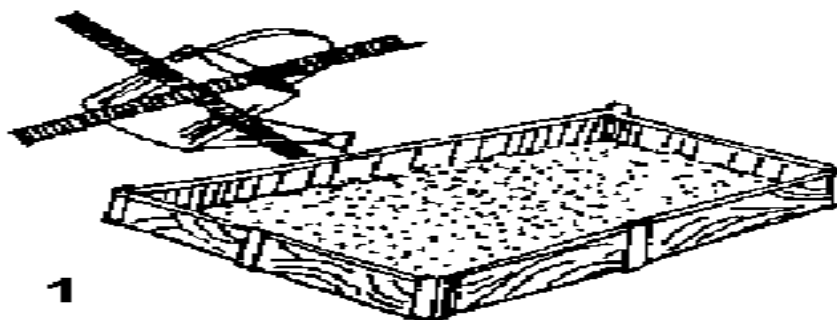


Figura 28. Suspensión del riego.

2. Colocar un nuevo cordón de abono no terminado y regar sólo por 3 a 4 días (figura 29).

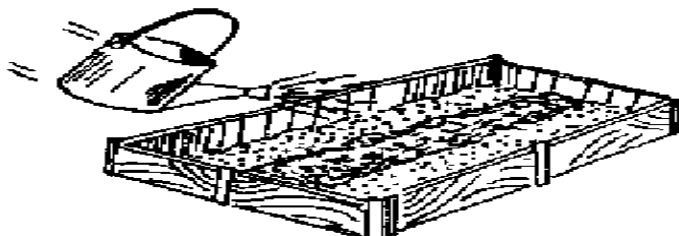


Figura 29. Riego y aplicación del alimento.

3. Las lombrices se mudarán rápidamente al cordón donde hay alimento y humedad (figura 30).

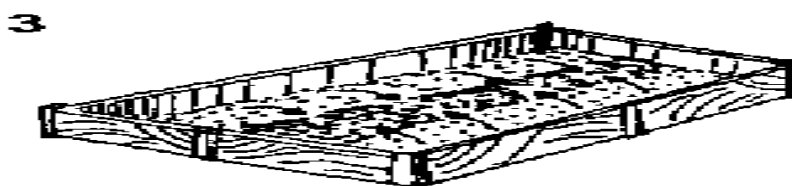


Figura 30. Mudación de lombrices.

4. Después de 2 días sacar sólo el cordón (allí están las lombrices). En la cama queda el humus terminado (figura 31).

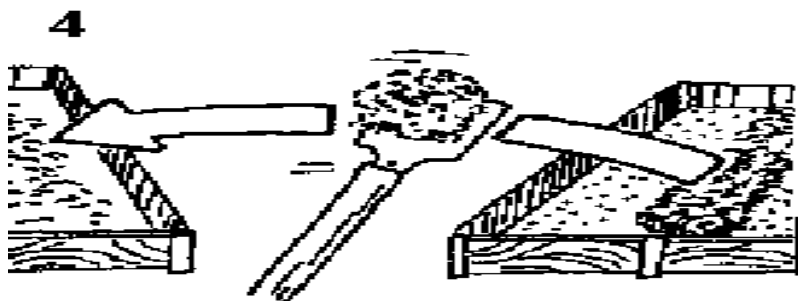


Figura 31. Cosecha de lombrices.

5. Luego de extraer el cordón con lombrices, se tamizará el humus terminado (figura 32).

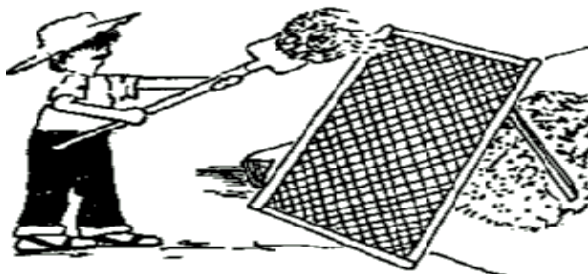


Figura 32. Tamizar el humus terminado.

Característica.

El humus terminado, según el autor antes mencionado debe tener las siguientes características: De color oscuro uniforme, Sin olor, Muy suelto y esponjoso, con humedad adecuada(figura 33).

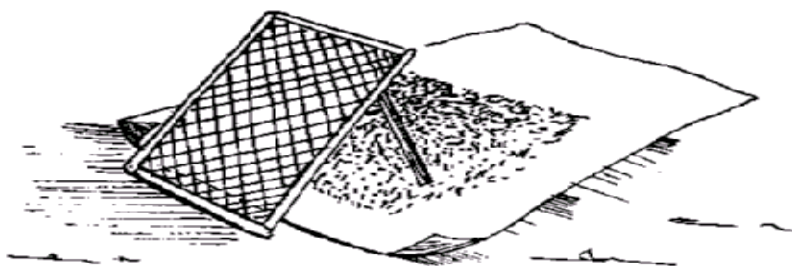


Figura 33. Características del humus.

Si la cama de 1X3 m, cada 6 meses se puede extraer 400 kg. de humus. Con ésta cantidad se puede abonar 300 a 400 m de una huerta.

COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL HUMUS DE LOMBRIZ

Koers (1999), menciona que la composición media del humus de lombriz es:

Humedad: 40-45%, Materia orgánica:50%, Cenizas max: 50%, N: 1.8%, P₂O₅: 1.9%, K₂O:1,9%.

Compagnoni y Putzolu (1998), mencionan que el humus tiene la siguiente composición (Cuadro 8):

CUADRO 8. COMPOSICIÓN DEL HUMUS DE LOMBRIZ (COMPAGNONI Y PUTZOLU, 1998).

Componentes del humus	Cantidad de los componentes
Materia orgánica:	55 a 70% sobre la materia seca.
Humedad:	30 a 40% sobre la materia seca.
Ácidos húmicos totales:	4 a 17% sobre la materia seca.
PH:	6.7 a 7.2.

CONTINUACIÓN. CUADRO 8.

Componentes del humus	Cantidad de los componentes
Población microbiana:	
Bacterias (en 1 gr.):	1,000 millones de células.
Actinomicetos (en 1 gr.):	24 millones de células.
Microhongos (en 1 gr.):	4,500 millones de células.
Microflora total:	1,028 millones de células.
Nutrientes nimerales:	
Nitrógeno total:	1.5 a 2% sobre la materia seca.
Anhídrido fosfórico:	2 a 2.5% sobre la materia seca.
Óxido de potasio:	4 a 6% sobre la materia seca.

La composición del humus según Rábe (sin fecha), (Cuadro 9).

CUADRO 9. LA COMPOSICIÓN DEL HUMUS (RÁBE, SIN FECHA).

Componentes del humus	Cantidad
Humedad	57.64 %
Materia orgánica	0.79 %
Nitrógeno	2.91 %
Fósforo	2.01 %
Potasio	1.80 %
Calcio	4.60 %

CONTINUACIÓN. CUADRO 9.

Componentes del humus	Cantidad
Magnesio	0.64 %
Hierro	0.60 %
y altas concentraciones de Manganeso, Cobre, Zinc y Cobalto.	

La composición del humus según González (1999), cita lo siguiente:

CUADRO 10. COMPOSICIÓN DEL HUMUS DE LOMBRIZ (GONZÁLEZ, 1999).

Componentes del humus	Cantidad
Nitrógeno total	1.95 a 2.2%
Fósforo	0.23 a 1.8%
Potasio	1.07 a 1.5%
Calcio	2.70 a 4.8%
Magnesio	0.3 a 0.81%
Hierro disponible	75 mg/l
Cobre	89 mg/kg.
Zinc	125 mg/kg.
Manganeso	455 mg/kg.
Boro	57.8 mg/kg.
Carbonato orgánico	22.53%

CONTINUACIÓN. CUADRO 10.

Componentes del humus	Cantidad
C/N	11.55
Ácidos húmicos	2.57 g Eq/100 g
Hongos	1500 c/g
Levaduras	10 c/g
Actinomicetos totales	170,000,000 c/g
Actinomiceto quitinasa	100 c/g
Bacterias aeróbicas	460,000,000 c/g
Bacterias anaeróbicas	450,000 c/g
Relación Aeróbicas/Anaeróbicas	1:1000.

Bollo (1999), menciona otras características del humus de lombriz, tales como a continuación se describe en el cuadro 11.

CUADRO 11. CARACTERÍSTICAS DEL HUMUS DE LOMBRIZ (BOLLO, 1999)

PH 7.2	Ca total 2.8 a 8.7%
Materia orgánica 30 a 50%	Mg total de 0.2 a 0.5 %
Ca CO ₃ de 8 a 14%	Mn total de 260 a 576 ppm
Cenizas de 27.9 a 67.7%	Cu total de 85 a 490 ppm
Carbono orgánico de 8.7 a 38.8%	Zn total de 87 a 404 ppm

CONTINUACIÓN. CUADRO 11.

Nitrógeno total de 1.5 a 3.35%	Capacidad de retención de humedad 1.300 cc/kilo seco
NH ₄ /N total de 20.4 a 6.1%	Actividad fitohormonal 1 ml/l de CHS.
NO ₃ /N total de 79.6 a 97%	Superficie específica de 700 a 800 m ² /gramo.
N-NO ₃ de 2.18 a 1693 ppm	Humedad de 45 a 55%
CIC de 150 a 300 meq/100 de humus	Relación C/N 9-13
Fósforo total de 700 a 2,500 ppm	Flora microbiana de 20 a 50,000 millones/g de S.S.
Potasio total de 4.4 a 7.7 ppm	

CUADRO 12. ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL HUMUS DE LOMBRIZ.

Materia Orgánica (%)	22,0
Carbono Orgánico (%)	13,0
N-NO₃⁻ (ppm)	80,0
Fósforo - Bray (ppm)	744,1
pH Actual	6,98
Ca²⁺	43,05
Mg²⁺	0,45
Na⁺	1,63
K⁺	5,31
Extracto de Saturación:	
Conductividad Eléctrica (dS/m)	10,0
P.S.I.	3,0

Fuente de Internet: <http://acrux.org/CLC/>

APLICACIONES PRÁCTICAS DEL HUMUS DE LOMBRIZ EN LA AGRICULTURA.

En la Fruticultura.

Las cantidades de humus que se deben administrar en el abonado de frutales y viñedos se indican en el cuadro 13 (Compagnoni y Putzolu, 1998).

CUADRO 13. ABONADO DE CULTIVOS FRUTÍCOLAS CON HUMUS DE LOMBRIZ.

Cultivos	Compuesto puro, por planta	Compuesto integrado, por planta	Compuesto integrado, en campo
Jóvenes	1 a 2 Kg.	2 a 3 Kg.	2000 a 2500 kg./ha.
Adultos	2 a 3 Kg.	4 a 5 Kg.	2000 a 2500 kg./ha.

Pérez y Díaz (1998), con sus experiencias, recomiendan aplicar el abono de lombriz aproximadamente a 30 cm al lado del árbol de café o frutal, se hace un canal en la forma de una media luna arriba de la planta en su terraza (Figura 34). Se aplica entre 50 gramos para plantas pequeñas hasta 250

gramos de abono para plantas maduras. Con esa dosis se puede ver una diferencia en el desarrollo del tallo y la hoja, y en el sabor y color de la fruta.



Figura 34. Aplicación de humus de lombriz en frutales.

En Viveros.

Compagnoni y Putzolu (1998), recomiendan lo siguiente:

En la preparación de las estacas. Enriquecer el terreno con humus, adicionando a razón del 30% aproximadamente.

Para los trasplantes. Preparar una mezcla de humus y tierra de vivero, a razón de 80% de tierra y 20% de humus.

En las plantas del vivero. Abonar en primavera a razón de 5 a 6 Kg. de humus integrado por planta.

En Cultivos Hortícolas.

Compagnoni y Putzolu (1998), recomiendan los siguientes cultivos hortícolas:

Huerto familiar. El abonado con humus de lombriz se efectúa a mano. Para los trasplantes se aconseja efectuar una aplicación localizada, con humus puro, depositando un puñado en cada agujero.

Cultivos hortícolas industriales. La aplicación del abono se efectúa a pleno campo, se aconseja al momento de la siembra o al trasplante (Cuadro 14).

CUADRO 14. PRONTUARIO PARA EL USO DEL HUMUS DE LOMBRIZ EN HORTICULTURA.

Cultivos	Consumo aconsejado por hectárea			
	K ₂ O (Kg)	Humus de lombriz (Kg)	N (kg.)	P ₂ O (kg.)
Ajo	30-50	15	50	20
Sandía	60-65	15	50	20
Zanahoria	80-200	16	70	30
Coliflor	80-250	16	100	40
Brócoli	80-250	16	100	40

CONTINUACIÓN. CUADRO 14.

Cultivos	Consumo aconsejado por hectárea			
	K ₂ O (kg.)	Humus de lombriz (kg.)	N (kg.)	P ₂ O (kg.)
Repollo	80-250	16	100	40
Pepino	80	16	50	40
Cebolla	140-150	16	100	40
Fresa	60	18	50	100
Lechuga	120	17	55	20
Melón	70-150	16	40	30
Patata	150-200	16	10	60
Tomate	60-90	15	60	40
Rábano	70-200	16	60	30
Calabaza	50-100	16	45	10

González (1999), aconseja la siguiente recomendación para el uso del humus:

Plantas de café: 250 gr. de humus por planta, más 50% del abono orgánico.

Almácigos: 4 partes de suelo y una de humus, Plantas de jardín: según el tamaño, de 100 a 250 gr. por planta, Árboles frutales: 2 kg. de humus por árbol, abonar en corona y Pastos y canchas de fútbol: 150 gr. por metro cuadrado.

OTROS USOS DE LA LOMBRIZ.

Compagnoni y Putzolu (1998), mencionan que la lombriz roja de California puede usarse como cebo y para la transformación ecológica.

Como cebo. El uso tradicional y más conocido de la lombriz es como cebo de pesca; fue con esta finalidad que se inició su cultivo. El consumo es de 1,000 lombrices por pescador por año.

Para la transformación ecológica. Se puede utilizar también la lombriz para la transformación ecológica de cualquier tipo de materiales de origen orgánico biodegradable, como desechos sólidos urbanos, los barros de las depuradoras de agua, follaje, herbajes, residuos de fábricas de papel, de la industria cervecera, de comedores y de las industrias alimentarias en general.

COSTOS DE HUMUS Y DE LOMBRICES

Según Pérez y Díaz (2000), los precios de humus y lombrices son:

- Abono terminado - medio fino cuesta \$5 pesos el kilo.
- Abono terminado - fino cuesta \$10 pesos el kilo.
- La lombriz se vende a \$1 peso por lombriz.

CUADRO 15. CUADRO COMPARATIVO ENTRE HUMUS DE LOMBRIZ Y
ABONOS INORGÁNICOS.

	Humus de Lombriz	Abonos inorgánicos
Dosis de aplicación	A mayor cantidad, mayor beneficio	En dosis excesivas, hay graves perjuicios
Vencimiento	Cuanto más viejo, más nutritivo	Tiene corta vida útil
Acidez/alcalinidad	Lleva el pH del suelo hacia lo neutro (pH 7)	Acidifica o alcaliniza el suelo según la sal usada
Estructura del suelo	Hace el suelo más suelto y mejora la aireación	Genera apelmazamiento del suelo
Nutrientes	Están equilibrados	Hay poco aporte de micronutrientes
Beneficios	A corto, mediano y largo plazo	A corto plazo, hay mejoras. A mediano y largo se debilita el suelo y se hace dependiente de nuevos aportes
Microorganismos	Aporte de millones de microorganismos beneficiosos	No aporta y por cambios de pH se desarrollan los perjudiciales

CONTINUACIÓN. CUADRO 15.

	Humus de Lombriz	Abonos inorgánicos
Ecología	El abono es producto del reciclaje de desperdicios urbanos y agrícolas	Producen desertificación del suelo y contaminación del agua.
Costo	Mayor costo al iniciar el abonado pero disminuye con el tiempo	Es barato, pero se hace dependiente de continuas aplicaciones

Fuente de Internet: <http://acrux.org/CLC/>

LITERATURA CITADA

Abe, R.K; W.L. Braman y O. Simpson. 1977. Producing Earthworms. Fort Valley State College. Fort Valley, Georgia, U.S.A. 12 pp.

Anónimo, sin fecha. Avances Técnicos Cenicafpe. No. 225. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Fuente de Internet: <http://members.estripod.de/luisfdo/personal/lombri.htm>

Anónimo. 1973. Zoología Pintoresca. Editorial Ramón Sopena, S.A. Barcelona, España. 520 p.

Anónimo.1999. "Una huerta para todos". Manual de Auto-institución. 1ª Edición. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Santiago, Chile. 175 p.

Artero G, J Ma. 1981. Zoología II. Introducción al Mundo de los Invertebrados. 5ª edición. Editorial Everest, S.A. España. 158 p.

AUPEC,1997. Ciencia al día. Colombia. Fuente de Internet: <http://www.aupec.univalle.edu.co/informes/mayo97/boletin38/lombriz.html>.

Azcune, M. 2000. Historia de las Lombrices rojas. Diario La Nación, 17.01.2000.

Fuente de Internet: <http://lombricesrojas.com.ar/historias.htm>.

Barnes, R.D. 1984. Zoología de los Invertebrados. 3ª Edición. Traducido de la 4ª Edición en inglés. Interamericana. México, DF. 1157 p.

Barnes, R.D. 1986. Zoología de los Invertebrados. 4ª Edición. Traducido de la 4ª Edición en inglés. Interamericana. México, DF. 1157 p.

Barnes, R. D. 1989. Zoología de los Invertebrados. 5ª Edición. Respecto a la 4ª Edición en español. Interamericana. México, DF. 957 pp.

Bas P., C. 1971. La Vida Maravillosa de los Animales. Tomo II. Invertebrados. 3ª Edición. Instituto Gallach de Librería y Ediciones, S.L. Barcelona, España. 479 pp.

Bollo T., E. 1999. Lombricultura SCIC. 1ª Edición. Centro de Investigación y Desarrollo. Ecuador. Fuente de Internet: <http://www.manualdelombricultura.com/lombricultura4.htm>

Brinkhurst, R. O., and Jamieson, B. G. M. 1972. Aquatic Oligochaeta of the World. Toronto University Press, Toronto. 860 pp.

- Bruker, E. 1911. Iniciación Zoológica. Colegio de Iniciaciones Científicas.
Librería de la Vda de C Bouret. París-México. 214 p.
- Cendrero C., O. 1938. Zoología. Curso Elemental de Historia Natural. 7ª
Edición. Paris, Francia. 336 p.
- Cifuentes, J.L; Fernández A, A., y Segura P., L. 1973. Diversidad de los
Animales. 1ª edición. Diseño y Composición Litográfica, S.A.
México 63 p.
- Compagnoni, L., y Putzolu, G. 1998. Cría moderna de las Lombrices y
Utilización Rentable del Humus. Editorial de Vecchi, S. A.
Barcelona, España. 127 pp.
- Coronado, P, R y A. Márquez Delgado. 1990. Introducción a la Entomología.
Omega. Barcelona, España.
- Cortés H., S. E. 1993. Manual de Zoología. Universidad Autónoma Chapingo.
México, DF. 268 p.
- Chee, B.G. 1977. The Techniques of Earthworms Farming. B.t. Publishing.
Tulsa, Okñahoma, U.S.A.

Estupiñán R, E. 1998. Lombricultura Alternativa para Fertilizar el Suelo.
Proyecto de lombricultura en la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Fuente de Internet:

http://www.utc.edu.ec/Alma_Mater/Revista_6/Contenido_3.htm

García G., F. 1978. Utilización de Lombriz roja (*Helodrilus foetidus*) como Sustituto Parcial de Proteína en la Alimentación de Gallinas Ponedoras. Tesis Profesional, E.N.A. Chapingo, Estado de México, Méx. 43 pp.

Gardiner, M. S. 1978. Biología de los Invertebrados. Ediciones Omega, Barcelona. 940 pp.

Gardiner, M.S. 1972. The Biology of Invertebrates. McGraw-Hill Book Company. USA: 954 p.

Gassé, P.P. 1982. Manual de Zoología I. Invertebrados. 19ª Edición. Editorial Toray-masson. Barcelona. España. 214 pp.

Giere, O., and Pfannkuche, O. 1982. Biology and Ecology of Marine Oligochaeta, a Review. Oceanog. Mar. Biol., Ann. Rev., 20:173-308.

González, A. 1999. Proyecto de Lombricultura Programa Nacional Agricultura Orgánica. San José, Costa Rica.

González C., J.R., y O.N. Matsumoto. 1978. Instrucciones de Cría y manejo de Lombriz de Tierra variedad Roja Híbrida. Mimeógrafo. Granja El refugio. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 15 pp.

Goodnait, C. J. 1973. The Use of Aquatic Macroinvertebrates as Indicators of Stream Pollution. *Trans. Am. Micr. Soc.*, 92(1):1-13.

Gordon, A. 1975. Zoología General 3ª Reimpresión de la primera edición en español. CECSA. México. 355 p.

Haro V., A.D. Sin fecha. Atlas de Zoología. Facultad de Ciencias de Salamanca.

Hegner, R.W. 1935. Laboratory Guide for College Zoology. New York. The Macmillan Company. United State of America. 75 p.

Hickman, C.P. 1973. Biology of the Invertebrates. Second Edition. The C.V. Mosby Company. United States of America. 757 p.

Highman, K. C., and Hill, L. 1977. The Comparative Endocrinology of the Invertebrates, 2nd Edition. University Park Press, Baltimore. 357 pp.

Jamieson, B. G. M. 1981. The Ultrastructure of the Oligochaeta. Academic Press, N. Y. 462 pp.

Jamieson, B.G.M. 1978. Phylogenetic and Phenetic Systematics of the Opisthoporou Oligochaeta. *Evolutionary*, 3:195-233

Kerkut, G.A. 1961. The Invertebrata. A manual for the use of Students. Fourth Edition. Cambridge At The University Press. Great Britain. 820 p.

Koers, J. H. 1999. Finca las Brañas. Camino del Carrizal s/n Villanueva de la cañada. Madrid, España. Fuente de Internet:
<http://www.arrakis.es/~koers/humus.htm>

Kukenthal, W; Mathes, E y Renner, M. 1969. Curso de Zoología. Editorial Académica, León, España. 635 p.

Learner, M. A. 1972. Laboratories Studies on the Life Histories of four Enchytraeid Worms wich Inhabit Sewage Percolating Filters. *Ann. Appl. Biol.*, 70(3):251-266.

Martín, N. A. 1982. The interaction Between Organic matter in Soil and the Burrowing Activity of thre Species of Earthworms. *Pedobiología*, 24(4):185-190.

- Mille P, S.R; Parra A, Ma. J; y Pérez C, A. 1993. Guía para la Identificación de Invertebrados. 1ª Edición. Editorial Trillas. México. 465 p.
- Müller, P. 1979. Introducción a la Zoogeografía. 1ª Edición. Editorial Bume, Barcelona, España. 232 p.
- N.R.C. 1977. Nutrient of Domestic Animals. Nutrient Requeriments of Poultry. 7th ed. Washington, D.C. National Academy of Science-National Research Council. 62 pp.
- Núñez, A. S. 1921. Zoología . Curso de Zoología Biológica. Librería de la Vda de Ch Bouret. París-México. 373 p.
- Pacuso y Silencio. 2000. Lombricultivos para la Elaboración de Humus. Expotecnia del instituto Técnico Ricaldone. Bachillerato General II. Fuente de Internet: <http://www.lumbricultivos.8k.com/métodos.html>
- Rabe, E. A. Sin fecha. Ciencia y Tecnología, Vol. 14. No. 3. Área de comunicación Social del Centro Regional de Investigación y Desarrollo de Santa Fé (CERIDE). Colombia. Fuente de Internet: <http://www.arcride.edu.ar/servicios/comunica/lombriz.htm>.
- Raspeño, N y Cuniolo, M. 1996. Revista Procampo. No. 27: Fuente de Internet: <http://www.tucuman.com/produccion/96may15.htm>

- Pérez S., M, y Díaz M., O. 1998. La experiencia de la Lombricultura. Unión de Ejidros San Fernando. Programa de campesino a campesino. Fundación Ford. Chiapas, México. Fuente de Internet: <http://www.laneta.apc.org/mexsursur/pcac/pcaclomb.htm>
- Rioja, E; Ruiz O, M., e Larios R, I. 1984. Tratado Elemental de Zoología. 13ª Edición. Editorial E.C.L.A.L.S.A. México, D.F.
- Rodríguez S., M. A, y Angeles R., J. 2000. Aspectos técnicos en la Elaboración de Composta. Fuente de Internet: <http://www.prodigyweb.net.mx/paraiso3/atbpc.htm>
- Sanzo, C. A. 2000. Manual Cría de Lombrices Rojas Californianas. Fuente de Internet: <http://www.lombricesrojas.com.ar/mertus.htm>
- Seymour, M. K. 1969. Locomotion and Coelomic Pressure in Lumbricus. J. Exp. Biol., 51:47.
- Silvernale,, M.N. 1984. Zoología. 10ª Reimpresión. CECSA, México, DF. 671 p.
- Soule, D.F. 1970. Zoología Simplificada. 1ª Edición. Compañía General de Ediciones, S.A. México. 189 p.

- Storer, T.I Y R.L. Usinger. 1971. Zoología General. Ediciones Omega.
Barcelona, España. pp 568-581.
- Storer, T.I. 1951. General Zoology. Second Edition. McGraw-Hill Book
Company, Inc. USA. 832 p.
- Storer, T.I. 1951. Laboratory Manual for General Zoology. Second Edition.
McGraw-Hill Book Company, Inc. USA. 150 p.
- Storer, T.I. 1961. Zoología General. Traducido de la 4ª Edición en ingles.
Ediciones Omega, S.A. Barcelona, España. 1003 p.
- Storer, T.I., y Usinger, R.L. 1965. Laboratory Workbook for Zoology. McGraw-
Hill Book Company. USA. 191 p.
- Storer, T.I.; Usinger, R.L.; Stebbins, R.C; Nybakken, J.W. 1972. General Zoology.
Fith Edition. McGraw-Hill Book Company. USA.
- Storer, T.I.; Usinger, R.L.; Stebbins, R.C; Nybakken, J.W. 1975. Zoología
General. Traducido de la 5ª Edición en ingles. Ediciones Omega,
S.A. Barcelona, España. 867 p.
- Taboga, L. 1980. The Nutricional Value of Earthworms for Chickens. Brit.
Poultry Sci. 21:405-510.

Vattuone, L. F. De. 1977. Zoología. Librería "El Ateneo" Editorial. Buenos Aires. Argentina. 281 p.

Weber, R. E. 1978. Respiration. In Mill, P. J. (Ed): Physiology of Annelids. Academic Press, London. pp 364-466.

Weisz, P.B. 1966. The Science of Zoology. McGraw.Hill, Inc. United States of America. 875 p.

Wille T, J.E. 1960. Zoología Agrícola. 1ª Edición. Salvat Editores, S. A. España. 502 p.