

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

USO DE SUSTRATOS ALIMENTICIOS EN EL DESARROLLO REPRODUCTIVO Y CANTIDAD PROTEICA
DE LA LOMBRIZ DE TIERRA (Eisenia foetida)

POR

CARLOS ALBERTO ANGEL CAMPOS

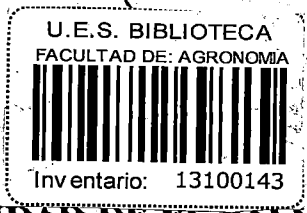
OSCAR ARMANDO MELÉNDEZ GONZÁLEZ

MAURICIO ORLANDO MORALES CANJURA

REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO

SAN SALVADOR, OCTUBRE DE 1997.

1385



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR:

Dr. Benjamín López Guillén

SECRETARIO GENERAL:

Lic. Ennio Arturo Luna

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

DECANO:

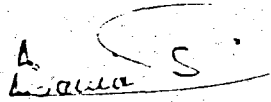
Ing. Agr. Jorge Rodolfo Miranda Gámez

SECRETARIO.

Ing. Agr. Luis Homero López Guardado

20/ por la secretaría de la fac. 29 OCT. 1997

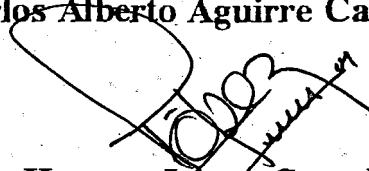
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA



Ing. Agr. Ramón Antonio García Salinas

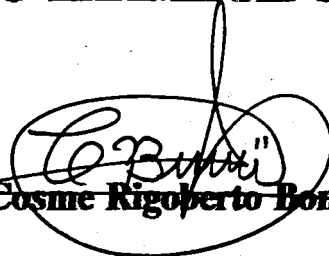
ASESORES

Ing. Agr. Carlos Alberto Aguirre Castro

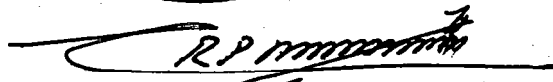


Ing. Agr. Luis Homero López Guardado

JURADO EXAMINADOR



Ing. Agr. Cosme Rigoberto Bonilla



Ing. Agr. Carlos René Platero Montoya



Ing. Agr. Horacio Gil Zambrana

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el Centro de Formación Integral y Capacitación en Agricultura Sostenible (CEFICAS), situado en el Cantón San José, Calle Real, Jurisdicción de Ciudad Delgado, Departamento de San Salvador, con una altura de 620 m.s.n.m., con un promedio anual de humedad relativa de 73%, precipitación promedio anual de 1,460 mm y una temperatura promedio anual de 23º C.

El objetivo, fue evaluar el comportamiento reproductivo y cantidad proteica de la lombriz de tierra (Eisenia foetida), alimentada con diferentes sustratos provenientes de desechos orgánicos.

El ensayo se condujo bajo un diseño completamente al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones cada uno: T₁ (Estiércol de Bovino), T₂ (Pulpa de café), T₃ (Cáscara de plátano), T₄ (Bagazo de caña), T₅ (Gallinaza).

A los resultados obtenidos, se les aplicó, análisis de varianza y la prueba de Tukey, que ofreció las conclusiones siguientes; el estiércol de bovino (T₁) presentó los mejores resultados como sustrato alimenticio para el aumento reproductivo y contenido proteico de las lombrices de tierra, además de un mayor beneficio al compararlo con los demás tratamientos en estudio. Por lo cual este tratamiento es el que más se recomienda para los lombricultores.

AGRADECIMIENTOS

- A la UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR en especial a la Facultad de Ciencias Agronómicas por habernos formado como profesionales.
- Al Centro de Formación Integral y Capacitación en Agricultura Sostenible (CEFICAS) por habernos prestado sus Instalaciones y financiamiento de la Investigación.
- A los Asesores, Ing. Agr. Luis Homero López Guardado y Ing. Agr. Carlos Alberto Aguirre por un aporte y colaboración en esta Investigación.
- Al Jurado Examinador, por las observaciones hechas para mejorar este documento.
- Al Departamento de Química Agrícola especialmente a la Dra. Francisca Cañas de Moreno por su colaboración y confianza en la realización de los análisis de esta investigación.
- Al Ing. Agr. Francisco Lara Ascencio M. Sc., por la colaboración prestada en la realización e interpretación de los Análisis estadísticos.
- A doña Marina Rodríguez, por la amistad y por su ayuda en todo momento.

- A señora Dina Amanda de Amaya, por la digitación de este documento.

CARLOS ALBERTO, OSCAR ARMANDO Y MAURICIO ORLANDO.

DEDICATORIA

- A DIOS TODOPODERSO:

Por haberme dado la sabiduría necesaria para alcanzar uno de mis grandes
anhelos.

- A MIS PADRES:

José Eusebio Angel y Marina Campos de Angel, por su amor, confianza y
sacrificio por los cuales les estaré siempre agradecido.

- A MI ESPOSA:

Keny Arely, por su amor y apoyo incondicional.

- A MI HIJO:

Carlos José, quien me motiva a superarme cada vez más y pueda ver en mi
un ejemplo a seguir.

- A MIS HERMANOS Y CUÑADOS:

Juan Antonio y Ana Marina, Hugo Ernesto y Marta que me animaron a
culminar mi carrera.

- A MIS SOBRINAS:

Verónica, Rocío, Claudia, Karla Josseline, Andrea y Karen con mucho
amor.

- A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS DE TESIS:

Por las dificultades y logros que cimentaron nuestra amistad.

CARLOS ALBERTO ANGEL

DEDICATORIA

- A DIOS TODOPODEROSO:

Por haberme regalado la vida e iluminado mi mente para lograr culminar mi carrera y darme fortaleza y confianza para enfrentar las adversidades y obstáculos presentados.

- A MIS QUERIDOS PADRES:

Ramón González y María Paz Meléndez, por su abnegación, amor, apoyo, comprensión y sus sabios consejos que fueron necesario para mi formación profesional.

- A MIS HERMANOS:

Popo, Kilo, Gloria, Arcides, Rosa Amelia, Miguel y Victoria, por todo el apoyo recibido para alcanzar mi objetivo trazado.

- A MI ESPOSA BERTHA ELIZABETH:

Con amor, por su ayuda, comprensión y cariño.

- A MIS HIJOS:

Karla Vanessa, Elizabeth Pamela, Arcides Armando, con todo amor.

- A MI CUÑADO:

Alejandro Arias, por su consejo y cariño.

- A MIS SOBRINOS:

Para servirles de ejemplo de superación.

- A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS:

Por el mutuo apoyo en las etapas duras y felices de nuestra formación profesional.

OSCAR ARMANDO MELÉNDEZ GONZÁLEZ

DEDICATORIA

- A DIOS POR: Haberme dado la inteligencia necesaria para culminar una de mis metas.

- A MIS PADRES, JOSE LINO Y SONIA GUADALUPE, quienes con su amor y sacrificio depositado en mi confiaron en mi capacidad para seguir adelante.

- A MIS HERMANOS, LINO, GERARDO, EDUARDO Y OSCARITO, que en cada momento de mi carrera me motivaron a seguir adelante.

- A MI ESPOSA, CLAUDIA, Por su apoyo incondicional brindado en cada momento.

- A MI HIJO MAURICIO ALEJANDRO, ya que es quien me motiva a seguir adelante y superarme cada día.

- A MI MAMÁ POPA Y PRIMO LANDI, quines dejaron bellos recuersod plasmados en mi vida los cuales fueron necesarios para incentivarne a seguir adelante.

- A MIS ABUELITOS, CARMEN Y HÉCTOR, que con su amor me inculcaron a seguir adelante.

- A MIS DEMÁS FAMILIARES, quienes siempre me brindaron su apoyo para mi superación.

- A MIS COMPAÑEROS DE TESIS CARLOS Y ARMANDO, que con el correr del tiempo logramos formar un equipo no sólo de trabajo sino también de amistad.

MAURICIO MORALES CANJURA.

ÍNDICE

CONTENIDO	PÁG. NO.
RESUMEN.....	v
AGRADECIMIENTOS.....	vi
DEDICATORIA.....	viii
ÍNDICE DE CUADROS.....	xviii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xx
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	2
2.1. Biológico de La Lombriz.....	2
2.1.1. Taxonomía.....	2
2.1.2. Generalidades.....	2
2.1.3. Características Morfológicas.....	4
2.1.3.1. Características Morfológicas Exter- nas.....	4
2.1.3.2. Características Morfológicas Inter- nas.....	6
2.1.4. Anatomía y Fisiología.....	10
2.1.4.1. Pared del Cuerpo.....	10
2.1.4.2. Sistema Digestivo.....	11
2.1.4.3. Sistema Circulatorio.....	12
2.1.4.4. Sistema Respiratorio.....	12
2.1.4.5. Sistema Excretor.....	13
2.1.4.6. Sistema Nervioso.....	13
2.1.4.7. Sistema Reproductor.....	14

2.2.	La lombricultura.....	15 ✓
2.2.1.	Historia.....	16 ✓
2.3.	Tipos de Lombrices.....	18
2.3.1.	Lombriz doméstica (<u>Eisenia foetida</u>).....	18
2.3.2.	Lombriz silvestre o común.....	19
2.3.3.	Diferencia entre la <u>Eisenia foetida</u> y la Lombriz silvestre.....	20
2.3.3.1.	<u>Eisenia foetida</u>	20
2.3.3.2.	Lombriz silvestre o común.....	21
2.4.	Hábitos en su habitat.....	21 ✓
2.5.	Alimentación.....	22 ✓
2.5.1.	Preparación del Alimento.....	23 ✓
2.5.2.	Tipos de alimento.....	23 ✓
2.5.2.1.	Estiércoles.....	23 ✓
2.5.2.2.	Subproductos de la Industria.....	24 ✓
2.5.2.3.	Basura doméstica.....	25 ✓
2.5.3.	Características fundamentales que tiene que - la alimentación de las lombrices.....	25 ✓
2.5.4.	Variables que deben controlarse en el alimento.....	26
2.6.	Reproducción de la <u>Eisenia foetida</u>	27
2.6.1.	Producción de cápsulas y números de lombrices por cápsulas.....	27
2.6.1.1.	Calidad del alimento.....	28
2.6.1.2.	Humedad.....	28
2.6.1.3.	Temperatura.....	29

2.6.2.	Incubación y eclosión.....	29
2.7.	Explotación de la <u>Eisenia foetida</u>	30
2.7.1.	Tipos de explotación.....	30
2.7.1.1.	Explotación productiva.....	30
2.7.1.2.	Explotación ecológica.....	31
2.8.	Beneficios de la <u>Eisenia foetida</u>	31 ✓
2.8.1.	Proteína.....	31 ✓
2.8.2.	Aminoácidos.....	32 ✓
2.8.3.	Humus.....	33 ✓
2.8.3.1.	Características del humus que beneficia a la tierra y a los cultivos.	34 ✓
2.9.	Cosecha de lombrices y lombricompost.....	35 ✓
2.9.1.	Sistema lomo de toro.....	35 ✓
2.9.2.	Sistema del T.C.C.S.....	35 ✓
2.9.3.	Otras sistemas.....	36 ✓
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	37
3.1.	Localización.....	37
3.2.	Características climáticas.....	37
3.3.	Duración del ensayo.....	37
3.4.	Instalación y Equipo.....	37
3.5.	Animales.....	38
3.6.	Plan de manejo.....	38
3.6.1.	Preparación de sustrato o cama de siembra....	38
3.6.2.	Inoculación.....	39
3.6.3.	Alimentación de las lombrices.....	39
3.6.4.	Control de acidez, temperatura y humedad.....	39

3.6.5.	Riego.....	39
3.6.6.	Control de enemigos naturales.....	40
3.7.	Metodología y Estadística.....	40
3.7.1.	Diseño estadístico.....	40
3.7.2.	Distribución del modelo estadístico.....	41
3.7.3.	Descripción de los tratamientos.....	41
3.7.4.	Variables evaluadas.....	41
3.7.4.1.	Aumento reproductivo.....	42
3.7.4.2.	Cantidad de proteína.....	42
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	43
4.1.	Aumento reproductivo.....	43
4.2.	Cantidad de proteína.....	52
4.3.	Análisis económico.....	55 ✓
4.4.	Lombricompost.....	56
5.	CONCLUSIONES.....	58
6.	RECOMENDACIONES.....	60
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	61
8.	ANEXOS.....	66

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁG. NO.
1	Relación de Datos Comparativos entre la harina de lombriz y otras harinas utilizadas en la alimentación.....	32
2	Análisis de la composición de aminoácidos de la harina de lombriz.....	33
3	Cantidad de lombrices de tierra <u>Eisenia foetida</u> por tratamientos (individuos).....	44
4	Cantidades de lombrices de tierra <u>Eisenia foetida</u> pequeñas por tratamiento.....	48
5	Cantidades de lombrices de tierra <u>Eisenia foetida</u> mediana por tratamiento.....	49
6	Cantidades de lombrices de tierra <u>Eisenia foetida</u> adultas por tratamiento.....	51
7	Porcentaje de proteína de la lombriz de tierra <u>Eisenia foetida</u> por tratamiento.....	53
8	Estudio teórico de costo e ingreso.....	55
9	Análisis químico de abono orgánico inicial y lombricompost	57
A-1	Composición química de sustratos alimenticio.....	67
A-2	Análisis de varianza de la producción de lombrices de tierra <u>Eisenia foetida</u> por tratamiento.....	68
A-3	Prueba de Tukey para la comparación de media en la reproducción de la lombriz de tierra <u>Eisenia foetida</u>	68
A-4	Análisis de varianza de la producción de lombrices pequeña por tratamiento y repetición.....	68

A-5	Prueba de Tukey para la comparación de medias en la reproducción de las lombrices de tierra pequeñas.....	69
A-6	Análisis de varianza de la reproducción de lombrices medianas por tratamiento y repetición.....	69
A-7	Prueba de Tukey para la comparación de medias en la reproducción de lombrices de tierra medianas.....	70
A-8	Análisis de varianza de la reproducción de lombrices adultas por tratamiento y repetición.....	70
A-9	Prueba de Tukey para la comparación de medias en la reproducción de lombrices de tierra adulta.....	70
A-10	Análisis de varianza de la cantidad de proteína de la lombriz de tierra <u>Eisenia foetida</u> por tratamiento y repetición.....	71
A-11	Prueba de Tukey para la comparación de medias en la cantidad de proteína de la lombriz de tierra <u>Eisenia foetida</u> ..	71
A-12-15	Análisis químico en abono orgánico.....	72
A-16-17	Análisis bromatológico de la lombriz <u>Eisenia foetida</u>	77

INDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁG. NO.
1	Reproducción de lombrices de tierra por tratamiento.....	44
2	Diferencias de Medias de la cantidad total de lombrices - por tratamiento.....	47
3	Cantidad de lombrices pequeñas por tratamiento.....	48
4	Diferencias de medias de la cantidad lombrices pequeñas - por tratamiento.....	49
5	Cantidad de lombrices medianas por tratamiento	50
6	Diferencia de medias de la cantidad de lombrices medianas por tratamiento.....	50
7	Cantidad de lombrices adultas por tratamiento.....	51
8	Diferencia de medias de la cantidad de lombrices por tra- tamiento.....	52
9	Porcentaje de proteína de la lombriz de tierra por trata- miento.....	53
10	Porcentaje de proteína de la lombriz entre tratamiento...	54
A-1	Contenedor para la explotación de lombrices.....	78
A-2	Soporte de contenedores.....	78

1. INTRODUCCIÓN

La lombriz de tierra (Eisenia foetida) es un recurso natural perteneciente al reino animal, tipo anelido y clase oligoqueto.

Actualmente se le explota mediante la técnica denominada "lombricultura", que consiste en la crianza y manejo de las lombrices de tierras en condiciones de cautiverio. Esta técnica no requiere de grandes áreas para su explotación, la cual acelera el proceso de descomposición de grandes cantidades de desechos orgánicos al utilizarlos como alimento para las lombrices, las cuales crecen y se reproducen con rapidez, estas alcanzan altas densidades poblacionales. De esta manera se obtienen dos productos alternativos de bajo costo y de mucha importancia para el hombre como son:

- a. La proteína (carne fresca o harina), como suplemento alimenticio para las raciones animales.
- b. El humus como fertilizante para uso agrícola de alta calidad que al incorporarlos al suelo corrige y mejora las propiedades, físicas, químicas y biológicas de este.

En el presente estudio se evaluó el comportamiento reproductivo y cantidad proteica de la lombriz de tierra (Eisenia foetida), al ser alimentada con diferentes sustratos provenientes de desechos orgánicos, con el fin de producir una fuente alterna de proteína y proporcionar lombrices y lombricompost para mejorar la calidad del suelo.

2. REVISIÓN DE LITERATURA.

2.1. BIOLOGÍA DE LA LOMBRIZ

2.1.1. Taxonomía

Reino:	Animal
Tipo:	Anélido
Clase:	Oligoqueta
Familia:	Lumbricidae
Géneros:	Lumbricus; Eisenia
Especies:	<u>Lumbricus terrestris</u> <u>Eisenia foetida</u> (14, 26).

2.1.2. Generalidades.

La lombriz de tierra es un organismo biológicamente simple, el agua es el principal constituyente en 80-90% de su peso total; tiene diferentes colores como de pálidos, rosados, negros y rojos intensos, con franjas amarillentas entre los segmentos; esta variación es por la presencia de pigmentos, protoporfirina y eter metilico, de esta manera se protege la superficie activa contra la radicación de la luz ultravioleta (13, 26).

La forma de la lombriz es cilíndrica con secciones cuadrangulares, el tamaño varia de acuerdo a las especies, desde 1 cm hasta 2 m de largo y su diámetro oscila, de 3 a 25 mm; el número de segmentos varía de 80 a 175 anillos (8).

Una característica importante que poseen las lombrices es la capacidad regenerativa. Por lo que son capaces de reemplazar los segmentos o grupos de Segmentos lesionados o destruidos; la cual dependerá de la región del cuerpo de que se trate, ya que si una lombriz es cortada por la mitad puede convertirse en dos lombrices completas. Cuando el corte no se produce mas o menos en la mitad del cuerpo, solamente se regenera una parte; si se corta en demasiados segmentos la lombriz pierde la vida (18,25).

La piel es desnuda, pálida y delgada, posee bien desarrollados mecanismos de defensa capaces de detectar la presencia de la luz (7, 8).

La lombriz es capaz de mover 10 veces su peso corporal lo que permite, la confección de sus galeras o viviendas para su protección contra el medio. Puede llegar a vivir aproximadamente 16 años, adquiriendo un peso vivo en su estado adulto hasta de un gramo, en una relación directamente proporcional con la especie, cantidad y calidad del alimento consumido; la lombriz ingiere su propio peso en alimento cada 24 horas y se alimenta de todos los residuos orgánicos que transforma en humus (16, 24).

De acuerdo a los recursos alimenticios que las lombrices explotan y las condiciones ambientales en las que habitan pueden clasificarse en:

- a. Detritívoras aquellas que comen principalmente sobre el mantillo vegetal o sobre estiércol animal en los horizontes superficiales de suelos ricos en materia orgánica.
- b. Geofagas las que comen debajo de la superficie grandes cantidades de suelo junto con materia orgánica (11, 26).

Las lombrices de tierra se reproducen la mayor parte del año, pero más activamente durante el tiempo cálido y húmedo. Estos animales son hermafroditas,

una lombriz solamente puede fecundar otras lombrices (13, 18).

Las lombrices adultas tienen en la parte anterior a dos tercios de su longitud, una glándula llamada clitelio; el cual se asemeja a un anillo de mayor espesor que el resto del cuerpo. La fecundación se efectúa a través de esta glándula en la cual se produce las cápsulas de donde emergen posteriormente las lombrices. El apareamiento se verifica de noche y requiere de 2-3 horas (28, 30).

2.1.3. Características Morfológicas

2.1.3.1. Características Morfológicas Externas

- a. Color: El color no siempre lo determina el pigmento en la piel de la lombriz, sino a veces la sangre o el contenido del intestino, lo cual trasluce a través de las paredes del cuerpo.
- b. Forma: El cuerpo de las lombrices tiene una forma cilíndrica, pero pueden existir secciones cuadrangulares, la sección posterior puede ser achatada, la superficie dorsal surcada a lo largo.
- c. Segmentos: Llamados también metámeros, son los anillos que conforman el cuerpo de la lombriz.
- d. Surcos Intersegmentarios: Son surcos con forma de anillos, los cuales se encuentran entre segmentos sucesivos y se puede reconocer en la pared del cuerpo de la lombriz por el menor espesor del epitelio e interrupción de

la musculatura circular.

- e. Prostomio: Es una pequeña protuberancia dorsal que comienza en el primer segmento del cual está separado por un surco. Existen 5 tipos principales del prostomio: Prolóbico, proepilóbico, epilóbico abierto, epilóbico cerrado y tanilóbico.
- f. Peristomio: Es el primer segmento. Envuelve la boca y no tiene quetas o cerdas. Su superficie es lisa y está recorrida por numerosos surcos longitudinales.
- g. Quetas o Cerdas: Son estructuras primariamente locomotoras formados en invaginaciones de la piel. Es uno de los principales caracteres taxonómicos externos. Están presentes a partir del segundo segmento y ausentes en la última porción del cuerpo.
- h. Poros dorsales: Son pequeñas aberturas ubicadas en los surcos intersegmentarios a lo largo de la línea media dorsal. Son difíciles de observar.
- i. Nefridioporos: Son aberturas excretoras presentes a lo largo del cuerpo de la lombriz, un par en cada segmento.
- j. Poros espermatacales: Raramente ausentes, en general ubicados en algunos surcos intersegmentarios pre-clitelares.

- k. Poros Femeninos: En general ubicados en el segmento XIV.

- l. Poros Masculinos: Son las aberturas de los canales que transportan el semen. En general hay un par, ubicados después de los poros femeninos.

- m. Surcos seminales: Es un par de surcos transitorios formados durante la cópula y van desde los poros masculinos hasta el clitelo.

- n. Clitelo: Es un espesamiento glandular, superficial en algunos segmentos. Se encarga de secretar la sustancia que forma los capullos, cocones o cápsulas donde se alojan los huevos; puede tener una forma anular, es decir que envuelve completamente los segmentos en los cuales se encuentra, o tener la forma de una silla de montar, cuando no envuelve la parte ventral de los segmentos.

- o. La pared del cuerpo: está cubierta exteriormente por una fina cutícula transparente, con finas estrías transversales que producen una ligera irrigación. La cutícula también tiene poros sobre las numerosas células sensitivas que hay en la epidermis. La epidermis está encima de una membrana basal debajo de la cual hay una capa de músculos circulares y otra capa más gruesa de músculos longitudinales. (3, 8, 12, 22, 26).

2.1.3.2. Características Morfológicas Internas.

Estos caracteres se pueden observar después de realizar la disección de la lombriz, y con la ayuda de instrumental óptico adecuado.

Algunas características internas más importantes son:

- a. Pared del cuerpo: está recubierta interiormente por un peritoneo delgado y liso. Entre las fibras musculares circulares hay células pigmentarias, tejido conjuntivo y capilares sanguíneos. No hay esqueleto.
- b. Tabiques: También llamados septos, son las paredes que separan los segmentos sucesivos y están formados por el peritoneo, una de las capas de la pared de la lombriz. Se denotan con fracciones, es decir, el tabique o septo 9/10 es el que separa los segmentos 9 y 10. En general no se encuentran en los primeros segmentos.
- c. Faringe: Es el primer compartimento del tubo digestivo, que sigue a la boca. Después de éste continúa el esófago.
- d. Molleja: Es la parte gruesa y musculosa del tubo digestivo. Puede estar situada en el esófago, (molleja esofágica) o en el comienzo del intestino, (molleja intestinal).
- e. Glándulas de Morren: Son las que se encargan del metabolismo del calcio. Cuando existen, están ubicadas en el esófago.
- f. Intestino: Se puede reconocer gracias a la transición brusca con el esófago y muchas veces por la presencia de válvulas.
- g. Ciegos Intestinales: Son los apéndices huecos y terminados en fondo de

saco que aparecen en el trayecto del intestino.

- h. Tubo digestivo: Está formado por dos tubos concéntricos: la pared externa del cuerpo y el tubo digestivo, en el espacio entre ambos está la cavidad del cuerpo o celoma.
- i. Nefridios: Es el órgano central del sistema excretor funciona como un pequeño riñón filtrando tanto el líquido que circula en los compartimentos celómicos como la sangre. Se denominan holonefridios cuando tienen un par de nefridios por segmento y meronefridios cuando tienen más de un par de nefridios por segmento.
- j. Vasos dorsal y ventral: Dentro del aparato circulatorio son los principales. El vaso dorsal se ubica sobre el tubo digestivo y el vaso ventral debajo de este. El vaso dorsal puede ser doble en algunos segmentos de la parte delantera del cuerpo.
- k. Vaso Supra-Intestinal y Supra esofágico: Vaso impar, no siempre presente. Situado longitudinalmente entre el esófago-intestino y el vaso dorsal.
- l. Vaso Extra-esofágico o Latero-esofágico: Vaso par que corre a los lados del esófago, longitudinalmente, entre éste y los corazones. A veces se funciona en un vaso único sobre el esófago.
- m. Corazones: Son asas pares, contraídas situadas en la región esofágica del cuerpo, ligando los vasos dorsal y supra-intestinal con el ventral.

Pueden ser de tres tipos: corazones laterales son los que se ligan directamente al vaso dorsal con el ventral; corazones intestinales o esofágicos, cuando existen son los que conectan directamente el vaso supra intestinal con el ventral; corazones latero-intestinales o latero esofágico y el supra intestinal con el ventral.

- n. Testículos: Están presentes de uno o dos pares de tamaño pequeño y ubicado ventralmente antes de los segmentos 10 y 11, rara vez más adelante. A la lombriz se le llama holoándrica cuando tiene dos pares de testículos y meroándrica cuando tiene un par.

- o. Pabellones testiculares: Están situado en la parte anterior, alargada y generalmente plegada a los canales deferentes. Corresponde uno para cada testículo y se les identifica por el color blanco brillante debido a los espermatozoides aglutinados.

- p. Canales deferentes o conductos masculinos: Son los que permiten la salida de los espermatozoides, correspondiendo una para cada testículo. Se prolongan hacia la parte trasera del cuerpo y después de un determinado número de segmentos se abren a través de los poros masculinos. Después de los pabellones testiculares los canales pueden formar un ovillo más o menos compacto, el epidídimo. Están ubicados generalmente abajo del peritoneo, ventralmente.

- q. Sacos testiculares: Son las cámaras que envuelven a los testículos y los pabellones testiculares, formados por el peritoneo, no están siempre

presentes.

- r. Vesículas seminales: Son envaginaciones pares del tabique posterior y/o anterior de los segmentos testiculares. Son voluminosos y blandos debido a los espermatozoides en su interior.

- s. Ovarios: Generalmente se encuentra un par y entonces las lombrices se denominan metaginidas. Es poco frecuente que se presentan en dos pares, en este caso las lombrices se denominan hologénicas. Se les encuentra comúnmente en el segmento número 13.

- l. Ovisacos: Son en vaginaciones pares del tabique posterior del segmento que contiene el ovario. No siempre están presentes.

- m. Espermatecas: Son los sacos que reciben los espermatozoides de la otra lombriz durante la cópula. Es extraño cuando no están presentes (3, 8, 18, 22, 26).

2.1.4. Anatomía y Fisiología.

2.1.4.1. Pared del Cuerpo: Es circular y alargada en forma de cilindro, está compuesta por una serie de capas: cutícula, epidermis, musculatura circular, musculatura longitudinal y peritoneo esta pared es altamente permeable con respecto al agua y se seca rápidamente en medios secos, juega un rol muy importante en el intercambio gaseoso (18, 26).

2.1.4.2. Sistema digestivo.

Comprende boca, faringe, esófago, buche, molleja, intestino y ano (22).

El aparato digestivo de la lombriz es un ejemplo de tubo digestivo completo. Es de forma tubular y recto con una abertura anterior (la boca) y una posterior (el ano) (3).

La boca se conecta con el resto del tracto digestivo por medio de una faringe musculosa. La lombriz toma el alimento por contracciones de los músculos en las paredes de la faringe, en las cuales se encuentran una gran cantidad de células glandulares que segregan un mucus que contiene una proteasa; la cual sirve para humedecer los alimentos, que son empujados hacia el esófago (3, 22).

En el extremo distal del esófago encontramos unas dilataciones denominadas buche y molleja.

El buche funciona como un órgano de almacenamiento temporal, el cual humedese y ablanda previamente el alimento para que pueda entrar a la molleja, la cual se encuentra detrás del buche, la molleja posee paredes muy duras en las cuales se encuentran partículas minerales, y arenas llamadas dientes de la lombrices encargadas en desmenuzar las partículas de comidas en piezas más pequeñas, preparándolos para los estadios finales de digestión y absorción. Un detalle importante que debe considerarse es que las lombrices poseen en el esófago unas glándulas llamadas calcíferas o de Morren cuya función es controlar la concentración de ciertos iones en la sangre principalmente de calcio y carbonatos. Cuya finalidad es neutralizar los ácidos presentes en la comida ingerida (12, 29).

El resto del tracto digestivo es el intestino que secreta unas enzimas que

ayudan a completar la digestión y absorber el alimento digerido. El alimento no digerido sale del tracto digestivo a través del ano y se le llama humus o lombricompost (3, 29).

Algunas enzimas excretadas por el tracto digestivo son: Pepsina y tripsina que actúan sobre las grasas; amilasa que actúa sobre los carbohidratos (26).

2.1.4.3. Sistema Circulatorio.

Está compuesto por un sistema cerrado de vasos sanguíneos con capilares: El dorsal, ventral, subneural, neurales laterales, corazones laterales (3, 8).

La sangre circula en el cuerpo de la lombriz a través de vasos a lo largo de ella. Entre los segmentos 7 y 11 se conectan los vasos dorsal y ventral a través de cinco pares de tubos musculares; los corazones se encargan de enviar la sangre hacia la parte posterior de la lombriz a través del vaso ventral, y a través del vaso dorsal, sobre el tubo digestivo, circula la sangre hacia delante. Esta circulación dorsal toma alimento de los senos y capilares del intestino y lo lleva hacia la parte anterior del cuerpo. El vaso ventral distribuye la sangre lateralmente y hacia fuera en cada segmento, alimentando los nefridios y la pared del cuerpo de la lombriz; regresan al vaso dorsal a través de los vasos segmentarios oferentes y el vaso parietal. Los vasos neurales transportan parte de la sangre recién oxigenada a través de los vasos parietales hacia el vaso dorsal (14, 29).

2.1.4.4. Sistema Respiratorio.

Carece de aparato respiratorio, pero no deja realizar esta función tan

vital, ya que su desarrollo es aerobio por lo que necesita imprescindiblemente del oxígeno. La respiración se realiza a través de la piel, la cual mantiene la humedad necesaria para la difusión de los gases (9, 17).

2.1.4.5. Sistema excretor

Formado por los nefridios y los cilios. Cada segmento de la lombriz de tierra excepto los primeros tres y el último contienen un par de nefridios. Un nefridio es una estructura que filtra desechos de excreción como amoníaco, urea, sales y exceso de agua de los fluidos del celoma (26, 29).

Los desechos entran a través del nefrostoma que es la abertura del nefridio, recorren los distintos tubos (estrecho, medio, ancho y muscular) en donde se realiza la filtración de los desechos. El nefridio termina en el nefridiosporo el cual es una abertura en el lado ventral de cada segmento a través de la pared del cuerpo de la lombriz donde se produce la secreción de los desechos (3, 22).

2.1.4.6. Sistema Nervioso.

Comprende un gran conjunto bilobulado de células nerviosas (llamado cerebro) encima de la faringe, en el tercer segmento y un ganglio subfaringeo debajo de la faringe en el cuarto segmento. Los dos ganglios están unidos por un anillo nervioso alrededor de la faringe. Del ganglio inferior nace un cordón nervioso que recorre todo el cuerpo por debajo del tubo digestivo. En cada segmento este cordón nervioso presenta un engrosamiento, el ganglio segmentario, del que parte lateralmente, hasta los músculos y órganos del segmento

correspondiente, una sucesión de nervios.

Los ganglios segmentarios coordinan la contracción de los músculos del cuerpo, de modo que la lombriz puede así avanzar.

El cordón nervioso posee unos cuantos axones gigantes que transmiten los impulsos nerviosos más rápidamente que las fibras nerviosas ordinarias (neuronas). Cuando amenaza un peligro, estos axones estimulan a los músculos los que se contraen y retraen la lombriz a su galería.

Las lombrices de tierra tienen repuestas que se limitan a acciones reflejas por medio de las células fotosensibles que poseen en su piel, estas permiten que la lombriz reaccionen frente a la luz, evitándola, ya que expuestas a ella mueren en pocos minutos. Existen más células fotosensibles en el prostomio y en los segmentos anteriores que en las otras partes del cuerpo (22, 26, 29).

2.1.4.7. Sistema Reproductor.

Las lombrices son hermafroditas, cada individuo lleva órganos reproductores masculinos y femeninos. Los segmentos 10 y 11 contienen cada uno un par de testículos situados en cavidades celómicas aisladas, los reservorios de espermias. Allí encontramos tres pares de bolsas laterales bien desarrolladas llamadas vesículas seminales, que abarcan los segmentos 9, 10 y 11. Los espermatozoides producidos en los testículos se almacenan en los reservorios y vesículas. Dos pares de embudos espermáticos recogen los espermatozoides de los reservorios y los llevan, a través de dos conductos espermáticos, a los poros masculinos, en la cara ventral del segmento 15.

En el segmento 13 un solo par de ovarios pequeños descarga sus huevos en la cavidad celómica. Estos son recogidos por un par de embudos ovulares

que los llevan a cortos oviductos, los cuales se abren en la cara ventral del segmento 14 a través de poro femenino. En los segmentos 9 y 10, dos pares de receptáculos seminales almacenan los espermatozoides recibidos durante la cópula (14, 22).

Para este último proceso, dos lombrices, colocados en sentido opuesto, ponen en contacto sus superficies ventrales unidas por secreciones mucosas espesas del clitelio.

El espermatozoide de una lombriz se dirige hasta el clitelio que se encuentra frente a los receptáculos seminales de la otra lombriz, donde quedan depositados. Las lombrices se separan y el clitelio secreta un capullo el cual se desliza sobre la cabeza, caen huevos dentro de el procedentes de los poros femeninos así como espermatozoides de los receptáculos seminales. El capullo se desprende de la cabeza, su abertura se cierra y se forma una cápsula en forma de huso dentro de la cual los huevos se transforman en lombrices (29, 30).

2.2. LA LOMBRICULTURA

De los muchos animales valiosos que el hombre utiliza en la explotación agropecuaria, las lombrices de tierra realizan una de las labores más beneficiosas (26).

La lombricultura es la crianza y manejo de las lombrices de tierra domesticadas a escala industrial la cual se emplea para reciclar los residuos orgánicos como: basura domésticas, estiércol, residuos orgánicos, industriales, etc.- (7, 28).

Esta es una nueva biotecnología que se realiza con la finalidad básica

de obtener productos de gran importancia para el hombre como:

- a. Producción de abono natural (humus).
- b. Producción de proteína para diferentes especies animales a base de harina de lombriz.
- c. Fabricación de aminoácidos para la industria farmacéutica.
- d. Producción de lombrices vivas para la alimentación de diferentes especies domésticos (2, 8, 17).

La crianza intensiva de la lombriz es una actividad que en la actualidad se desarrolla en todo el mundo, con esta técnica se acelera el proceso de descomposición de los desechos orgánicos utilizados como alimentos de las lombrices, que crecen y se reproducen con rapidez en espacios muy reducidos donde alcanzan altas densidades poblacionales (26).

2.2.1. Historia.

Desde tiempos antiguos se conoce la importancia que tienen las lombrices de tierra en la fertilidad de los suelos; es así como en la Antigua Grecia, Aristóteles (322 a. c.) enunció que las lombrices eran los intestinos del suelo. En el Antiguo Egipto, la fertilidad del Valle del Nilo, se debía en su mayor parte al inagotable trabajo de millones de lombrices que allí habitaban, por lo que se le consideraba a la lombriz como un animal valioso, ello llegaba a tal extremo, que se tenían previsto castigos muy vigorosos, incluso la pena de muerte para quién intentara exportar fuera del reino una sola lombriz (12, 24).

Los Incas en el Antiguo Perú, apreciaban la importancia de esta especie en las tierras de cultivo; en reconocimiento a la gran labor de las lombrices uno de los valles más fértiles del Perú, el Valle Sagrado de los Incas se llama "Urubamba" palabra compuesta de origen Quechua, (Uru = lombriz, bamba = valle; (Valle de lombrices) fue Carl Von Linneo, quien en sus sistema natural (1758) por primera vez incluyó una especie de lombriz (*lombricus terrestris*). Savigny en 1826 describió una serie de especie de la familia lombricidae proveniente de las vecindades de París (26).

En 1837 el biólogo Charles Darwin hace los primeros estudios profundos sobre el tema; las primeras nociones sobre el hábitat y el sistema de reproducción de las lombrices (24).

En 1881 Darwin hace ver la importancia de las lombrices para el suelo, sobre todo en la edafogénesis y en la conservación de sus propiedades (8).

La lombricultura como técnica tiene su origen probablemente en 1936, cuando un médico de Los Angeles-EE. UU., el Dr. Thomas Barret decide vivir en el campo dedicándose a la agricultura. Observó como se multiplicaban prodigiosamente las lombrices en un montón de paja y basura húmeda, lo que aumenta la fertilidad de los terrenos en donde se encontraban. Posteriormente se dedicó a la explotación y estudio de las lombrices; después de 10 años publica su obra *The Earth Worm* (Utilización de la lombriz) (26).

En Estados Unidos un pariente de un expresidente, Hugg Carter inició en 1947 la producción a escala comercial, pensó en abastecer el crecimiento del mercado de la pesca deportiva en los Estados Unidos. A medida que la explotación de Carter fue en aumento, se vio en la necesidad de ampliar sus instalaciones, así como de perfeccionar las técnicas utilizadas, permitiéndole satisfacer con eficiencia la creciente demanda del mercado; ya que después de

25 años de haber iniciado la producción, estaba en condiciones de suministrar a las tiendas de caza y pesca más de 15 millones de lombrices anuales.

Tomando las experiencias anteriores, a partir de la década de los 70, más y más personas atraídas por el negocio; fundaron empresas en gran escala. En Estados Unidos, pasa posteriormente a Italia. Estos dos países continúan con la supremacía en América y Europa donde se han formado poderosas asociaciones de lombricultores productores de humus y harina para la alimentación animal (10, 26).

2.3. TIPOS DE LOMBRICES.

Las especies conocidas de lombrices de tierras pueden dividirse en dos grandes tipos como son:

- a. Lombrices silvestres o comunes.
- b. Lombrices domésticas (12, 13).

La diferencias entre estos tipos se manifiestan en la forma de crianza; ya que las lombrices domésticas son las únicas que se pueden producir en cautiverio, entre estas tenemos la Eisenia foetida conocida como; coqueta roja llamada así por su color (2, 8, 16).

2.3.1. Lombriz doméstica (Eisenia foetida)

La Eisenia foetida es el resultado del cruce entre la lombriz de tierra (Lumbicus terrestris) y la lombriz mal oliente (Helodrilus foetidos) que vive en el estiércol y abono orgánico (2, 7).

Esta lombriz cuando es adulta mide de 5 a 6 cm, su diámetro oscila entre

3 y 5 mm, es de color rojo oscuro y pesa aproximadamente un gramo. Cuando las condiciones del medio son favorables, esta lombriz ingiere diariamente una cantidad de comida equivalente a su propio peso y transforma del 50-60% de su alimento en humus. Se alimenta de toda materia orgánica muerta sin ningún valor para el hombre, y nunca hace daño a las plantas vivas (2, 8, 13).

Se reproduce y vive aproximadamente 16 años. Cuando la temperatura y humedad del medio donde vive son adecuadas, se aparea cada 7 días. Las cápsulas se abren entre 14 y 21 días de incubación, según sea la temperatura del medio de cada una de ellas sale un número de crías que oscila entre 2 y 20. Las lombrices recién nacidas son de color blanco que se vuelve rosado a los 5-6 días y se convierte definitivamente en rojo oscuro a los 15 - 20 días. El tamaño de individuo adulto se alcanza a la edad de 7 meses (2, 12, 16).

La actividad sexual disminuye en los meses fríos y en los calurosos es mayor en los meses templados. La máxima actividad sexual se logra cuando la temperatura del medio donde habita oscila alrededor de los 20°C - 25°C (13).

La lombriz roja no emigra de donde inicialmente se ha instalado, salvo en el caso que surjan condiciones muy desfavorables; no deposita sus deyecciones sobre la superficie del suelo, de esta manera se evita la pérdida de este rico material por la acción del viento o el agua (2, 13).

2.3.2. Lombriz silvestre o común.

Tiene una longitud de 12-20 centímetros, habita en terrenos con un contenido de humedad de 40% cuya temperatura es de 10 a 12 grados centígrados. Estas exigencias de hábitat la incitan a vivir en galerías cuya profundidad puede superar los dos metros, ya que la mayor o menor profundidad en donde se

desenvuelve depende de las condiciones del ambiente exterior (8, 13).

La lombriz común tiene una vida media de unos cuatro años, durante el tiempo frío queda aletargada, reinicia su actividad cuando llega la estación templada, es poco prolifera, deposita sus deyecciones sobre la superficie del terreno, con lo cual una parte de ellas puede ser dispersada por el viento y el agua de lluvia o de riego (12, 16).

La lombriz común no es apta para ser explotada en cautividad, su rendimiento en humus y en cama de lombriz es muy escaso, debido a su poca prolificidad. Además requiere unas instalaciones muy costosas, pues este animal tiene una tendencia natural a abandonar el lugar donde inicialmente ha sido instalado (2, 13).

2.3.3. Diferencias entre la *Eisenia foetida* y la lombriz silvestre.

Características

2.3.3.1. *Eisenia foetida*

- a. Se adapta fácilmente a distintos suelos.
- b. Consume toda clase de materia orgánica muerta.
- c. Trabaja de 1 a 3 pies de profundidad de los suelos.
- d. No emigra.
- e. Existe en suelos con todos los grados de acidez (pH).
- f. Produce una cápsula cada semana.
- g. Casi todas las cápsulas son fértiles.
- h. De cada cápsula nacen de 2 a 20 lombrices
- i. Deposita su estiércol de manera pareja, sobre y dentro del primer pie de profundidad.

2.3.3.2. Lombriz silvestre o común.

- a. No se adapta fácilmente.
- b. Tiene una dieta muy limitada.
- c. Trabajan hasta 40 pies de profundidad.
- e. Algunas especies emigran.
- f. No se adapta a los diferentes grados de acidez.
- h. Produce una cápsula al mes.
- i. Pocas cápsulas son fértiles.
- j. De las cápsulas fértiles se origina una lombriz y muy pocas dan dos.
- k. Distribuyen su estiércol de modo disparejo en montones duros, desde la superficie del suelo hasta 40 pies de profundidad (2).

2.4. HABITOS EN SU HABITAT.

Las lombrices de tierra, corresponden a la macrofauna del suelo, estas para mantenerse en el suelo, se introducen en una hendidura o grieta del suelo, se hinchan y de ese modo ensanchan las grietas. Al penetrar hacen una galería redonda cuyas paredes endurecen ellas mismas a medida que avanzan, utiliza para ello un líquido que segrega su piel. Si el terreno esta seco se tragan la tierra y la expulsan por el otro extremo del tubo digestivo, siendo estas una diferencia entre las lombrices domésticas y silvestres debido a que las primeras depositan las deyecciones en el fondo de las galerías y las segundas en la superficie del suelo, lo que trae consigo el deterioro de este abono.

En el invierno descansan en forma de ovillo en el fondo de las galerías

donde encuentran así buenas condiciones climáticas; sólo salen de aquéllas cuando se inundan de agua producto de las lluvias o riego excesivo, o de noche por algún otro factor extremo que se lo exija por lo que generalmente las lombrices sólo sacan la parte anterior; de la galería para buscar alimentos y mantienen la posterior dentro de ésta para agilizar la retirada ante un peligro. Cuando existen buenas condiciones climáticas las lombrices se encuentran en constante movimiento en busca de alimentos. Tanto fisiológicamente como anatómicamente están aptas para tales funciones y son capaces de comer las 24 horas del día (8, 13).

La Eisenie foetida se clasifica en las lombrices detritivoras, ya que comen principalmente sobre el mantillo vegetal o sobre estiércol animal en los horizontes superficiales del suelo (26).

Otros de sus hábitos es mantenerse dentro del sustrato y en las partes más oscuras, húmedas y frescas; son pocos exigentes por el espacio vital comparándolas con las lombrices africanas, además a diferencia de éstas, en los períodos fríos no sufren aletargamiento ni dificultades en el acoplamiento, por lo que tampoco disminuyen su prolificidad. Por ser una lombriz doméstica se recomienda para su explotación intensiva por lo que si se mantiene las condiciones óptimas de su hábitat, no abandonará sus viviendas o criaderos, diferencia marcada entre esta y la silvestre que siempre abandona su viviendas iniciales, gobernada por el instinto natural de la especie (2, 8).

2.5. ALIMENTACIÓN.

Las lombrices de tierra consumen desechos orgánicos de origen vegetal

y animal que previamente deben prepararse mediante una fermentación aeróbica (26).

2.5.1. Preparación del Alimento.

El tiempo que dure la fermentación o preparación del alimento dependerá de factores como la temperatura, humedad, disponibilidad de oxígeno, pH y la disponibilidad de nutrientes, dada la composición química de los residuos orgánicos utilizados (8, 11).

El alimento se considera preparado cuando la temperatura se haya estabilizado entre 20°C y 25°C, el pH esté en las cercanías de la neutralidad, estén ausentes las sustancias químicas tóxicas y la humedad se encuentra entre el 70 – 80% (26).

No debe utilizarse alimento cuyo proceso fermentativo sea superior a los 2 años, porque su estado de maduración está avanzado, lo cual provocaría la muerte de la lombriz por falta de proteínas, vitaminas y azúcares en su dieta (13).

2.5.2. Tipos de alimento.

Se debe tener en cuenta que la lombriz se alimenta con cualquier tipo de sustancia orgánica que haya superado su estado de calentamiento y posteriormente fermentación, estos se clasifican en diversos tipos:

2.5.2.1. **Estiércoles:** Estos generalmente son los alimentos más adecuados ya que son ricos en materia orgánica y en vitaminas, entre estos

tenemos el estiércol de equino, bovino, porcino, ovino, conejo y aves; de los cuales, el más empleado y recomendado es el estiércol de bovino por su fácil obtención y por su gran volumen de producción (8).

El estiércol bovino es de muy buena calidad, tanto para formar el sustrato inicial, como para utilizarlo de alimento en la fase de producción. El período mínimo de maduración o envejecimiento en condiciones naturales es de 6 meses (12).

Los estiércoles procedentes de explotaciones intensivas de pollos, gallinas, pavos y otras aves domésticas en general no son aconsejables debido a su fuerte acidez ocasionada por el alto grado de amoníaco existente en dichas materias (13).

2.5.2.2. Subproductos de la industria como: bagazo de caña, pulpa de café (8).

a. Bagazo de caña.

Es un material lignocelulosico residual que se obtiene en grandes cantidades, de los ingenios azucareros después de la extracción del azúcar de la caña. Actualmente este se emplea como combustible en los ingenios donde se procesa la caña, el bagazo entero desecado pueden mezclarse con melaza y al adicionarle otros productos puede ser utilizado en la alimentación animal (31).

b. Pulpa de café.

La pulpa de café se ha convertido en un serio problema por los grandes volúmenes que se acumulan, lo cual llega a constituirse en fuente de

contaminación en los ríos y terrenos aledaños a los beneficios.

Entre las mejores alternativas actuales para el aprovechamiento de este material, se encuentran la de utilizarlo como abono orgánico; previamente descompuesto para devolverlo posteriormente a los cafetales de donde se originó.

En las grandes acumulaciones que se llega a formar en los beneficios resulta evidente que la descomposición orgánica natural de la pulpa sólo se lleva a cabo en el estrato superficial, por lo que se ha llegado a considerar como necesaria la realización de repetidos volteos y la ocupación prolongada de grandes áreas de terreno para extender la pulpa en camas de poca profundidad (20 a 40 cms). Este panorama puede llegar a ser modificado a partir del hallazgo en 1986 en acumulaciones de pulpa abandonada en campo de 2 especies de lombrices que procesaron la pulpa de café: Eisenia foetida y Metaphira califemica, se observó que las 2 especies se desarrollaron y proliferaron abundantemente, procesando a corto plazo no sólo la capa superficial, sino la totalidad en la pulpa aún a 40 cm de profundidad.

Por lo que el uso de las lombrices, puede incidir en la solución de los problemas de contaminación de aguas y tierras útiles por la pulpa, en la obtención de compost, la utilización de los beneficios en el período inactivo, y la obtención de la propia lombriz para otros usos (1).

2.5.2.3. Basura doméstica. Puede utilizarse cualquier tipo de basura doméstica siempre y cuando posea un contenido de celulosa no menor de 20 a 25%, estas pueden utilizarse preparadas o en estado bruto (26).

2.5.3. Características fundamentales que deben tener la

alimentación de las lombrices.

- a. El alimento tiene que estar bien fermentado.
- b. No debe contener ácido tánico, urea.
- c. Papeles, cartón o sacos que se utilicen no deben contener grabados con tinta por su contenido de taninos y plomo.
- d. Los alimentos no deben estar adulterados.
- e. La textura del alimento es también importante, al ser más fácil para la lombriz ingerir el alimento molido.
- f. Si los alimentos son ricos en proteína, las lombrices crecen más y producen más capullos.
- g. Se debe asegurar que el alimento posea un contenido del 20% de celulosa.
- h. Materiales ricos en azúcar (8, 26).

2.5.4. Variables que deben controlarse en el alimento

- a. **pH:** El alimento de las lombrices deberá tener un pH comprendido entre 6.5 y 7.5; los valores óptimos se encuentran entre 6.8 y 7.2 (13).

Entre los sistemas para verificar el pH del alimento, se encuentran el papel tornasol y el medidor de pH (pH-Metro). En el caso de que no se pueda medir el pH por falta de los instrumentos antes indicados puede confiar en el olfato, ya que la neutralidad implica que el hedor típico del substrato descompuesto desaparece (26).

- b. **Humedad:** En el caso de la humedad se hace difícil determinar el porcentaje óptimo de la misma, aunque hay estudios concretos que arrojan resultados óptimos en rangos que oscilan entre 70-80%. Se recomienda que se utilice agua hasta que el substrato sea capaz de gotear unas 10 gotas cuando se le aplica presión (8). Existe una correlación positiva entre la humedad del substrato y la del medio ambiente, es decir, si la humedad ambiental es baja, tenemos que aumentar el riego, pues la transpiración y evaporación del substrato será mayor y si es a la inversa, sólo tenemos que disminuir el riego del agua en el cantero (6, 12).

2.6. REPRODUCCIÓN DE LA Eisenia foetida.

Los individuos de estas especies son hermafroditas y muestran reproducción cruzada, cada individuo después de una cópula produce cocones en número variable. A 20°C un número variable de individuos emerge de cada cocon después de un período de 2 a 4 semanas. La madures sexual ocurre de los 40 a 90 días, el cual depende de la temperatura y humedad en el medio del cultivo. El estado adulto se caracteriza por la presencia del clitelo (2, 26).

2.6.1. Producción de cápsulas y número de lombrices por cápsulas.

El apareamiento en la E. foetida y bajo condiciones favorables ocurre cada 7 días; entre los principales factores que influyen en la producción de cápsulas podemos mencionar la calidad del alimento, temperatura y humedad del medio

(26).

2.6.1.1. Calidad del alimento.

Los alimentos influyen en la producción y fecundidad de las cápsulas si la lombriz es periódicamente trasladada a alimento fresco la producción de cápsulas y fecundidad aumenta. Acceso constante a alimento fresco implica incremento de peso, lo que a su vez provoca una producción de cápsulas más grande y pesadas que finalmente resulta en una mayor cantidad de lombrices por cápsulas que oclosionan.

Un pH cercano a la neutralidad es una condición favorable para la lombriz; un alimento preparado en base a desechos de mala calidad nutritiva disminuye la producción y fecundidad, así mismo estos factores se ven afectados por la disponibilidad del alimento (26).

2.6.1.2. Humedad.

La humedad es otro de los factores que influyen en la reproducción y fecundidad de las cápsulas; una humedad superior al 85% es muy dañina para las lombrices, lo cual hace que disminuya su reproducción, no obstante la lombriz puede vivir temporalmente en mucha humedad, pero no trabaja ni se reproduce. Las condiciones más favorables se presentan con una humedad del 80%. Niveles de humedad entre 70-75% mantiene los especímenes de manera aceptable; pero niveles de humedad menores de 55% son letales para la lombriz (27).

2.6.1.3. Temperatura.

Una temperatura alrededor de los 20°C es considerada como la óptima, que conlleva al máximo rendimiento de las lombrices. Temperaturas bajas afectan la reproducción negativamente en las cápsulas; por debajo de los 15°C la lombriz sufre dificultades de varios tipos por lo que se reproducen menos y muchas de las crías llegan a morir. Una temperatura superior a los 35°C, crearía grandes problemas a las lombrices ya que se verían obligadas a salir del lecho y si no pudiesen salir morirían (6, 27).

2.6.2. Incubación y eclosión.

El período de incubación, tiempo desde el momento de la deposición de las cápsulas en el substrato húmedo hasta que lleguen a eclosionar, varía según la especie y las condiciones de la crianza (temperatura, humedad y calidad del alimento).

Las temperaturas extremas afectan negativamente la incubación de la cápsulas, temperaturas por debajo de lo óptimo retardan la incubación y las muy altas hacen perder la fecundidad de los huevos.

La cápsula de la Eisenia foetida, bajo condiciones ambientales eclosionan después de 4 a 5 semanas. De las cápsulas nacen lombrices idénticas a las adultas (con excepción del tamaño) de color blanco; al cabo de 3 a 4 días adquieren un color rosado (13, 26).

2.7. EXPLOTACIÓN DE LA Eisenia foetida.

El lugar donde se implantará el criadero de lombrices no debe tener una característica en particular, únicamente debe reunir una serie de requisitos para que su mantenimiento sea lo más sencillo, entre estos tenemos:

- a. Superficie suficiente para su desarrollo posterior
- b. Aprovechamiento de alimento cercano
- c. Agua disponible.

Todo lombricultor debe tener siempre presente que la lombriz tiene un alto grado de prolificidad, además debe tener en cuenta la calidad y cantidad de alimento disponible. Toda explotación se debe instalar cerca de las fuentes de alimentación con el fin de evitar los gastos de transporte de éste, para obtener una mayor rentabilidad en la explotación (8).

2.7.1. Tipos de Explotación.

La lombriz roja se puede explotar bajo dos modalidades:

2.7.1.1. Explotación productiva: Tiene por finalidad el aprovechamiento de los productos de la lombriz: humus y carne. El humus procedente de estas explotaciones es de excelente calidad, al depender en todo caso del tipo de materia orgánica que se suministre como alimento, que generalmente consiste en estiércol de diferentes especies ganaderas. A parte de su riqueza en principios nutritivos, este humus, contiene una flora bacteriana riquísima (hasta medio-billón de colonias de bacterias activas por gramo de humus) lo que da lugar a una gran variedad de enzimas que actúan como

elementos correctores de los suelos.

2.7.1.2. **Explotación Ecológica:** Es aquella que tiene por finalidad la transformación de sustancias orgánicas residuales o molestas: residuos industriales, basuras de población, etc; el humus obtenido en estas explotaciones es de baja calidad ya que contiene una flora bacteriana muy pobre, y además, puede contener una considerable proporción de metales pesados tóxicos. No es aconsejable utilizar este humus para cultivos destinados a la alimentación, pero si que se puede utilizar en floricultura, cultivos industriales, cuyos productos no se ingieren (13).

2.8. **BENEFICIOS DE LA Eisenia foetida.**

2.8.1. **Proteína.**

Las proteínas para la alimentación de las diferentes especies animales son de dos clases:

- a. De origen animal
- b. De origen vegetal

La de origen animal es superior a la de origen vegetal debido a su alto contenido de aminoácidos esenciales, minerales y el aporte de vitaminas del complejo B; por lo general estas se utilizan en cantidades limitadas en las dietas por su alto costo y su baja disponibilidad (4).

En el proceso de descomposición de los desechos orgánicos por lombricultura se producen un gran número de lombrices, cuya carne es apta para la alimentación animal como fuente de proteína. Los análisis de laboratorio

acerca de la materia seca de la lombriz revelan un contenido del 60-80% de proteína, además de los aminoácidos esenciales que posee en un porcentaje más alto (8, 13).

La alta proliferación de la lombriz, así como su fácil manejo da la posibilidad de explotar tan basta fuente de proteína, lo cual reduce los costos de producción (8).

Cuadro N°. 1. RELACIÓN DE DATOS COMPARATIVOS ENTRE LA HARINA DE LOMBRIZ Y OTRAS HARINAS UTILIZADAS EN LA ALIMENTACIÓN.

TIPO DE HARINA	% DE PROTEÍNA
Lombriz de Tierra	60-80%
Harina de Pescado	65%
Carne y Hueso	45-50%
Soya	45%

(8,15).

2.8.2. Aminoácidos.

Las proteínas están formadas por la asociación de unidades químicas más sencillas denominados aminoácidos de suma importancia en el organismo. Algunos de estos como la cistina, metionina, lisina y arginina, falta a menudo en la dieta. Aquellos como la glicina y la metionina es posible añadirlos directamente a la dieta, mientras que los otros pueden compensarse mediante un aumento general del nivel de proteína al utilizar harina de soya, pescado.

Cuadro 2. ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN DE AMINOÁCIDOS DE LA HARINA DE LOMBRIZ.

AMINOÁCIDO	%
Metionina	2.4
Arginina	4.1
Cistina	2.3
Glicina	2.9
Lisina	4.8

Algunos aminoácidos como la arginina son indispensables en la primera etapa de vida de los animales, ya que junto a otros juegan un papel importante en el crecimiento. Se ha observado que cuando la arginina se encuentra en el pienso en un nivel inferior al 6.9% de la proteína total provoca en las aves el canibalismo y picado de las plumas, lo cual también ocurre si escasean los niveles de cistina y metionina. Otra actividad importante de la arginina es que participa en el ciclo de la urea que realiza el hígado.

La metionina es fundamental para evitar la arterioesclerosis en los animales y el hombre (8, 17).

2.8.3. Humus.

El vermicompost o humus de lombriz es, un fertilizante biorgánico que se presenta como un producto desmenuzable, ligero e inodoro. Es muy rico en enzimas y microorganismos, ya que cuenta con alrededor de 2,000 millones de bacterias por gramo. Es un alimento directamente asimilable, rico, equilibrado, reconstituyente y antiparasitario (6, 13).

Su riqueza en oligoelementos lo convierte en un fertilizante completo,

que aporta a las plantas las sustancias necesarias para su metabolismo. No quemara las plantas ni siquiera las más delicadas y acelera la germinación de las semillas. Es un producto vivo que continúa en la tierra gracias a la acción de las bacterias, descompone los demás nutrientes y airea el suelo para un mejor riego (8).

2.8.3.1. Características del Humus que benefician a la tierra y a los cultivos.

Las lombrices atacan la sustancia orgánica en descomposición mediante sus enzimas digestivas; su alimentación esta relacionada con la descomposición de la planta o de los distintos vegetales, de los cuales libera el nitrógeno, fósforo, potasio y diversos oligoelementos. Pero la importancia de la lombriz no sólo está ligada al mejoramiento del terreno, sino que, en particular, las deyecciones producidas constituyen un abono rico en elementos biológicos, energéticos y minerales que reportan un equilibrio indispensable para la fertilidad de terrenos y para el rendimiento de la planta (8). Está compuesto por nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y oligoelementos, tales como hierro, cobre, zinc, y manganeso, libera más rápidamente el nitrógeno, y las partículas orgánicas, que al ser de menor tamaño, inciden en una mayor capacidad para retener la humedad (6, 16).

Además evita el choque del trasplante, aligera los terrenos arcillosos y agrega los arenosos. Puede utilizarse sin contraindicaciones su pH está próximo a 7 (13, 16).

El humus de lombriz es muy buscado por horticultores, citricultores, cafetaleros y muy apreciado para los cultivos biológicos, así como para

plantas ornamentales, fundamentalmente interiores (6, 8).

2.9. COSECHA DE LOMBRICES Y LOMBRICOMPOST.

Para separar las lombrices del humus se pueden utilizar diferentes métodos o sistemas cuyo principio se basa en retrasar durante 1 ó 2 semanas el suministro del nuevo alimento, con el objetivo que las lombrices estén hambrientas y dispuestas a colonizar el nuevo alimento utilizado como trampa (13, 26).

Entre algunos sistemas utilizados para la cosecha de lombrices y lombricompost tenemos:

2.9.1. Sistema lomo de toro.

Consiste en colocar un pequeño montículo de alimento fresco a lo largo del lecho. Las lombrices más hambrientas, se van a concentrar en grandes cantidades en el alimento fresco. Después de un par de días se puede remover el lomo de toro con las lombrices que contenga de esta forma se cosecharán en primer lugar, lombrices grandes y medianas. Este procedimiento se puede repetir unas 3 veces para lograr separar todas las lombrices (26).

2.9.2. Sistema del TCCS.

Consiste en colocar sobre una red de pescador el alimento fresco bien distribuido en toda la superficie. Las lombrices hambrientas suben hacia el alimento fresco a través de las perforaciones de la red. Después de un par

de días se remueve la red con las lombrices. Este procedimiento debe repetirse una vez más para separar todas las lombrices (20).

2.9.3. Otro sistema es: Colocar alimento en un rincón o en dos extremos del lecho, es fácil de esta forma la cosecha del lombricompost. Las lombrices cosechadas puede usarse directamente como alimento para animales o para colonizar un nuevo lecho (7).

El lombricompost recolectado se puede almacenar durante algún tiempo en depósitos o en bolsas de plástico perforado, bajo sombra y al cuidado que la humedad se mantenga en las cercanías del 50% (26).

Si se compara el material que se usó para colocar a las lombrices (tierra, desechos orgánicos, estiércol) con el lombricompost que se obtiene al final este es un material mejorado que contiene:

5 veces más N

7 veces más P

11 veces más K

3 veces más Mg (7).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LOCALIZACIÓN.

El ensayo se realizó en el Centro de Formación Integral y Capacitación en Agricultura Sostenible (CEFICAS), situado en el cantón San José, Calle Real, jurisdicción de Ciudad Delgado, Departamento de San Salvador. Con una altura sobre el nivel del mar de 620 mt., con coordenadas 13° 43' 18" Latitud Norte, 89° 10' 10" Latitud Oeste.

3.2. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS.

Vientos predominantes con rumbo norte con una velocidad media de 7.8 km/hora; promedio anual de humedad relativa 73%, precipitación promedio anual 1,460 mm, temperatura promedio anual 23°C.

3.3. DURACIÓN DEL ENSAYO.

El ensayo se realizó en un período de 120 días desde el 14 de febrero hasta el 14 de junio de 1996.

3.4. INSTALACIÓN Y EQUIPO.

El ensayo se estableció en un terreno de 13 mt, de ancho por 16 mt de largo, con un área total de 272 m².

Se utilizaron 20 contenedores de madera aserrada con dimensiones de 1

m de ancho por 1 m de largo por 0.4 m de alto, las cuales se colocaron en 4 soportes de madera con dimensiones de 1 m de ancho por 5 m de largo por 0.50 m de alto; en cuyas bases fue aplicado aceite quemado con el fin de repeler posibles enemigos naturales de las lombrices.

Para el control de la humedad, acidez y temperatura del sustrato en los contenedores se utilizó un pH-Chi metro y un termómetro además de una regadera metálica para humedecer el sustrato y mantenerlo en los niveles óptimos para un buen desarrollo de la lombriz.

Se utilizaron sacos de polietileno con el fin de cubrir los contenedores; de esta manera proteger las lombrices, para evitar posibles ataques de pájaros, y que estos estuvieren expuestos directamente al sol. El alimento para las lombrices fue suministrado en raciones para la cual se utilizó una báscula tipo reloj con capacidad de 30 lbs y precisión en onzas.

3.5. ANIMALES.

Se utilizaron 5,000 lombrices híbridas de la especie Eisenia foetida en estado adulto.

3.6. PLAN DE MANEJO.

3.6.1. Preparación del sustrato o cama de siembra.

Cinco días antes de inocular, se preparó el sustrato o cama de siembra. Para lo cual se agregó únicamente a cada contenedor 70 lbs de abono orgánico con un pH \pm de 7 distribuido uniformemente en el contenedor. Obteniéndose una

cama de siembra con un grosor aproximado de 3 cm.

3.6.2. Inoculación.

Previamente a la inoculación del sustrato se humedeció, aproximadamente hasta un 80% de humedad.

En cada contenedor se colocaron 250 lombrices adultas, distribuidas en 5 grupos: cada uno de 50 lombrices, con el fin de facilitar su adaptación a su nuevo hábitat.

3.6.3. Alimentación de las lombrices.

Esta se suministró cada 7 días en raciones. Se comenzó con una ración de 2 lbs por contenedor, el cual aumentó la cantidad en una libra según se observará el consumo de este por las lombrices.

3.6.4. Control de Acidez, Temperatura y Humedad.

Este se efectuó con un pH metro y termómetro cada 7 días con el objeto de verificar el estado óptimo del sustrato y alimento proporcionado (20º a 25º C; para mantener una humedad aproximada del 80% un pH más o menos neutro.

3.6.5. Riego.

Este se realizó manualmente con una regadera y se aplicó según fuera la

necesidad de humedad en el sustrato y en el alimento hasta un 85%.

3.6.6. Control de enemigos naturales.

Cada 7 días se revisó el sustrato con el fin de observar posibles ataques de hormigas y ratas. En la base de los soportes se aplicó aceite quemado para evitar que las hormigas subieran a los contenedores, los cuales se taparon con sacos de polietileno evitando para evitar posibles daños de las lombrices por el ataque de pájaros.

3.7. METODOLOGÍA ESTADÍSTICA.

3.7.1. Diseño Estadístico.

Para el análisis de los resultados del ensayo se utilizó el Diseño Completamente al Azar, con 5 tratamientos y 4 repeticiones cada uno.

El Modelo matemático:

$$Y_{ij} = U + T_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Respuesta observada en la repetición j y donde se aplicó el tratamiento:

U = Media experimental

T_i = Efecto del tratamiento:

E_{ij} = Error experimental

i = Número de tratamientos

j_n = Número de Repeticiones.

3.7.2. Distribución estadística del modelo.

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADO DE LIBERTAD
Tratamiento	4
Error experimental	15
Total	19

3.7.3. Descripción de los tratamientos.

Los sustratos alimenticios evaluados fueron los siguientes:

- T₁ Estiércol de bovino
- T₂ Pulpa de café
- T₃ Cáscaras de plátano
- T₄ Bagazo de caña
- T₅ Gallinaza.

Cada tratamiento estaba formado por 4 unidades experimentales o repeticiones. Las cuales estaban constituida de 250 lombrices de tierra (Eisenia foetida) y la cama de siembra.

3.7.4. Variables evaluadas.

Las variables evaluadas fueron: el aumento reproductivo de las

lombrices y la cantidad de proteína de estas en cada uno de los tratamientos.

3.7.4.1. Aumento Reproductivo.

Este se evaluó, por medio de un conteo de todas las lombrices al final del ensayo en cada uno de los tratamientos.

Para facilitar dicho conteo se separaron las lombrices del lombricompost; para lo cual se dejaron las lombrices sin alimento durante una semana; después de ese tiempo se les colocó alimento en los extremos para su aglomeración. Posteriormente se contaron y clasificaron en 3 tamaños; pequeños (0.1 - 1 cm), medianas (1 - 3 cm); adultas (3 - 6 cm).

3.7.4.2. Cantidad de Proteína.

Esta se determinó por medio de análisis bromatológico, para lo cual se tomó una muestra de 12 gr de la cantidad total de las lombrices de cada tratamiento al final del ensayo.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1 AUMENTO REPRODUCTIVO.

La lombriz de tierra es un anelido que mediante su metabolismo y trabajo digestivo realiza una degradación de la materia orgánica la cual es transformada en humus.

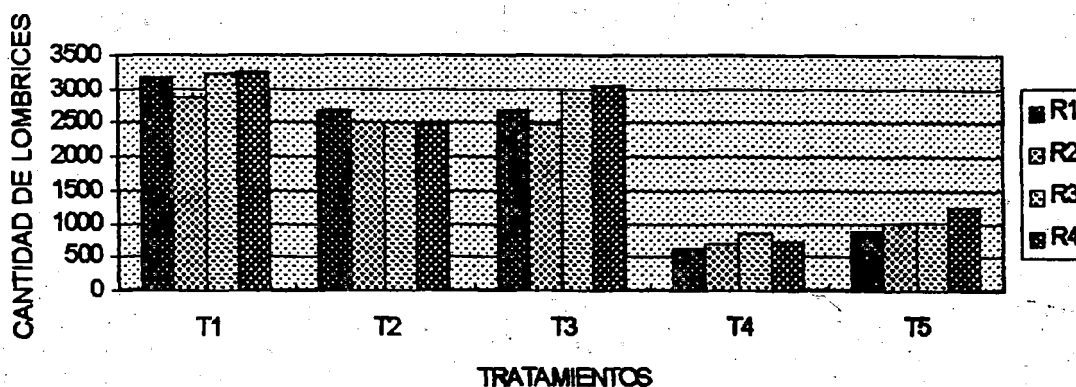
La lombriz Eisenia foetida o coqueta roja como comúnmente se le llama, es una especie que ofrece una gran ventaja en su manejo pudiéndose manejar altas densidades por metro cuadrado; Vilches (28) menciona que pueden manejarse hasta 50,000 lombrices por metro cuadrado, lo cual permite un reciclaje en forma rápida y racional de la materia orgánica.

La Eisenia foetida resulta ser muy prolífica / como lo expresan los datos obtenidos en el estudio realizado (C-3 y fig 1); donde en un período de cuatro meses en algunos tratamientos se obtuvo más de 3,000 lombrices, incrementándose 12 veces la población inicial (250), ya que como lo menciona Vilches las lombrices pueden aparearse cada siete días y cada capullo produce entre 2 a 20 lombrices, considerando que esto depende de la calidad del sustrato alimenticio en que esta se desarrolla al aceptar distintos tipos, de estiércoles (bovino y gallinaza), desperdicios industriales (bagazo de caña y pulpa de café), y desperdicios domésticos (cascaras de plátano).

CUADRO 3. CANTIDAD DE LOMBRICES DE TIERRA (Eisenia foetida) POR TRATAMIENTO (INDIVIDUOS).

TRATAMIENTOS	R1	R2	R3	R4	TOTAL.	MEDIAS
T1	3162	2873	3236	3272	12543	3135.75
T2	3707	2526	2500	2482	10215	2552.75
T3	3698	2491	2981	3050	11220	2805.00
T4	638	698	880	730	2946	1046.00
T5	894	1010	1012	1268	4184	736.50 ✓

FIG.1 REPRODUCCION DE LOMBRICES DE TIERRA POR TRATAMIENTO.



Los materiales empleados como sustratos alimenticios en la reproducción de la lombriz de tierra (Eisenia foetida) presentaban diferentes características físicas y químicas (C-A 1); haciéndolos de tal manera que algunos fueran más aceptados que otros por las lombrices. Tal es el caso de estiércol de bovino T1, pulpa de café

T2, cáscaras de plátano T3 los cuales fueron los tratamientos más consumidos y que presentaron las poblaciones más altas de lombrices. El bagazo de caña y la gallinaza fueron los tratamientos menos consumidos y con poblaciones considerablemente más bajas de lombrices comparadas con los demás tratamientos (T1, T2, T3).

Entre los estiércoles suministrados en el estudio realizado, el estiércol de bovino se presenta como alimento de muy buena calidad, rico en diferentes componentes y que requiere de un período mínimo para su maduración (6 meses). En el caso de la gallinaza por ser un estiércol procedente de explotaciones intensivas no es aconsejable por su largo período fermentativo y avanzado estado de maduración (de 12 a 18 meses), lo que provoca pérdida de elementos necesarios para la reproducción (13,26). Además de estar mezclada con granza de arroz, la hace contener un mayor grado de fibra; siendo por lo tanto un estiércol menos consumido por la lombriz.

En cuanto a los desperdicios industriales la pulpa de café y el bagazo de caña. El primero resulto tener mayor aceptación que el segundo. Esto es debido a que la pulpa es un producto menos fibroso (20.8%) y con un mayor porcentaje de proteína cruda (10.7), en cambio el bagazo de caña contiene un mayor contenido de fibra (42.8%) y un menor contenido de proteína (1.6%). Además con poca retención de humedad lo cual repercute en la aceptación como alimento y en el grado de reproducción de la lombriz ya que el agua es su principal constituyente.

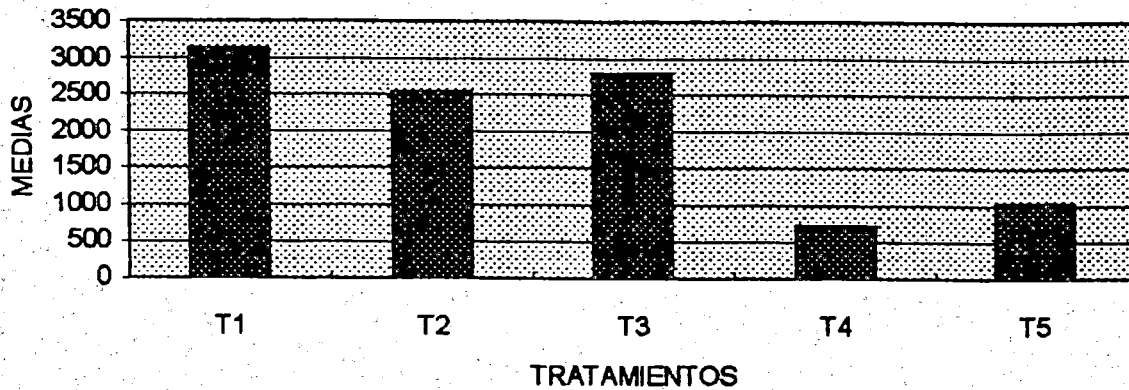
La cáscara de plátano tubo un alto grado de aceptación lo cual se reflejo en la cantidad de lombrices obtenidas al final del estudio.

Por lo tanto independientemente cual sea el material a utilizar como sustrato alimenticio siempre existirá un aumento reproductivo y esto dependerá de la calidad del alimento que debe contener los requerimientos necesarios para su desarrollo reproductivo, de tal manera que alimentos de buena calidad nutritiva aumentan producción y fecundidad, caso contrario lo disminuye (8,26).

Estas características físico-químicas hace que en los niveles de población de los distintos tratamientos existan diferencias entre si. Las cuales se comprobaron mediante el análisis de varianza y la prueba de Tukey.

Al realizar el análisis de varianza de dicho aumento para la reproducción total se determinó que hubo una diferencia altamente significativa en los tratamientos en estudio, en el cual se obtuvo un coeficiente de variabilidad de 8.16% (C-A 2). La comparación de la diferencias de medias a través de la prueba de Tukey (C-A 3 y Fig 2) se comprobó que: El tratamiento T1 fue superior estadísticamente a T3, T2, T5, T4, siendo T3 y T2 similares y superiores a T5 y T4, los cuales presentaron los niveles más bajos de la reproducción, donde existe una diferencia de medias desde 330 hasta 2399.25 entre los tratamientos respectivamente.

FIG. 2. DIFERENCIA DE MEDIAS DE LA CANTIDAD TOTAL DE LOMBRICES POR TRATAMIENTO.



Al analizar la población obtenida según los diferentes tamaños (pequeñas, medianas y adultas), se determinó que:

a) En la reproducción de lombrices pequeñas (C-4 y Fig 3), al realizar el análisis de varianza se obtuvo un coeficiente de variación de 10.95% (C-A 4). Determinándose una diferencia altamente significativa entre los tratamientos y mediante la prueba de Tukey (C-A 5 y Fig 4), se determinó que el T1 es superior a los demás tratamientos, no obstante el T1 no difiere estadísticamente del T2; y T2 es superior al T3 pero estadísticamente son similares y superiores a T5 y T4.

CUADRO 4. CANTIDAD DE LOMBRICES DE TIERRA (Eisenia foetida)
PEQUEÑAS POR TRATAMIENTO.

TRATAMIENTOS	R1	R2	R3	R4	TOTALES	MEDIAS
T1	1170	1015	1073	1146	4404	1101.00
T2	980	897	933	947	3757	939.25
T3	733	856	939	980	3508	877.00
T4	126	163	280	112	681	170.25
T5	311	364	386	482	1543	385.75

FIG. 3. CANTIDAD DE LOMBRICES PEQUEÑAS POR TRATAMIENTO.

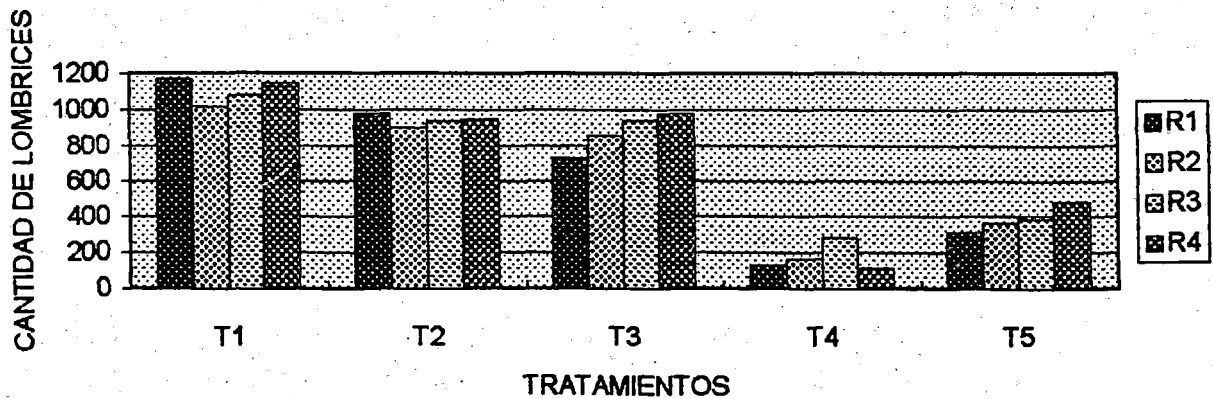
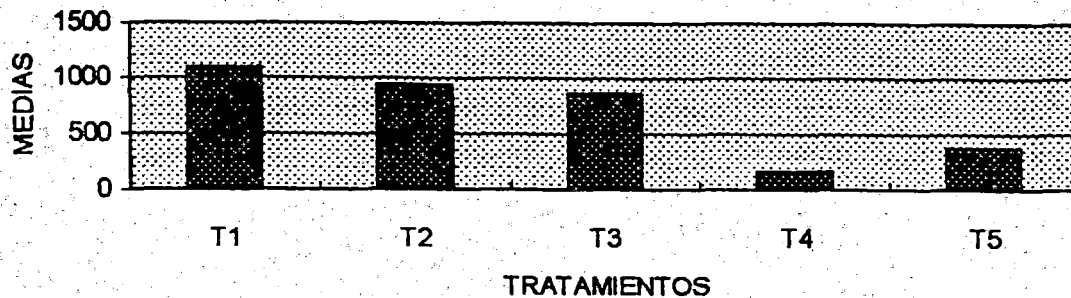


FIG. 4. DIFERENCIA DE MEDIAS DE LA CANTIDAD DE LOMBRICES PEQUENAS POR TRATAMIENTO.



b) En la reproducción de las lombrices medianas (C-5 y Fig 5), el análisis de varianza determino un coeficiente de variabilidad de 7.90 % (C-A 6) lo que muestra una diferencia altamente significativa y a través de la prueba de Tukey (C-A 7 y fig 6), se comprobó que el T1 es estadísticamente superior a los demás tratamientos seguido del T3 y T2, no obstante el T2 es similar estadísticamente al T4 y superior al T5, sin embargo el T4 es similar al T5.

CUADRO 5. CANTIDAD DE LOMBRICES DE TIERRA (Eisenia foetida)

MEDIANAS POR TRATAMIENTO.

TRATAMIENTOS	R1	R2	R3	R4	TOTALES	MEDIAS
T1	906	824	839	850	3419	854.755
T2	437	399	383	340	1559	387.250
T3	687	669	739	773	2868	717.000
T4	327	352	441	336	1456	364.00
T5	667	278	284	335	1164	291.00

FIG. 5. REPRODUCCION DE LOMBRICES MEDIANAS POR TRATAMIENTO.

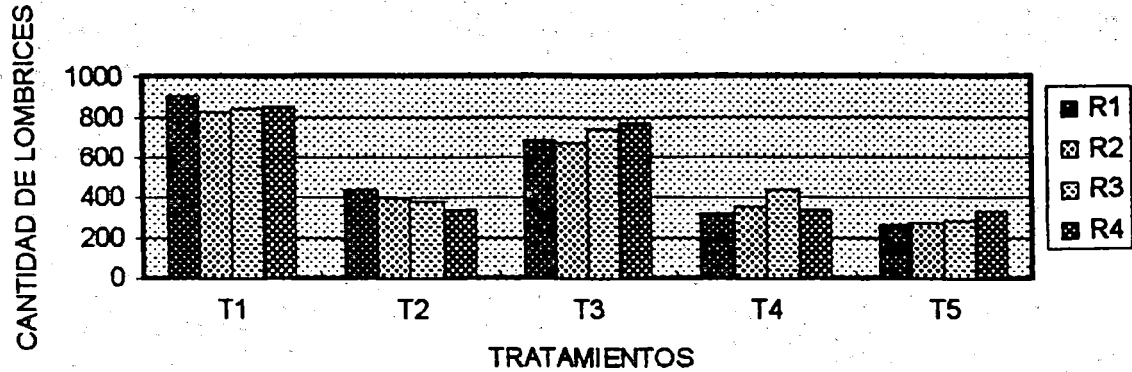
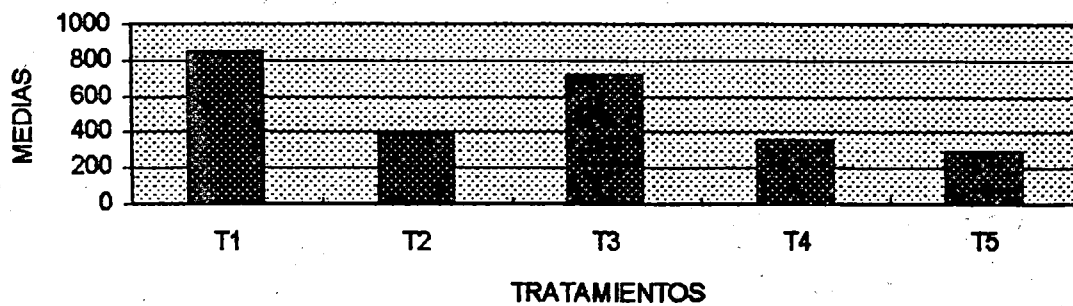


FIG. 6. DIFERENCIA DE MEDIAS DE LA CANTIDAD DE LOMBRICES MEDIANAS POR TRATAMIENTO.



c) En la reproducción de lombrices adultas (C-6 y Fig 7), al realizar el análisis de varianza mostró un coeficiente de variabilidad de 12.62% (C-A 8), en lo que indica una diferencia altamente significativa entre los tratamientos. Mediante la prueba de Tukey (C-A 9 y Fig 8), se determinó que los tratamientos, T2, T3, T1, estadísticamente son similares y superiores al T5 y T4, no obstante el T2 es superior a todos los demás tratamientos.

CUADRO 6. CANTIDAD DE LOMBRICES DE TIERRA (Eisenia foetida)
ADULTAS POR TRATAMIENTO.

TRATAMIENTOS	R1	R2	R3	R4	TOTAL	MEDIAS
T1	1086	1034	1324	1276	4720	1227.25
T2	1300	1230	1184	1195	4909	1211.00
T3	1278	966	1303	1297	4844	1180.00
T4	185	183	159	282	809	369.25
T5	316	368	342	451	1477	202.25

FIG. 7. CANTIDAD DE LOMBRICES ADULTAS POR TRATAMIENTO.

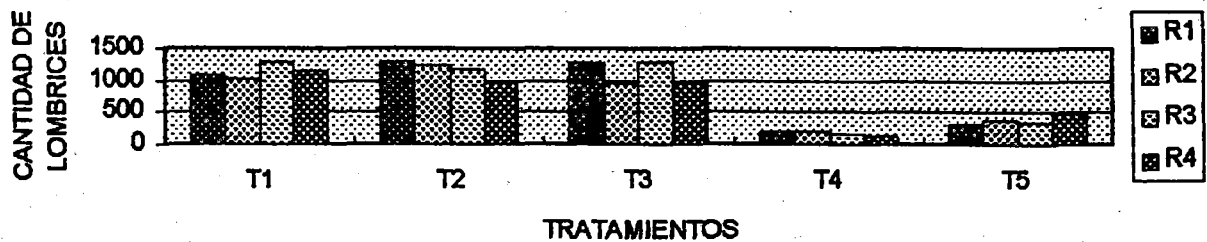
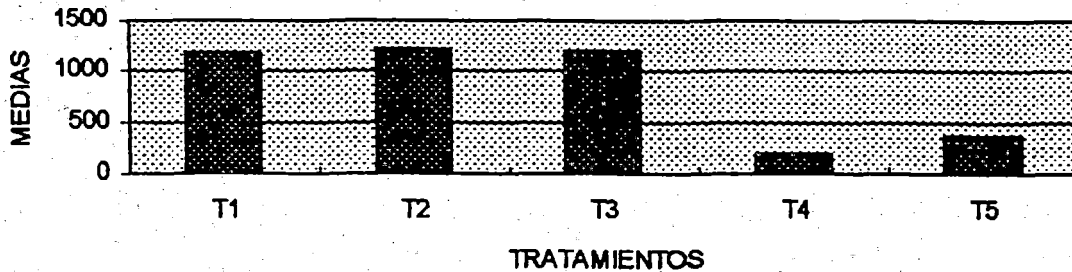


FIG. 8. DIFERENCIA DE MEDIAS DE LA CANTIDAD DE LOMBRICES ADULTAS POR TRATAMIENTO.



Los resultados expuestos anteriormente determinan que independientemente; los datos obtenidos sean analizados en forma total o por sus tamaños (pequeñas, medianas y adultas), los tratamientos que presentan las poblaciones más altas son el estiércol de bovino T1, pulpa de café T2, cáscaras de plátano T3; lo que confirma que el T1 es superior a los demás. El bagazo de caña T4 y la gallinaza T5 presentan bajos niveles de población. Que las poblaciones de lombrices según el tamaño, dependen principalmente del tiempo que duro el estudio y de la calidad del alimento que les fue suministrado, lo que determinó una mayor cantidad de lombrices pequeñas y adultas, tendencia que se dio en todos los tratamientos.

4.2 CANTIDAD DE PROTEÍNA.

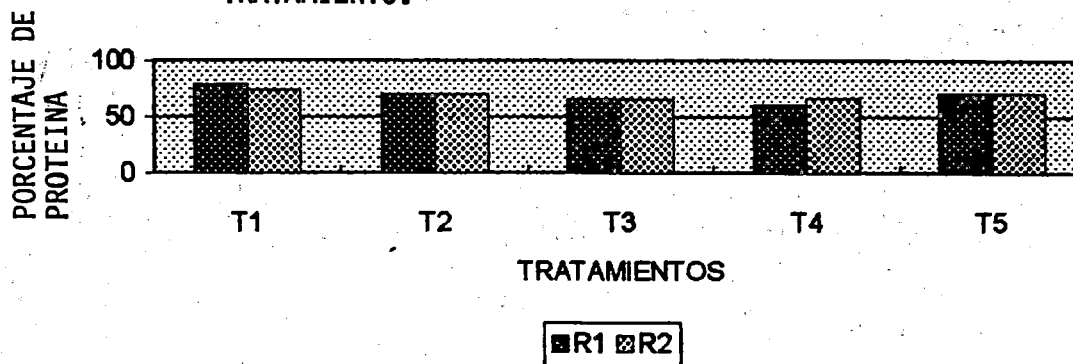
Se considera que la carne de lombriz es apta para la alimentación animal como fuente de proteína (8,13). A continuación se

presenta la cantidad de proteína obtenida de la lombriz de tierra E. foetida por tratamiento y repetición (C-7 y Fig 9).

CUADRO 7. PORCENTAJE DE PROTEÍNA DE LA LOMBRIZ DE TIERRA (Eisenia foetida) POR TRATAMIENTOS.

TRATAMIENTOS	R1	R2	TOTAL	MEDIAS
T1	78.38	73.56	152.04	76.02
T2	69.52	69.87	139.39	69.70
T3	65.41	65.19	130.60	65.30
T4	59.8	66.0	125.80	62.90
T5	71.39	71.03	142.42	71.21

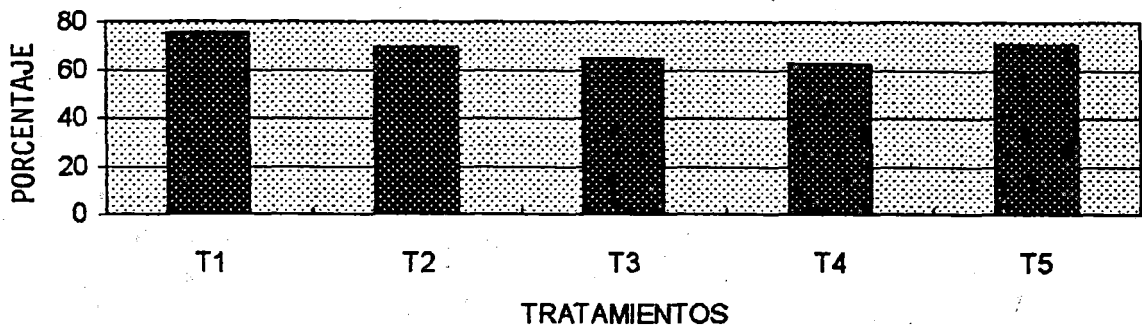
FIG. 9. PORCENTAJE DE PROTEÍNA DE LOMBRIZ DE TIERRA POR TRATAMIENTO.



El análisis estadístico (C-A 10) determinó una diferencia significativa entre los tratamientos evaluados. Con un Coeficiente de Variación de 3.50%.

La prueba de Tukey para la comparación de las medias (C-A 11 y Fig 10) nos muestra que en las lombrices del tratamiento T1 se obtuvo una mayor cantidad de proteína que en los demás tratamientos, seguido del T5 y T2, pero sin existir una diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos ya mencionados. No obstante entre los tratamientos T5, T2, T3 y T4 estadísticamente son similares, y diferentes numéricamente.

FIG. 10. PORCENTAJE DE PROTEINA DE LOMBRIZ ENTRE TRATAMIENTOS.



Estos resultados coinciden con los mencionados por CIDA (8) y Ferruzi (13) que de acuerdo con el tipo de alimentación suministrados a las lombrices, el contenido de proteína redundará en el porcentaje de la misma en la composición corporal de cada individuo (C-A 12 al 13). Habiéndose obtenido porcentajes entre 62.90 y 76.02, los cuales concuerdan con los rangos citados por CIDA (60-80%), lo cual representa ser una buena fuente de proteína para la alimentación de diferentes especies animales, la cual puede ser una fuente de proteína sustituta de otras tradicionales.

4.3 ANALISIS ECONÓMICO TEÓRICO.

CUADRO 8. ESTUDIO TEÓRICO DE COSTO E INGRESO.

CONCEPTO	T1	T2	T3	T4	T5
COSTO KG LOMBRIZ	170	170	170	170	170
SUSTRATO ALIMENTICIO	24	18	35	8	9.60
ABONO ORGÁNICO	21	21	21	21	21
REPELENTE	2	2	2	2	2
TOTAL COSTO	217	211	228	201	202.60
PRECIO POR KG. DE LOMBRIZ					
ADULTAS	802.40	834.50	823.40	137.50	251.10
MEDIANAS	290.10	37.15	60.95	30.95	24.75
PEQUEÑAS	62.40	53.25	49.70	9.65	21.85
INGRESO	1154.90	924.90	934.05	178.10	297.70
BENEFICIO BRUTO	937.90	713.90	726.05	-22.90	95.10
RELACIÓN B/C	5.32	4.38	4.10	-0.11	1.45

* Los sustratos alimenticios utilizados por ser desperdicios de producción fueron regalados. Por lo que el costo recargado fue el del transporte de los mismos.

Al analizar económicamente el estudio realizado nos determino que el tratamiento con menor costo es el T4 seguido de el

T5, T2, T1, T3. Lo que nos demuestra que el costo por tratamiento dependerá principalmente por el precio del pie de cría y la cantidad de material alimenticio. Sin embargo este parámetro no indica que el tratamiento con menor costo sea el mejor.

Al obtener el beneficio bruto por tratamiento con el T1 se obtiene mayor beneficio seguido de T3, T2, T5, T4. Al analizar la relación beneficio costo nos muestra que con el tratamiento T1 se obtiene 5.32, seguido de T2, T3, T5 y T4 . Una buena aceptación del sustrato alimenticio por las lombrices permitirá una adecuada reproducción, para obtener un mayor beneficio con la cantidad del producto en lombrices ya sea en forma de carne o harina y el lombricompost.

4.4 LOMBRICOMPOST.

La lombriz (Eisenia foetida) puede ser una buena aliada para la degradación de la materia orgánica que resulta de los residuos agroindustriales, domésticos o de las explotaciones pecuarias. Ya que en el estudio realizado los resultados finales reflejan que el lombricompost obtenido presenta una disponibilidad alta de nutrientes tales como el fósforo y el potasio en comparación con el análisis inicial utilizado (C 9 y C-A 12 al 15), muestra un enriquecimiento de tales elementos a través del proceso de ingestión en la

lombriz, lo cual constituye un abono rico en elementos biológicos, energéticos y minerales (8).

CUADRO 9. ANÁLISIS QUÍMICO DE ABONO INICIAL Y LOMBRICOMPOST.

MUESTRA	K ppm	P ppm	N ppm
Abono orgánico inicial	200	110	> 35
Lombricompost T1	800	200	< 35
Lombricompost T2	2000	210	< 35
Lombricompost T3	2500	220	< 35
Lombricompost T4	1050	212	< 35
Lombricompost T5	950	222	< 35

Si bien el cuadro 9 refleja una disminución en el contenido de Nitrógeno obtenido en el lombricompost, esto es debido a que es un elemento altamente inestable y que bajo las condiciones en que se encontraban los contenedores estaba sujeto a la lixiviación por efecto de la lluvia.

5. CONCLUSIONES

De la información obtenida durante la Investigación se concluye lo siguiente.

1. Desde el punto de vista estadístico. El estiércol de bovino T_1 es el mejor sustrato alimenticio para la reproducción de las lombrices de tierra y en el bagazo de caña T_4 el incremento de la población fue mínimo.
2. Que la aceptación del sustrato alimenticio se debió a la calidad de este, el cual influye en el aumento poblacional.
3. Los tamaños de lombrices que se encontraron en mayor cantidad independientemente del tratamiento fueron las adultas y pequeñas.
4. La mejor respuesta obtenida en cuanto a la cantidad de proteína en la lombriz de tierra la proporcionaron los tratamientos T_1 , T_3 , y T_2 respectivamente entre los cuales no hubo diferencia estadística significativa.
5. De acuerdo a la relación beneficio costo del estudio el beneficio más alto se obtuvo con el tratamiento T_1 (estiércol de bovino) el cual fue de ¢ 5.32.
6. El humus obtenido independientemente del tratamiento suministrado a las

lombrices este se vió enriquecido en fósforo 12 veces y en el potasio 2 veces al compararlo con el material utilizado como cama de siembra inicialmente.

6. RECOMENDACIONES

1. Dados los resultados de producción se recomienda el uso del estiércol de bovino T₁.
2. En cuanto a la cantidad de proteína obtenida en la lombriz, sin importar el incremento reproductivo se recomienda utilizar cualquiera de los siguientes tratamientos T₁, T₅, y T₇.
3. Cual sea el interés del lombricultor y de la disponibilidad del material alimenticio donde se desea establecer el lombriciario se recomienda utilizar cualquiera de los tratamientos empleados, T₁ estiércol, T₂ pulpa de café, T₃ cáscaras de plátano, T₄ bagazo de caña, T₅ gallinaza.
4. Llevar a cabo estudios en otras condiciones de manejo y de ser posible su utilización práctica en el área agropecuaria.

BIBLIOGRAFÍA

1. ARANDA, E. 1988. La Utilización de Lombrices en la transformación de la Pulpa de café en Abono Orgánico. Veracruz, México. INMECAFE. Pág. 21-24.
- ✓ 2. ARLEDGE, J.E. s.f. Mayores cosechas con la lombriz Coqueta Roja. Guatemala, Ministerio de Agricultura. 24 p.
- ✓ 3. BAHRETT, M.J. 1992. Biología Trad. J. Chávez. New Jersey. EE. UU. Lingüística. P. 367-373.
- ✓ 4. BOGART, R. TAYLOR, R. E. 1988. Producción Comercial de Animales de Granja. México, D. F. México, Limusa. 402-403 p.
5. BRAHAM, J.E. 1978. Pulpa de Café. Bogotá, Colombia INCAP. Pág. 21.
- ✓ 6. CADAVIDO G, J.L. 1984. Abono Orgánico y Lombricultura Colombia. Grania, Manual práctico ilustrado (13) Biblioteca de Campo. 7 - 25 p.
- ✓ 7. CASTILLO, H. s.f. La lombricultura. s.n.t. Tomando en su mayoría de: Mayores cosechas empleando la lombriz Coqueta Roja (DIGESA). Guatemala y las lombrices (REDTA). Colombia. 93-106 p.

- ✓ 8. CIDA. Centro de Información y Documentación Agropecuario. s.f.
Explotación comercial de las lombrices de tierra. Habana, Cuba.
72 p.
9. CHINERY, M. 1988. Los animales pequeños. Bilbao, España.
Publicaciones Fher. 12-14 p.
- ✓ 10. CRISTALES, O. A. 1997. La lombricultura. La Prensa Gráfica, San
Salvador (E. S.); Enero: Martes: pág. 50.
- ✓ 11. CRISTALES, O. A. 1997. Explotación de lombrices. La Prensa Gráfica.
San Salvador (E. S.). Febrero: Martes: pág. 44.
- ✓ 12. FERRUZZI, C. 1987. Manual de Lombricultura. Madrid, España. Mundi-
Prensa. 138 p.
- ✓ 13. FUENTE YAGUE, J. L. 1987. La Crianza de la Lombriz Roja, Madrid,
España. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 28 p.
- ✓ 14. GALTSOFF, P. S. s.f. Culture Methods for Invertebrate Animals. New
York, EE. UU. Dover Publications (Inc.) 191-197 p.

15. GALVES C, A.L. 1995. Lombrices, Forrajes y Manejos de Microcuencas en Matituy-Nariño in IV Seminario Internacional sobre sistemas sostenibles de producción agropecuaria. Sistemas Pecuarios para Montañas Tropicales. Bogotá, Colombia. Fundación Social Regional Nariño. 367-376.
- ✓ 16. GIRALDO M, J. E. 1990. Cría de la lombriz de tierra. Bogotá, Colombia. Instituto Mayor Campesino. 12 p.
- ✓ 17. HABANA. Departamento de Coordinación y Asesoría de Proyecto. 1996. La Lombricultura; para práctica de producir alimento para animal y abono orgánico para suelo y cultivo. Cuba. 6 p.
- ✓ 18. HARO, V. A. 1981. Atlas de Zoología; Invertebrados. 15ª ed. Barcelona España, Jover. 1 - 14 p.
- ✓ 19. INCAP, INSTITUTO DE NUTRICIÓN DE C. A. Y PANAMÁ. 1961. Tabla de Composición de Alimentos para uso en América Latina, Guatemala, Guatemala. Pág. 55.
20. LENG, R.A. 1976. Caña de Azúcar para la Producción Bovina, limitaciones actuales, perspectivas y prioridades para la Investigación Tropical. Producción Animal Tropical (Rep. Dominicana) 6 (1): 1 - 4.

21. MURILLO, B. 1976. Valor nutritivo de la Gallinaza para el Ganado Bovino. Cuaderno de Divulgación Agropecuario del Banco Hipotecario de El Salvador. Nº 40, Pág. 1 - 13.
- ✓ 22. NASON, A. 1968. Biología Trad. Juan Luis Cifuentes México. Limusa p. 416-420.
23. REAVES, P. M. 1965. El Ganado lechero y las Industrias Láceas en la Granja. México, D.F. LIMUS, 120p.
- ✓ 24. RED DE ACCIÓN EN ALTERNATIVAS AL USO DE AGROQUÍMICOS s.f. Abonos Orgánicos. Perú s.n. p. 60-68.
25. RIOJA, L. E. ; BOLIVAR, P.C. 1983. Zoología; vida de los Animales de las plantas y de la tierra. Tomo II. 9ª. Ed. Barcelona, España. Instituto Gallach p. 382-385.
- ✓ 26. TINEO B, A. L. 1994. Crianza y Manejo de Lombrices de Tierra con fines Agrícolas. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 32 p
27. TINEO B , A.L. 1994. Aspecto reproductivo de tres especies de lombrices de tierra. Turrialba, Costa Rica. CATIE.177-189 p.
28. VILCHEZ , E.; NUÑEZ. 1995. Manejo Agroecológico de la Fertilidad del Suelo. Habana, Cuba. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. 10-17 p.

29. VILLE, C. A. 1988. Biología. Trad. Roberto Espinoza 7a. Ed. México, D.F., México. McGraw-Hill. 258 - 262 p.
30. WENDT, H. 1964. La Vida Amorosa en el Mundo Animal. Trad. Juan Godo Costa. Barcelona, España. Noguer p. 120 - 123.
31. ZEGARRA, J.R. s.f. Perspectivas del Aprovechamiento del Bagazo de Caña de Azúcar. México, D.F. CEPLACEA. Boletín Nº5. Pág. 10 -15.

ANEXOS

CUADRO A-1. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS SUSTRATOS ALIMENTICIOS

ELEMENTO/PORCENTAJE	SUSTRATOS ALIMENTICIOS				
	Estiércol de bovino	Pulpa de café	Cáscara de plátano	Bagazo de caña	Gallinaza
Humedad	15-20	7.9	13.7	7-9	3-15
Cenizas	10-15	8.8	1.9	2-3	6-35
Fibra Cruda	-	20.8	1.3	42-43	16-32
Proteína Cruda	10-15	10.7	3.9	1-3	14-34
Extracto etereo	-	2.6	0.4	0.5-2	1-4
Extracto libre de N	-	49.2	-	-	-
Carbohidratos	-	-	81.2	41-43	10-40
Fuente	(23)	(5)	(19)	(20)	(21)

Cuadro: A-2. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA REPRODUCCIÓN DE LOMBRIZ DE TIERRA
(*Eisenia foetida*) POR TRATAMIENTO Y REPETICIÓN

F. DE V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	P>F
Tratamientos	4	7621421.50	1905355.40	101.94	0.0
Error	15	280354.50	18690.30	-	-
Total	19	7901776.00	-	-	-

C.V. = 8.16%

Cuadro: A-3. PRUEBA DE TUKEY PARA LA COMPARACIÓN DE MEDIAS EN LA
REPRODUCCIÓN DE LA LOMBRIZ DE TIERRA (*Eisenia foetida*)

		T1	T3	T2	T5	T4
	MEDIAS	3135.75	2805.00	2553.75	1046.00	736.50
T4	736.50	2399.25	2068.50	1817.25	309.50	-
T5	1046.00	2089.75	1759.00	1507.75	-	
T2	2553.75	582.00	251.25 ^B	-		
T3	2805.00	330.75	-			
T1	3135.75	-				

Cuadro: A-4. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA REPRODUCCIÓN DE LOMBRICES
PEQUEÑAS POR TRATAMIENTO Y REPETICIÓN.

F. DE V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	P>F
Tratamientos	4	2514462.00	628615.50	108.48	0.0
Error	15	86915.00	5794.33		
TOTAL	19	2601377.00			

C.V. =10.95%

Cuadro: A-5. PRUEBA DE TUKEY PARA LA COMPARACIÓN DE MEDIDAS EN LA REPRODUCCIÓN DE LOMBRICES MEDIANAS.

		T1	T2	T3	T5	T4
	MEDIAS	1101.00	939.25	877.00	385.75	170.25
T4	170.25	930.75	769.00	706.75	215.50	-
T5	385.75	715.25	553.50	491.25	-	
T3	877.00	224.00	62.25 ^{NS}	-		
T2	939.25	161.75 ^{NS}	-			
T1	1101.00	-				

Cuadro: A-6: ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA REPRODUCCIÓN DE LOMBRICES MEDIANAS POR TRATAMIENTO Y REPETICIÓN.

F. DE V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	P>F
Tratamientos	4	980907.50	245226.87	143.74	0.0
Error	15	25591.50	170610		
TOTAL	19	1006499.00			

C.V. = 7.90%

Cuadro: A-7. PRUEBA DE TUKEY PARA LA COMPARACIÓN DE MEDIAS EN LA REPRODUCCIÓN DE LOMBRICES DE TIERRA MEDIANAS.

		T1	T3	T2	T4	T5
	MEDIAS	854.75	717.00	387.25	364.00	291.00
T5	291.00	563.75	426.00	96.25	73.00 ^{NS}	-
T4	364.00	490.75	353.00	23.25 ^{NS}	-	
T2	387.25	467.50	329.75	-		
T3	717.00	137.75	-			
T1	854.75	-				

Cuadro: A-8. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA REPRODUCCIÓN DE LOMBRICES ADULTAS POR TRATAMIENTO Y REPETICIÓN.

F. DE V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	P>F
Tratamientos	4	4126052.00	1031513.00	92.18	0.0
Error	15	167848.00	11189.87		
TOTAL	19	4293900.00			

C.V. = 12.62%

Cuadro: A-9. PRUEBA DE TUKEY PARA LA COMPARACIÓN DE MEDIAS EN LA REPRODUCCIÓN DE LOMBRICES DE TIERRA ADULTAS.

		T2	T3	T1	T5	T4
	MEDIAS	1227.25	1211.00	1180.00	369.25	202.25
T4	202.25	1025.00	1008.75	977.75	167.00 ^{NS}	-
T5	369.25	858.00	841.75	810.75	-	
T1	1180.00	47.25 ^{NS}	31.00 ^{NS}	-		
T3	1211.00	16.25 ^{NS}	-			
T2	1227.25	-				

Cuadro: A-10. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA CANTIDAD DE PROTEÍNA DE LA LOMBRIZ DE TIERRA (Eisenia foetida) POR TRATAMIENTO Y REPETICIÓN.

F. DE V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	P>F
Tratamientos	4	211.09	52.77	8.65	0.02
Error	5	30.51	6.10		
TOTAL	9	241.60			

C.V. = 3.58%

Cuadro: A-11. PRUEBA DE TUKEY PARA LA COMPARACIÓN DE MEDIAS EN LA CANTIDAD DE PROTEÍNA DE LA LOMBRIZ DE TIERRA (Eisenia foetida).

		T1	T5	T2	T3	T4
	MEDIAS	76.02	71.21	69.70	65.30	62.90
T4	62.90	13.12	8.31 ^{NS}	6.80 ^{NS}	2.40 ^{NS}	-
T3	65.30	10.72	5.91 ^{NS}	4.40 ^{NS}		
T2	69.70	6.32 ^{NS}	1.51 ^{NS}	-		
T5	71.21	4.81 ^{NS}	-			
T1	76.02	-				

CUADRO A-12. ANALISIS BROMATOLOGICO Y ANALISIS

EN ABONOS ORGANICOS.

BACHILLERES

CARLOS ALBERTO ANGEL

OSCAR ARMANDO MELENDEZ

MAURICIO ORLANDO MORALES

Por este medio le informo sobre los resultados obtenidos en nuestro laboratorio de las siguientes muestras:

No. de Lab.	Identificación de la muestra.	Humedad %	Cenizas %	Extracto Etereo %	Proteínas %	Potasio %	Carbohidratos %	Fósforo %	Nitrógeno %
61	BAGAZO DE CANA		26.03		4.91	300		0.87	0.78
62	PULPA DE CAFE		78.86		9.91	1350		1.60	1.58
64	ESTIERCOL DE BOVINO		24.14		13.60	650		1.37	2.18
65	POLLINAZA		84.96		9.80	550		6.77	1.57

OTRAS DETERMINACIONES U OBSERVACIONES DEL LABORATORIO: Carbohidratos por diferencia = 100 - (%Cenizas+%E.E.+%Fibra Cruda+%Proteínas)

F.

Jefe de la Unidad de Química



F.

recibi

F.

Responsable de análisis

CUADRO A.13. ANALISIS BROMATOLOGICO

BACHILLERES

CARLOS ALBERTO ANGEL


OSCAR ARMANDO MELENDEZ

MAURICIO ORLANDO MORALES


Por este medio le informo sobre los resultados obtenidos en nuestro laboratorio de las siguientes muestras:

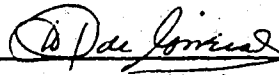
No. de Lab.	Identificación de la muestra.	Humedad %	Cenizas %	Materia Orgánica %	Proteínas %	Potasio %	Carbohidratos %	Fósforo %	Nitrógeno %
65.1	GALLINAZA		58.58		16.90	65000		21.63	2.70
66	ABONO ORGANICO (SUELO)		88.89	13.00		200		0.011	35

OTRAS DETERMINACIONES U OBSERVACIONES DEL LABORATORIO: Carbohidratos por diferencia = 100 - (%Cenizas+%E.E.+%Fibra Cruda+%Proteínas)

F. 
 Jefe de la Unidad de Química



F. 
 Recibido

F. 
 Responsable de análisis

CUADRO A.14. ANALISIS DE SUELOS

EN LOMBRICOMPOST

BACHILLERES

CARLOS ALBERTO ANGEL


OSCAR ARMANDO MELENDEZ

MAURICIO ORLANDO MORALES

Por este medio le informo sobre los resultados de los análisis hechos en nuestro laboratorio de las siguientes muestras :

No. de Lab.	Identificación de la muestra	PH	Conductividad Eléctrica	Materia Orgánica %	Textura Boyucos	Na ppm	K ppm	P ppm	Ca ppm	Mg ppm	Fe ppm	Cu ppm	Mn ppm	Zn ppm	N ppm
164	ABONO ORGANICO (PLATANO)			8.45			2500	220.0							menor de 35
165	ABONO ORGANICO (BAGAZO)			5.31			1050	212.0							menor de 35
166	ABONO ORGANICO (PULPA)			7.80			2000	210.0							menor de 35
167	ABONO ORGANICO (ESTIERCOL)			17.35			800	220.0							menor de 35

OTRAS DETERMINACIONES U OBSERVACIONES DEL LABORATORIO: _____

F. 
 Jefe de la Unidad de Química



F. 
 Responsable de Análisis

F. 
 Recibido

CUADRO A.15. ANALISIS DE SUELOS
 EN LOMBRICOMPOST.

BACHILLERES

CARLOS ALBERTO ANGEL

OSCAR ARMANDO MELENDEZ

MAURICIO ORLANDO MORALES

Por este medio le informo sobre los resultados de los análisis hechos en nuestro laboratorio de las siguientes muestras :

No. de Lab.	Identificación de la muestra	pH	Conductividad Eléctrica	Materia Orgánica %	Textura Boyucos	Na ppm	K ppm	P ppm	Ca ppm	Mg ppm	Fe ppm	Cu ppm	Mn ppm	Zn ppm	N ppm
168	ABONO ORGANICO (GALLINAZA)			2.20			950	222.0							menor de 35

OTRAS DETERMINACIONES U OBSERVACIONES DEL LABORATORIO: _____

F. 
 Jefe de la Unidad de Química




 Responsable de Análisis

F. 
 Recibido

CUADRO A.16 ANALISIS BROMATOLOGICO

BACHILLERES

CARLOS ALBERTO ANGEL

OSCAR ARMANDO MELENDEZ

MAURICIO ORLANDO MORALES

Por este medio le informo sobre los resultados obtenidos en nuestro laboratorio de las siguientes muestras:

No. de Lab.	Identificación de la muestra.	Humedad %	Cenizas %	Extracto Etereo %	Proteínas %	Fibra Cruda %	Carbohidratos %	Fósforo %	Calcio %
247	T 1 (LOMBRIZ)				76.00				
248	T 2 (LOMBRIZ)				69.00				
249	T 3 (LOMBRIZ)				65.30				
250	T 4 (LOMBRIZ)				62.90				

OTRAS DETERMINACIONES U OBSERVACIONES DEL LABORATORIO: Carbohidratos por diferencia = 100 - (%Cenizas+%E.E. +%Fibra Cruda+%Proteínas)

F. 

Jefe de la Unidad de Química



F.



Mauricio

F. 

Responsable de análisis

CUADRO A.17. ANALISIS BROMATOLOGICO

BACHILLERES

CARLOS ALBERTO ANGEL

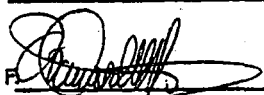
OSCAR ARMANDO MELENDEZ

MAURICIO ORLANDO MORALES

Por este medio le informo sobre los resultados obtenidos en nuestro laboratorio de las siguientes muestras:

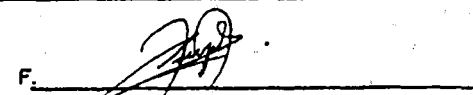
No. de Lab.	Identificación de la muestra.	Humedad %	Cenizas %	Extracto Etereo %	Proteínas %	Fibra Cruda %	Carbohidratos %	Fósforo %	Calcio %
251	T 5 (LOMBRIZ)				71.20				

OTRAS DETERMINACIONES U OBSERVACIONES DEL LABORATORIO: Carbohidratos por diferencia = 100 - (%Cenizas+%E.E.+%Fibra Cruda+%Proteínas)


 Jefe de la Unidad de Química



F. 
 recibí

F. 
 Responsable de análisis

77

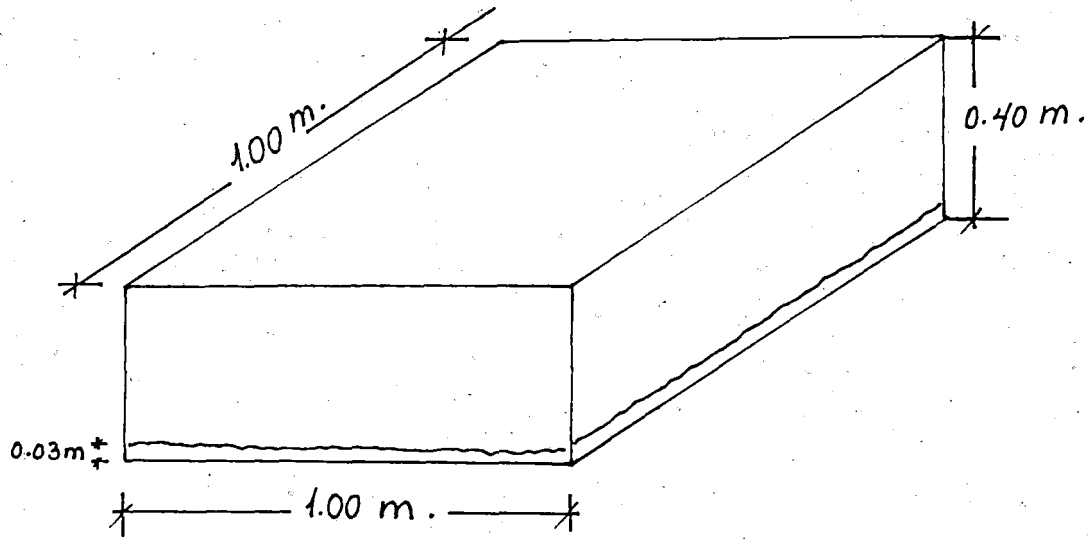


Fig. A-1. CONTENEDOR PARA LA EXPLOTACION DE LOMBRICES

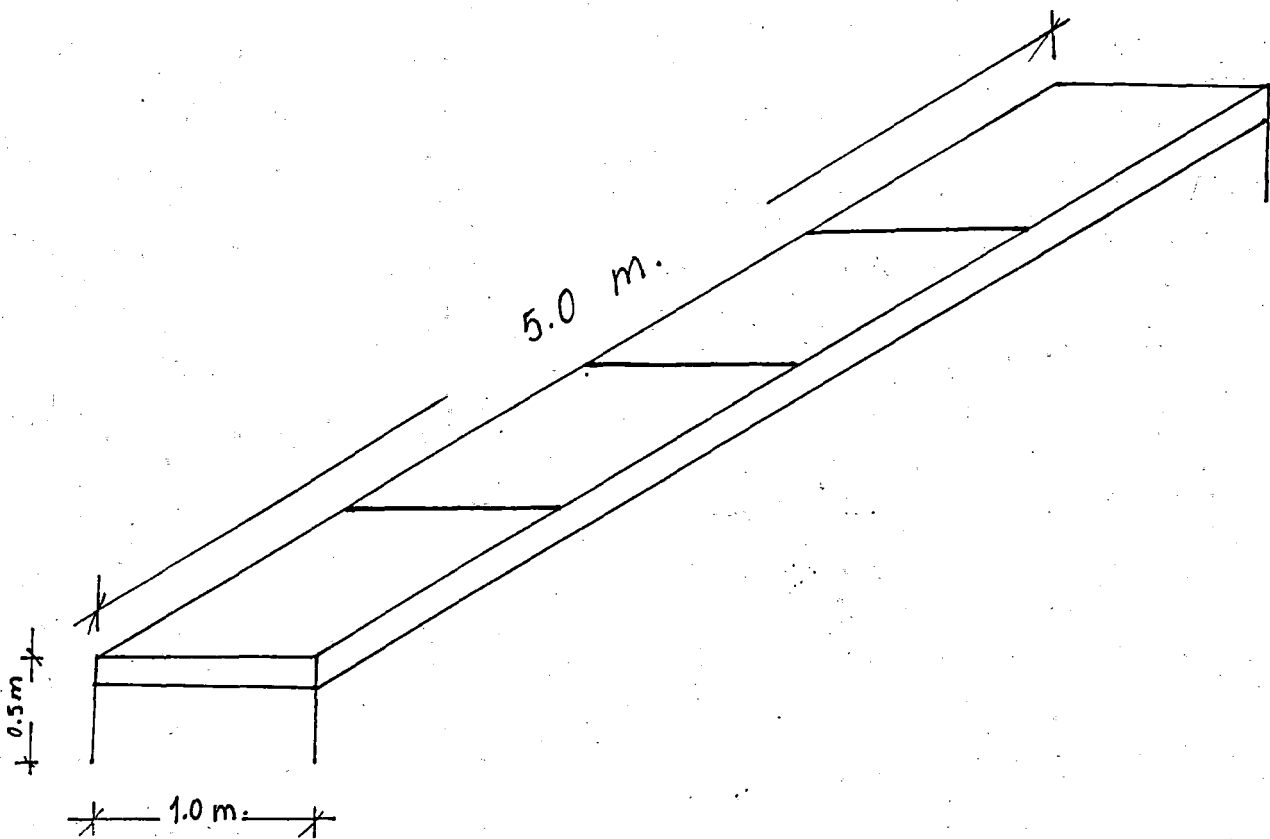


Fig. A-2. SOPORTE DE CONTENEDORES.