

**Proyecto: “Fortalecimiento de capacidades I+P+P (Innovación+Promoción+Pago)
para restaurar suelos degradados en la región oeste del Canal de Panamá.**

Lombricultura como práctica productiva sostenible para reducir residuos orgánicos y mejorar la fertilidad del suelo

DrC. Clara García Ramos

**Centro de Gestión Socioambiental de la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá de
la ACP (La Chorrera, Panamá Oeste)**

Lombrices. Algo de historia...

- La influencia de las lombrices en los suelos agrícolas era conocida desde los tiempos del Antiguo Egipto. Sabían que la fertilidad del Valle del Nilo, se relacionaba en parte con su presencia.
- Fueron definidas por el filósofo griego Aristóteles como "los intestinos de la tierra".
- Gilbert White (1789) "la tierra sin lombrices se vuelve fría, dura, sin fermentación y estéril".
- Darwin, en su libro "La Formación de la Tierra Vegetal por la Acción de las Lombrices" publicado en 1881.

- Thomas Barret (1949): Se le adjudicó la paternidad de la cría intensiva de las lombrices, por ser el primero en criarlas a gran escala.
- A mediados del siglo XX cuando se comienza a utilizar a la lombriz para la producción de abonos orgánicos y harina de lombriz para la alimentación animal.
- En Cuba la lombricultura es mas reciente, los primeros intentos se comenzaron a realizar en la Facultad de Biología de la Universidad de la Habana, donde se comenzó a estudiar el comportamiento de las lombrices así como el ciclo de vida y la alimentación a partir de diferentes sustratos.

Generalidades

Viven en ambientes húmedos, rehúyen de la luz y se nutren de sustancias inorgánicas y restos orgánicos en descomposición.

Habitan en suelos arcillosos con alto contenido de materia orgánica. No se encuentran en suelos arenosos ni fuertemente ácidos.



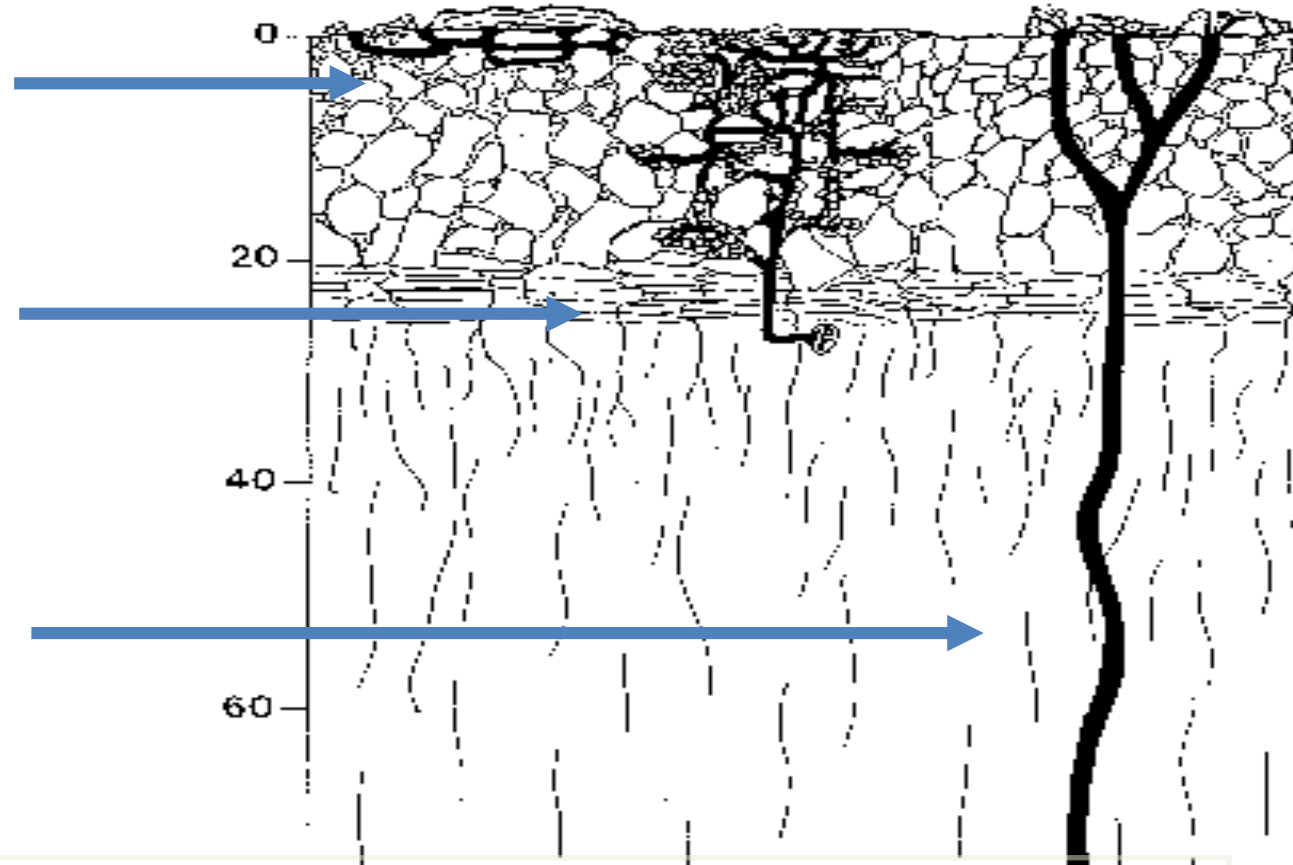
CLASIFICACIÓN DE LAS LOMBRICES



Epigeas

Anécicas

Endógeas



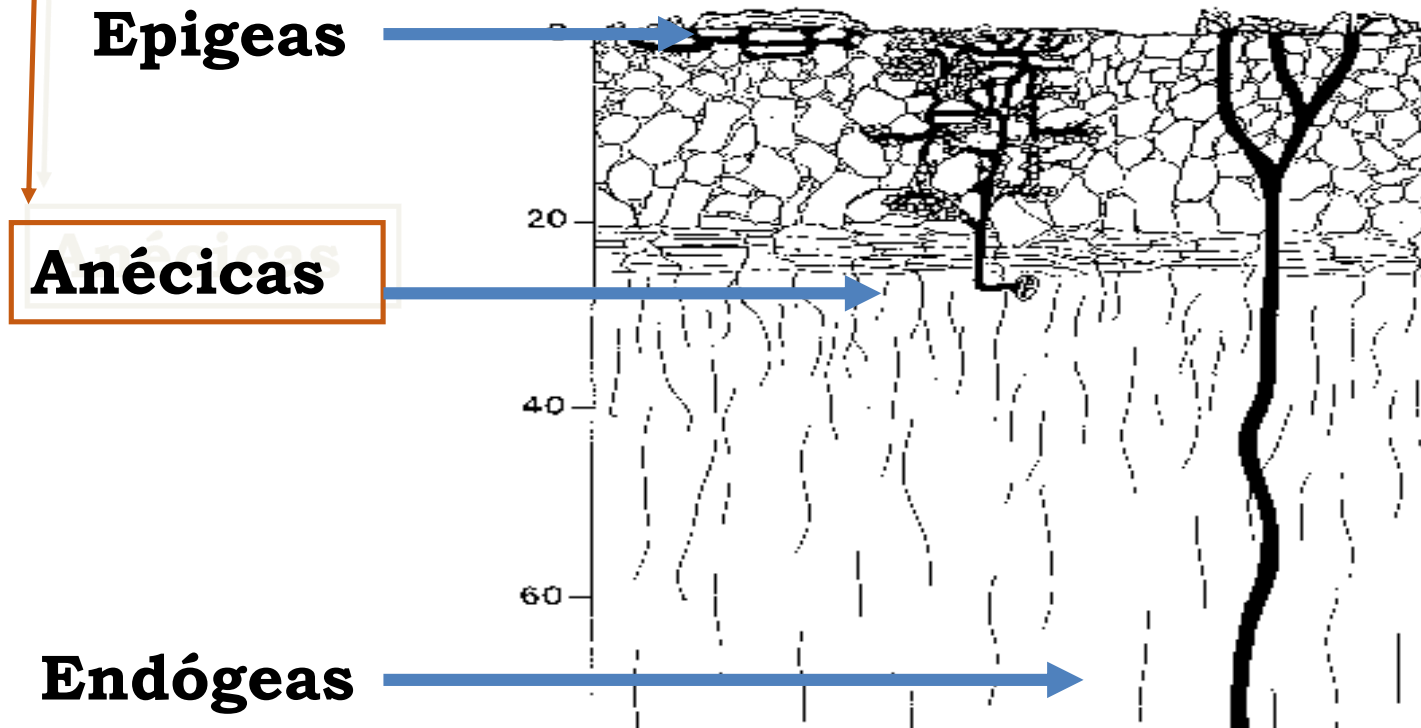
Viven en los niveles profundos del suelo

Poseen baja tasa de reproducción

Cavan galerías en forme de U donde pasan la mayor parte del tiempo.

En la noche salen por restos orgánicos los que introducen en el suelo. Airean y acondicionan el suelo.

Lombriz de tierra o lombriz común (*Lumbricus terrestris*)

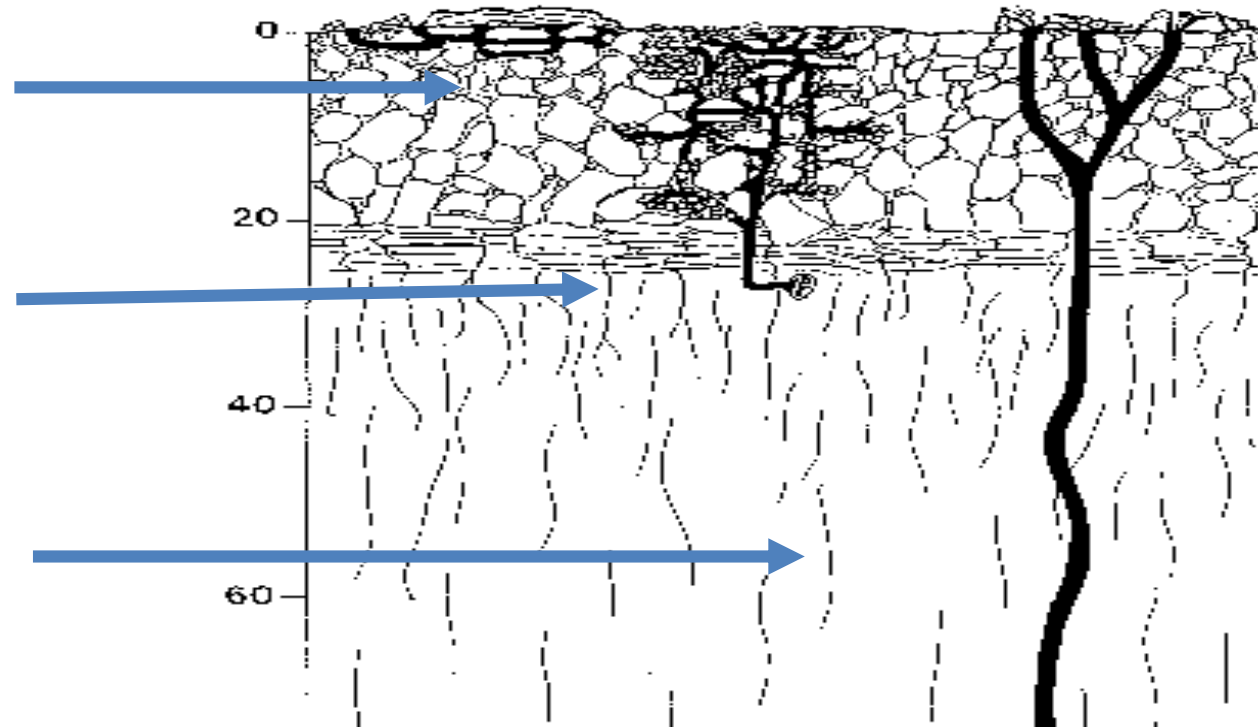


Utilizadas en Lombricultura, viven en superficie en acumulaciones de materia orgánica y no cavan galerías (hacen que estén en peligro: El hombre, frío, incendios, escasez de comida. Poseen características de supervivencia (Alta capacidad de reproducción, de aprovechamiento de alimentos y producción de capullos resistentes)

Epigeas

Anécicas

Endógeas



Beneficios de la actividad de las lombrices en el suelo



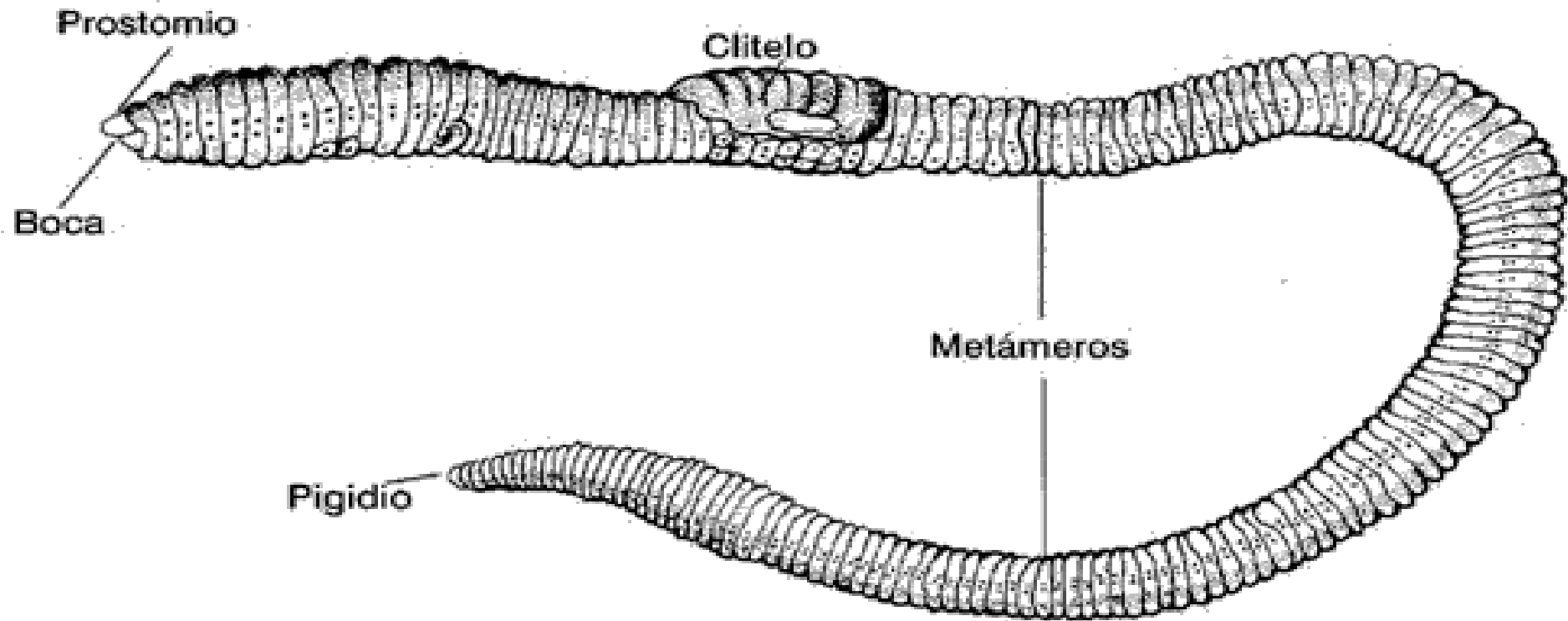
- Barrenan y construyen redes de galerías, redistribuyen materiales desde la superficie hasta las profundidades y viceversa. Facilitan la aireación, drenaje del suelo y aumentan el espacio poroso.
- La excreta de lombriz está compuesta por una alta proporción de complejo humus-arcilla. Formación de macro y microagregados (complejos organominerales), coloides, lo que confiere al suelo una mayor retención de humedad y mayor protección contra la erosión.

- Nitrógeno: Favorecen la nitrificación de la materia orgánica y aumentan el nitrógeno disponible en el suelo (excretan amoníaco y urea).
- Calcio: Segregan CaCO_3 en forma de pequeñas concreciones de calcita.
- Enzimas: Aumentan el potencial enzimático del suelo (invertasas, fosfatasas, proteasas, etc.)
- Microflora: La aumenta cualitativa y cuantitativamente.
- Humificación: La favorecen al mezclar los desechos vegetales del suelo, deyecciones y sus propios cadáveres.

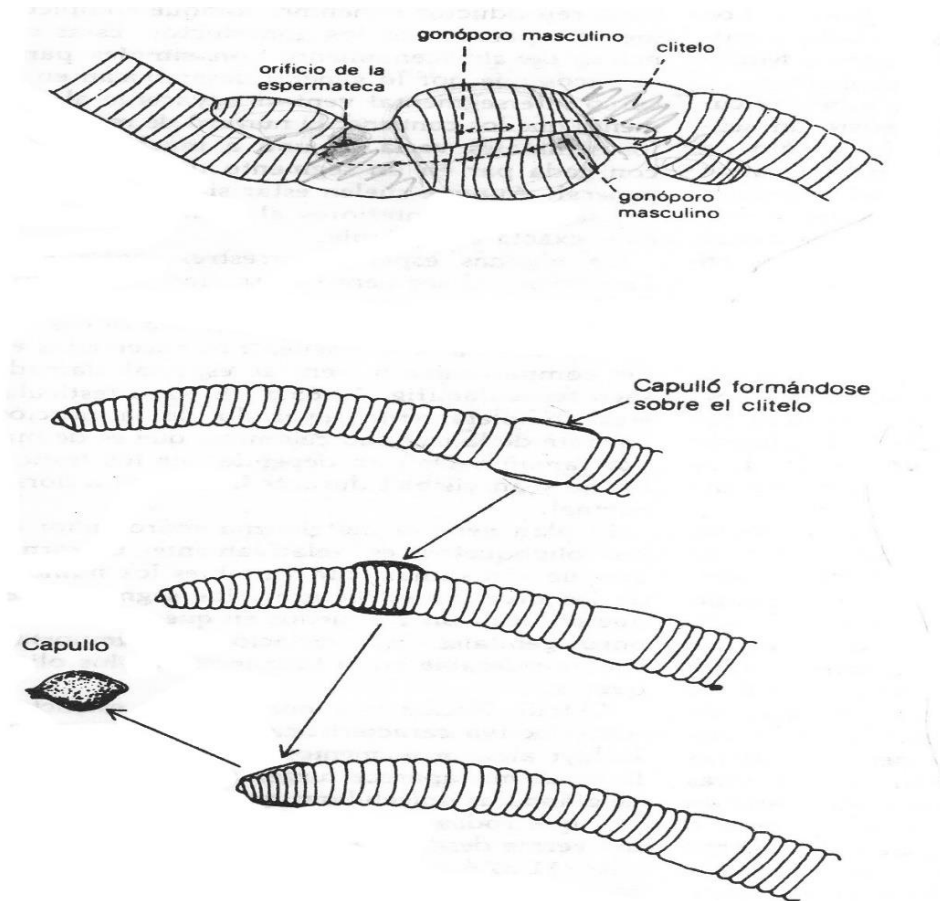


La población de lombrices en los suelos aumenta con el manejo conservacionista.

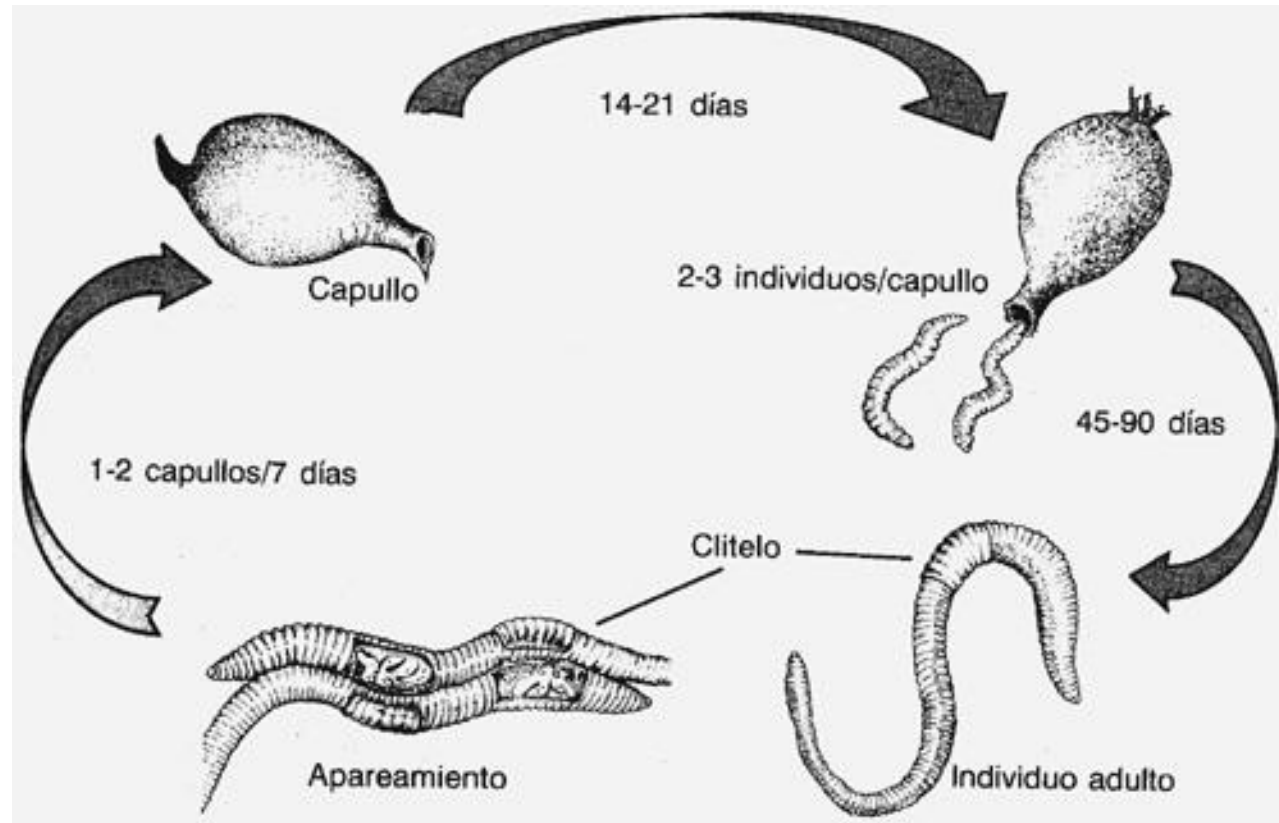
MORFOLOGIA EXTERNA



SISTEMA REPRODUCTOR



CICLO DE VIDA



**ESPECIES DE LOMBRICES EPIGEICAS
UTILIZADAS EN LOMBRICULTURA**

Especie	Ventajas	Limitaciones	Imagen
<i>Eisenia foetida</i> (Savigny, 1826) (Roja Californiana)	-Alta tasa de reproducción. -Eficiente en la descomposición de materia orgánica -Produce un humus de alta calidad.	-Puede ser menos resistente a condiciones extremas. -Requiere un manejo cuidadoso para evitar el estrés.	
<i>Perionix excavatus</i> (Perrier, 1827): conocida como la lombriz taiwanesa	-Muy activa y rápida en la descomposición de materia orgánica. -Resistente a condiciones de alta humedad.	Sensible a temperaturas muy bajas.	
<i>Lumbricus rubellus</i> (Hoffmeister, 1843).	-usada para producción de proteína y cebo de pesca. -Adaptable a diferentes tipos de sustratos. -Buen rendimiento en climas templados.	-Menor tasa de reproducción en comparación con otras especies. -Puede ser menos eficiente en la producción de vermicompost.	
<i>Eudrilus eugeniae</i> (Kinberg, 1867): conocida como la lombriz roja africana.	-Alta capacidad de crecimiento y reproducción. -Produce un humus de excelente calidad.	no tolera temperaturas bajas y es más frágil que otras especies.	
<i>Eisenia andrei</i> (Bouché, 1972): Lombriz roja uniforme.	-Alta tasa de reproducción. -Eficiente en la descomposición de materia orgánica -Produce un humus de alta calidad.	-Puede ser menos resistente a condiciones extremas. -Requiere un manejo cuidadoso para evitar el estrés.	

Principales características de las lombrices que se utilizan en la lombricultura



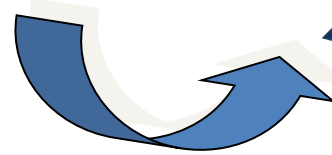
- Colonizan diversos residuos orgánicos de forma natural.
- Toleran amplios rangos de temperatura y humedad.
- Son fuertes, resistentes y fáciles de manejar.
- Poseen una elevada tasa de reproducción.
- Colonizan todo tipo de ambientes ricos en materia orgánica, reemplazando especies nativas establecidas.
- Viven en cautiverio sin fugarse de su lecho, independientemente de las condiciones de clima y altitud.
- Consumen diariamente una cantidad de residuos equivalente prácticamente a su propio peso.

Condiciones de vida

Son adaptables, viven y se reproducen en diferentes condiciones ecológicas.



Control de parámetros como temperatura, humedad y alimentación adecuada.



Parámetro	Efecto sobre la lombriz					
	Muerte	Letargo	Produce Humus		Letargo	Muerte
			Rango	V. óptimo		
pH	< 5	< 6.5	6.8-8	7.5	> 8.5	> 9
Humedad %	< 50	< 75	80-85	82	> 88	> 90
<i>Eisenia foetida</i>						
T°C	0	< 7	14-27	20	> 33	> 42
<i>Eudrilus eugeniae</i>						
T°C	< 15	< 19	20-26	24	> 33	> 42

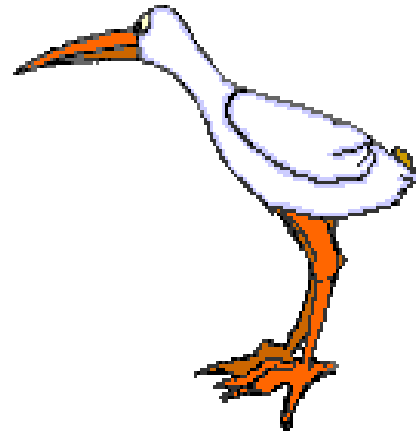
TRASTORNOS FISIOLÓGICOS

- Pueden presentar trastornos fisiológicos si no se pone el cuidado suficiente en su alimentación. El más conocido es el “gosso ácido o síndrome proteico”, que resulta de la intoxicación provocada por un exceso de proteínas en el alimento.
- También pueden sufrir alteraciones por la presencia de pesticidas u otros agentes nocivos.

SÍNTOMAS

Movimientos rápidos tratando de escapar y disminución posterior de éstos haciéndose lentos y pesados. Inflamaciones de la región clitelar y necropsia, contracciones y abultamientos a lo largo del cuerpo del animal o mostrarse blanduzcas, muriendo en la mayoría de los casos.

ENEMIGOS NATURALES



- El **hombre** en ocasiones las daña con herbicidas, plaguicidas y fertilizantes químicos en estado silvestre. En el criadero, la presencia de depredadores es en la mayoría de los casos, un indicador de un manejo incorrecto por parte del lombricultor.
- Los **ratones**, **aves** y **ranas** son los principales vertebrados que amenazan a las lombrices en los criaderos. Pueden controlarse colocando redes o cubiertas aireadas.



Invertebrados depredadores de las lombrices.

Las hormigas establecen colonias de alta densidad en condiciones de baja humedad. Por lo general se suelen controlar manteniendo la humedad del sustrato por encima del 80% y un pH superior a 7.

Clases:

Arácnida: ácaros.

Insecta: hormigas.

Diplopoda: milpiés.

Chilopoda: ciempiés, tijereta.



En países tropicales y subtropicales, la **planaria** es la plaga de mayor importancia dentro del criadero.



Phylum: Platyhelminthes

Clase: Turbellaria

Especie: *Bipalium kewense* Moseley.





Fauna asociada o acompañante

Organismos que colonizan el mismo hábitat que la lombriz. Contribuyen a la descomposición de la materia orgánica.

Organismos detritófagos: Artrópodos como insectos, cochinillas, diplópodos y quilópodos u otros invertebrados y también microorganismos (bacterias, hongos y actinomicetos).

En un cultivo correctamente manejado, ninguno de estos organismos es capaz de competir o causar perjuicio a las lombrices, esto solo ocurrirá cuando no se cumplan las condiciones para el buen desarrollo del cultivo.



Transformación de residuales sólidos orgánicos mediante la acción combinada de lombrices y microorganismos.

- Permite aprovechar y utilizar todos los residuales sólidos orgánicos provenientes de las basuras urbanas, residuales de la agricultura y la ganadería así como de diversas industrias y plantas de tratamiento de residuales.
- Obtención de un abono orgánico de excelentes propiedades y muy cotizado a nivel mundial: humus de lombriz.
- Eliminación de residuales que pueden constituir fuentes de contaminación al medio ambiente.
- Obtención de fuente proteica para alimentación animal y humana.

Residuales Orgánicos

Estiércoles



P. Café



Cachaza



Humus



Compost



- Restos de cosecha (Plátano, maíz, frijol y otros)
- Lodos residuales
- **RSU**

Selección del Área

- Cerca de una fuente de agua sin contaminación
- Cerca de la principal fuente de sustrato que vaya a ser utilizado
- Terreno con buen drenaje, llano o solo con ligera pendiente
- Alejado de zonas de inundaciones de arrastres por fuertes lluvias
- Posea sombra natural o artificial



Tipos de sustratos a utilizar

- Residuos agrícolas y ganaderos (estiércol vacuno, equino, ovino-caprino, cunícula, gallinaza, porcino y otros, así como residuos de cosecha)
- Fracciones orgánicas de basuras urbanas, lodos de plantas de depuración de aguas residuales, residuos de jardines
- Residuos de industrias agroalimentarias (azucarera, cafetalera, citrícola, oleícola, etc.) y desechos de plantas beneficiadoras de frutas
- Las lombrices pueden también alimentarse de papel, siempre y cuando no contenga tintas

E. Ovino



E. Porcino



P. Café



Cachaza



E. Vacuno



Adecuación del Sustrato

- Salvo excepciones será necesario un proceso previo de adecuación.
- Se realiza colocando el residual en camas de **1 m de ancho** y una **altura no mayor de 60 cm**. Se **volteará** como mínimo **una vez a la semana** y se regará con abundante agua. La adecuación se comprueba con la **prueba de caja**.

Área de adecuación

Su tamaño debe garantizar la reserva de alimento y el movimiento de los medios mecánicos. Se recomienda que tenga la misma dimensión que el área neta de canteros de cultivo en explotación.



COMO PRODUCIR HUMUS DE LOMBRIZ

OPERACIONES NCESARIAS PARA ESTABLECER EL CULTIVO



1. Establecimiento de los canteros
2. Siembra de las lombrices
3. Alimentación
4. Riego
5. Desdoble
6. Cosecha
7. Beneficio

1. Establecimiento de los canteros y del cultivo

1. Se realiza si es necesario una limpieza y nivelación del terreno
2. Se conforman los canteros con o sin Guarderas. cuando se utilizan, la producción es mayor. Las Guarderas pueden ser de cualquier material resistente a la humedad, incluso se pueden utilizar los tallos de plátano, lo cual resulta una opción económica y fácilmente asequible.
3. Se coloca una capa de 10-15 cm. del residual, previamente adecuado, en la superficie del terreno.
4. Se humedece el residual con agua



Humedecimiento

1. Establecimiento de los canteros y del cultivo

Las dimensiones de los canteros, dependerán de la escala del cultivo y de la configuración del área. Se recomienda de 1.2 a 1.5 m de ancho por 30 m de largo, pudiendo llegar a 60 m en caso de alimentación mecanizada



2. Siembra de Lombrices

➡ Se siembran las lombrices, esparciéndolas uniformemente por toda la superficie, se recomienda para iniciar el cultivo (5000 lombrices/m²). **Pie de cría**



3. Alimentación

- ✓ No en plazos fijos
- ✓ La frecuencia depende de la densidad de población, tipo de alimento y del aspecto de la superficie del cantero
- ✓ Varía desde 15-20 días al inicio hasta 7-10 días en los momentos previos a la cosecha. Capas de 15 y 10 cm.



Prueba de caja

Colocar 50 lombrices adultas en una caja con el sustrato. A las 24 si hay menos de 49 lombrices vivas, significa que el alimento no puede utilizarse y debe continuar su adecuación.

Es de obligatorio cumplimiento antes de alimentar.



4. Riego.

Se realiza diariamente para mantener la humedad, puede ser: Manual o mecanizado

- El regadío idóneo es con micro aspersor (gota fina, microclima favorable) (velar que toda el área se riegue correctamente)
- En épocas de calor, 2-3 riegos cortos al día, mojar sólo la parte superior del cantero (10 cm)

HUMEDAD ----- TEMPERATURA

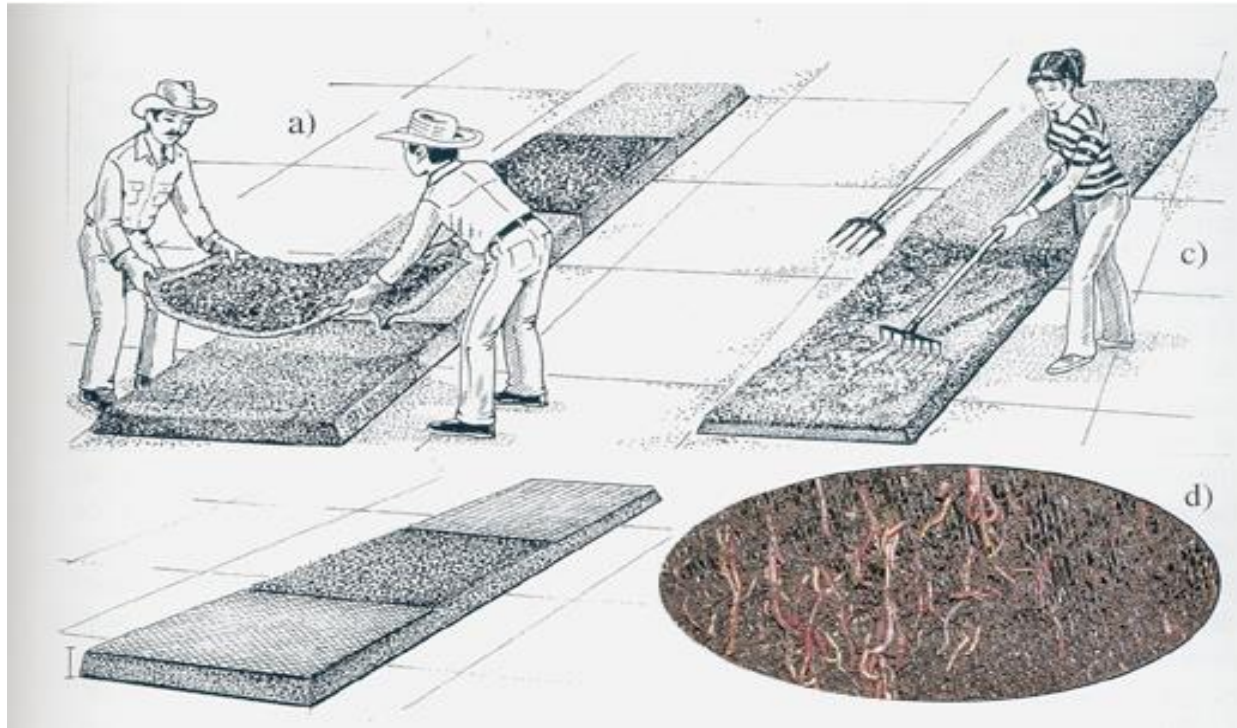
Se garantizan con el riego



5. Desdoble

- Realizarlo cuando la población sea $>$ de 20 000 lombrices/ m^2 .
- El mejor método es utilizando mallas para no perder el humus.
- El desdoble permite aumentar el número de canteros sin esperar la cosecha
- La sobrepoblación causa competencia por el alimento y limita el desarrollo de la lombriz





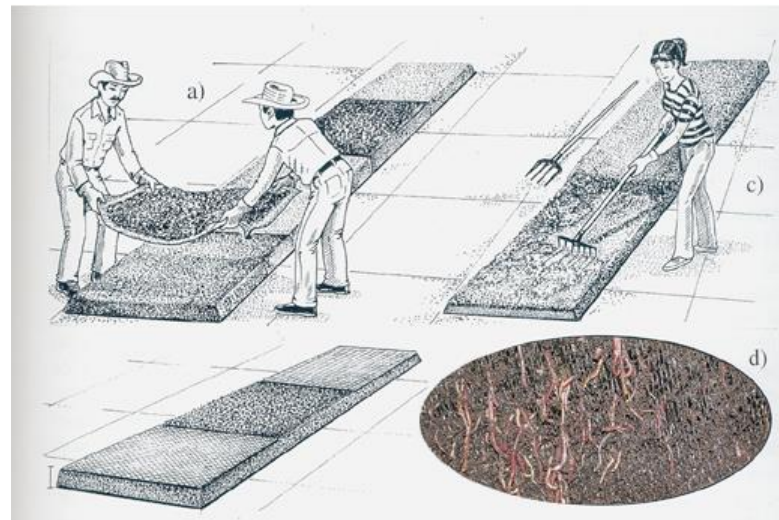
Procedimiento para
el desdoble
utilizando mallas

1. Depositar sobre las mallas una capa de 10 cm. del sustrato.
2. Al cabo de 3 ó 4 días se retiran las mallas y se esparcen en un nuevo cantero
3. Si la densidad de población después de retirar las mallas aún es suficiente, se deberá repetir la operación.

Esta operación se puede realizar sin malla

6. Cosecha.

- La cosecha del humus se realizará con no más de 4 meses de permanencia en el cantero
- Igual que en el desdoble la separación de la lombriz del humus se hará preferentemente con el método de la malla pero cubriendo toda el área. La extracción de las lombrices se repetirá hasta que el humus cosechado contenga menos del 5% de la población
- Se recomienda la cosecha a los 60 cm de altura del cantero. Se puede hacer antes de alcanzar la altura en dependencia de la necesidad del productor, pero nunca por encima de los 60 cm.



7. Beneficio del humus

Secado.

Dispersar el humus sobre una superficie aislada del suelo al aire libre y bajo techo (Área para el beneficio) hasta lograr una humedad del 40%. Para aplicación mecanizada, se recomienda humedad del 30%.

Tamizado.

- Manual o mecanizado generalmente con mallas de 2-3 mm, existen equipos para el tamizado mecánico.
- El tipo de tamizado depende del propósito de uso. Para frutales y árboles perennes, es posible utilizarlo sin tamizar o por malla de 6 mm. Para otros cultivos pasarlo por malla de 2-3 mm debido a las exigencias nutricionales de estos.





7. Almacenamiento

Independientemente de las formas de conservación que se utilicen, esta **no debe exceder los 9 meses**

La conservación deberá **ser bajo techo**



ÁREA DE PIE DE CRÍA



Destinada a la
conservación y
reproducción de
las lombrices

Requisitos que se deben cumplir

- Usar botas de goma y ropa adecuada.
- No fumar durante el trabajo con el residual y las lombrices,
- No ingerir alimentos ni líquidos sin un lavado cuidadoso de las manos.
- Limpiar los instrumentos de trabajo utilizados durante el trabajo antes de guardarlos
- Mantener ordenada el área. y garantizar las medidas que eviten el desarrollo de moscas y otros insectos.



Indicadores de planificación y eficiencia para un sistema de Lombricultura

Frecuencia de alimentación

15-20 días al inicio
7-10 días (y en ocasiones menos) en los momentos previos a la cosecha.
Capas de 15 y 10 cm.

Conversión de residual en humus

En condiciones de producción, entre un 40 y un 50%.
Se sugiere utilizar para cálculos 45%

Indicadores de planificación y eficiencia para un sistema de Lombricultura

Rendimiento por unidad de área

En cantero de 60 cm de altura es de 0.75 -1 t/m² por año.

1 m² debe producir 0.25 t/m² en cada cosecha.

Número de cosechas

Aunque se pueden realizar cuatro (cada tres meses), en la práctica se realizan normalmente 3



Productos de la Lombricultura

Humus de Lombriz

Aspecto

- Esponjoso, suave, ligero y granular,
- Color oscuro
- Olor agradable a bosque

Germinación y crecimiento

- Aumenta el % de germinación
- Favorece el crecimiento de las plántulas

Transplante

- Previene enfermedades
- Evita el shock por heridas y cambios bruscos de temperatura y humedad
- Seguro en contacto con semillas o raíces de las plantas
- Generalmente libre de nemátodos

Defensa Natural

- Incrementa resistencia a plagas y enfermedades
- Inhibe bacterias y hongos dañinos

Suelo y Microbiota

- Contribuye al mantenimiento, desarrollo y diversificación de la microflora y microfauna del suelo.

Nutrientes y Fertilidad

- Libera gradualmente N, P, K, S, B
- Mejora la fertilidad física del suelo

Agua y Estructura

- Aumenta la permeabilidad
- Mejora la retención de humedad
- Reduce el consumo de agua

Auxina

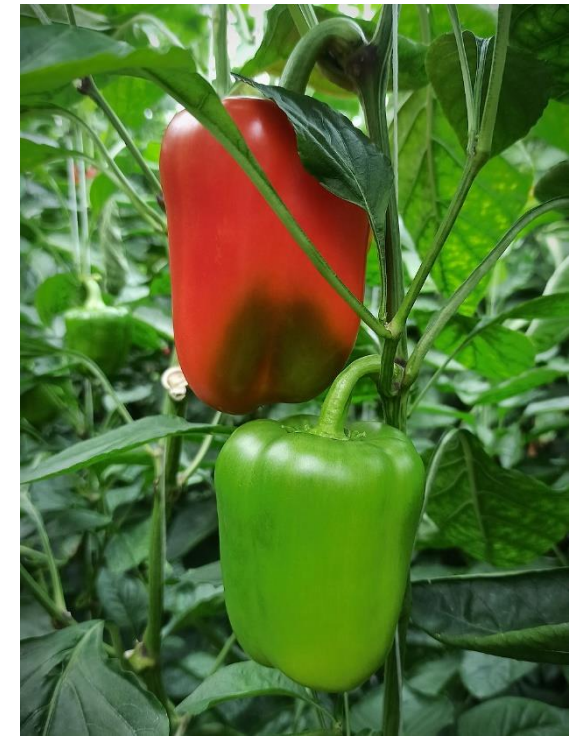
Promueve la floración, la cantidad y dimensión de los frutos.

Gibberelina

Favorece el desarrollo de las flores, germinación y crecimiento de frutos.

Citoquinina

Retrasa el envejecimiento y ayuda en la formación de tubérculos.



Composición Química del Humus de Lombriz de Diferentes Sustratos

Humus de..	pH (%)	M.O (%)	Nt (%)	Pt (%)	Kt (%)	Nat (%)	CE (ds/m)
Estiércol Vacuno	6,8	56,5	2,2	0,5	0,3	0,1	2,7
Est. Porcino (lecho)	5,7	52,5	2,6	1,8	0,2	0,1	2,4
Est. Porcino (corral)	6,4	55,6	2,7	1,4	0,3	0,1	1,4
Cachaza	7,2	54,6	1,5	1,5	0,1	0,1	0,7
Pulpa de Café	6,3	78,4	3,6	0,2	0,3	0,1	1,1
Frutales	6,7	57,1	2,1	0,8	0,2	0,1	2,6
Cacao	6,5	75,9	2,4	0,9	2,8	0,2	1,7
Estiercol de caballo	8,4	72,7	1,8	2,8	3,3	0,3	1,7

Características Biológicas del Humus de Lombriz

1. Alta carga biológica (Producción de enzimas, antibióticos, y estimuladores del crecimiento vegetal).
2. Regeneración de suelos degradados.
3. La microflora del humus es muy equilibrada y similar a la del suelo.
4. Mejora los rendimientos de los cultivos

PRODUCCION Y USO DE LA HARINA DE LOMBRIZ

Usos de la lombriz



Tecnología para la producción de harina de lombriz

1

Cría intensiva de lombrices:

Lograr, en el menor tiempo posible, la mayor cantidad de lombrices por unidad de área a partir de facilitarle todas las condiciones para su máxima expresión reproductiva.

2

Separar la lombriz del alimento o sustrato y lavar con el objetivo de lograr su limpieza.

3

Limpieza del tracto digestivo, secado y molinado de la lombriz.

Contenido en aminoácidos de la harina de diferentes orígenes

A. Ácidos	<i>E. foetida</i>	Pescado	Vaca	FAO/OMS**	Camarón*
Alanina	5.4	-	-	-	-
Argianina	7.3	6.7	6.5	-	8.9
Asparganina	10.5	-	-	-	-
Cysteina	1.8	1.1	1.3	2.0	1.3
Glutamato	13.2	14.8	13.8	-	-
Glycina	4.3	4.0	7.2	-	-
Histidina	3.8	2.0	2.5	-	3.3
Isoleucina	5.3	3.6	6.0	4.2	4.8
Leucina	6.2	6.4	8.4	4.3	7.9
Lysina	7.3	6.9	10.4	4.2	8.9
Metionina	2.0	1.5	3.0	2.2	1.3
Fenilamina	5.1	3.5	4.2	2.8	2.4
Prolina	5.3	-	-	-	-
Serina	5.8	-	-	-	-
Treonina	6.0	3.3	4.6	2.8	3.0
Triptòfano	2.1	0.5	1.1	1.4	1.1
Triocina	4.6	1.6	3.0	2.8	2.4
Valina	4.4	4.7	5.7	4.2	5.0

HUMUS LÍQUIDO

¿ Como se obtiene el Humus Líquido?

Se mezclan una parte de humus de lombriz con 8 de agua (1:8) (Ej: Un cubo de humus de lombriz y 8 cubos de agua) y se agitan durante 10-20 minutos y se deja reposar por 24 horas a la sombra.

¿Como se prepara y aplica?

Después de obtenido el humus líquido este debe aplicarse en un tiempo no mayor de 24 horas. La aplicación se realiza de forma foliar . Se puede utilizar regadera, mochila u otro equipo de aspersión. Se aplican generalmente 13 mochilas en una hectárea.

Frecuencia y momento de aplicación.

La primera aplicación a los 10 días de germinado y continuar con una aplicación semanal

Para que el producto sea más efectivo se recomienda aplicarlo inmediatamente después de obtenido.

Puede ser aplicado junto a cualquier otro producto de uso agrícola.

El humus líquido debe ser aplicado en las primeras horas de la mañana, o en las últimas de la tarde

Indicadores de contaminación fecal (NMP/100 ml de *Escherichia coli*) presentes en el humus líquido de las variantes estudiadas. (Prom. ± I.C)

Humus Líquido	MG	ME
Estiércol Vacuno	301.0±1.2	2.0±1.50
Estiércol de Conejo	18.0±0.1	7.5±2.42
Estiércol de Carnero	4.8±1.1	3.0±0.67
Cachaza	14.5±1.9	17.0±0.67
Pulpa de Café	18.0±0.1	18.0±0.10

Indicadores de contaminación fecal presentes en el lixiviado.

Tipo de Lixiviado	Coliformes Totales	Coliformes Fecales	Salmonella ssp.
	NMP/100 mL		
Estiércol Vacuno	≥ 1600	≥ 1600	A
Estiércol de Conejo.	≥ 1600	≥ 1600	A
Estiércol de Carnero.	≥ 1600	≥ 1600	A
Pulpa de Café	70	70	A



GRACIAS