

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISION DE INGENIERIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL SUELO



Monitoreo de la Dinámica Poblacional de la Lombriz Roja Californiana (*Eisenia foetida*

L) en Diferentes Calibres de Estiércol de Bovino de Leche

Por:

VÍCTOR HUGO CRUZ MARTÍNEZ

Tesis

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Diciembre de 2013

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL SUELO

Monitoreo de la Dinámica Poblacional de la Lombriz Roja Californiana (*Eisenia foetida*
L) en Diferentes Calibres de Estiércol de Bovino de Leche

Por:

VÍCTOR HUGO CRUZ MARTÍNEZ

Tesis

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL

Aprobada




Dr. Emilio Rascón Alvarado
Asesor Principal



M.C Fidel Maximiliano Peña Ramos
Coasesor



Dr. Alejandro Hernández Herrera
Coasesor
Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"



M.C. Luis Rodríguez Gutiérrez
Coordinador de la División de Ingeniería



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Diciembre 2013

RESUMEN

El presente trabajo se realizó atrás del edificio del Departamento de Ciencias del Suelo de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, entre las coordenadas 25°21'11.4'' latitud N y 101°01'59.8'' longitud W y una altitud de 1742 M.S.N.M. Con el objetivo de determinar la efectividad del mejor sustrato se montó un experimento con cuatro tratamientos (T1) partículas de 2mm, (T2) partículas de 6mm, (T3) partículas de 10mm, (T4) sin tamizar (al natural) y cinco repeticiones respectivamente, dicho experimento se basó en el tamaño de partículas del sustrato, para observar y analizar cuantitativamente la dinámica poblacional de la lombriz de tierra roja californiana (*Eisenia foetida*).

Se observó un mayor incremento de la población en el tratamiento (T4) sin tamizar (al natural).

Palabras clave: dinámica poblacional, lombriz (*Eisenia foetida*), cocones, juveniles, adultos, oligoquetos, sustrato, estiércol de bovino.

DEDICATORIA

A mis padres

Sr. Nicolás Cruz González. El presente trabajo te lo dedico a ti que aparte de ser mi abuelito, has sido mi padre, gracias por todos los consejos, por los regaños, y por haberme guiado siempre por un buen camino, gracias por ser un pilar del cual obtuve fortaleza para salir adelante, por ser un ejemplo a seguir, gracias porque siempre me enseñaste a ver las cosas con positivismo, gracias porque me impulsaste a seguir preparándome en la vida y ahora estoy cosechando el fruto de la semilla que sembraste en mí, gracias porque siempre has sido el mejor padre. Gracias por siempre.

Sra. Manuela Martínez Santíz. A ti madre porque eso es lo que eres para mí, porque madre no es la que engendra si no la que da cobijo y protección, gracias por todos tus consejos, porque siempre me enseñaste que hay que enfrentar la vida con valor y con espíritu, gracias por ser además de una madre una amiga que me escucha y me da consejos, gracias por hacer de mí una persona de bien. Gracias Madre.

A mis tías

Manuela Cruz, Maricruz Cruz, Juana Isabela. Gracias por sus apoyos y consejos, los cuales fueron herramientas fundamentales para salir adelante e ir escalando día a día para lograr ahora concluir con una meta en la vida. Gracias por todo.

A mis primos

Luis Alonso, Gilberto, Eduardo, Francisco Nicolás, Jorge, José Eduardo, Luz de María Carolina. Gracias por sus muestras de cariño y afecto, fundamentales para salir adelante y llegar a ser lo que ahora soy.

Luz de María Franco

Este trabajo se realizó gracias a muchas personas que me dieron ánimos para salir adelante, y entre esas personas está usted que ha sido como mi Abuelita que me ha dado su apoyo incondicional, y ha estado cuando más he necesitado. Gracias por todo su apoyo.

A Silvia Guzmán M.

Una persona especial que ha contribuido ampliamente en mi desarrollo profesional, gracias por estar siempre a mi lado, por apoyarme siempre que he necesitado, por tus consejos, porque me he dado cuenta que siempre se necesita de personitas que te den ánimos y porras cuando tienes que sacar adelante un proyecto, y en este proyecto de vida tú eres y serás por siempre una parte fundamental, gracias porque siempre te preocupaste por mi preparación académica, gracias por todo.

Blanca Guadalupe D.

Este trabajo te lo dedico a ti también porque has sido una persona que ha estado conmigo durante mi preparación, porque siempre estuviste para darme ánimos cuando se me complicaba algunas cosas, porque fuiste una de las personas que siempre estuvo a mi lado para apoyarme incondicionalmente, gracias.

Amalia Alvarado

A ti te dedico este trabajo porque formaste parte de mi formación académica, gracias porque tú fuiste una de las personas que siempre estuvo a mi lado apoyándome cuando las cosas se me complicaban, me diste consejos cuando los necesitaba, me diste ánimos para seguir luchando en la vida y sobre todo para lograr terminar esta etapa tan importante en mi vida.

Adriana Arrollo

Este trabajo también está dedicado para ti, gracias por ser esa personita especial que siempre me dio consejos y me brindó su apoyo incondicional para sacar adelante este proyecto de vida, gracias por ser un ejemplo a seguir.

AGRADECIMIENTOS

A Dios

Por darme la oportunidad de disfrutar esta vida que ha llenado de bendiciones y permitir plantearme las metas con los cuales día a día adquiero nuevos conocimientos, por dotarme de capacidad y habilidad para adquirir y comprender nuevos conocimientos, por guiarme al mejor camino para lograr una etapa más en mi vida, gracias porque me ha ayudado a valorar la vida y todas las bendiciones que ha puesto en mí.

A Mi Alma Terra Mater

Por abrirme las puertas y permitirme ser parte de ella, por contribuir a mi formación profesional, logrando satisfactoriamente mis objetivos, gracias por brindarme todas las atenciones y servicios durante mi estancia en mi formación académica.

A mis Maestros

A cada uno de mis maestros que dieron lo mejor de ellos para mi formación académica, que tuvieron la paciencia suficiente para llenarme de conocimientos, gracias además por brindarme sus amistades incondicionales, los cuales contribuyeron en la realización de este trabajo.

A mis Asesores

Al Dr. Emilio Rascón Alvarado. Gracias por invitarme al proyecto de investigación, por sus consejos, por su paciencia, por sus conocimientos compartidos durante la realización del presente trabajo, por depositar en mí esa confianza que me ayudó mucho para sacar adelante mi investigación, gracias porque siempre estuvo al pendiente del avance de mi trabajo, gracias por ser además una gran persona que además de ser mi asesor fue un gran amigo. Gracias por siempre.

Al M.C. Fidel Maximiliano. Gracias por todo, porque siempre me dio ánimos en todo momento de mi trabajo, gracias porque siempre estuvo conmigo en las buenas y en las malas, porque nunca se negó cuando le solicite asesorías para mi investigación, gracias por su valiosa aportación en este trabajo, gracias porque además siempre me ofreció su amistad incondicional, una valiosa herramienta que me ayudó mucho para sacar adelante mi trabajo

A mis compañeros

A todos aquellos que con su compañía y su apoyo contribuyeron a que mi estancia se volviera una experiencia muy bonita, gracias por su contribución a mi formación académica.

A mis amigos

Monseerrat Zecua. Gracias por siempre, por tu valiosa compañía, porque siempre estuviste conmigo en las buenas y en las malas, porque siempre me apoyaste y me diste consejos y me hiciste ver las cosas como son, porque siempre fuiste alguien con quien reía, platicaba, confiaba, etc.. Gracias también por tu valiosa colaboración para la realización de este trabajo.

Reyna Amada, Daymi Daniela, Arely Roblero, Eligio Pérez, José Alfredo, Néstor Alexander, Catalina, Ing. Roberto, Claudia Escamilla. Gracias por sus apoyos para la realización de este trabajo.

A mis compañeros de casa

Martha Santis, Moisés Felipe, Noé Felipe, Artemio Gonzales, Rodolfo Santis. Gracias por sus muestras de afecto y de cariño, gracias por ser mi gran familia durante mi preparación profesional, gracias por todas las convivencias en los que siempre estuvimos juntos.

A José Guadalupe

A tí mi gran amigo gracias porque tú me diste ánimos para seguir preparándome, gracias porque hoy estoy terminando una etapa en mi preparación profesional, gracias por siempre amigo.

Victor Hernández D.

Gracias Ing. Por sus consejos y sus conocimientos aportados para mi formación profesional.

INDICE DE CONTENIDO

RESUMEN.....	i
DEDICATORIAS.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	v
INDICE DE CONTENIDO.....	ix
INDICE DE CUADROS.....	xii
INDICE DE FIGURAS.....	xiii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivos.....	3
1.2 Hipótesis.....	3
2. REVISION DE LITERATURA.....	4
2.1 Reseña histórica.....	4
2.2 Generalidades.....	6
2.2.1 Clasificación Zoológica.....	6
2.3 Anatomía y fisiología de la lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i> L.).....	13
2.3.1 Anatomía interna de la lombriz.....	13
2.3.2 Estructura externa de la lombriz.....	14
2.3.3 Pared del cuerpo y celoma.....	14
2.3.3.1 Pared corporal.....	14
2.3.3.2 Celoma.....	15
2.3.4 Sistema digestivo.....	15
2.3.5 Sistema excretor.....	16
2.3.6 Aparato circulatorio.....	17
2.3.7 Sistema respiratorio.....	17
2.3.8 Sistema nervioso.....	18

2.3.9 Aparato neurosensorial.....	18
2.3.10 Sistema reproductor.....	19
2.3.11 Sistema reproductor masculino.....	19
2.3.12 Sistema reproductor femenino.....	19
2.4 Patologías de las Lombrices.....	20
2.5 Enemigos de las Lombrices.....	21
2.6 Acciones que realizan las Lombrices en el proceso de vermicompostaje.....	22
2.7 Empleo de estiércol como alimento de Lombriz.....	22
2.8 Sustrato.....	25
2.9 Crecimiento de Lombrices en diferentes fuentes de materia orgánica.....	26
2.10 Fases de la descomposición de la materia orgánica en relación con la actividad de las Lombrices.....	26
2.11 Impacto de factores climáticos en tasas de multiplicación de Lombriz.....	27
2.12 Importancia de las Lombrices.....	29
2.13 Importancia económica del cultivo de Lombrices.....	29
2.14 Efecto de la Lombricomposta en el suelo.....	30
2.15 Especies de Lombrices más utilizadas.....	31
2.16 Factores que amenazan la reproducción de Lombrices.....	31
2.17 Hábitat.....	32
2.18 Agricultura orgánica.....	32
2.19 Estiércol.....	33
2.19.1 Definición.....	33
2.19.2 Generalidades del estiércol.....	33
2.19.3 Tipos de estiércol.....	34
2.19.4 Utilidad de los estiércoles.....	34

3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	37
3.1 Localización geográfica del sitio experimental.....	37
3.2 Acondicionamiento del área.....	38
3.3 Materiales.....	38
3.4 Metodología.....	40
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	43
4.1 Análisis de varianza.....	43
4.2 Población de Cocones.....	44
4.3 Población de Juveniles.....	45
4.4 Población de Adultos.....	47
5. CONCLUSIONES.....	49
6. LITERATURA CITADA.....	50
6.1 Fuentes de internet.....	55

INDICE DE CUADROS

Cuadro 2.1 Composición química y física del humus sólido de Lombriz.....	8
Cuadro 2.2 Composición media de los estiércoles frescos de diferentes animales domésticos (en % de materia seca).....	36
Cuadro 2.3 Salinidad y reacción del medio en estiércoles de diferentes animales doméstico.....	36
Cuadro 3.1 Tratamientos y calibres de estiércol.....	41
Cuadro 4.1 Cuadrados medios y significancia para los tres estadíos evaluados de la Lombriz de tierra Roja Californiana en cuatro calibres de estiércol de bovino de leche....	43

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Esquema interior de la Lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i> L.).....	13
Figura 2.2 Esquema exterior de la Lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i> L.).....	14
Figura 3.1 Localización geográfica del sitio experimental.....	37
Figura 4.1 Población de cocones de la Lombriz Roja Californiana (<i>Eisenia foetida</i> L.) con cuatro diferentes tamaños de partículas de estiércol de bovino de leche.....	44
Figura 4.2 Población de Juveniles y significancia estadística de la Lombriz Roja Californiana (<i>Eisenia foetida</i> L), con diferentes tamaños de partículas de sustrato.....	45
Figura 4.3 Significancia estadística y población de adultos de la Lombriz Roja Californiana (<i>Eisenia foetida</i> L) con cuatro diferentes tamaños de partículas de estiércol de bovino de leche.....	47

1. INTRODUCCIÓN

La humanidad se encuentra en la preocupación de cómo se van a solucionar los problemas que existen: la contaminación generada por las grandes cantidades de desechos orgánicos que se producen; la destrucción de los recursos naturales por el depósito de desechos en lugares de uso humano; la acumulación de desechos en forma permanente sobre una superficie, como el caso de los estiércoles, que llegan a contaminar los mantos freáticos y arroyos por el escurrimiento del purín o lavado del mismo; el deterioro del suelo por el uso de agroquímicos y finalmente la subsistencia alimenticia.

Es necesario visualizar que en un futuro no lejano la humanidad se verá en la necesidad de optar por una producción orgánica al 100%, ya que son muchas las repercusiones en la salud a causa del uso de sustancias de síntesis química, por lo cual es de suma importancia crear conciencia del grave daño que nos estamos ocasionando, así como al medio ambiente y todos los seres vivos que habitamos el planeta.

Por lo antes expuesto es necesario optar por una agricultura ecológica en busca de una producción agrícola y ganadera sin la utilización de fertilización y plaguicidas de síntesis químicas, en un entorno respetuoso con la naturaleza.

En esta investigación se consideró como una opción importante el manejo de las lombrices de tierra, ya que en investigaciones realizadas se ha comprobado su importancia por los efectos que estas producen sobre el recurso suelo, son los más conocidas de todos los organismos que habitan en él, ya que la actividad metabólica de la biota edáfica, involucra acciones muy diversas que inciden sobre las diferentes propiedades físicas, químicas y biológicas, proporcionando de esta manera condiciones óptimas para la nutrición, el crecimiento y desarrollo de las plantas.

Las lombrices de tierra, en la actualidad, se han visualizado como una alternativa de solución de las problemáticas tanto en el ámbito agrícola, así como en el enfoque alimenticio, es por ello que esta investigación considera esencial estudiar las condiciones óptimas para el desarrollo y multiplicación de dichos organismos, así como sus comportamientos.

Por lo expuesto anteriormente se consideran el siguiente objetivo e hipótesis de la presente investigación:

1.1 Objetivo:

- Generar conocimiento científico sobre la velocidad de multiplicación de lombrices de tierra roja californiana (*Eisenia foetida* L) en distintos calibres de estiércol de bovino de leche

1.2 Hipótesis

H₀: Todos los tratamientos tienen igual respuesta en la velocidad de reproducción de las lombrices en los diferentes calibres de estiércol

H_a: Al menos uno de los tratamientos tiene una respuesta diferente en la velocidad de reproducción de las lombrices en los diferentes calibres de estiércol

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Reseña histórica

Barbado (2004), menciona que la lombriz era conocida en la antigüedad como “arado” o “intestino de la tierra”, debido a que los griegos observaron que, al excavar galerías en el terreno, se volvía poroso y facilita la oxigenación y permeabilidad del agua. En el antiguo Egipto, la reina Cleopatra le confirió la categoría de animal sagrado, y se castigaba con la pena máxima el intento de sacarlas de Egipto hacia otros territorios.

Datos históricos que se remontan a 5,000 años atrás aproximadamente, indican que los Sumerios fueron los primeros en descubrir las bondades de las lombrices. Los egipcios las adoraban, pues estas proporcionaban fertilidad a los suelos bañados por el río Nilo. Años más tarde, Aristóteles las define como el “intestino de la Tierra”, y Darwin, en 1881, escribe un célebre ensayo acerca del suelo y sus observaciones sobre los Oligoquetos, como lo mencionan Romero *et al.* (2003).

Argueta *et al.* (2011), mencionan que Darwin hizo muchas investigaciones acerca de las lombrices de tierra, pero no fue hasta el año 2008 cuando finalmente se logró identificar las especies con las que realizó sus investigaciones en la casa de Down, pero queda aún

pendiente, determinar las especies que Darwin encontró en sus primeros trabajos en Maer, así como en las ruinas romanas y abadías que estudió.

La lombricultura es una actividad muy reciente. El desarrollo de este tipo de producción animal comienza en Estados Unidos a finales de la década de los años 40 del siglo XX, en sus inicios el cultivo o crianza de estos anélidos, tenía como objetivo la comercialización de las lombrices como cebos de pesca, conforme se fue incrementando su aceptación por los consumidores, se fueron seleccionando para su crianza en espacios reducidos y a altas concentraciones, conforme el desarrollo de la crianza se empezaron a visualizar nuevas aplicaciones como son: para la obtención de humus, para la alimentación del ganado, tratamiento de grandes concentraciones de desechos orgánicos, como lo mencionan Padilla y Cuesta (2003).

Se le conoce como Lombriz Roja Californiana porque es en ese Estado de E.E.U.U. donde se descubrieron sus propiedades para el ecosistema y donde se instalaron los primeros criaderos (www.Infoagro.com 2003).

Flores (2010) menciona que en España y en países como Argentina, Brasil, Ecuador y México, la cría de lombrices comenzó a desarrollarse a principios de la década de los 80's. En la actualidad se están extendiendo las explotaciones de este tipo debido a que la obtención de humus a partir del compostaje de materia orgánica permite mejorar la calidad de muchos

suelos agrícolas o recuperar zonas degradadas, al mismo tiempo evitar la contaminación de las aguas que provocan los vertidos indiscriminados de materia orgánica. A partir de esta fecha, también se inicia la práctica de la Lombricultura en una gran cantidad de países como Suiza, Holanda, Italia, España, Japón y Argentina.

Flores (2010) también menciona que en México la lombricultura como actividad económica inicia en 1990, la primera empresa en establecerse fue LOMBRIMEX, que se instaló en el estado de México.

2.2 Generalidades

2.2.1 Clasificación zoológica

Espinosa (2003) clasifica a la lombriz roja californiana de la manera siguiente:

Reino: Animal

Tipo: Annelida

Clase: Oligochaeta

Familia: Lombricidae

Género: *Eisenia*

Especie: *foetida*

Ferruzzi (1986) menciona que la lombriz roja vive normalmente en zonas con un clima cálido templado. Su temperatura corporal oscila entre los 19 y los 20°C, mide de 6 a 8 cm de longitud, su diámetro oscila entre los 3 y los 5 mm., es de color rojo oscuro, respira a través de la piel, no tiene dientes, en cada metámero se ubican 5 pares de corazones y un par de riñones, esta es una de las razones por las cuales, si se parte una lombriz en dos, una de las partes sobrevive, precisamente la parte que tiene la boca.

Ferruzzi (1986) también menciona que el clitelium se sitúa en la parte anterior del cuerpo aproximadamente a la altura de su primer tercio, si se considera la longitud total de la lombriz. El clitelium solo se puede ver en las lombrices adultas y quiere decir que estas han llegado a la madurez sexual; es como un anillo de mayor diámetro que el resto del cuerpo.

De la Cruz (2007) menciona que los principales países productores de lombriz roja californiana de América Latina son: Chile, Brasil, Colombia, Argentina y Ecuador; estos países cuentan con grandes explotaciones industriales.

De la Cruz (2007) también menciona la composición química y física del humus de Lombriz (Cuadro 2.1).

Cuadro 2.1 Composición química y física del humus sólido de lombriz

Componente	Cantidad
Humedad	30-60%
pH	6.8-7.2
Nitrógeno	1-2.6%
Fósforo	2-8%
Potasio	1-2.5%
Calcio	2-8%
Magnesio	1-2.5%
Materia orgánica	30-70%
Carbono orgánico	14-30%
Ácidos fúlvicos	14-30%
Ácidos húmicos	2.8-5.8%
Sodio	0.02%
Cobre	0.05%
Hierro	0.02%
Manganeso	0.006%
Relación C/N	10-11%

La longitud media de la lombriz roja californiana está comprendida entre 5 y 9 cm con un diámetro de 3 a 5 mm, tamaño que alcanza a los 7 meses de edad. Su peso es de un gramo aproximadamente, de alimento consume diariamente una cantidad de residuos orgánicos equivalente a su peso o a la mitad según sus condiciones de vida. La lombriz de vida libre vive alrededor de 4 años, la roja en cautiverio 16. La fecundación de la de vida libre es de cada 45 días mientras que la roja en cautiverio, cada 7 días. También hay más nacimientos entre las lombrices rojas en cautiverio, 2-20 lombrices por cocón, contra 1 a 4 entre las de vida libre (www. Agrobit.com).

Cruz (2005) menciona que el ciclo biológico de la lombriz roja californiana (*Eisenia foétida*), comprende 3 estadíos:

- 1) Cocón o cápsula, 2) lombriz juvenil y 3) lombriz clitelada
1. Cocón o cápsula. Su color es blanco amarillento y cambia en la medida que éste madure, hasta llegar a un color café oscuro cuando eclosionen y nazcan las futuras lombrices. En condiciones normales la lombriz puede poner una cápsula cada semana. El peso de un cocón puede variar entre 13 y 14 mg, pero puede alcanzar un rango de 13 a 20 mg/cápsula.
2. Lombriz juvenil. Después de tres semanas o 23 días de incubación de cocones, eclosionan las lombrices juveniles, son de color blanco semitransparentes, el número de lombrices por cocón es muy variado:
 - 1) De 2.3 hasta 21 lombrices/cocón. Aunque Ferruzi (1986) dice que puede alcanzar hasta 21 lombrices/cocón.

3. Lombriz clitelada. La lombriz clitelada alcanza esta fase a los tres meses de edad, y desde este momento la lombriz comienza a reproducirse, su apareamiento se realiza cada 7 días. En esta fase, la lombriz presenta un diámetro de 3 a 5 mm, llega a pesar 1g. su longitud oscila entre 5 a 6 cm y puede medir hasta 7.5 cm. Es de color púrpura, amarilla en la cola y blanco cremoso en el clitelo.

Las cápsulas o cocones de la lombriz roja californiana se abren pasados entre 14 y 21 días de incubación, según sea la temperatura del medio y de cada una de ellas salen un número de crías que oscila entre 2 y 20. Las lombrices recién nacidas son de color blanco que se vuelven rosado a los 5 ó 6 días y se convierten definitivamente en rojo oscuro a los 15 ó 20 días. El tamaño de individuo adulto se alcanza a la edad de 7 meses. (ramonhaya.webcindario.com).

Las lombrices de tierra son consideradas ingenieras del ecosistema, ya que intervienen en la aireación e infiltración del suelo, y proporcionan materia orgánica disponible para otros organismos del suelo. En México se han descrito 93 especies, de las cuales 46 son nativas y 47 exóticas y pertenecen a las familias Megascolecidae, Acanthodrilidae y Glossoscolecidae. De acuerdo a las categorías ecológicas, el 72% de las lombrices de tierra en México son endogeas-geófagas de acuerdo como lo mencionan Huerta *et al.* (2005).

Méndez y Monge (2003), afirman que las lombrices de tierra se distribuyen en casi todos los suelos del planeta, pero abundan en aquellos con textura fina y ricos en materia orgánica. Son seres vivos que contribuyen mediante sus actividades, a que los suelos tengan más porosidad y mejor estructura, es decir, desde el punto de vista del agricultor las lombrices mejoran las condiciones físicas y químicas de los suelos.

Las lombrices de tierra son uno de los tres grandes grupos de anélidos. Una lombriz de tierra come haciendo su camino a través de la tierra, extrayendo los nutrientes de ella conforme va pasando por el tubo digestivo, mientras que el material sin digerir sale por el ano en el extremo posterior de la lombriz, como lo mencionan Campbell *et al.* (2001).

Las lombrices de tierra de acuerdo a su categoría ecológica se han clasificado en epigeas, endogeas y anécicas. Las epigeas son aquellas que viven en la superficie del suelo y se alimentan de la hojarasca. Las endogeas son aquellas que viven en el interior del suelo y se alimentan de la materia orgánica que está pegada a la materia mineral, y las anécicas se mueven del interior al exterior del suelo, incorporando materia orgánica al suelo, como lo mencionan Bautista y Gerardo (2005).

Starr, *et al.* (2008), mencionan que las lombrices de tierra oxigenan el suelo al enterrarse y alimentarse en él, igual que la mayor parte de los anélidos, tienen un sistema circulatorio cerrado con varios corazones. Las contracciones del corazón y los vasos

sanguíneos muscularizados mantienen la circulación de la sangre en un sentido, los vasos más pequeños alimentan los intestinos, las cuerdas nerviosas y la pared corporal.

Schuldt y Testa (2010) mencionan que la lombriz adulta no necesariamente pesa 1 g. la madurez sexual se alcanza a partir de los 0.25 g, independientemente de la dieta, que una dieta permita un rápido crecimiento implica obtener antes la maduración sexual, pero no garantiza que la producción de cocones sea superior.

Schuldt y Testa (2010) mencionan que se ha comprobado que el grado de apiñamiento de los animales incide negativamente sobre la frecuencia de las puestas (de 0 a 9 por semana/adulto), al punto que este factor es más importante para la expansión de una población que adopta alguna dieta en particular.

La fecundidad de las lombrices nunca llega a 22 lombricitas/cocón, puede variar de 0 a 9, como lo mencionan Schuldt y Testa (2010).

Las lombrices de tierra son considerados bioindicadores de la estabilidad y la fertilidad del suelo, estas llegan a establecer el estado de los suelos en diversos usos de la tierra, representan la mayor biomasa animal en la mayoría de los ecosistemas terrestres, y allí donde son abundantes pueden procesar a través de sus cuerpos hasta 250 toneladas de suelo por año, por hectárea, como lo mencionan Sánchez y Hernández (2011).

Flores (2010) también menciona que la Lombriz Roja Californiana se trata de un gusano anélido oligoqueto (pequeño), hermafrodita, es decir, que cada individuo posee órganos masculinos (testículos) y femeninos (ovarios), los cuales están ubicados en la parte anterior cerca de la boca. Son de color café oscuro y además, muy prolíficas, es necesario conocer que estos no pueden autofecundarse y necesitan aparearse dos individuos maduros para intercambiar los espermatozoides, la fecundación es cruzada. Son organismos fotofóbicas.

2.3 Anatomía y fisiología de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida* L.)

2.3.1 Anatomía interna de la lombriz

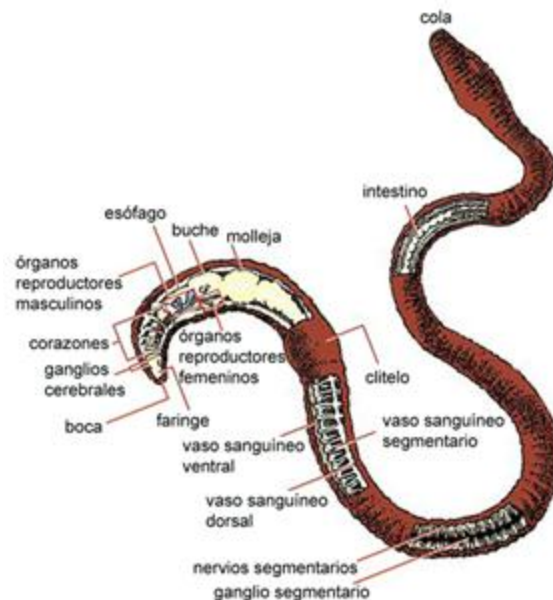


Figura 2.1 Esquema interior de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida* L.)

(www.vermicuc.com)

2.3.2 Estructura externa de la lombriz

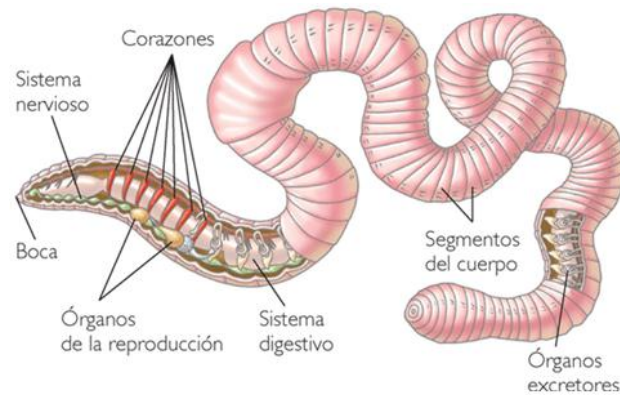


Figura 2.2 Esquema exterior de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida* L.)

(www.monografías.com)

2.3.3 Pared del cuerpo y celoma

2.3.3.1 Pared corporal

La pared del cuerpo, según Cruz (2001), está constituido de afuera hacia dentro por:

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

La epidermis está recubierta por una cutícula y posee numerosas células mucosas, que mantienen húmeda la superficie del cuerpo. El cuerpo es anillado (metámeros o somitas). En una lombriz adulta existen aproximadamente 175 anillos, y toda la superficie está cubierta por una cutícula delgada y transparente, la cual constantemente es humedecida por glándulas mucosas.

2.3.3.2 Celoma

Cruz (2001) también menciona que en casi todas las lombrices de tierra, cada compartimiento celómico, salvo lo de los extremos, está conectado con el exterior por un poro medio dorsal situado en los surcos intersegmentarios y dotado de esfínter. Estos poros exudan líquido celómico, que sirve para mantener húmedo el integumento. Cuando son molestadas las lombrices arrojan líquido celómico a varios centímetros de distancia.

2.3.4 Sistema digestivo

Está formado por la boca, que es una pequeña cavidad que se une con la faringe y en ella se lubrica el alimento que pasa posteriormente al esófago en el cual se encuentra las glándulas calcáreas, cuya función es excretar carbonato cálcico para neutralizar los ácidos orgánicos presentes en el alimento, posteriormente se encuentra el buche y la molleja. En el buche se almacena el alimento y en la molleja se tritura, para ser digerido en el intestino donde ocurre la mayor parte de la digestión y la adsorción, como lo menciona Martínez (1996).

Martínez (1996) también menciona que el aparato digestivo es de forma tubular y de forma recta. Tiene un canal alimenticio muy completo; posee una abertura anterior, llamada boca y una posterior llamada ano. A lo largo de él tiene varios compartimientos, comenzando con la boca o cavidad bucal. Luego le sigue una faringe musculosa. La cual segrega un mucus que sirve para humedecer el alimento; le sigue el esófago y dentro de éste se encuentra el buche que sirve como almacenamiento temporal de alimento, humedeciéndolo y ablandándolo previamente. Después el alimento pasa por la molleja donde es triturado, preparándolo para la digestión y absorción que se realiza en el intestino, donde se agrega algunas enzimas como pepsina y tripsina que actúan sobre las grasas y amilasas sobre los carbohidratos. Aquí los alimentos son absorbidos por el torrente sanguíneo y los que no se pueden digerir son excretados por el ano.

La lombriz de tierra tiene dos estómagos; uno anterior de la pared delgada y uno posterior de la pared gruesa, como lo menciona también Martínez (1996).

2.3.5 Sistema excretor

Martínez (1996) también menciona que este sistema lo componen los pares de nefridios que se encuentran en los somitos, excepto en los tres primeros y el último, se inicia en una especie de embudo llamado nefrostoma y termina con el nefridioporo estructura que descarga los desechos en el exterior. Está ubicado cerca del par ventral de quetas, los productos a

excretar se forman en la pared del cuerpo y el tubo digestivo, y ambos entran en la sangre y en el líquido celómico. La función de estas estructuras es filtración, reabsorción y secreción.

2.3.6 Aparato circulatorio

Martínez (1996) también menciona que las lombrices tienen un sistema circulatorio cerrado, constituido por dos grandes vasos sanguíneos, uno dorsal y el otro ventral; además, de cinco vasos principales a lo largo del cuerpo y cinco pares de corazones uno en cada uno de los sumitos del 7 al 11, la sangre está compuesta por un plasma líquido de color rojo debido a la presencia de hemoglobina, la función de la sangre es absorber las sustancias alimenticias de los intestinos, liberar residuos solubles en los riñones, transportar el oxígeno de todo el cuerpo y liberar gas carbónico a través de la piel.

2.3.7 Sistema respiratorio

La respiración de las lombrices es cutánea, la falta de un sistema circulatorio organizado permite que la sangre circule por capilares que se ubican junto a la cutícula húmeda de la pared del cuerpo, lo que favorece la absorción del oxígeno y la liberación de anhídrido carbónico. Por lo tanto, la respiración solo puede darse, con la cutícula húmeda, cuando se expone una lombriz al sol, al irse secando la cutícula se muere, como lo menciona también Martínez (1996).

2.3.8 Sistema nervioso

Está formado por un cerebro, que a su vez lo integran dos ganglios suprafaríngeos bilobulados. Desde aquí sale el cordón nervioso ventral, que se extiende por la parte ventral del celoma hasta el último somito, que corresponde el ano. En cada somito se presenta un ganglio que se origina a partir del cordón nervioso ventral, del cual emergen tres pares de nervios laterales, de los cuales salen las fibras sensitivas y las fibras motoras; las primeras llevan impulsos de la epidermis al cordón nervioso y las segundas del cordón nervioso a los músculos y células epidérmicas, como lo menciona también Martínez (1996).

2.3.9 Aparato neurosensorial

Martínez (1996) también menciona que la lombriz carece de ojos, posee en la piel células fotosensibles; es sensitiva a la luz y al estar expuesta mucho tiempo a ella, muere. El sentido del tacto se encuentra en la epidermis y éste es el centro de los nervios.

Las células neurosensoriales le permiten percibir vibraciones que le provocan estrés y la hacen reaccionar a la temperatura, también a lo largo de la epidermis hay nervios especializado en responder ante el pH. También poseen órganos gustativos que le permiten distinguir diferentes tipos de alimentos, como lo menciona también Martínez (1996).

2.3.10 Sistema reproductor

Martínez (1996) también menciona que la lombriz es hermafrodita, sin embargo no puede auto fecundarse, ya que necesita un intercambio de esperma, esto ocurre cuando se aparean y unen sus poros donde se liberan los espermatozoides y el líquido prostático.

2.3.11 Sistema reproductor masculino

El sistema reproductor masculino está formado por dos pares de testículos ubicados entre los segmentos 10 y 11, según Martínez (1996). El mismo autor sigue exponiendo que los espermatozoides producidos son almacenados en reservorios y vesículas seminales; de las cuales salen los embudos espermáticos en forma par y los llevan a través de dos conductos espermáticos a los poros masculinos, en la cara ventral del segmento 15. Cuenta también con receptáculos seminales o espermáticos que son unos sacos que reciben el semen de la otra lombriz ubicados en los segmentos 9 y 10.

2.3.12 Sistema reproductor femenino

Martínez (1996) menciona también que el sistema reproductor femenino está formado por dos pares de ovarios, ubicados entre los segmentos 13 y 14, su finalidad es producir óvulos. La lombriz, durante la cópula, se sitúa en sentido opuesto, quedando unida por unas secreciones mucosas del clitelo ubicado en el segmento 32 y 37 y aquí se encarga de secretar

sustancias que forman capullos donde se alojan los huevos; y posteriormente se forman dentro de ellos, diminutos gusanos.

2.4 Patologías de las Lombrices

La lombriz roja californiana es un animal muy confiable dado que no sufre ni transmite enfermedades. Pero puede ocurrir que su hábitat sea alterado por la acción de bacterias, aire, calor o frío, así como también escasez o abundancia de agua (www.agrobit.com). Otras causas pueden ser:

- Lesiones e infecciones producidas por la acción de insectos o parásitos, la presencia de moscas y mosquitos, ciempiés, bichos bolita u hormigas. Si la lombriz es herida cerca del clitelo puede infectarse y morir, la muerte de un animal provoca una pequeña fermentación que causa daño a otras lombrices. (www.agrobit.com)
- La presencia de sustancias nocivas en la comida puede provocar una disminución de las lombrices y una pérdida de peso. En algunos casos afectan la musculatura de lombrices impidiendo su locomoción o el apareamiento. (www.agrobit.com)
- Intoxicación proteica o “gozzo ácido”. Este es un síndrome desencadenado por la presencia de un alto contenido de sustancias proteicas (no transformadas) en el alimento de las lombrices. Al ser atacadas estas proteínas por las enzimas digestivas de la lombriz, se produce amoníaco que inflama al animal y le provoca la muerte. (www.agrobit.com)

Le puede acompañar un proceso de descomposición debido a la proliferación de microorganismos cuya actividad genera gases y aumento de la acidez del medio. Las

lombrices se ven obligadas a consumir alimentos con una elevada acidez que no alcanza a ser neutralizada por la limitada secreción de sus glándulas calcíferas. La fermentación continúa en el buche y en el ventrículo del animal agravando el estado inflamatorio. Los principales síntomas son: abultamiento anormal de la zona clitelar, que las lombrices se vuelven rosadas o blancuzcas, que se queden en el fondo de la cuna y disminuyan su actividad o mueran. Cuando pase esto es necesario controlar el pH de la cuna, removerla con suavidad para favorecer la oxigenación y suministrar abundante carbonato de calcio para regular las reacciones ácidas. (www.agrobit.com)

2.5 Enemigos de las Lombrices

Entre los enemigos de las lombrices en un criadero, se encuentran: los escarabajos, moscas, ácaros rosa, gorgojos, bichos bolita, babosas, compiten con las lombrices en el consumo del material alimenticio y alteran las condiciones del medio. No existen medios físicos para su control, salvo evitando que se instalen las colonias de parásitos mediante un buen manejo de las unidades de cría. Entre los depredadores directos se encuentran las ratas, ratones, serpientes, sapos, pájaros, topos, ciempiés, milpiés, y algunos otros, que pueden causar serios daños en el criadero si no se colocan defensas apropiadas. Las hormigas rojas y los ratones se pueden mantener alejados manteniendo una humedad del 80% en los lechos de cría. (www.agrobit.com)

2.6 Acciones que realizan las Lombrices en el proceso de vermicompostaje

Las lombrices participan en el proceso de vermicompostaje realizando diferentes acciones a diferentes niveles espaciales y temporales; entre sus roles más importantes cabe destacar: a) la fragmentaciones física del sustrato orgánico que aumenta la superficie de ataque para los microorganismos; b) la modificación, transporte e inóculo de la microflora presente en el residuo; y c) la aireación del sustrato a través de sus actividades de excavación y deyección, como lo mencionan Aira y Domínguez (2010).

2.7 Empleo de estiércol como alimento de Lombriz

Las lombrices se alimentan de cualquier producto orgánico, ya sea de origen vegetal o animal, no ácido y bioestabilizado, es decir, después de haber ocurrido un proceso de fermentación, ya que durante este proceso la temperatura se eleva considerablemente, el pH varia y por lo tanto no es apto para la alimentación de estas, como lo mencionan Reines *et al.* (1998).

Reines *et al.* (1998) también mencionan que por la facilidad de obtención y manipulación, el estiércol animal es el alimento más usado, con excepción de la gallinaza, aproximadamente el 80% de los minerales y 40% de la materia orgánica ingerido por los animales son eliminados en el estiércol, lo cual le da valor alimenticio para las lombrices.

García (2005), menciona que en condiciones de laboratorio, los residuos orgánicos ingeridos por la lombriz son descompuestos y estabilizados alrededor de tres veces más rápido que los residuos no digeridos, esto aparentemente por la descomposición microbiana intestinal.

Tineo (1994) menciona que para la alimentación de las lombrices, los desechos orgánicos deben estar previamente preparados mediante una fermentación aeróbica, considerando que el tiempo que dure la fermentación dependerá de factores como la temperatura, humedad, disponibilidad de oxígeno, pH y la disponibilidad de nutrientes.

Cuando se va a preparar la cría de lombrices, la base del nuevo lecho debe estar constituida por materia orgánica, rica en celulosa, para el cual se recomienda estiércol de equino mezclado con paja, y debe de presentar un espesor comprendido entre 15 a 25 cm, como lo mencionan Padilla y Cuesta (2003).

En la alimentación de las lombrices no es conveniente utilizar estiércoles viejos, con más de 20 días de producidos, porque el material tendrá un pH más ácido y favorecerá la aparición de plagas, como lo menciona Barbado (2004). El mismo autor sigue exponiendo que todo tipo de estiércol debe desmenuzarse, mezclarse con fibra y posteriormente picarlo.

Barbado (2004) también menciona que cuando la comida es óptima, la lombriz come aproximadamente 1 gr. Por día, el 60% lo excreta y el 40% lo utiliza para mantener su metabolismo.

De la Ossa y Botero (2003) recomiendan acopiar y seleccionar los desechos orgánicos; aparte picar los rastrojos, desechos de cocina, tamo de cosechas, tallos de yuca, maíz, vástago de plátano, finalmente los desechos se deben apilonar, alternando las capas de estiércol y residuos vegetales hasta lograr una capa de 50 centímetros. Es necesario considerar que la gallinaza contiene mucho amoníaco, lo cual afecta la supervivencia de la lombriz, es por ello, si se desea utilizarla es necesario en pequeñas cantidades en el compost, para que esta sea favorable.

Para iniciar el lecho de lombriz es necesario hacerlo con materiales orgánicos previamente degradados, para evitar fases de temperaturas superiores a 55°C que habitualmente se alcanzan en los bioprocesos de tipo aeróbico, como lo mencionan Sáenz *et al.* (2006).

García *et al.* (2003) menciona que cuando se le proporciona al cultivo las condiciones de pH, temperatura y humedad óptimas, se pueden encontrar de 20,000 a 30,000 lombrices por metro cuadrado, aunque algunas experiencias han reportado valores de hasta 60,000 así

que con una densidad de 20 y 30 mil lombrices por metro cuadrado resulta óptima para un buen funcionamiento de un cultivo.

2.8 Sustrato

Recibe el nombre de sustrato la primera capa de lecho, sobre el cual se incorporan las lombrices. El sustrato, que constituye la base del lecho, se forma con sustancias orgánicas, siendo lo más conveniente que tenga la cantidad de celulosa entre el 20 y el 25%. El espesor del sustrato será de unos 15 centímetros en verano y 25 centímetros en invierno. (ramonhaya.webcindario.com)

Normalmente, tanto el sustrato como la materia orgánica que sirve de alimento a las lombrices están constituidos por estiércol, pero es necesario que se tenga la precaución de utilizar estiércol descompuesto, cuya temperatura no exceda de los 25 grados centígrados. Cuando el estiércol está en fase de fermentación, su temperatura puede alcanzar los 70 u 80 grados centígrados, o incluso más. Estas temperaturas tan elevadas, así como el grado de acidez y los gases que se desprenden durante la fermentación, provocan la muerte de las lombrices. (ramonhaya.webcindario.com)

2.9 Crecimiento de Lombrices en diferentes fuentes de materia orgánica

En un estudio realizado por Díaz *et al.* (1999) para ver la mejor fuente de materia orgánica para la multiplicación de lombrices se pusieron 4 tratamientos: (T1) de bovino (80%) + tierra de monte (20%), (T2) residuos domésticos (50%) + estiércol de bovino (50%), (T3) cartón (50%) + estiércol de bovino (50%) y (T4) bagazo de caña (50%) + estiércol de bovino (50%), en donde se logró apreciar que el tratamiento 1, fue el mejor, ya que en él se logró un mejor desarrollo de las lombrices.

2.10 Fases de la descomposición de la materia orgánica en relación con la actividad de las Lombrices

Domínguez *et al.* (2009), mencionan que la descomposición de la materia orgánica incluye dos fases diferentes en relación a la actividad de las lombrices de tierra: una fase activa o directa, durante la cual las lombrices procesan la materia orgánica, modificando las propiedades físicas y su composición microbiana y una fase de maduración o indirecta durante la que los microbios asumen el control de la descomposición del material previamente procesado por las lombrices.

2.11 Impacto de factores climáticos en tasas de multiplicación de Lombriz

Brito *et al.* (2006) mencionan que la diversidad de lombrices de tierra depende de tipo de suelo, vegetación, propiedades físico-químicas del suelo, contenido de materia orgánica, clima y manejo del suelo.

La estructura de las comunidades de lombrices de tierra es determinada por varios factores jerárquicos, como la temperatura en el nivel superior, seguida por factores edáficos (estado nutricional, textura, etc.) y ambientales (variación estacional), como lo mencionan Sánchez y Hernández (2011).

Momo y Falco (2010) mencionan, que el hábitat apropiado para las lombrices de tierra, es aquel que cubre sus requerimientos mínimos en cantidad y calidad de alimento, humedad, oxígeno suficiente para poder respirar, protección contra la radiación ultra violeta, pH y temperatura adecuados y ausencia de sustancias tóxicas que pueden modificar su balance osmótico.

El medio para el desarrollo de las poblaciones de lombrices es la siguiente: A) no tiene por qué ser de pH neutro, basta que este entre 5 y 9; b) la humedad que se trata de mantener baja durante el compostaje (60/70%), previo al ingreso de las lombrices es necesario elevarla al 85/95%; c) el oscurecimiento es innecesario porque la luz no mata a las lombrices

pigmentadas, aunque las orienta, posicionándose ellas mismas en el lugar adecuado del sustrato para no sentirse molestas; d) la producción de cocones se halla sujeta a fluctuaciones estacionales, aunque contrarrestable manteniendo el medio de cultivo en torno al óptimo de 14 a 27°C, la máxima producción se observa entre los 80 y 90 días de eclosionadas y decae con la edad, como lo mencionan Schuldt y Testa (2010).

La abundancia de las lombrices puede estar influenciada por aspectos como la compactación, la temperatura, la cantidad de nutrientes en el suelo y por último factores estacionales, tal como lo mencionan Boschini *et al.* (2009).

Antes de incorporar las lombrices al sustrato o de suministrar nuevo alimento hay que hacer la prueba de supervivencia de las lombrices. Esta prueba se realiza en una caja de madera, de dimensiones aproximadas de 30 x 30 x 20 centímetros, en donde se pone una capa de estiércol de cinco a diez centímetros de espesor. En las caras laterales de la caja, junto a la base de la misma, se perforan unos agujeros de un centímetro de diámetro, con el fin de facilitar el drenaje del estiércol, se riega, y a continuación se colocan 20 lombrices adultas, esta operación se realiza a la luz del día, sabremos si el estiércol es bueno si al cabo de veinticuatro horas todas las lombrices permanecen en buen estado, si alguna lombriz se ha escapado por los agujeros de drenaje o se ha muerto, es señal que el estiércol no reúne las condiciones adecuadas, por lo que es necesario esperar más tiempo para que este se fermente correctamente o madure más. (ramonhaya.webcindario.com).

2.12 Importancia de las Lombrices

Las lombrices de tierra podrían utilizarse como controladores de la contaminación orgánica y en la producción de proteína, según Agüero *et al.* (2002). El mismo autor menciona que estos organismos se consideran como el único bioindicador fisiológico, a nivel práctico, disponible en el suelo; de su bioacumulación se puede estimar el nivel de contaminación del ecosistema, gracias a su función clave y su fácil seguimiento.

Huerta *et al.* (2010) mencionan que para disminuir el uso de agroquímicos y la dependencia de la agricultura en fertilizantes inorgánicos, es necesario buscar métodos alternativos de manejo de la fertilidad de los suelos, una de ellas es el manejo biológico del suelo, incluyendo la inoculación de lombrices de tierra para restaurar las condiciones de suelos dañados o degradados y estimular la productividad agrícola.

2.13 Importancia económica del cultivo de Lombrices

Rodríguez (2005) menciona que la eliminación de los residuos urbanos y desechos agroindustriales son un problema a nivel mundial, la solución a este grave inconveniente es la selección de las basuras y con la ayuda de las lombrices se puede regenerar y transformar estas en un 100% de fertilizante orgánico, la lombriz roja californiana tiene una gran importancia económica, pues contribuye a la fertilización, aireación, mejora de estructura y formación del suelo.

Rodríguez (2005) también señala que el humus de lombriz es un producto con grandes posibilidades de comercialización en todo el mundo, así como también la carne de lombriz puede ser utilizada en la alimentación animal de forma cruda y directa o en la elaboración de harina de carne de lombriz para ser mezclada con otros productos y producir concentrados de excelente calidad.

2.14 Efecto de la lombricomposta en el suelo

Martínez *et al.* (1999), afirman que se ha reportado que los abonos orgánicos evitan la compactación del subsuelo favoreciendo una mayor aireación, desarrollo radicular, retención de agua y disponibilidad y absorción de nutrimentos.

Otra de las características que hacen de la lombricomposta un biofertilizante mejorador de la fertilidad de los suelos es la estabilidad estructural, que a diferencia de los fertilizantes químicos o de los suelos agrícolas muy labrados, el abono orgánico producido por las lombrices y el humus contenido en él, contribuye a mantener y mejorar la estructura y estabilidad de los suelos, al conferirles una gran resistencia a la erosión y una adecuada porosidad y permeabilidad al agua, facilitando así la penetración de las raíces, favoreciendo al mismo tiempo la liberación lenta y progresiva de los nutrientes, poniéndolos a la disposición de las plantas y a la velocidad que las mismas pueden aprovecharlas, como lo menciona Aranda (1992).

Altamirano y Aparicio (2002) mencionan que otra ventaja de la lombricomposta es su uso como fertilizante orgánico que libera lentamente sus elementos nutritivos; tiene gran capacidad para mezclarse con el suelo y ayuda a la transformación de los elementos minerales nutritivos en elementos inorgánicos disponibles para la planta.

2.15 Especies de Lombrices más utilizadas

Domínguez y Gómez (2010) mencionan que tradicionalmente las especies epigeas han sido las más utilizadas en vermicultura y vermicompostaje debido a: su capacidad de colonizar residuos orgánicos de forma natural; su tasa alta de consumo, digestión y asimilación de la materia orgánica; su capacidad para tolerar un rango amplio de condiciones ambientales; su alta tasa reproductiva.

Existe la posibilidad de utilizar especies anécicas locales en el vermicompostaje, en lugar de especies exóticas, tal como lo mencionan Domínguez y Gómez (2010).

2.16 Factores que amenazan la reproducción de lombrices

Loza *et al.* (2010) mencionan que en la naturaleza, el principal enemigo de las lombrices es el humano, pues el uso indiscriminado de agroquímicos envenena su hábitat, ocasionando el empobrecimiento del suelo y su consecuente infertilidad, así como también los insectos, pájaros y aves de corral. Sin embargo se ha demostrado que la presencia de biocidas, inclusive en concentraciones muy bajas, produce una mortalidad elevada.

2.17 Hábitat

Habita en los primeros 50 cm. del suelo; por lo tanto es muy susceptible a cambios climáticos, es fotofóbica, los rayos ultravioleta pueden perjudicarla gravemente, además de la excesiva humedad, la acidez del medio y la incorrecta alimentación, cuando la lombriz cava túneles en el suelo blando y húmedo, succiona o chupa la tierra con la faringe envaginada o bulbo muscular, digiere de ella las partículas vegetales o animales en descomposición y vuelve a la superficie a expulsar por el ano la tierra, tal como lo menciona (www.Infoagro.com 2003).

2.18 Agricultura orgánica

Una nueva forma de hacer agricultura vinculada con la producción de alimentos sanos y orientados al mercado de exportación, ha venido ganando importancia en la agricultura mundial desde los años 80; se refiere a la agricultura orgánica, ecológica o biológica. Dice también que el surgimiento de esta agricultura se explica porque en las últimas décadas se han presentado en el mundo cambios importantes en la demanda y consumo de alimentos como lo menciona Rivera (2007). El mismo autor menciona que dichos cambios responden principalmente a una fuerte preocupación por la salud y las nuevas exigencias en los gustos y preferencias de los consumidores, así como a la mayor conciencia que ahora se tiene por proteger el medio ambiente.

Rivera (2007) también define a la agricultura orgánica o ecológica como “todos los sistemas agrícolas que promueven la producción sana y segura de alimentos y fibras textiles desde el punto de vista ambiental, social y económico. Estos sistemas parten de la fertilidad del suelo como base para una buena producción, respetando las exigencias y capacidades naturales de las plantas, los animales y el paisaje, busca optimizar la calidad de la agricultura y el medio ambiente en todos sus aspectos.

2.19 Estiércol

2.19.1 Definición

Estiércol es el nombre con el que denomina a los excrementos de animales que se utilizan para fertilizar a los cultivos. En ocasiones el estiércol está constituido por excrementos de animales y restos de camas, como sucede con la paja, como lo menciona (www.boletinagrario.com).

2.19.2 Generalidades del estiércol

La cantidad de estiércol producido en México puede estimarse, en términos de 28 millones de cabezas de ganado, que producen 56 millones de kg de estiércol diario (2 kg/día animal), lo que representa una producción anual de 20.44 millones de toneladas, siendo esta cifra la que coloca al estiércol entre los subproductos orgánicos de mayor volumen. (www.fmvz.unam.mx).

La variación de la composición del estiércol depende de la especie animal, de su alimentación, contenido de materia seca y de cómo se haya manejado. Para la práctica y uso general se puede considerar que el estiércol contiene: 0.5% de nitrógeno, 0.25% de fósforo y 0.5% de potasio, es decir que una tonelada de estiércol ofrece en promedio 5 kg de nitrógeno, 2.5 kg de fósforo y 5 kg de potasio. (ftp.fao.org)

2.19.3 Tipos de estiércol

Ortiz (2003) distingue varios tipos de estiércol:

Estiércol sólido: está formado por el estiércol sólido; de montón; de estercolero; de estabulación y de transformación de basuras.

Estiércol líquido: es la mezcla homogeneizada de las deyecciones sólidas y líquidas del ganado.

Purín: líquido fermentado procedente de las deyecciones líquidas del ganado.

2.19.4 Utilidad de los estiércoles

Los estiércoles se han utilizado desde hace mucho tiempo para aumentar la fertilidad de los suelos y modificar sus características en beneficio del desarrollo de las plantas. Los estiércoles se han estado usando en la agricultura, desde que el productor combinó su

actividad agrícola con la ganadería en el nivel de traspatio o solar, como lo menciona (www.sagarpa.gob.mx).

En la actualidad uno de los problemas que se tienen en toda explotación ganadera es el manejo que se le pueda dar a la gran cantidad de desechos generados en forma de excretas, lo cual tradicionalmente se ha limitado al simple lavado de los corrales utilizando grandes cantidades de agua que finalmente son depositados en fuentes de agua, causando contaminación. (www.engormix.com).

La mejor forma de aprovechar el estiércol y reducir la contaminación es diversificando el uso del mismo a través de alternativas como la producción de abonos orgánicos como: vióles, bokashi, compost, humus de lombriz y la generación de gas (biodigestor). (www.engormix.com).

Cuadro 2.2 Composición media de los estiércoles frescos de diferentes animales domésticos
(en % de materia seca)

Nutriente	Vacunos	Porcinos	Caprinos	Conejos	Gallinas
Materia orgánica (%)	48.9	45.3	52.8	63.9	54.1
Nitrógeno total (%)	1.27	1.36	1.55	1.94	2.38
Fósforo asimilable (P ₂ O ₅ , %)	0.81	1.98	2.92	1.82	3.86
Potasio (K ₂ O, %)	0.84	0.66	0.74	0.95	1.39
Calcio (CaO, %)	2.03	2.72	3.2	2.36	3.63
Magnesio (MgO, %)	0.51	0.65	0.57	0.45	0.77

Mencionado por (www.fcagr.unr.edu.ar)

Cuadro 2.3 Salinidad y reacción del medio en estiércoles de diferentes animales
domésticos

Propiedad	Vacunos	Porcinos	Caprinos	Conejos	Gallinas
pH	7.6	7.3	8.2	7.5	7.5
CE (Mmhos/cm)	6.3	9.4	12	8.9	14.2

Mencionado por (www.fcagr.unr.edu.ar)

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización geográfica del sitio experimental

El presente trabajo se realizó atrás del edificio del Departamento de Ciencias del Suelo de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, entre las coordenadas 25°21'11.4''latitud N y 101°01'59.8'' longitud W y una altitud de 1742 M.S.N.M.

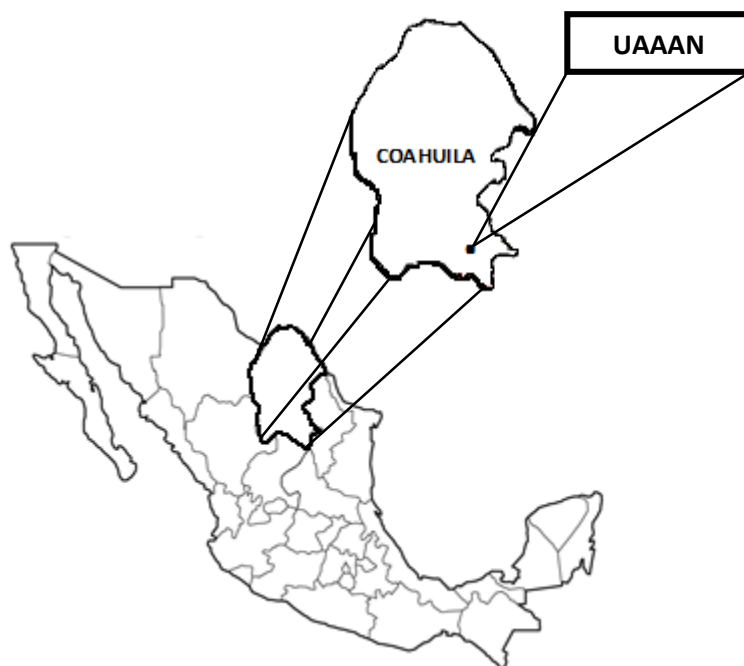


Figura 3.1 Localización geográfica del sitio experimental

Este trabajo se realizó en campo y en laboratorio; el trabajo de campo consistió en el monitoreo de la dinámica poblacional de lombrices de tierra roja californiana (*Eisenia foetida* L.) el cual se realizó atrás del edificio del departamento de Ciencias del Suelo de la UAAAN de la unidad Saltillo. El trabajo de laboratorio consistió en análisis de CE, pH, caracterización de lombrices, porcentaje de humedad del estiércol, los cuales fueron realizados en el laboratorio de Pedología del Departamento de Ciencias del Suelo de la UAAAN de la Unidad Saltillo.

3.2 Acondicionamiento del área

Para establecer el experimento fue necesario cercar con carrizos y quiotes una cierta área, posteriormente se construyó un techado usando también carrizos, quiotes, y plásticos nylon para evitar que los tratamientos y sus repeticiones se contaminen de diferentes materiales y protegerlos de una posible lluvia, también se construyó una base de madera (tablas) para montar el experimento.

3.3 Materiales

Para la realización del proyecto se ocuparon materiales disponibles dentro de la misma Universidad, ya que dicho proyecto de investigación se basa también en demostrar la sustentabilidad para minimizar el impacto al medio ambiente.

Se ocuparon los siguientes materiales:

- Quiotes de Maguey (*Agave potatorum*)
- Carrizos (*Phragmites communis*)
- Alambre recocido
- Clavos reciclados
- Tablas
- 20 garrafones de agua
- Plásticos polietileno
- Estiércol de bovino previamente tratado
- Plásticos nylon
- Marcador permanente
- Cámara fotográfica
- Lombrices roja californiana (*Eisenia foetida* L.)

Tamiz para cribar de 2 mm, 6mm y 10 mm

3.4 Metodología

Se realizó un cercado utilizando quiotes, carrizos y alambres, dentro del cual se pondría el experimento.

Se construyó un techado de 8 m por 7 m, en el cual se usó quiotes para establecer los pilares, carrizos para establecer la base de techo, y finalmente se puso un recubrimiento de plásticos polietileno.

Se construyó una base de madera (tablas) de 1.93 m x 1.47 m en el cual se montó el experimento.

Se procedió a cortar los garrafones de agua a una altura de 22 cm. Para después forrarlos con plásticos nylon de color naranja para minimizar la exposición a la claridad del sol. Para cada bote se puso una capa de 15 cm de estiércol de bovino de leche.

Para este experimento se montaron 4 tratamientos y 5 repeticiones por tratamiento.

Cuadro 3.1 Tratamientos y calibres de estiércol

Tratamientos	Calibre de estiércol (mm)
T1	2
T2	6
T3	10
T4	Al natural (sin tamizar)

Antes de inocular las lombrices, se procedió al acondicionamiento del estiércol: se hicieron 8 lavados con 1 lt. de agua para cada tratamiento, se obtuvieron; una CE promedio de 4.75 ds/m y un pH promedio de 8.4, ya que al principio se registraron una CE promedio de 40.8 ds/m y un pH promedio de 8.6, con los cuales se decidió hacer la prueba de sobrevivencia de las lombrices, se pusieron 4 lombrices en cada bote, y durante dos horas estuvieron en observación, el estiércol ya era apto para las lombrices, ya que estas no salieron. Se inocularon con 10 lombrices adultas.

El conteo de lombrices se hizo cada semana, el cual consistió en vaciar cada bote sobre plásticos nylon, y con ayuda de pinzas de laboratorio y tenedores de plástico se hicieron los conteos de cocones, juveniles y adultas, los cuales se pusieron en vasos pequeños dentro del

mismo bote, y se mantuvo siempre la humedad a 80%. Posteriormente se colocaron los botes en su lugar. Se realizó el conteo cada semana, obteniéndose así un total de 8 conteos.

Durante la evaluación se vigiló constantemente que en los tratamientos tengan las condiciones adecuadas para la reproducción de la Lombriz, así como vigilar que no sufran ataque de plagas o de cualquier otro factor que altere la reproducción de la misma.

El experimento se distribuyó de acuerdo al Diseño Experimental Completamente al Azar. Los datos obtenidos, se les efectuó el análisis de varianza (ANVA) y la prueba de medias de Turkey; para lo cual se usó el software para computador R versión 2.14.1 (R, Development Core Team, 2011).

Las variables medidas fueron número de cocones, número de lombrices Juveniles y número de lombrices Adultos.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Análisis de Varianza

En el Cuadro 4.1 se exponen los cuadrados medios y las significancias para los tres estadíos de la lombriz evaluados durante la investigación.

Cuadro 4.1 Cuadrados medios y significancia para los tres estadíos evaluados de la lombriz de tierra Roja Californiana en cuatro calibres de estiércol de bovino de leche

F. V.	GL	Cocones	Juveniles	Adultos
Tratamientos	3	11.818 **	10245.400 **	11.2833 *

** Nivel de significancia ($p \leq 0.01$)

* Nivel de significancia ($p \leq 0.05$)

Como podemos apreciar en el Cuadro anterior en los estadíos Cocón y Juvenil se obtuvo una diferencia altamente significativa ($p < 0.01$) en tanto que en el estadío Adulto se apreció una diferencia solamente significativa ($p < 0.05$); lo cual aparentemente se debe a que fue muy corto el periodo de evaluación del estadío Adulto, ya que es necesario considerar que para alcanzar este estadío es a partir de 3 meses en adelante como lo menciona Cruz (2005).

4.2 Población de cocones

Se puede observar en la Figura 4.1 que los tratamientos 4, 2 y 3 fueron los que se ubicaron en el grupo estadístico superior para esta variable.

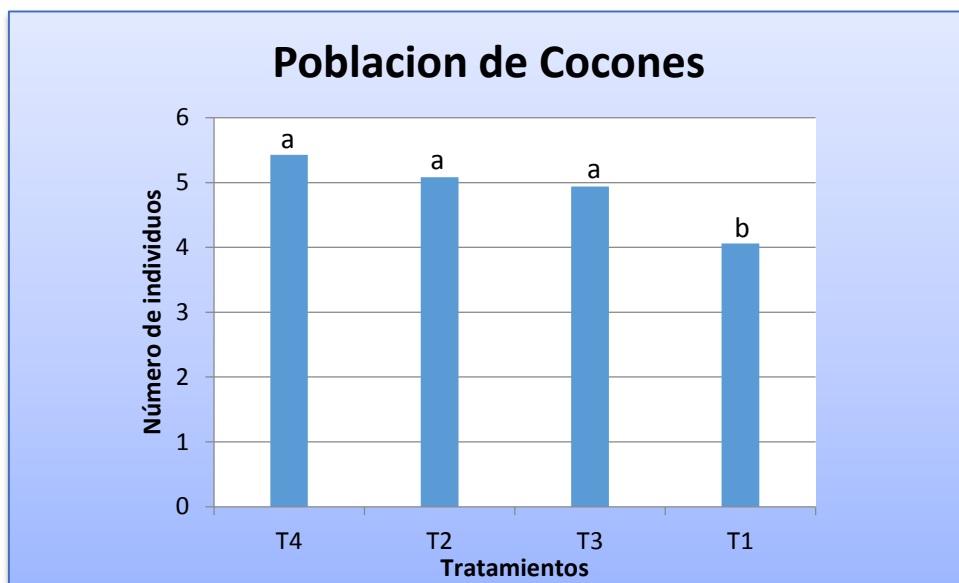


Figura 4.1 Población de cocones de la Lombriz Roja Californiana (*Eisenia foetida* L) con cuatro diferentes tamaños de partículas de estiércol de bovino de leche

El valor superior de 5.4 se presentó en el T4 sin tamizar, siguiéndole 5.1 en el T2 con el tamaño de partícula de 6 mm y posteriormente con 4.9 el T3 con el tamaño de partículas de 10 mm. El T1 fue el más bajo con 4.1 y esto nos define que aparentemente la partícula más pequeña no es apta para la producción de cocones.

4.3 Población de Juveniles

En esta variable podemos apreciar que el T4 sin tamizar fue el que demostró mayor población de juveniles con 41.9 individuos durante las 8 semanas que duró el experimento. Para el caso de los restantes tres menores tamaños de partícula, en donde se dieron los valores para el grupo estadístico secundario, no se apreció diferencia para esta variable.

Aparentemente la lombriz en este estadio, sea por la inmadurez de su aparato bucal o la menor cantidad de macroporos, presenta repercusiones negativas para su desarrollo.

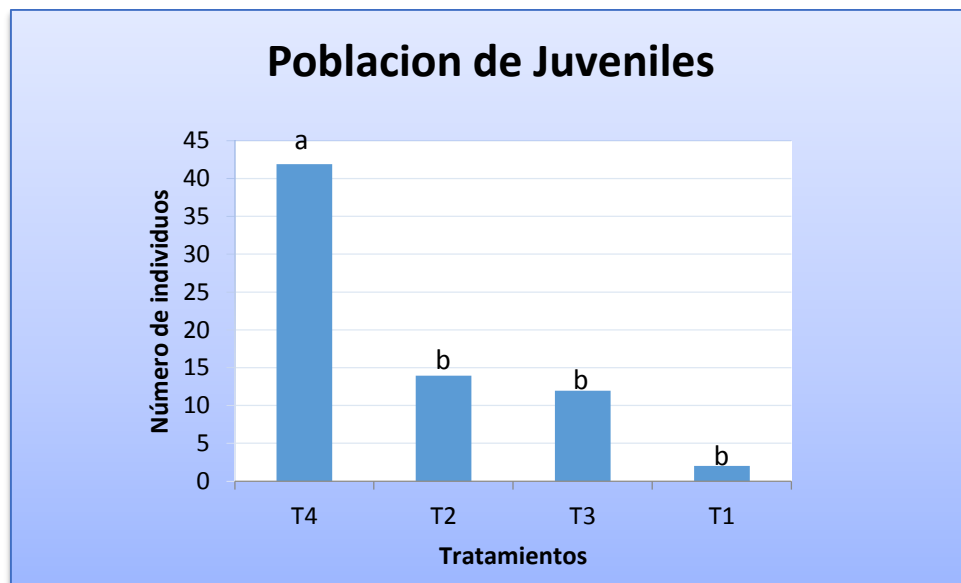


Figura 4.2 Población de juveniles y significancia estadística de la Lombriz Roja Californiana (*Eisenia foetida* L), con diferentes tamaños de partículas de sustrato

Aunque por su parte Capistrán *et al* (2004) sostienen que las lombrices no pueden procesar un material entero (ya que no poseen dientes) que sobresalga de la superficie del depósito, porque ello implica que salgan a la superficie y queden expuestas a la desecación o a los predadores; por lo visto el tamaño de partículas que se generan en el estiércol sin tamizar alcanza a estar con un diámetro aceptable para no interferir con el desarrollo de este estadio.

4.4 Población de Adultos

En la Figura 4.3 se puede observar que los tratamientos T4, T3 y T2 aventajaron al tratamiento T1 en número de individuos adultos, en situación parecida a lo que sucedió en el número de cocones. En este caso el rango de adultos para este primer grupo estadístico fluctuó entre 9.9 y 9.8, durante el lapso del experimento.

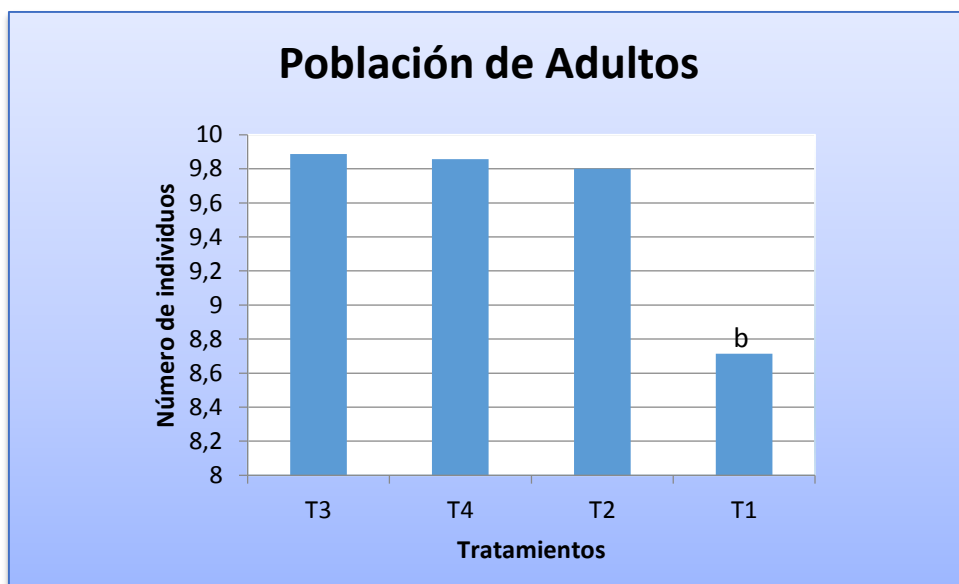


Figura 4.3 Significancia estadística y población de adultos de la Lombriz Roja Californiana (*Eisenia foetida* L), con cuatro diferentes tamaños de partículas de estiércol de bovino de

a
a
leche a

Aunque la cantidad inicial fue de 10 adultos por repetición, vemos que al final incluso esta cantidad disminuyó ya que existieron incidencias de plagas como hormigas negras y rojas, así como de moscas y gallina ciega como lo menciona www.agrobit.com

Por otra parte para esperar haber superado la cantidad inicial de adultos por repetición, de acuerdo con Cruz (2005) como mínimo un periodo de 12 semanas; por lo cual en nuestro experimento falto extendernos más por un periodo de 4 semanas. Aunado a lo anterior también se encontró salidas de las lombrices de los botes donde se contenían.

5. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos de esta investigación se ofrecen las siguientes conclusiones:

- Fue muy poco periodo de evaluación para el estadio Adulto, motivo por el cual se obtuvo un nivel estadístico solamente significativo ($p \leq 0.05$) entre los tratamientos
- Los diferentes tamaños de partículas de estiércol usadas fueron buenos indicadores para demostrarnos una diferencia altamente significativa entre los estadios cocones y juveniles evaluados ($p \leq 0.01$)
- Para el desarrollo del estadio Cocón y el estadio Juvenil el estiércol de mayor diámetro de partículas (≥ 10 mm) es donde se obtuvo mayor población
- Como conclusión general pudimos apreciar que el estiércol de bovino de leche tal como se colecta en el establo (sin tamizar) genero las cantidades más altas de los tres estadios de la lombriz Roja Californiana (*Eisenia foetida* L) evaluados
- Lo anterior se supone porque el tamaño de partícula pequeña tiende a tener microporos los cuales retienen el agua fuertemente y por lo tanto dificulta la succión del alimento mediante el prostomio del animal. Aunado a lo anterior también se menciona que el suelo tiende a compactarse impidiendo así la óptima oxigenación, así como impide la movilidad del animal en la misma y por consecuente también impide que se realice adecuadamente el apareamiento, lo contrario a las partículas de mayor diámetro.

6. LITERATURA CITADA

- Agüero, R.; Rojas, S. y Pérez, L. 2002. Poblaciones de lombrices bajo seis estrategias de manejo de malezas en una plantación de banano. *Agronomía Mesoamericana*, vol. 13, núm. 1. Costa Rica. Pp. 25-29.
- Aira, M. y Domínguez, J. 2010. Las lombrices de tierra y los microorganismos: desentrañando la caja negra del vermicompostaje. *Acta zoológica mexicana (nueva serie)*, núm. 2. México. Pp. 385-395.
- Altamirano, Q. M. T. y Aparicio, R. A. 2002. Efecto de la lombricomposta como sustrato alternativo en la germinación y crecimiento inicial de *Pinus Oaxacana*. *Foresta veracruzana*, Vol. 4, núm. 1. México. Pp. 35-40.
- Aranda, D. E. 1992. XV simposio sobre caficultura latinoamericana: El manejo de las lombrices para la producción de abono orgánico de pulpa de café. Instituto mexicano del café. Vol. 2. Honduras. PP: 113.
- Argueta, V. A.; Ayala, F.; Bertol, D. H. M.; Cheroni, A.; Fraga, V. X. A.; Girón, A.; Glik, T. F.; Gomis, B. A.; Guerrero, R.; Josa, L. J.; López, B. C.; Miranda, M. A.; Nieto, M.; Noguera, S. R.; Núñez, F. J.; Olea, F. A.; Pelayo, L. F.; Pinar, S.; Pruna, P. M.; Puig-Samper, M. A.; Romero, S. M.; Sagredo, B. F.; Vallejo, G. G. y Zamudio, V. G. 2011. La formación del mantillo vegetal, por la acción de las lombrices, con observaciones sobre sus hábitos. CSIC, Academia Mexicana de Ciencias, Universidad Autónoma de México, los libros de la Catarata. México. PP: 229
- Barbado, J. L. 2004. *Cría De Lombrices*. Albatros. 1ª ed. Argentina. P: 125
- Bautista, Z. F. y Gerardo, P. A. 2005. Caracterización y manejo de los suelos de la Península de Yucatán. INE. México. PP: 281
- Boschini, F. C.; Chacón, V. A. y Araya, R. J. 2009. Población de lombrices (*Oligochaeta: annelida*) en una finca con bovinos lecheros, en Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, vol. 20, núm. 1. Costa Rica. Pp. 91-99.

- Brito, V. H.; Espinosa, V. D.; Figueroa, S. B.; Fragoso, C. y Patrón, I. J. C. 2006. Diversidad de lombrices de tierra con labranza de conservación y convencional. TERRA latinoamericana, vol. 24, núm. 1. México. Pp. 99-108.
- Brito, V. H.; Espinoza, V. D.; Figueroa, S. B.; Fragoso, C. y Patrón, I. J. C. 2006. Diversidad de lombrices de tierra con labranza de conservación y convencional. TERRA Latinoamericana, vol. 24, núm. 1. México. Pp. 99-108.
- Campbell, N. A.; Mitchell, L. G y Reece, J. B. 2001. Biología: conceptos y relaciones. Pearson educación. 3ª edición. México. PP: 807
- Capistrán, F.; Aranda, D. E. y Romero, J. C. 2004. Manual de reciclaje, Compostaje y lombricompostaje. Instituto de ecología, A. C. Xalapa., Ver. México.
- Cruz, F. M. 2001. Uso y manejo de la lombricultura en la agricultura. Monografía. Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”. División de agronomía. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. pp. 38-40.
- Cruz, F. M. 2005. Reproducción de la lombriz roja (*Eisenia fétida*) en sustratos orgánicos pecuarios. Tesis de maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Programa de graduados. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. pp. 5-7.
- De la Cruz, F. E. 2007. Enfoque sustentable de una plantación comercial de cedro rojo “*Cedrela odorata* L.” en el estado de Veracruz, utilizando lombricomposta y otros insumos orgánicos. Tesis profesional. Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”. División de Agronomía. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. pp. 15-16.
- De la Ossa, V. J. y Botero, A. L. M. 2003. Guía para la cría, manejo y aprovechamiento sostenible de algunas especies animales promisorias y otras domésticas. CAB, Ciencia y Tecnología No. 120. 1era. Reimpresión. Colombia. PP: 109.
- Díaz, G. T.; Solís, G. L. A.; López, V. G. 1999. Simposium internacional y reunión nacional. Lombricomposta y abonos orgánicos: Comportamiento de la lombriz roja californiana (*Eisenia Fétida*) en cuatro fuentes de materia orgánica.

Universidad Autónoma de Chapingo. Colegio de postgraduados. México. PP: 199.

Domínguez, J. y Gómez, B. M. 2010. Ciclos de vida de las lombrices de tierra aptas para el vermicompostaje. Acta Zoológica Mexicana (nueva serie), núm. 2. México. Pp. 309-320.

Domínguez, J.; Aira, M. y Gómez, B. M. 2009. El papel de las lombrices de tierra en la descomposición de la materia orgánica y el ciclo de nutrientes. Ecosistemas, vol. 18, núm. 2. España. Pp. 20-31.

Espinoza, G. L. 2003. Costos y rentabilidad de la lombricultura (*Eisenia Foétida*) en el Estado de Chiapas. Tesis profesional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Departamento de Socioeconómicas. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. P. 6.

Ferruzzi, C. 1986. Manual de lombricultura. Mundi-prensa. 1ª. Edición. México. PP: 138.

Flores, H. C. 2010. La lombricultura en la producción agrícola utilizando la lombriz roja californiana (*Eisenia Foetida*). Monografía. Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”. División de Ciencias Socioeconómicas. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. pp. 2-8.

García, A. P.; González, V. y Jacas, J. 2003. L'Agricultura Ecológica A La Comunitat Valenciana. Castelló: publicacions de la Universitat Jaume I. D.L. Valencia, España. PP: 641.

García, C. M. R. 2005. Cría De La Lombriz De Tierra. Una Alternativa Ecológica y Rentable. Colombia. PP: 192.

Huerta, E.; Rodríguez, O. J.; Elvia, C. I.; Montejo, M. E. y De la Cruz, M. M.; García, H. R. 2005. La diversidad de lombrices de tierra (anelida, oligochaeta) en el estado de Tabasco, México. Universidad y Ciencia, vol. 42, núm. 21. México. Pp. 75-85.

- Huerta, E.; Valier, O.; Romero, D. y Jarquin, A. 2010. Efecto de tres especies de lombrices en la fertilidad del suelo y el crecimiento inicial del maíz (*Zea Mays*). *Acta zoológica Mexicana (nueva serie)*, núm. 2. México. Pp. 219-226.
- Loza, M. M.; Choque, M. B.; Pillco, T. H.; Huayta, T. D.; Chambi, O. I. y Cutili, P. B. 2010. Comportamiento de lombriz roja californiana y lombriz silvestre en bosta bovina y rumia bovina como sustrato. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, vol. 1, núm. 4. México. Pp. 555-565
- Martínez, C. C. 1996. Potencial de la lombricultura: elementos básicos para su desarrollo. *Lombricultura técnica mexicana*. 1ª edición. México. pp. 27-34.
- Martínez, C. C.; Del Rocío, R. L. M.; Corlay, C. L.; Trinidad, S. A. y Ramírez, S. L. F. 1999. Simposium Internacional y Primera Reunión Nacional: Lombricultura y abonos orgánicos. Copyright. México. PP: 199.
- Méndez, E. V. H. y Monge, N. J. 2003. *Costa Rica: Historia Natural*. Universidad Estatal a Distancia. 1ª. Edición. San José, Costa Rica. PP: 202
- Momo, F y Falco, L. B. 2010. Selección de hábitat: efecto de la cobertura y tipo de suelo en lombrices de tierra. *Acta zoológica mexicana*, núm. 2. México. Pp. 179-187.
- Ortiz, C. J. 2003. *Las máquinas agrícolas y su aplicación*. Mundi-prensa. 6ª edición. México. PP: 527.
- Padilla, A. F. y Cuesta, L. A. E. 2003. *Zoología Aplicada*. Ed. Díaz de Santos, S.A. España. PP: 462.
- Padilla, A. F. y Cuesta, L. A. E. 2003. *Zoología Aplicada*. Díaz de Santos, S.A. España. PP: 462.
- Reines, A. M.; Rodríguez, A. C.; Sierra, P. A. y Vázquez, G. M. M. 1998. *Lombrices de tierra con valor comercial: Biología y técnicas de cultivo*. Universidad de Quintana Roo. México. PP: 47.

- Rivera, M. A. 2007. Derivados de lombricultura y composteo en la promoción de la germinación de semillas hortícolas deterioradas. Tesis de maestría. Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”. Subdirección de Postgrado. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. pp. 6-7.
- Rodríguez, F. O. 2005. Lombricultura para pequeños emprendedores. Ed. La Quimera. PP: 24.
- Romero, P. M.; Ramírez, V. A.; Pulido, S. P.; Ubaque, H.; Stella, F. L.; Gómez, S.; Mejía, C. J.; Lee, R.; Cure, J. R.; Méndez, H.; Herrera, J.; Escobar, H. y Prieto, G. 2003. Producción ecológica certificada de hortalizas de clima frío. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. 1ª edición. Bogotá, Colombia. PP: 192
- Sáenz, C.; Berger, H.; Corrales, G. J.; Galletti, L.; García, de C. V.; Higuera, I.; Mondragón, C.; Rodríguez, F. A.; Sepúlveda, E. y Varnero, M. T. 2006. Utilización Agroindustrial Del Nopal. FAO-CACTUSNET. Reimpresión 2007. Italia. PP: 169.
- Sánchez, S. y Hernández, M. 2011. Comportamiento de comunidades de lombrices de tierra en dos sistemas ganaderos. Pastos y forrajes. Vol. 34, núm. 3. Cuba. pp. 359-366.
- Schuldt, M. y Testa H. 2010. La fecundidad de las lombrices rojas. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria, Vol. 11, núm. 10. España. Pp. 1-11
- Starr, C. y Taggart, R. 2008. Biología: La unidad y diversidad de la vida. Cengage Learning Editores. 11ª edición. México. PP: 866
- Tineo, B. A. L. 1994. Crianza y manejo de lombrices de tierra con fines agrícolas. Publicaciones del proyecto RENARM/manejo de cuencas. Costa Rica. PP: 37.

6.1 Fuentes de internet

- <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/ai185s/ai185s07.pdf>. (Consultado el 16/06/13)
- <http://ramonhaya.webcindario.com/lombriz.pdf>. (Consultado el 07/07/13).
- http://www.agrobit.com/Documentos/I_1_6_Lombricu%5C337_mi000008lo%5B1%5D.htm. (Consultado el 29/06/13)
- <http://www.boletinagrario.com/ap-6,estiercol,948.html>. (Consultado el 14/06/13)
- <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-carne/manejo/articulos/alternativas-ecoamigables-uso-estiercol-t560/124-p0.htm>. (Consultado el 16/06/13).
- <http://www.fcagr.unr.edu.ar/Extension/Agromensajes/16/7AM16.htm> (Consultado el 15/06/13).
- <http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/cienciavet/revistas/CVvol1/CVv1c10.pdf>. (Consultado el 16/06/13).
- <http://www.infoagro.com/abonos/lombricultura.htm>. (Consultado el 08/06/13)
- <http://www.monografias.com/trabajos83/la-lombricultura/la-lombricultura.shtml>. (Consultado el 15/07/13)
- <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasaapt/Utilizaci%F3n%20de%20esti%E9rcoles.pdf>. (Consultado el 15/06/13).
- <http://www.vermicuc.com/humus/la-lombriz.htm>. (Consultado el 29/06/13)