

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA PARACENTRAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONÓMICAS



TEMA:

“Valor nutricional de líquidos y sólidos producidos por la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) a partir de diferentes fuentes alimenticias y su efecto en el cultivo del pepino (*Cucumis sativus*)”

POR:

Br. María Guadalupe Barraza Marroquín
Br. Yessica del Tránsito Santana Jovel
Br. María Auxiliadora Andrade Villalta

PARA OPTAR AL TITULO DE:
INGENIERO AGRONOMO

San Vicente, Noviembre 2009

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

ING. AGR. MSc. RUFINO ANTONIO QUEZADA SANCHEZ

SECRETARIO GENERAL

LIC. DOUGLAS BLADIMIR ALFARO CHAVEZ

FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA PARACENTRAL

DECANO

ING. AGR. MSc. JOSE ISIDRO VARGAS CAÑAS

SECRETARIO

ING. AGR. EDGAR ANTONIO MARINERO ORANTES

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONOMICAS

ING. AGR. JORGE LUIS ALAS AMAYA

DOCENTES DIRECTORES

ING. EDGARD FELIPE RODRIGUEZ

ING. DAGOBERTO PEREZ

ING. EDGAR ANTONIO MARINERO ORANTES

AGRADECIMIENTOS.

A **Dios** todo poderoso por permitirnos finalizar nuestros estudios.

A PROMIPAC por apoyarnos económicamente en cierta parte de nuestra tesis.

A Don Antonio Barraza por facilitarnos el terreno y parte de los materiales utilizados en la investigación y por todo su apoyo en el proceso.

A nuestros asesores Ing. Edgard Felipe Rodríguez, Ing. Dagoberto Pérez e Ing. Edgar Antonio Orantes Marinero, porque gracias a sus conocimientos aportados en este trabajo logramos terminar satisfactoriamente nuestro proyecto de investigación.

A la Lic. Mariela Santana por prestarnos las instalaciones donde se le dio un previo tratamiento a los materiales utilizados en la tesis; y por proporcionarnos material didáctico.

Al Ing. Eduardo Jiménez por ser el medio por el cual se contactó con el Ing. William Núñez de PROCAFE el cual nos prestó el pie de cría de las lombrices.

A CLUSA por facilitarnos el pie de cría para llevar a cabo dicha investigación.

Al Ing. Ing. José Salvador Berrillos del Ingenio Jiboa (INJIBOA) por donarnos la cachaza.

Al Ing. Agr. Msc. René Francisco Vásquez por ayudarnos a procesar los datos.

Al Ing. Jorge Luís Alas Amaya por facilitarnos datos geográficos de la zona de estudio.

A Omar Martínez de CENTA por su valiosa colaboración en la fase de campo.

Al Lic. Lizandro Antonio Duran Moreno por darnos su apoyo en cuanto al transporte de los materiales.

Finalmente agradecemos a todas aquellas personas que de una u otra manera hicieron posible la realización de esta tesis.

DEDICATORIA

A **Dios** todo poderoso y a la **Virgen Santísima** por iluminarme en todo el proceso que duro la investigación, por darme fortaleza en todo momento de mi vida y de mi carrera, porque sin su ayuda no habría culminado mí trabajo de investigación.

A mis padres: María Lidia Marroquín de Barraza y Antonio José Barraza, porque gracias a su sacrificio fue posible la culminación de mi carrera; así también les agradezco con todo mi corazón su apoyo incondicional que no dejo que desistiera en ningún momento en la realización de mi tesis.

A mis hermanos: Cruz Antonio, Angélica Beatriz, Salvador Andrés y Verónica por apoyarme en todo momento de mi carrera.

A mis amigas y compañeras de tesis por estar siempre juntas, por apoyarnos mutuamente y por brindarme su cariño incondicional.

A los Asesores de tesis: Ing. Edgar Felipe Rodríguez, Ing. Edgar Antonio Orantes e Ing. Dagoberto Pérez; por apoyarnos y corregirnos en todo el proceso que duro el trabajo de tesis.

María Guadalupe Barraza Marroquín

DEDICATORIA

Dedico Primeramente a Dios todo poderoso y a la Virgen Santísima que me permitieron realizar mi carrera iluminando mis pensamientos, para culminar satisfactoriamente mis estudios.

A mi padre: Q.D.D.G. José Orlando Santana Valladares, que con su amor y esfuerzo me enseñó a trazarme metas a pesar de los obstáculos que se me presentaran y enfrentarlos con valentía en el transcurso de mi vida; y fomentar el deseo de superación que me ha llevado a convertirme en una profesional.

A mi madre: Lidia Josefina Jovel por darme su amor incondicional y todo su apoyo, por animarme a que siguiera adelante y brindarme sus sabios consejos y porque mantuvo su fe inquebrantable en Dios; para que me diera entendimiento y culminar mi carrera.

A mis hermanos: William Orlando por ofrecerme todo su amor y aconsejarme tomando el papel como mi segundo padre y apoyarme en el transcurso de mis estudios; Mariela y Brenda que en todo momento me han ofrecido su amor fraternal, y comprensión para enfrentar los retos de la vida y seguir adelante. Y

a mis Sobrino: Gabriela, William y Daniel por ser motivos para seguir adelante y así cultivar en ellos el deseo de superación.

A los docentes directores por todo su apoyo incondicional, y darnos su valioso tiempo en todo el proceso de la tesis.

A mis Amig@s: Raquel, Frida, Nicolás, Pepe, Junior, Carlos; por compartir triunfos, alegrías y tristezas durante mi formación profesional.

A mis compañeras de tesis: por la ayuda mutua para poder culminar este trabajo.

A los Docentes del Departamento de Ciencias Agronómicas, que me han orientado intelectual mente en todo el proceso de mis estudios universitarios

Yessica del Transito Santana Jovel

DEDICATORIA

A **Dios** todo poderoso y la **Virgencita de Guadalupe**, por haberme iluminado y bendecido en mis estudios y así poder terminar mi carrera.

A mis padres: Juan Leonardo Andrade y María Julia Villalta de Andrade, quienes con su amor y sacrificio me apoyaron a culminar con mis estudios y poder terminar una de mis metas propuestas en mi vida.

A mis hermanos: Rafael Vicente, Julia Norelvi y Katy Elizabeth Andrade Villalta, por todo su cuidado, amor en toda mi vida y por haberme apoyado en todo momento de mi carrera.

A mi novio: Lic. Lizandro Antonio Duran, por su amor y comprensión y valiosa colaboración en el transcurso de la investigación y por su apoyo en todo momento en el proyecto de mi tesis.

Mis Compañeras tesistas: por su apoyo y ayudarnos mutuamente en la investigación de nuestra tesis.

María Auxiliadora Andrade Villalta

RESUMEN

Durante los meses de abril a noviembre de 2008, se realizó la presente investigación, con el objetivo de evaluar dos fases: la primera consistió en la producción y reproducción de la lombriz roja californiana *Eisenia foetida*, en un periodo de cuatro meses; utilizando el Diseño Completamente al Azar, con tres tratamientos (estiércol, cachaza y la mezcla de ambos) y cinco repeticiones, divididas en 15 unidades experimentales.

Para esta fase se inició con la búsqueda del área adecuada para la investigación, en seguida se procedió a la construcción de la galera y lechos, posteriormente se obtuvo el pie de cría de la lombriz roja californiana *Eisenia foetida*; se consiguió el alimento y se realizó la prueba de supervivencia, después se colocó el sustrato y sobre éste se distribuyó la lombriz uniformemente en los lechos y microlechos.

En la segunda fase se procedió a determinar el área para establecer el ensayo del cultivo de pepino (*Cucumis sativus*). Evaluando en este, el vermiabono producido por la lombriz, en un período de tres meses, en el cual se establecieron tres tratamientos y un testigo absoluto, con nueve repeticiones; estos tratamientos fueron: estiércol (TE), cachaza (TC), mezcla (TM) y testigo (TT) en una área total de 171 m² dividida en 36 unidades experimentales. El ensayo se llevó a cabo en el Cantón San Juan de Merino, Municipio de Apastepeque Departamento de San Vicente. Durante los siete meses que duró la fase de campo se evaluaron las siguientes variables: Cantidad de abono producido en cada sustrato por la lombriz, contenido nutricional del

vermiabono, reproducción de la lombriz, ataque de enemigos naturales de la lombriz, altura de la planta a los 15 días, número de flores masculinas y femeninas, número de frutos producidos.

Los resultados obtenidos indican que en cuanto al peso del abono la cachaza supera levemente a los otros dos tratamientos, en la reproducción el estiércol presentó una mayor cantidad de huevos y lombrices en un 80% de los conteos realizados, seguido de la mezcla y por último la cachaza. Además se observó que no hubo incidencia de enemigos naturales que afectaran a la lombriz, en cuanto a la calidad nutricional los tres tratamientos obtuvieron similares resultados. El estiércol obtuvo una mayor altura de las plantas muestreadas que los otros dos tratamientos y así mayor número de flores femeninas y por ende mayor producción de frutos en el cultivo de pepino.

Para tener una mejor producción de hortalizas se debe haber fertilizado orgánicamente por lo menos cinco años consecutivos el área en estudio y así se observaran mejores rendimientos.

La cachaza es un sustrato que digiere con facilidad la lombriz habiendo una mayor producción de abono pero no reproducción de la lombriz; ya que si un productor quiere producir abono, puede optar por este alimento, sin embargo este no se obtiene con facilidad. Antes de suministrar un alimento a la lombriz, se debe de realizar una prueba de supervivencia para saber si el sustrato que se está dando es el adecuado y así poder hacer las correcciones oportunas.

Realizar un nuevo ensayo de este tipo, en un área que se ha manejado de forma agroecológica por lo mínimo cuatro años.

INDICE	Págs.
Portada_____	1
Introducción_____	2
2. Revisión de Literatura_____	3-4
2.1. Historia_____	4
2.2. Clasificación zoológica_____	4-5
2.3. Anatomía Externa _____	5
2.4. Anatomía Interna_____	5-8
2.5.Hábitat_____	8
2.6. Explotación en Cajones _____	8
2.6.1. Ubicación _____	8
2.6.2 .Temperatura _____	8
2.7. Preparación de los lechos _____	9
2.8. Manejo _____	9
2.8.1. Utensilios Necesarios _____	9
2.9. Establecimiento del pie de cría _____	9-10
2.9.1. Condiciones para el establecimiento del pie de cría_____	10
2.10. Factores que se deben de tomar en cuenta en la preparación del sustrato o alimento _____	10
2.10.1. Humedad _____	10-11
2.10.2 .Temperatura _____	11
2.10.3. pH _____	11-12
2.11. Alimentación _____	12-13
2.11.1. Tipo de Alimentación _____	14
2.11.1.1. Estiércol Bovino _____	14-15
2.11.1.2 .Estiércol de Cabra _____	15
2.11.1.3. Estiércol de aves de corral _____	15
2.12.1.4. Estiércol de Conejo _____	16
2.11.1.5. Broza de Café _____	16
2.11.1.6. Estiércol Ovino _____	16-17
2.12. Características fundamentales del alimento para la lombriz_____	17

2.12.1. Estiércol Fresco _____	17
2.12.2. Estiércol Maduro _____	17-18
2.12.3. Estiércol Viejo _____	18
2.12.4. Estiércol con desperdicios vegetales _____	18-19
2.13. Frecuencia y cantidad de alimentación _____	19
2.14. Frecuencia para el suministro de los alimentos a la lombriz _____	19-20
2.15. Prueba de Supervivencia _____	20
2.16. Riego _____	20-21
2.16.1. Riego por goteo _____	21
2.16.2. Riego por aspersión _____	22
2.17. Materiales que la lombriz no puede digerir _____	23
2.18. Reproducción _____	23
2.18.1. Condiciones ambientales para su desarrollo _____	24
2.18.1.1. Humedad _____	24
2.18.1.2. Temperatura _____	24-25
2.18.1.3. Aireación _____	25
2.19. Acoplamiento _____	26-27
2.20. Purín _____	27-29
2.20.1. Nutrientes que aporta el purín _____	29
2.20.2. Como aplicar el purín _____	29-31
2.20.3. Ventajas del purín _____	31
2.21. Cosecha de Abono _____	31
2.21.1. Secado y tamizado del lombriabono _____	32
2.21.2. Frecuencia _____	32
2.22. Enemigos Naturales _____	32-33
2.22.1. Hormigas _____	33-34
2.22.2. Planaria _____	34
2.22.3. Ratones _____	34-35
2.23. Patología _____	35-36
2.24. Cultivo del pepino (<i>Cucumis sativus</i>) _____	36
2.24.1. Origen _____	36

2.24.2. Taxonomía	36
2.24.3. Valor nutricional	36
2.24.4. Aspectos Botánicos	37-39
2.24.5. Fenología	39
2.24.6. Requerimiento edafoclimáticos	39-41
2.24.7. Labores culturales	41-42
2.24.8. Cama de siembra	42
2.24.9. Épocas de siembra	43
2.24.10. Siembra	43
2.24.11. Distanciamiento de siembra	43
2.24.12. Sistema de siembra	44
2.24.13. Fertilización	44
2.24.14. Muestreo de Plagas del cultivo del pepino	45
3. Materiales y Métodos	46
3.1. Localización	46
3.2. Historial del suelo	46-47
3.3. Aspectos Generales de la investigación	48
3.4. Producción de vermiabono y purin	48
3.4.1. Especie a utilizar	48
3.4.2. Procedencia y traslado del Pie de cría	48
3.4.3. Establecimiento del pie de cria	49
3.4.3.1 Construcción de galera	49-50
3.4.3.2. Construcción de bases para los lechos	50
3.4.3.3. Construcción de lechos para la producción de abono	51
3.4.3.4. Sustrato a utilizar	52-53
3.4.4. Prueba de supervivencia	53-54
3.4.5. Llenado de los lechos y colocación del pie de cría	54
3.4.6. Cuidados especiales	54-55
3.4.7. Alimentación de los lechos	55
3.4.8. Establecimiento de microlechos.	55-57

3.4.9. Cosecha de abonos_____	57-58
3.5. Evaluación del vermiabono y purín en el cultivo de pepino	
<i>Cucumis sativus</i> _____	59
3.5.1 Preparación del suelo _____	59-60
3.5.2. Siembra_____	60
3.5.3. Riego _____	61
3.5.4. Tutoreo _____	61
3.5.4.1. Educado de guía _____	61
3.5.5. Control de plagas y enfermedades _____	61-63
3.5.6. Manejo de vegetación arvence _____	64
3.5.7. Fertilización _____	64
3.6. Diseño estadístico _____	65
3.6.1. Fase de producción del vermiabono en los microlechos _____	65
3.6.1.1. Variables de los microlechos _____	65-66
3.6.2. Distribución del tratamiento en la galera _____	66
3.6.3. Distribución estadística _____	66
3.6.4. Modelo matemático _____	67
3.7. Evaluación del vermiabono en cultivo del pepino _____	67
3.7.1 Variables a evaluar del cultivo de pepino <i>cucumis sativus</i> en la investigación _____	67-68
3.7.2. Distribución de tratamientos en campo _____	68
3.7.3. Distribución estadística _____	68-69
3.7.4. Modelo matemático _____	69
4. Discusión de resultados _____	70
4.1. Prueba de supervivencia _____	70
4.2. Respuesta biológica y nutricional del vermiabono _____	70
4.2.1. Cantidad de abono _____	70
4.2.2. Cantidad de huevos _____	71-72
4.2.3. Reproducción de lombriz _____	72-73
4.2.4. Calidad nutricional _____	74
4.2.4.1. Porcentaje de macronutrientes de lombrabono _____	74

4.2.4.2. Porcentaje de micronutrientes de lombriabono	75
4.2.4.3 .Porcentajes de macronutrientes del purin	75-76
4.2.4.4 .Porcentajes de micronutrientes del purin	77
4.3. Eficacia productiva del vermiabono	77
4.3.1. Altura de la planta	78
4.3.2 .Numero de flores	79-80
4.3.3 .Numero de frutos	81-82
5. Bibliografía	83-91
6. Anexos	92-98

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Estado fenológico del cultivo de pepino (<i>Cucumis sativus</i>)	39
2	Antecedentes del uso del suelo hace cinco años para poder ser utilizado en la evaluación del vermiabono en el cultivo de pepino (<i>Cucumis sativus</i>)	47
3	Preparación de productos orgánicos para el control de insectos dañinos	63
4	Fuente de variación y los grados de libertad para los tratamientos evaluados	66
5	Fuente de variación y los grados de libertad para los tratamientos y bloques completamente al azar	69
6	Población final y porcentaje de las lombrices por tratamiento	73
7	Porcentaje del contenido de los macronutrientes del vermiabono producido por <i>Eisenia foetida</i> a partir de diferentes sustratos alimenticios	74
8	Porcentaje del contenido de micronutrientes del vermiabono producido por la lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i>), a partir de diferentes sustratos alimenticios	75
9	Porcentajes de micronutrientes encontrados en el purín producidos por la lombriz (<i>Eisenia foetida</i>)	77

Anexos

A1	Contenido nutricional del vermiabono	99
A2	Contenido nutricional del purin	100
A3	Fichas de control de los conteos de microlechos	101

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Diseño de la galera para la producción y reproducción de la lombriz	50
2	Colocación del tubo para la recolección del purin	51
3	Distribución de los microlechos	56
4	Alimentación de la lombriz en los microlechos	56
5	Conteo de huevos y lombrices	57
6	Colocación de trampas para la recolección de la lombriz	58
7	Levantamiento de trampas para recolectar el abono	58
8	Preparación del terreno para el cultivo del pepino (<i>Cucumis sativus</i>)	59
9	Incorporación de cal agrícola y preparación de los camellones	60
10	Cantidad de abono producido por la lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i>), a partir de diferentes fuentes alimenticias (Cachaza, estiércol y mezcla)	70
11	Medias poblacionales de la cantidad de huevos producidos por la lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i>) en los tres diferentes sustratos	71
12	Reproducción de lombrices encontradas en cinco conteos en los tratamientos evaluados	73
13	Porcentajes de macronutrientes encontrados en el purin, producido por la lombriz (<i>Eisenia foetida</i>)	76

14	Altura de las plantas a los 15 días de aplicado los diferentes tipos de abono	78
15	Cantidad de flores femeninas producidas en los diferentes tratamientos	79
16	Cantidad de flores masculinas producidas en cada uno de los tratamientos evaluados	80
17	Cantidad de frutos vendibles producidos orgánicamente, fertilizados con vermiabono	81
18	Cantidad de frutos no vendibles producidos orgánicamente, fertilizados con vermiabono	82

Anexos

A1	Vista panorámica de la ubicación del ensayo	93
A2	Siembra del cultivo de pepino (<i>Cucumis sativus</i>)	94
A3	Orientación de los surcos para aprovechar mejor la luz del sol	94
A4	Tutoreado de las plantas	95
A5	Educado de guías	95
A6	Fertilización con vermiabono	96
A7	Fertilización foliar con purin mezclado con metalozato	96
A8	Distribución de microlechos por tratamientos en la galera	97
A9	Tamaño de la planta	97
A10	Frutos producidos	98
A11	Distribución de tratamientos en el campo	98

INTRODUCCIÓN

La lombricultura es una tecnología que en los últimos años ha tomado auge en la producción agrícola, es una actividad agropecuaria que consiste en criar lombrices en cautiverio, debido a que el producto de esta actividad (lombriabono), es una alternativa viable para la recuperación y fertilización de los suelos. Además de ser una herramienta para procesar la basura orgánica producida por los sistemas agropecuarios y urbanos.

La lombriz es un organismo que ha vivido de forma natural, alimentándose de materia orgánica, jugando un papel ecológico muy importante, porque a través de ella se produjo el reciclaje de materiales como: el estiércol y la cachaza.

El lombriabono (excreta de lombriz), permite mejorar los suelos tanto química (aumento de contenido de nutrientes), física (mejora textura y estructura) y biológica (incremento de microorganismos) que lo convierten en un producto de alto valor agrícola y ambiental.

El objetivo de éste trabajo fue evaluar el valor nutricional del abono sólido y líquido producido por la lombriz a partir de la aplicación de diferentes alimentos como: cachaza, estiércol bovino y mezcla de ambos; finalmente fueron evaluados los abonos obtenidos, en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*).

2. REVISION DE LITERATURA

2.1. Historia

En el antiguo Egipto se consideraba a la lombriz como un animal enormemente valioso. Esto llegaba al extremo, que tenían castigos muy rigurosos, incluso la pena de muerte para quien intentara explotar fuera del reino una lombriz (Ferruzzi, 1994).

Neumann. (2001), menciona que la Reina Cleopatra le confirió a la lombriz el título de "Animal sagrado" y se castigaba con la pena máxima a quienes trataran de sacarlas del reino a otros territorios. Los antiguos Romanos también supieron apreciar a las lombrices, y el gran filósofo Aristóteles las definió con gran acierto como "los intestinos de la tierra". Las lombrices rojas "californianas" fueron criadas intensivamente a partir de los años 50 en California (EEUU).

Ferruzzi. (1994), menciona que los primeros criaderos intensivos de lombrices han tenido como resultado la obtención de varias lombrices cada vez más selecta. Actualmente las especies más utilizados en la lombricultura intensiva son tres: *Eisenia foetida*, *Lombricus rubellus*, Rojo híbrido.

Eisenia foetida es originaria de Eurasia, especie que en alguna literatura no científica se denomina "Rojo híbrido", lo que ha dado lugar a confusiones; ya que no se trata de un híbrido sino de una lombriz que al igual que el resto de sus parientes son el resultado de la selección natural. Actualmente es la especie más cultivada en el

mundo entero, dada su rusticidad, tolerancia a los factores ambientales (pH, temperatura, humedad), potencial reproductor y capacidad de sobre población (<http://www.manualdelombricultura.com/manual/conceptos.html>)

2.2. Clasificación zoológica

Reino: Animal.

Tipo: Anélido

Clase: Oligoqueto

Orden: Opisthoro

Familia: Lumbricidae

Género: *Eisenia*

Especie: *foetida* (Octavio, 2006).

2.3. Anatomía externa

Posee el cuerpo alargado, segmentado y con zoometría bilateral. Existe una porción más gruesa en el tercio anterior de 5 mm de longitud llamada clitelium (Ferruzzi, 1994; Octavio, 2006).

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 se puede ver en las lombrices adultas y que estas han llegado a su madurez sexual; es como un anillo de mayor diámetro (espesor) que el resto del cuerpo. Este anillo contiene unas glándulas que segregan un líquido especial cuya finalidad es la de proteger a los huevos (Ferruzzi, 1994).

Al nacer las lombrices son blancas, transcurrido cinco o seis días se ponen rosadas y a los 120 días ya parecen adultas siendo de color rojizo y estando en condiciones de aparearse (Octavio, 2006).

Neumann. (2001), menciona que miden de 6 a 8 cm de largo, de 3 a 5 mm de diámetro y pesa aproximadamente un gramo.

2.4. Anatomía Interna

Se compone principalmente por:

a) Cutícula

Es una lámina muy delgada de color marrón brillante, quitinoso, fino y transparente (Neumann, 2001; INFOAGRO Lombricultura, s.f.).

b) Epidermis

Es la responsable de la formación de la cutícula y del mantenimiento de la humedad y flexibilidad de la misma (INFOAGRO Lombricultura, s.f.).

Se encuentra debajo de la cutícula, es un epitelio simple con células glandulares que producen una secreción mucosa (Neumann, 2001).

c) Capas musculares

Son dos, una circular externa y otra longitudinal interna (Neumann, 2001; INFOAGRO Lombricultura, s.f.).

d) Peritoneo

Es una capa más interna y limita exteriormente con el celoma de la lombriz (Neumann, 2001; INFOAGRO Lombricultura, s.f.).

e) Celoma

Es una cavidad que contiene líquido celómico y se extiende a lo largo del animal, dividida por los septos, actuando como esqueleto hidrostático (Neumann, 2001; INFOAGRO Lombricultura, s.f.).

f) Aparato circulatorio

El aparato circulatorio está formado por dos vasos sanguíneos, uno dorsal y otro ventral. Posee también otros vasos y capilares que llevan la sangre a todo el cuerpo. Circula por un sistema cerrado constituido por cinco pares de corazones (Neumann, 2001; INFOAGRO Lombricultura, s.f.; <http://www.ccbolgroup.com/vermi.htm>).

g) Aparato respiratorio

No presenta órganos especializados para la respiración. La sangre contiene pigmentos y ésta realiza por difusión el oxígeno y anhídrido carbónico a través de la cutícula y los tejidos de la epidermis. Para que ocurra la respiración los gases deben disolverse en una capa de agua alrededor de la superficie del animal que se mantiene húmeda por las secreciones del cuerpo

(<http://www.ccbolgroup.com/vermi.htm>).

h) Sistema digestivo

Está compuesto de boca, faringe musculosa, una molleja, esófago, glándulas calíferas e intestino que abre en la región posterior en el pigidium. Las lombrices ingieren materia orgánica previamente fermentada. Estas pueden degradar hasta el doble de su peso diario (INFOAGRO Lombricultura, s.f.).

Las lombrices poseen un gran complejo de enzimas digestivas para degradar. En la parte superior de la apertura bucal se sitúa el prostomio con forma de labio. Las células del paladar son las encargadas de seleccionar el alimento que pasa posteriormente al esófago donde se localizan las glándulas calíferas. Estas glándulas segregan iones de calcio, contribuyendo a la regulación del equilibrio ácido básico, tendiendo a neutralizar los valores de pH.

Posteriormente ésta el buche, en el cual el alimento queda retenido para dirigirse al intestino (INFOAGRO Lombricultura, s.f.).

i) Aparato excretor

Está formado por nefridios, dos para cada anillo. Las células internas son ciliadas y sus movimientos permiten retirar los desechos del celoma, la lombriz posee siete pares de riñones. (Neumann, 2001; INFOAGRO Lombricultura, s.f.).

j) Sistema nervioso

Es ganglionar. Posee un par de ganglios supraesofágicos, de los que parte una cadena ganglionar (INFOAGRO Lombricultura, s.f.).

Según Neumann. (2001), estos ganglios supraesofáticos (cerebrales) de los que parte una cadena ganglionar; están relacionados por comisuras de unión.

2.5. Hábitat

Las lombrices californianas son epigeas, habitan en los primeros 50 cm del suelo, por tanto es muy susceptible a cambios climáticos, pero muy tolerante a la inundación temporal (Clubacuaristascba, s, f)

La lombriz roja teme a la luz y los rayos ultravioleta las matan. Por esta razón, la iluminación, natural o artificial, no tiene que incidir directamente sobre su hábitat (Ferruzzi, 1994; Octavio, 2006).

2.6. Explotación en cajones

2.6.1. Ubicación

En principio la caja ecológica puede colocarse en cualquier parte, siendo preferible que sea en un lugar que esté a la mano, de fácil acceso para las normales operaciones de riego y distribución de comida (Ferruzzi, 1994).

2.6.2. Temperatura

La temperatura del medio, óptimo para la lombriz roja, es aquella que se acerca lo más posible a la de su propio cuerpo (19°C) (Ferruzzi, 1994).

2.7. Preparación de los lechos

Primero se debe de colocar un colchón de paja de 1.20 m de ancho y 10 cm de largo. Este colchón sirve de refugio a la lombriz californiana en el caso de sufrir cambios medioambientales en su medio de crianza (Clubacuaristascba, s, f.).

2.8. Manejo

2.8.1. Utensilios necesarios para el establecimiento del pie de cría

a) Carretilla: Servirá para transportar el estiércol, para suministrar el alimento y también para el transporte de humus de almacenamiento (Ferruzzi, 1994).

b) Rastrillo: Preferentemente las puntas redondas (con el fin de no lesionar a las lombrices) servirán para suministrar el alimento (Ferruzzi, 1994).

c) Mangueras: Es indispensable para las operaciones normales de riego que tendrán lugar solamente en verano una a dos veces al día (Ferruzzi, 1994).

d) Cajitas de madera: De 50 x 50 x 15 cm, con sus correspondiente agujero de drenaje (Ferruzzi, 1994).

2.9. Establecimiento del pie de cría

Consiste en establecer en un metro cuadrado un kilo de lombrices, que es la cantidad mínima con que se debe iniciar la producción, que son aproximadamente 1200 a 1300 lombrices.

Se construye una canoa o cantero para el establecimiento del pie de cría. Se prepara una cama de estiércol seco o tierra con agua, alcanzando un 80-85 % de humedad.

Se coloca la cama con un espesor de 5 a 10 cm, ésta cama se hace con el propósito de brindarle un ambiente primario adecuado a las lombrices y que no sufran estrés. Pasado dos o tres días se comienza la alimentación de las lombrices (Rostran, 2007).

2.9.1. Condiciones para establecer el pie de cría de lombrices

- En lugar sombreado y que tenga una fuente cercana de agua.
- En zonas con topografía plana (hacer desnivel para permitir el drenaje de exceso de agua)
- Disponer de una fuente de alimentación constante (estiércol, gallinaza, cachaza)
- Inspeccionar el lugar en busca de focos o troneras de hormigas y que esté protegido de animales domésticos.
- Protegerlo de enemigos naturales. (Rostran, 2007).

2.10. Factores que se deben tomar en cuenta en la preparación del sustrato o alimento.

2.10.1. Humedad

La humedad es un factor de mucha importancia que influye en la reproducción. Debe estar entre el 70 y 80%. Una humedad superior al 85% hace que las lombrices entren en un período de latencia y se afecta la producción de vermicompost y la reproducción. Debajo de 70% de humedad es una condición desfavorable. Niveles de humedad inferiores al 55% son mortales para las lombrices. (Empresa emison, 2000).

La prueba para medir el porcentaje de humedad en el sustrato se conoce como prueba de puño, la cual consiste en agarrar una cantidad del sustrato con el puño de una mano, posteriormente se le aplica fuerza, lo normal de un brazo, y si salen de 8 a 10 gotas es que la humedad está en un 80% aproximadamente. En cualquier caso es mejor utilizar un medidor de humedad (Empresa emison, 2000).

2.10.2. Temperatura

La temperatura es otro de los factores que influyen en la reproducción, producción (vermicompost) y fecundidad de las cápsulas. Una temperatura entre 18 a 25 grados centígrados es considerada óptima, que conlleva el máximo rendimiento de las lombrices. Se controla con medidores que emiten una alarma si la temperatura no está dentro del rango requerido. Cuando la temperatura desciende por debajo de 15°C las lombrices entran en un período de latencia, disminuyendo su actividad. Van dejando de reproducirse, crecer y producir vermicompost; los cocones (huevos) no eclosionan y pasan más tiempo encerrados los embriones, hasta que se presentan las condiciones favorables (Empresa Emison, 2000).

2.10.3. pH

El pH mide lo alcalino o ácido del sustrato. La lombriz acepta sustratos con pH de 5 a 8.4, que podemos controlar mediante un pH-metro o un simple papel indicador. Fuera de esta escala, la lombriz entra en una etapa de latencia. Con pH ácido en el

sustrato (<7) puede desarrollarse una plaga conocida en el mundo de la lombricultura como planaria.

La preparación del sustrato debe hacerse mediante fermentación aerobia. Esta fermentación es el resultado de la actividad de una serie de microorganismos de diferentes grupos. El tiempo que dure la fermentación depende del pH, humedad, temperatura y tipo de sustrato (Empresa Emison, 2000).

También debe controlarse el pH del alimento, este puede oscilar entre 5 y 9 aproximadamente, siendo 7 el ideal (<http://www.manualdelombricultura.com/manual/conceptos.html>) debe de ser 7.5 a 8 para el desarrollo y reproducción de la lombriz (Empresa Emison, 2000).

2.11. Alimentación

Aproximadamente el 40% de lo que consumen es utilizado por la lombriz para su metabolismo; el otro 60% es desechado en forma de heces, que constituyen el vermiabono. Ella come lo necesario en el día, duerme, respira, camina de un lado a otro, juega, se reproduce, en fin todas actividades que acontecen a diario a todo organismo vivo. Todo ello lo hace en el sustrato por lo que este representa su mundo, su fuente de protección, su fuente de alimento. (García, s.f.). Debemos alimentar con desperdicios o desechos frescos, no fermentados, (cáscaras recién peladas), las capas de alimento no deben de superar los 10 cm de espesor con el fin de evitar fermentaciones. Al igual que el resto de los animales, la lombriz es selectiva, cuando la dieta ofrecida es variada, escogiendo siempre el material de

mayor riqueza nutricional y de más fácil consumo, lo cual repercute de manera directa en el desarrollo reproductivo de la lombriz. (Hernández, s.f.)

La lombriz prefiere y presenta mayor actividad reproductora consumiendo frutas carnosas, cítricos y cáscaras picadas, los tallos, raíces y follajes, presentan una respuesta positiva sin ser óptima, debido a que la lombriz pierde mucha energía vital en su consumo. (Hernández, s.f.)

Es casi todo lo que sale de la cocina como cáscaras, verduras, legumbres, frutas y hortalizas, servilletas, papeles no plastificados untados de comida. También los recortes de la poda de las matas del jardín (<http://www.awhf.org.co/lombri cultura.php>). El alimento que se les proporcionará será materia orgánica parcial o totalmente descompuesta. Si no es así las elevadas temperaturas generadas durante el proceso de fermentación (hasta 75°C), matarán a las lombrices (Zuluaga, s, f).

Además de los alimentos que se mencionan anteriormente, también podemos alimentar a las lombrices con paja, malezas, residuos de maíz (tuza y cañas), pastos, rastrojos de cultivos cosechados, cenizas, cal, purines, estiércoles, sobras de cocina, papel y desechos carnales. Se deben utilizar como alimentos, materiales locales o que se puedan conseguir fácilmente (Brooks, s, f).

Las lombrices pueden también alimentarse de papel, no importando la tinta que éste contenga, se puede mezclar con el estiércol 10 días antes que esté estabilizado (Empresa emison, 2000).

2.11.1. Tipo de alimentación

Los alimentos orgánicos útiles en la alimentación de lombrices son muy variados, destacando entre otros:

- Restos de serrerías e industrias relacionadas con la madera.
- Desperdicios de mataderos.
- Residuos vegetales procedentes de explotaciones agrícolas.
- Estiércol de especies domésticas.
- Frutas y tubérculos no aptos para el consumo humano o vegetal.
- Fangos de depuradoras.
- Basuras (Zuluaga, s, f).

2.11.1.1. Estiércol de bovino

Tiene la ventaja de que contiene enzimas que ayudan a facilitar la acción bacterial al pasar por el tracto digestivo de la lombriz. El contenido de nitrógeno depende del tipo de alimentación suministrado a los animales, ya sea forrajes, mezcla con leguminosas o con complemento a base de concentrados. Oscilando entre 1 y 2% de nitrógeno, adicionalmente contiene vitaminas y antibióticos que ayudan al crecimiento de la lombriz, por tanto resulta una excelente fuente de alimentación. Se ha determinado un peso promedio de 0,4 g/lombriz en condiciones de manejo normal (Hernández, s, f). En el estiércol bovino el tiempo necesario para la estabilización es de 10 a 15 días, y es el sustrato que más rápido se estabiliza (Empresa emison, 2000).

El estiércol bovino es muy bueno, utilizarlo como sustrato inicial y como alimento durante la producción. El periodo mínimo de envejecimiento aconsejable es de seis meses, pero es más fácil encontrarse con un pH adecuado, cuando este período ha sido de siete meses (Ferruzzi, 1994; Neumann, 2001).

2.11.1.2. Estiércol de cabra

Al igual que el estiércol bovino, éste presenta condiciones óptimas para ser utilizado en alimentación de las lombrices, tanto en su contenido de nitrógeno, como de minerales y vitaminas, y baja acidez (Hernández, s, f).

2.11.1.3. Estiércol de aves de corral

Estos estiércoles son ricos en su contenido proteico y ácido fosfórico. Tienden a calentarse aceleradamente por lo que requiere un periodo de composteo previo, con riegos y volteo continuos para disminuir la salinidad y contenido de gases, principalmente amoniacal que es tóxico para la lombriz (Hernández, s, f).

Según Neumann. (2001) el estiércol de pollo se debe dejar secar un poco y para que no se apelmace, agregar cáscaras de arroz y picar.

2.11.1.4. Estiércol de conejo

Contiene alto contenido salino y nitrógeno, que puede llegar hasta aproximadamente 2%, esto hace necesario los riegos y volteos frecuentes, previos al suministro como alimento, para las lombrices. Produce un lombríhumus de

aceptable calidad, dependiendo de los alimentos ofrecidos a los conejos (Hernández, s, f).

Ferruzzi. (1994), manifiesta que el estiércol de conejo constituye un alimento óptimo, se usa en estado original o se recoge debajo de la jaula de los conejos, tiene que ser tratado y oxigenado antes de ser suministrado. Tarda de 20 a 25 días (Empresa emison, 2000).

El estiércol de conejo es un alimento óptimo, ya que se puede disponer rápidamente de él; se recomienda mezclarlo con un poco de fibra y oxigenarlo antes de usarlo (Neumann, 2001).

2.11.1.5. Broza de café

Este resulta ser un excelente alimento para las lombrices, por lo que el manejo de este desecho no representa mayores dificultades. (Hernández, s, f).

El manejo del sustrato es el elemento de mayor importancia dentro del cultivo de lombrices, puesto que si lo entregamos estabilizado aseguramos la reproducción de nuestro pie de cría y en poco tiempo lo habremos multiplicado y obtendremos buenas cosechas de compost (Empresa emison, 2000).

2.11.1.6. Estiércol ovino

Ferruzzi. (1994) dice que el estiércol ovino es un producto bastante bueno, pero difícil de encontrar. La edad de este estiércol, cuando se encuentra disponible, va desde uno hasta los ocho meses, ya que su recogida se efectúa una sola vez al año,

cuando los rebaños abandonan sus alojamientos de invierno, en los meses de abril y mayo.

Tiene el inconveniente de que se suele mantener en los corrales por períodos prolongados, lo que provoca un apelmazamiento. Se le puede acondicionar regándola durante varios días seguidos y después mezclándolo con fibra; tiene un periodo de maduración bastante corto (Neumann, 2001).

2.12. Características fundamentales del alimento para la lombriz

2.12.1. Estiércol fresco

El estiércol acabado de producir por el bovino tiene una consistencia pastosa, de color verde encendido, de olor insoportable, debido a que su pH es altamente alcalino, lo cual no es recomendable para la lombriz (González, s, f). En este caso se debe prepara el alimento agregando agua, hasta que la mezcla del estiércol con agua tenga una consistencia de atol. Seguido de esta actividad se le agrega al lecho el estiércol en capas con un espesor de 2-4 cm se debe procurar hacer la capa lo mas homogénea posible (Rostran, 2007).

2.12.2. Estiércol maduro

Este estiércol más o menos de 10 a 18 días de haber sido producido por el animal. Su consistencia es semipastosa, de color verde oscuro o pardo, su olor es soportable, el pH se encuentra estabilizado calculado entre 7 y 8. Este es el sustrato adecuado, puesto que presenta las condiciones óptimas para la crianza de lombrices, aunque a veces se le tiene que agregar agua para estabilizar su humedad, y por ende su

temperatura. La experiencia dice que este es el mejor sustrato que permiten las lombrices (González, s, f; Neumann, 2001).

2.12.3. Estiércol viejo

Es un estiércol que tiene más de 20 días de haber sido producido, es de consistencia pastosa y dura, desmoronándose al apretarse con la mano. No presenta prácticamente ningún olor. Este no es el sustrato que puede ser utilizado para la crianza de lombrices, puesto que el pH es altamente ácido y pueden entrar las lombrices en período de letargo (González, s, f).

En estos casos se prepara el alimento al igual que en el caso anterior o bien se deja el estiércol con una humedad del 85%. El estiércol prefermentado puede tener una fermentación de 8-15 días, se torna de color café-verdoso. Una vez preparado el alimento se vierte en el lecho de las lombrices hasta tener un espesor de 8-10 cm (Ferruzzi, 1994).

Neumann. (2001), menciona que el estiércol no presenta prácticamente ningún olor; no es un sustrato que pueda ser usado para la crianza de lombrices, puesto que su pH es altamente ácido y pueden entrar las lombrices en un periodo de dormición y ocurrir el desarrollo de una plaga llamada Planaria.

2.12.4. Estiércol con desperdicios vegetales

Se mezclan los residuos vegetales con estiércol en proporciones de 1:1, se le agrega agua hasta obtener un 80-90% de humedad, este se deja fermentando por un período de 12-15 días, volteándolo o revolviéndolo un día de por medio (siempre agregar agua).

Después de este período de fermentación, el alimento debe tener un pH de 6-8 y una temperatura ambiente. Para alimentar a las lombrices se agrega la mezcla en capas de espesor de unos 3-5 cm (Rostran, 2007).

2.13. Frecuencia y cantidad de alimentación

Se puede alimentar una o dos veces por semana, dependiendo la densidad de lombrices y el tipo de alimento. La cantidad de alimento está relacionada directamente con el consumo por parte de la Lombriz. Se han observado consumos diarios equivalentes a la mitad del peso de la lombriz por día. Es recomendable llevar registros de alimentación y del funcionamiento general del lombricultivo (Ferruzzi, 1994).

El consumo anual de alimento por cada habitáculo va a ser de 2 por mes de unos 1,000 kg con una producción aproximada de 600 kg de humus cuando está en fase de plena producción. Es aconsejable cambiarle semanalmente el tipo de mezcla orgánica a utilizar. De esta forma la lombriz nunca se cansara de comer, crecerán más de prisa, estarán más fuertes y producirán más humus (Ferruzzi, 1994).

2.14. Frecuencia para el suministro de los alimentos a la lombriz

Como norma general se aplica una capa de excreta de 10-15 cm de espesor, cada 7-10 días en dependencia de la necesidad alimenticia de las lombrices. Una forma simple de saber la necesidad de alimento es cuando al observar la superficie del cantero nos damos cuenta que el humus recién excretado tiene la apariencia de broza de café y la forma de pequeños tabaquitos, éste es el síntoma característico e

inequívocamente de que es necesario alimentar a las lombrices (Producción y manejo de lombriz roja californiana... 2001).

2.15. Prueba de supervivencia

Antes de poner a las lombrices en contacto directo con el alimento en las camas, debemos asegurarnos que la fermentación del material se haya ultimado, para lo cual se procede a realizar una prueba de supervivencia.

Para realizarla se coloca, en una caja de prueba, suficiente cantidad del alimento preparado hasta tener un grosor de 10 cm, se colocan 50 lombrices en el centro de la caja y se riega adecuadamente. Las lombrices se introducen solas y tratarán de descubrir si el nuevo ambiente es adecuado para garantizar primero su permanencia y después su acción productiva.

Pasadas 48 horas se verifica que las lombrices se encuentren en condiciones óptimas. Si mueren más de dos quiere decir que el alimento no reúne las características adecuadas y hay que proceder a realizar las oportunas correcciones. Por el contrario, si al menos 48 lombrices están vivas y se han distribuido en el medio, el alimento ha sido correctamente preparado y se puede proceder a suministrar el alimento a las lombrices (Empresa emison, 2000).

2.16. Riego

Una vez que las lombrices están en contacto con la pila de materia orgánica. Durante los meses de verano tendrán una frecuencia más alta y, durante el invierno, más baja, de acuerdo con la temperatura y humedad del ambiente (Don Manuel, s, f),

al respecto Neumann, (2001), describe que se riega (siempre que no llueva) una o dos veces por semana durante un minuto, y en verano todos los días (durante 40 segundos).

Ferruzzi, (1994) Menciona que las lombrices carecen de dientes; por lo tanto si el lecho está seco, no pueden comer. Los sistemas de riego empleados son el manual y por aspersión. El manual consta de una manguera de goma de características variables según la función de los lechos. El primer riego de esta etapa se realiza cuando se introducen las lombrices. El segundo riego se realiza a los 10 días, el tercero a los 20 días y los siguientes cada 15 días. En todos los casos se va disminuyendo la frecuencia de riego para obtener, al final de esta etapa, un lombricompost que presente una humedad del 30 al 40%.

Si el contenido de sales y de sodio en el agua de riego es muy elevado darán lugar a una disminución en el valor nutritivo del vermicompost.

Los encharcamientos deben evitarse, ya que un exceso de agua desplaza el aire del material y provoca fermentación anaeróbica (Octavio, 2006)

2.16.1. Riego por goteo

Se efectúa cada 2 días con una hora de duración, durante los primeros 15 a 20 días.

A partir de ese momento los riegos se realizan cada 5 días durante una hora, hasta el final de esta etapa (Don Manuel, s.f.).

2.16.2. Riego por aspersión

El riego por aspersión requiere mayor inversión, habiendo diversas modalidades según su disposición en los lechos (Octavio, 2006).

Este se realiza cada 3 días durante media hora, dentro de los primeros 15 días (Don Manuel, s.f.), a partir de ese momento los riegos se realizan cada 7 días con una duración de 20 a 30 minutos, hasta el final (Octavio, 2006).

Según Neumann. (2001), los micro aspersores no son indicados para el riego debido a que no proporciona un control suficiente sobre la cantidad de agua esparcida. Conviene regar en forma manual con un aspersor tipo ducha: la lluvia no afecta, salvo que se produzcan inundaciones.

Los riegos se efectuarán hasta unos días antes de la cosecha. Es importante que el agua excedente pueda drenar libremente hacia abajo o escurrir por la superficie. Que en ningún caso debe estancarse, ya que ocurriría un proceso de fermentación anaeróbica (sin presencia de oxígeno), lo que daría origen a una pudrición de la materia orgánica y causaría la muerte de las lombrices. (Don Manuel, s.f.).

Según Neumann. (2001), menciona que además los riegos excesivos arrastran las proteínas, perdiendo el alimento parte de su valor nutricional. Es necesario que cada cama o cuna tenga una abertura en cada costado para que cuando caiga lluvias torrenciales no se formen posas y se ahoguen las lombrices. Las lluvias causan disminución en la población de lombrices.

2.17. Materiales que la lombriz no puede digerir

- Metales
- Plásticos
- Goma
- Vidrios (Neumann.2001; Empresa emison, 2000)
- Residuos sanitarios
- Residuos hospitalarios
- Residuos infecciosos
- Residuos peligrosos
- Animales muertos por zoonosis o por enfermedades de alto riesgo
- Lodos de plantas de tratamiento de aguas de zonas industriales, aquellos que determinen las autoridades competentes (Box, 2007).

2.18. Reproducción

Se ha experimentado con ellas en todos los países, en distintas condiciones de clima y altitud, y vive en cautiverio sin fugarse de su lecho.

Es extraordinariamente prolífera; madura sexualmente entre el segundo y tercer mes de vida. Deposita cada 7 a 10 días una cápsula o huevo con un contenido que fluctúa de 2 a 20 embriones que a su vez después de 14 a 21 días de incubación eclosiona, originando lombrices en condiciones de moverse y nutrirse de inmediato. La extraordinaria capacidad productiva de la (*Eisenia foetida*), permite amortizar rápidamente su capital invertido, y encontrarnos en un tiempo breve con una actividad altamente productiva (Recalde, s.f.).

2.18.1. Condiciones ambientales para su desarrollo

2.18.1.1. Humedad

Será del 70% para facilitar la ingestión de alimento y el deslizamiento a través del material. Si la humedad no es adecuada puede dar lugar a la muerte de la lombriz o su salida del lecho cuando hay más del 70%.

Las lombrices toman el alimento chupándolo, por tanto la falta de humedad les imposibilita dicha operación. El exceso de humedad origina empapamiento y una oxigenación deficiente (Octavio, 2006; Empresa emison, 2000).

En épocas calurosas se recomienda que exista un control diario de humedad (<http://www.emison.com/5102.htm>). Para medir la humedad se utiliza un higrómetro (mide la humedad exacta del lecho) o se realizan las técnicas manuales (prueba del puño) (Octavio, 2006). El rango óptimo para que las lombrices rojas californianas se desarrollen está entre 60 y 80% de humedad (González, s.f.).

2.18.1.2. Temperatura

La temperatura debe oscilar entre 18 a 25 grados centígrados (Empresa emison, 2000) El rango óptimo de temperaturas para el crecimiento de las lombrices oscila entre 12-25°C; y para la formación de cocones entre 12 y 15°C.

Neumann. (2001), describe que las lombrices necesitan una temperatura entre 20-25°C es considerada óptima porque conlleva al máximo rendimiento de las lombrices. Cuando la temperatura desciende de los 20 hasta 15°C, las lombrices entran en un período de latencia, dejando de reproducirse, crecer y producir lombrihumus.

Durante el verano si la temperatura es muy elevada, se recurrirá a riegos más frecuentes, manteniendo los lechos libres de malas hierbas, procurando que las lombrices no emigren buscando ambientes más frescos.

Estas pueden sobrevivir entre temperaturas desde 0 hasta 42°C, por lo tanto pueden criarse al aire libre en cualquier hogar o campo de climas templados. Esto puede chequearse con cualquier termómetro hogareño.

Bajo circunstancias ideales, la población de lombrices californianas puede llegar a duplicarse mensualmente y una superficie de cultivo puede expandirse hasta 32 veces la inicial. Teniendo en cuenta que las lombrices californianas se acoplan regularmente en promedio cada siete días depositando cada una de ellas una cápsula o cocón que puede albergar hasta un máximo de 9 nuevas lombrices (promedio 2 a 4 lombricitas/cocón). Estas nuevas lombrices alcanzarán su madurez sexual a los dos meses de edad y se reproducirán cada siete días durante toda su vida (máxima: 4-5 años en condiciones de laboratorio) (Octavio, 2006; INFOAGRO Lombricultura, s.f.).

2.18.1.3. Aireación

Es fundamental para la correcta respiración y desarrollo de las lombrices. Si la aireación no es la adecuada el consumo de alimento se reduce; además del apareamiento y reproducción debido a la compactación. (INFOAGRO Lombrices, s.f.).

2.19. Acoplamiento

La lombriz vive aproximadamente unos 16 años, durante los cuales se acoplan regularmente cada 7 días, si la temperatura y la humedad del medio son de su agrado, la lombriz roja alcanza su madurez sexual a los tres meses de edad. Es hermafrodita incompleta por lo que no está en condiciones de auto fecundarse; frecuentemente como resultado del acoplamiento de dos lombrices, se producirán dos huevos o cápsulas (uno de cada lombriz). Estas cápsulas se abrirán al cabo de 12-15 días, según la temperatura del medio donde se ubiquen. (ITACAB, s.f.).

Un criadero de lombrices en fase de expansión, se duplica cada tres meses, es decir, 16 veces en un año, 256 veces en dos años y 4,096 veces en tres años (Recalde, s.f.).

Las lombrices son hermafroditas, no se autofecundan, por tanto es necesaria la cópula, la cual ocurre cada 7 o 10 días. Luego cada individuo coloca una cápsula (huevo en forma de pera de color amarillento) de unos 2 mm. De la cual emergen de 2 a 21 lombrices después de un periodo de incubación de 14 a 21 días, dependiendo de la alimentación y de los cuidados (INFOAGRO Lombricultura, s.f.).

Cada lombriz está dotada de un aparato genital femenino. El aparato genital masculino está integrado por los testículos que son glándulas secretoras de esperma. Se encuentran muy cerca de la boca. El aparato genital femenino recibe el esperma y lo retiene hasta el momento de la fecundación; este aparato se encuentra en una posición relativa posterior al aparato genital masculino. (ITACAB, s.f.).

La fecundación se efectúa a través del Clitellium, cuyas glándulas producen el huevo o cápsula, esta tiene un color amarillo verdoso, con unas dimensiones aproximadas de 2-3 por 3-4mm, no siendo por tanto redondas sino teniendo una forma de pera muy pequeña, redondeada por una parte y acuminada por la otra. Por esta última emergen las lombrices después de 14 a 21 días de incubación. En el momento del nacimiento, las crías rompen la envoltura que ha adquirido un color más oscuro. De un huevo pueden nacer entre 2 y 21 pequeñas lombrices, cuando nacen miden 1mm y son de color blanco, a las 7 días ya tienen 7mm de largo y continúan siendo blancas, a los 15 días miden de 12-15mm y se han puesto de color rojo, a los 90 días tienen un largo de 3cm y son de color rojo oscuro y ya no crecen mas, aunque puedan llegar a vivir hasta 16 años. (Ortigosa, s.f.; Producción y manejo de lombriz roja californiana...2001).

Dos lombrices pueden producir, cada una, en condiciones normales, unas 1500 lombrices al año, por lo tanto una pareja dará lugar a unas 3000 lombrices. Con un buen manejo cada pareja se acopla semanalmente. Desde el mismo momento del nacimiento, las lombrices son autosuficientes; comen solas y solo necesitan para sobrevivir que el sustrato donde se encuentran sea lo suficientemente húmedo y tierno para ser devorado por su minúscula boca (ITACAB, s.f.).

2.20. Purín

Líquido procedente de la mezcla de orinas del ganado en estabulación con los líquidos que fluyen del vertedero (Stehmann, s, f.), es el líquido que escurre del estiércol, no la orina de los animales. También se llama así a los líquidos putrefactos

de plantas usados como tratamiento (INFOJARDIN purines s.f.) que se produce por el exceso de riego al que se somete a la materia orgánica durante el proceso de descomposición (Stehmann, s, f.). Los purines estimulan la salud de las plantas cultivadas y previenen los ataques de insectos o enfermedades (SUMERCE, 2007) La calidad de los purines depende del animal, del tipo y cantidad de cama (paja, aserrín) y del manejo que se le dé a los purines antes de ser aplicados (tiempo de maduración, control de la fermentación) (INFOJARDIN purines, s.f.).

Los purines tienen una altísima carga orgánica, presencia de nitratos y de cobre por lo que requiere una gestión específica con vistas a no contaminar los suelos y las aguas superficiales y subterráneas. Tiene un contenido de sólidos orgánicos del 3 al 10%.

Al mezclar o almacenar purines se liberan gases peligrosos, entre otros, amoniaco y ácido sulfhídrico. (INFOJARDIN purines, s.f.).

En los purines encontramos un contenido en cenizas del 24 al 50% de la muestra seca; el nitrógeno excretado se considera que es un 20 % del ingerido en la dieta; con respecto al potasio, los animales eliminan con los orines el 90% del ingerido en forma de sales solubles, y con respecto al fósforo, del 70 al 80% del fósforo del purín está constituido por compuestos minerales poco solubles, especialmente bajo la forma de fosfato monocálcico (Costa, 1991 citado por Stehmann, s. f.). El producto final puede ser mejorado añadiendo en las fosas material rico en carbono (paja muy triturada, aserrín o compost) para aumentar la relación Carbono/Nitrógeno a un valor

aproximado de 10 y fosfatos naturales triturados (García Sans, 1987; citado por Stehmann, s. f.).

2.20.1. Nutrientes que aporta el purin

Según los ingredientes, los purines tienen diversas aplicaciones. Básicamente aportan enzimas, aminoácidos y otras sustancias al suelo y a las plantas, aumentando la diversidad y disponibilidad de nutrientes para las mismas. Pero mucho más importante que esto es el aporte de microorganismos: Mediante la preparación de purines logramos desarrollar "cultivos" de microorganismos, en especial de bacterias. Cada purín es un cultivo específico donde se reproducen rápidamente determinados tipos de bacterias en un ámbito propicio para su desarrollo. Cuando regamos el suelo con estos preparados, estamos inoculando, "sembrando" el suelo de nuestra huerta orgánica con millones de microorganismos que transformarán la materia orgánica del suelo en nutrientes específicos para las plantas. De ese modo mejorará la disponibilidad de nutrientes y por lo tanto la sanidad, el desarrollo y la producción de las plantas (Stehmann, s. f.).

2.20.2. Como aplicar el purin

A la hora de llevar a cabo la aplicación de estos productos en el campo hay que seguir una serie de recomendaciones:

- Aplicar el purín rápidamente después de su fabricación. En caso de almacenarlo, airearlo frecuentemente mediante agitación o inyección de aire a presión.

- Realizar aportes moderados para que los purines frescos no penetren profundamente en la tierra.
- Evitar su distribución sobre terreno helado, nevado o saturado de agua, así como sobre terreno con fuerte pendiente, muy permeable, muy ligero o con una capa freática muy superficial.
- No aportar en tiempo lluvioso o con posibilidad de lluvia.
- Excluir su aporte en productos hortícola para consumo en crudo.
- Se procurará distanciar su aplicación lo más posible de la siega de las praderas y se evitará dejar el suelo mucho tiempo desnudo tras su aplicación (Stehmann, s.f.).

Su acción fertilizante es más rápida que la de los estiércoles, variando las dosis utilizadas según el tipo de cultivo entre 10 y 50 m³/ha para el purín (Canovas Fernández, 1993. citado por Stehmann, s.f.). Considerando todo lo anteriormente, se distribuirá antes de las siembras en las primeras fases de desarrollo del cultivo cuando se trate de cultivos anuales, y durante todo el año y mediante cisternas en el caso de praderas y pastizales. Una vez distribuido, conviene enterrarlo someramente con un pase de grada o cultivador (Stehmann, s.f.).

El purín, se coloca alrededor de las plantas para protegerlas contra hormigas.

Como utilizar el purín:

- a) Tome 5 galones de purín y colóquelos en una garrafa de 55 galones. Agregue agua limpia hasta completar el volumen de la garrafa revuelva bien.

b) El purín se aplica al suelo, al semillero antes de sembrar o al pié de la planta. No lave la planta con el purín de helecho. Utilice una fumigadora libre de residuos de agroquímicos (SUMERCE, 2007).

2.20.3. Ventajas del purín

Al utilizar los purines, se observará:

- Una disminución de las plagas,
- Mayor desarrollo de raíces en las plantas,
- Mejor crecimiento,
- Mayor fijación de nitrógeno en el suelo
- Mayor disponibilidad de carbono en el suelo (color más oscuro de la tierra).
- Mejorará, con la aplicación regular de los mismos, La estructura del suelo y la capacidad de retención de agua (Stehmann, s.f.)

2.21. Cosecha de abono

Una vez extraída las lombrices se procede a sacar el abono colocándolo sobre un plástico o arena cementada, para evitar la mezcla de tierra con el abono. El depósito deberá de ser secado bajo sombra (Rostran, 2001).

Para determinar el tiempo de cosecha se introduce la palma de la mano, debiendo obtenerse de 100 a 150 lombrices. Otro método consiste en meter la mano y extraer de 40 a 50 lombrices por puñada. Para extraerse a las lombrices se procede a colocar en el centro del cantero o canoa un poco de estiércol (alimento), antes debe esperarse que las lombrices hayan agotado todo el alimento del recipiente para extraerlas (Ferruzzi, 1994).

2.21.1. Secado y tamizado del lombrabono

Según Rostran. (2001). El secado se realiza volteando el lombrabono una o dos veces por semana, hasta obtener una humedad del 30 a 40 % posteriormente se tamiza para obtener un producto homogéneo que es el comercial.

2.21.2. Frecuencia

La cosecha se realiza en intervalos de 2 a 3 meses con el propósito de tener 3 generaciones de lombrices y lombrabono. Debe evitarse el exceso de población (Ferruzzi, 1994).

Se coloca una trampa, ubicando en el centro del lecho de lombrices una capa de alimento de unos 8 a 12 cm (solo en el centro) al cabo de 3 a 4 días, observar si las lombrices han agotado todo el alimento de la trampa si es así se deberá trasladar a un segundo cantero o canoa. Este proceso se debe de efectuar de 2 a 3 veces para garantizar extraer el 90 % a 95% de las lombrices (Ferruzzi, 1994).

Antes de cosechar se deja sin alimentación a las lombrices por un periodo de 4 a 6 días, de modo que sientan hambre. Esto permitirá que invada rápidamente el nuevo alimento (Rostran, 2007).

2.22. Enemigos naturales de la lombriz californiana (*Eisenia foetida*)

La naturaleza ha dispuesto que toda especie animal tenga sus enemigos, que se tiene que sostener a una lucha continua por la supervivencia y así mantener el equilibrio universal que permita la vida de todas las especies en el planeta (<http://ccbolgroup.com/vermi.html>).

La mayor parte de los enemigos de las lombrices proliferan en el criadero por descuido del lombricultor (INFOAGRO Lombricultura, s.f.; Empresa emison, 2000), los depredadores más frecuentes son las aves (pájaros y gallinas) (Clubacuaristicacba, s.f.), casi todos los pájaros son carnívoros y buscan las lombrices por la facilidad con que se pueden capturar, aunque no las vea en el exterior, remueven con el pico y las patas la parte superior del lecho, hallando a la lombriz dedicada a los que haceres habituales y ajenas al peligro (Ferruzzi, 1994), siendo la medida de control más eficaz el cubrimiento del lecho con ramas o maya antigranizo (Clubacuaristicacba, s.f.); ya que el agricultor actuando así obtiene 2 beneficios importantes por una parte protege la explotación del ataque de los pájaros y por otra utilizando sombrajos proporcionará en los meses calurosos a los habitáculos de las lombrices una sombra y un frescor muy grato. También se limitará la evaporación ayudando así a mantener una tasa constante de humedad (Ferruzzi, 1994), así mismo otros enemigos son las hormigas, los topos, los ratones y el cabeza negra (el hombre) (<http://ccbolgroup.com/vermi.html>). Como medida preventiva para eliminar las ratas y ratones se emplean desratizaciones en puntos estratégicos de las instalaciones y además de medidas higiénicas (Empresa emison, 2000).

2.22.1. Hormigas

Al principio no deben considerarse peligrosas para la lombriz; ya que no la atacan directamente, pero todos estos pequeños animalitos se nutren a partir de las grasa y de los azúcares presentes en la alimentación suministrada a las lombrices. Dado que los principios nutritivos mencionados son indispensables para la lombriz, se hacen

necesario protegerla de la acción de estos insectos (Ferruzzi, 1994). Las hormigas rojas son un depredador natural de la lombriz y pueden acabar en poco tiempo con nuestro criadero. Son atraídas principalmente por la secreción azucarada que la lombriz produce.

La hormiga se puede controlar sin necesidad de productos químicos, con solo que la humedad de la cama se encuentre en el 80%. Si en nuestras camas encontramos hormigas es una señal de que la humedad está baja (Empresa emison, 2000; Clubacuaristascb, s.f.).

2.22.2. Planaria

Es la plaga de mayor importancia dentro de los criaderos de lombrices. Es un gusano plano que puede medir de 5 a 50mm, de color café oscuro, con rayas longitudinales de color café. La planaria se adhiere a la lombriz por medio de una sustancia cerosa que el platelminto produce, posteriormente introduce en la lombriz un pequeño tubo de color blanco succionando todo el interior de la lombriz hasta matarla.

Esta plaga se controla con un buen manejo del sustrato regulando el pH de 7.5 a 8. En pH bajos las planarias se desarrollan y comienzan su actividad de depredador natural de las lombrices (Empresa emison, 2000).

2.22.3. Ratones

El ratón es otra plaga muy peligrosa para el cultivo de lombrices, pero se puede controlar al igual que las hormigas manteniendo la humedad en un 80% (Empresa emison, 2000); no son especialmente glotonas con respecto a las lombrices, pero pueden convertirse en un problema en todas las explotaciones donde la lombriz se

alimenta con pienso, ya que los ratones encuentran en éste su hábitat natural óptimo; en efecto, el pienso calentado a través del calor corporal de las lombrices y conteniendo los principios alimenticios necesarios, constituyen el medio idóneo (Ferruzzi, 1994).

2.23. Patología

Manifiesta Cuevas (1991), citado por (Clubacuaristascba, s.f.), que la lombriz es el único animal en el mundo que no transmite ni padece enfermedades pero existe un síndrome que lo afecta y es conocido como Síndrome Proteico, éste se da por suministrarle a la lombriz alimento con alto contenido de proteína (40%, por ejemplo frijoles) es degradado por enzimas que la lombriz posee en su sistema digestivo y se da una alta producción de Amonio, presentando la lombriz inflamaciones en todo el cuerpo, muriendo a las pocas horas.

Estas sustancias proteicas en exceso favorecen la proliferación de microorganismos, cuya actividad genera gases y provoca un aumento de la acidez del medio.

Las lombrices ingieren los alimentos con una excesiva acidez que no llega a ser neutralizada por sus glándulas calíferas. Por tanto se produce la fermentación en el buche y en el ventrículo provocando su inflamación.

Los síntomas más frecuentes suelen ser el abultamiento de la zona clíterar, coloración rosada o blanca de las lombrices y una disminución generalizada de su actividad.

Como medida de control se debe remover la tierra para favorecer la oxigenación y la aplicación de elevadas dosis de carbonato cálcico, cosa que se puede lograr con el agregado de cal apagada, conchilla o cáscara de huevo (Clubacuaristicasba, s.f.). El hábitat de las lombrices puede verse afectado por la presencia de bacterias (<http://www.emison.com/5135.htm>).

2.24. Cultivo del pepino (*Cucumis sativus*)

2.24.1. Origen

Es originario de las regiones tropicales del Sur de Asia, cultivado hace 3,000 años en el Noroeste de la India, posteriormente fue trasladado a otras partes del mundo, especialmente en América (Neuman, 2001).

2.24.2. Taxonomía

Nombre Científico: *Cucumis sativus* L.

División: Embriophyta, Asiphonograma, Criptógamas vasculares.

Subdivisión: Angiosperma

2.24.3. Valor nutricional.

En cuanto a su contenido nutricional es una de las hortalizas que contienen las vitaminas A, B, C y minerales, que son indispensables en la alimentación humana (Gudiel, s, f).

2.24.4. Aspectos Botánicos

a) Semilla: Es ovalada de color blanca amarillenta, está protegida por una cubierta dura, su tamaño es de 8 a 10 mm de longitud con un grosor de 3 a 5 mm (Neuman, 2001).

b) Germinación: El periodo de germinación varía de 3 a 4 días en condiciones favorables (Gudiel, s, f).

c) Raíz: El sistema radicular consiste en una raíz principal que alcanza de 1.0 a 1.2 m de largo, ramificándose en todas las direcciones, principalmente entre los primeros 25 a 30 cm del suelo (Neuman, 2001).

d) Tallo: Es una guía con zarcillos con un eje principal que da origen a varias ramas laterales, principalmente en la base, entre los primeros 20 y 30 cm., dividiéndose en ramas laterales, primarias y secundarias. Son tallos que pueden alcanzar hasta 3.5 m de longitud en condiciones normales. Los zarcillos ayudan a la planta a sujetarse a las superficies (Neuman, 2001; Zamora, s. f.).

e) Hojas: Son simples acorazonadas, pecioladas, palmonervadas, alternas, pero opuestas a los zarcillos son ásperas y poseen de 3 a 5 lóbulos angulados y triangulares, epidermis con cutícula delgada que minimiza la transpiración excesiva (Neuman, 2001; Zamora, s. f.).

f) Flor: Contiene flores de ambos sexos en la misma planta, por lo que se le considera monoica, de polinización cruzada; algunas variedades presentan flores hermafroditas. Al inicio se presentan solo flores masculinas en la parte baja de la planta, al centro, en igual proporción, las flores masculinas y femeninas y en la parte superior predominan las femeninas. Las flores masculinas como las femeninas se sitúan en las axilas de las guías secundarias.

Las masculinas tienen un cáliz acorazonado con cinco dientes acuminados en forma de lesna, corola adherida al cáliz, en forma de campana, venosa, arrugada y con cinco divisiones; el disco central es trígono, truncado, cubierto por los estambres.

Las flores femeninas tienen una corola y el cáliz al igual que las masculinas, tres filamentos estériles un estilo y tres estigmas bifidos. Generalmente días cortos, temperaturas bajas y suficiente agua, inducen a la formación de mayor número de flores femeninas; pero si los días son largos, temperaturas altas y sequía, estas condiciones favorecen la formación de las flores masculinas. La polinización se efectúa en el ámbito de campo, principalmente a través de las abejas. La productividad del cultivo dependerá en gran medida de la cantidad de flores femeninas que tenga, pues estas mismas se convierten en frutos (Neuman, 2001).

g) Fruto: Se considera como una baya falsa (pepónide), alargado cilíndrico, mide entre 15 y 35 cm de longitud, según el cultivo. Es un fruto carnoso color blanco en su interior y el exterior de color verde oscuro o claro, ásperos y verrugosos; en el estadio joven los frutos presentan en la superficie espinas falsas, de color blanco o

negro, ceroso; en su estadio juvenil que con el tiempo se caen, es el punto óptimo de la cosecha y en su estadio de madurez presentan un color amarillo (Gudiel, s. f.).

2.24.5 Fenología

El ciclo del pepino es corto y varia de una localidad a otra dependiendo de las condiciones edafoclimaticas del cultivo sembrado y del manejo agronómico que reciba durante su desarrollo; sin embargo, bajo las condiciones climáticas de El Salvador, el pepino presenta el siguiente ciclo fenológico (Cuadro 1).

(Gudiel, s. f.)

Cuadro 1. Estado fenológico del cultivo de pepino (*Cucumis sativus*)

Estado fenológico	Días después de siembra
Emergencia	4-5
Inicio de emisión de guías	15-24
Inicio de floración	27-34
Inicio de cosecha	43-50
Fin de cosecha	75-90

2.24.6. Requerimiento edafoclimáticos

El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es principal para el funcionamiento adecuado del cultivo; ya que todos se encuentran estrechamente relacionados (Gudiel, 2000).

a) Altitud: El cultivo se adapta muy bien a altitudes de 0 hasta 1,200 m.s.n.m. dependiendo del cultivar (Gudiel, s, f.).

b) Temperatura: En este cultivo el crecimiento cesa y las plantas mueren cuando la temperatura desciende a menos de 1° C (Agronegocios, 2001).

c) Humedad Relativa: Este cultivo se desarrolla muy bien cuando la humedad relativa es baja, cuando es alta las plantas se vuelven susceptibles al ataque de enfermedades fungosas (Gudiel, s, f.).

La humedad relativa óptima oscila entre un 60% y un 80%, el rajado de frutos igualmente puede tener su origen en un exceso de humedad edáfica o riego abundante tras un periodo de estrés hídrico. También una humedad relativa baja dificulta la fijación del polen al estigma de la flor (Gudiel, s, f).

d) Precipitación: Necesita precipitaciones relativamente bajas, para reducir la incidencia de enfermedades, sobre todo en el periodo de cosecha (Neuman, 2001).

e) Fotoperíodo: Esta planta es afectada por la cantidad de hora luz recibida, cuando los días son cortos se induce a la formación de flores femeninas y días largos favorecen la formación de masculinas, por lo que es un cultivo influenciado por el fotoperíodo (Gudiel, s, f).

f) Viento: El rendimiento de este cultivo es afectado por la intensidad del viento de más de 30km/h de velocidad por un periodo de 4 a 6 horas en adelante, produce una reducción significativa en la producción. (Gudiel, s, f).

g) Suelo: El pepino se puede cultivar en una amplia gama de suelo, desde los francos arenosos, francos arcillosos, con un buen contenido de materia orgánica (más del 3.5%). Estos suelos deben contener una profundidad efectiva mayor de 60 cm, que facilite la retención del agua y el crecimiento del sistema radicular para que la planta logre buen desarrollo y excelente rendimiento. Debe evitarse sembrarse en suelo demasiado arcilloso que produzca encharcamiento, lo que favorece el desarrollo de enfermedades fungosas, especialmente el mildiu lanoso. Se adapta muy bien, con un pH de 5.5 a 6.8 soportando hasta 7.5. Se debe evitar sembrar en suelos ácidos con pH menores de 5.5 (Neuman, 2001).

2.24.7. Labores culturales

Para la siembra del pepino en el mismo suelo por más de una temporada.

No debe de sembrarse después de otro cultivo de cucurbitáceas (melón, sandía, pipian etc.) Presenta buen desarrollo en lugares donde anteriormente se han sembrado cultivos se bulbos y raíces.

El suelo elegido debe satisfacer las exigencias del cultivo en cuanto a pH, y la disponibilidad de agua para el riego (Gudiel, s, f.).

a) Preparación del suelo: Debe iniciarse con la mayor anticipación posible a la siembra, con el propósito de favorecer el control de plagas, permitir una adecuada

incorporación y descomposición de los residuos vegetales que se encuentran en el suelo. El suelo debe estar bien nivelado, firme y textura uniforme, las labores de preparación del suelo serán diferentes de un terreno a otro (Gudiel. s, f.).

b) Subsolado: Si existen problemas de compactación como el piso de arado, se recomienda realizar un subsolado a una profundidad de 60 cm (Neuman, 2001.).

c) Aradura: Se necesita efectuar un paso de arado a una profundidad de 30 a 40 cm

d) Rastreado: Se recomienda realizar como mínimo dos pasos de rastra, a una profundidad de 30 cm, para incorporar rastrojos y deshacer terrones.

e) Mullido: Este se realizara con un paso del roto cultivador, dejando formada una cama de siembra de 1.3 de ancho y 25 a 30 cm de alto.

2.24.8. Cama de siembra

Esta se construye con el paso del roto cultivador, dejando formada una cama de siembra de 1.2 m de ancho y 25 a 30 cm de alto.

Es recomendable levantar el camellon o la cama de siembra por lo menos de 20 a 25 cm, para proporcionar un drenaje adecuado al cultivo, en especial en la época lluviosa (Gudiel. s, f.).

2.24.9. Épocas de siembra

Se puede cultivar todo el año, tanto en época seca como la lluviosa, siempre y cuando exista disponibilidad de agua para el riego. Para obtener mejores precios de mercado, se debe sembrar en los meses de marzo, agosto, septiembre y octubre, en este último presenta menores problemas de virosis, pero pueden aumentar las enfermedades (Neuman.2001).

2.24.10. Siembra

Consiste en colocar la semilla manualmente en el suelo con macana o chuzo, en surco según la distancia recomendada del cultivo. En este sistema la incorporación de insecticidas y fertilizante se hace en una labor previa, para evitar que queden en contacto directo con las semillas (Gudiel, s.f.).

2.24.11. Distanciamiento de siembra

En el cultivo del pepino el distanciamiento varía de acuerdo al sistema de siembra utilizado; al cultivar, textura del suelo, sistema de riego, ambiente, prácticas culturales locales y época.

Sin embargo, los distanciamientos entre hileras pueden variar entre 0.80 m y 1.50 m; entre postura.

La densidad de la población dependerá de los distanciamientos utilizados. Se colocan dos semillas por postura según el sistema de siembra a usar. (Gudiel, s, f.).

2.24.12. Sistema de siembra

a) Al suelo: El cultivo de pepino sobre el suelo, puede tomar varias modalidades: según la disponibilidad de equipos de labranza; sistema de riego a usar y nivel de tecnificación del agricultor. Lo más apropiado es utilizar una cama de siembra alta, firme y uniforme, sobre el cual se disponga la línea de siembra, para que el follaje de las plantas nunca quede en contacto directo con el suelo es necesario poner un material que sirva como mulch (Neuman, 2001.).

b) Tutoreo (Espalderas)

Este sistema se utiliza para conducir las plantas, hay que tener en cuenta su hábito trepador y crecimiento indeterminado. Se recomienda ofrecer las siguientes ventajas: mejor aprovechamiento de la energía solar, por la buena disposición de las hojas, mayor ventilación aprovechamiento de la energía solar, mayor ventilación al inferior de la plantación, menor influencia de enfermedades, color forma de frutos mas homogénea, mayores poblaciones de plantas por área y facilitar la cosecha (Gudiel. s, f.).

2.24.13. Fertilización

La fertilización debe hacerse en relación con las necesidades del cultivo y de los resultados de los análisis de suelo. Como recomendación general las aplicaciones de fertilizantes deben fraccionarse durante todo el cultivo (Neuman, 2001.).

2.24.14. Muestreo de Plagas del cultivo del pepino

Antes de hacer una aplicación orgánica es importante efectuar un muestreo, para determinar la cantidad y especie de insectos presentes tanto benéficos, como dañinos este muestreo se hace al azar tratando de cubrir una área representativa de la parcela cultivada, no menos de 10 puntos de muestreo por hectárea cada punto debe cubrir un metro cuadrado. Con base a los resultados obtenidos se toma la decisión de que plagas combatir y que producto aplicar (Gudiel, s, f.).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización

El ensayo se llevó a cabo durante los meses de abril a noviembre del 2008, en el Cantón San Juan de Merinos, Jurisdicción de Apastepeque, Departamento de San Vicente. El acceso a este cantón es a través de calle polvosa de regular estado, derivado del kilómetro 64 de la carretera panamericana, quedando el sitio donde se montó la investigación a 1200m aproximadamente de la carretera antes mencionada; dicho lugar se encuentra ubicado a una altura de 458 msnm, 13°40' 27.97" Latitud Norte y 88°42'45.97" Latitud Oeste y una temperatura de 30°C (Figura A1).

3.2. Historial del suelo

El lugar donde se ejecutó la investigación fue utilizado durante los últimos cinco años con fines agrícolas y pecuarios, destacándose que en el sitio se han utilizado pesticidas comerciales y abonos químicos.

Hace tres años los cultivos con los que se trabajaban fueron granos básicos como: Maíz (*Zea mays* L.) y Maicillo (*Sorghum vulgare*) con un manejo convencional. Hace cuatro y cinco años estuvo en barbecho y hace dos años se trabajaba con ganado de doble propósito (Cuadro 2).

Uso del suelo en el periodo 2003-2007

Cuadro 2. Antecedentes del uso del suelo hace cinco años para poder ser utilizado en la evaluación del vermiabono en el cultivo del pepino (*Cucumis sativus*) Cantón San Juan de Merino, Municipio Apastepeque, Departamento San Vicente. 2008

Años	Uso	Herbicida	Insecticida	Fertilizante	Rendimiento	
					Anegas	Quintales
2003	Barbecho					
2004						
2005	Maíz	Paraquat (Gramoxone súper 20 sl) 2,4-D 40 SL Amina (Hedonal)	Marschall (Carbosulfan)	16-20-0 Sulfato de amonio 21 % Urea 46%	20	86.40
	Maicillo	2,4-D 40 SL Amina (Hedonal)		16-20-0 Sulfato de amonio Urea	5	21.6
2006	Ganado					
2007	de doble propósito					

Fuente: Sr. Antonio Barraza Martínez ¹.

3.3. Aspectos generales de la investigación

EL estudio consistió en evaluar la capacidad productiva y reproductiva de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) y el efecto que produjo el vermiabono y purín en el cultivo de pepino.

3.4. Producción de Vermiabono y purín

3.4.1. Especie a utilizar

La especie que se utilizó es *Eisenia foetida* conocida comúnmente como lombriz Roja Californiana, ésta presenta algunas ventajas como: fácil manejo, producción rápida de abono, no contrae enfermedades, además se adapta a cualquier tipo de clima; ayuda a disminuir desechos orgánicos, rastrojos de cosecha y desechos agropecuarios.

3.4.2. Procedencia y traslado del pie de cría

El pie de cría provino de dos Instituciones PROCAFE y CLUSA, la primera efectuó el préstamo de 45 kilogramos de lombrices mezclada con alimento (pulpa de café), estas fueron trasladadas desde la cooperativa de Cuscachapa en el Municipio de Chalchuapa, Departamento de Chalatenango, en cambio CLUSA hizo el préstamo de tres kilogramos de lombriz las cuales se trasladaron desde San Marcos Lempa hasta el Cantón San Juan de Merinos, jurisdicción de Apastepeque, Departamento de San Vicente. Para brindar al material las condiciones favorables se transportaron en un saco de mezcal, con una temperatura regulada de 19° C, la hora del traslado fue de cuatro a seis de la tarde por ser horas frescas.

3.4.3. Establecimiento del pie de cría

Se colocó el pie de cría en cajas con medidas de 50 x 40 x 25 cm de largo, ancho y alto respectivamente. Se mantuvieron durante dos días en dicha caja, luego se alimentaron con harina de maíz y después se pasaron a los lechos.

3.4.3.1. Construcción de galera artesanal

Se eligió un área en el terreno donde fue ubicada la galera para la reproducción del pie de cría y producción del vermiabono.

Las dimensiones de la galera fueron de 4.5 x 5 x 2 m de ancho, largo y alto respectivamente (Figura 1).

Luego se hicieron cuatro hoyos de 38 cm aproximados, donde se situaron las bases, sobre éstas se colocaron tres costaneras para sostener la regla pacha donde se fijó el techo (lámina). Para disminuir la temperatura dentro de la galera se le tiraron palmeras de coco sobre la lámina.

Cuando ya se tenía armada la mayor parte de la galera, para cerrarla se cortaron varas de bambú, en pedazos de aproximadamente 7 cm de ancho 1.3 m de alto. Se colocaron los pedazos a una altura de un metro que sirvieron como pared, también se colocó la zaranda y luego el plástico negro. Para sostener el plástico se le pusieron pedazos de papel periódico con grampas para evitar que se rompiera. Lo antes mencionado se colocó para evitar el ingreso de enemigos naturales como: pájaros, gallinas, sapos, entre otros, así también para proteger a la lombriz de los rayos ultravioletas.



Figura 1. Diseño de galera para la producción y reproducción de la lombriz. Cantón San Juan de Merinos, Municipio Apastepeque, Departamento San Vicente 2008.

3.4.3.2. Construcción de las bases para los lechos

Para evitar que los lechos estuvieran en contacto directo con el suelo se pusieron sobre pilares con dimensiones de 50 x 20 cm de largo y ancho respectivamente, enterrados a 10, 15, 20 cm según la posición de los lechos, se ubicaron dos en cada extremo y uno en el centro, sobre las bases se colocaron los lechos, esto con el propósito de facilitar el manejo y evitar que las lombrices tuvieran problemas con enemigos naturales como las hormigas (*Formica rufa*).

Los lechos fueron ubicados de oriente a poniente, colocando las literas frente al viento dominante. Es decir, que la longitud de la litera se encuentre cara al viento. En efecto, cuando el viento sopla fuerte, la lombriz debe tener la posibilidad de refugiarse en la parte media de la tierra.

3.4.3.3. Construcción de lechos para la producción de abono

Se construyeron tres lechos de madera con dimensiones de un metro de ancho, 25 cm de alto y cuatro metros de largo, con un desnivel del 2% para facilitar el drenado del purín; estos lechos se colocaron sobre pilares de concreto.

En el extremo inferior de cada lecho se hizo un agujero en el cual se adaptó un tubo de 30 cm con el objetivo de recolectar el purín producido por la lombriz (Figura 2).



Figura 2. Colocación del tubo para la recolección del purín. Cantón San Juan de Merinos, Municipio Apastepeque, Departamento San Vicente 2008.

3.4.3.4. Sustratos que fueron utilizados

Como alimento para la lombriz se utilizaron diferentes fuentes alimenticias las cuales se mencionan a continuación:

a) Estiércol bovino

Se utilizó estiércol con un período de maduración de 15 días, éste sustrato se obtuvo de una finca aledaña a la galera, ubicado en el Cantón San Juan de Merino, Jurisdicción de Apastepeque, Departamento de San Vicente. La cantidad trasladada fue de 181.81 kg. El material obtenido fue de ganado criollo de doble propósito con manejo adecuado.

b) Gallinaza

Se obtuvo de la única granja, ubicada en el desvío de San Vicente, kilómetro 53 Carretera Panamericana. Se trasladó la cantidad de 90.91 kg del sustrato. La descomposición de la gallinaza debe ser de 18 meses. Fue secada por un año y medio al sol. Por ser un producto muy caliente se debe regar y voltear diariamente para disminuir la salinidad y contenido de gases tóxicos, para la lombriz como el amoníaco.

c) Cachaza de caña:

Se consiguió en el Ingenio Jiboa, ubicado en el Kilómetro 53, carretera que conduce de San Vicente a Zacatecoluca, Cantón San Antonio Caminos departamento de San Vicente. La cantidad entregada fue de 50 sacos de 45.45 kg cada uno, este material fue trasladado del Ingenio Jiboa hacia el cantón San Juan de Merino.

Se necesitó un tratamiento el cual consistió en amontonar la cachaza, (con una altura no mayor a 20 cm), humedecerla con abundante agua; ya que por ser un producto de desecho de combustión tiene alta temperatura (30-40°C), la preparación duró un período de un mes, volteándola y regándola diariamente dos veces al día aplicándole dos cubetas de agua de cinco galones. Con esto se pretendió regular el pH y mantener una buena humedad en el sustrato.

d) Mezcla (cachaza de caña de azúcar y estiércol bovino)

Este sustrato se usó como alternativa; ya que el alimento que se utilizaría (Gallinaza) no fue el adecuado, según la prueba de supervivencia realizada a dicho sustrato. La cantidad utilizada fue 22.73 kg de cachaza y 22.73 kg de estiércol bovino. A la mezcla se le agrego tres galones de agua para obtener una humedad adecuada en el sustrato.

3.4.4. Prueba de supervivencia.

Antes de colocar las lombrices en las cajas con el sustrato, se realizó la prueba de supervivencia, la cual consistió en colocar 50 lombrices en un recipiente con medidas de 10 x 25 x 10 cm ancho, largo y alto respectivamente; con los diferentes alimentos a evaluar (cachaza, estiércol bovino y gallinaza) regándolas para lograr una humedad del 80%, creando un ambiente favorable para la lombriz.

A las 24 horas se observó si las 50 lombrices estaban vivas, al conseguir que las lombrices no murieran en dicho periodo, significó que el alimento suministrado era de

buena calidad, caso contrario implica que el alimento no reúne las características adecuadas y hay que proceder a realizar las oportunas correcciones.

En el caso de la gallinaza se observó que en menos de una hora todas las lombrices habían muerto, al observar los resultados se optó por la alternativa de utilizar la mezcla de los sustratos (cachaza y estiércol); ya que la gallinaza no reunió las condiciones adecuadas.

3.4.5. Llenado de los lechos y colocación del pie de cría

Para el llenado de los lechos se agregaron 50 lb de cada uno de los sustratos y luego se procedió a colocar los 16 kg de lombriz distribuyéndolas uniformemente.

3.4.6. Cuidados especiales

Para garantizar que las lombrices se alimentaran adecuadamente se realizó el manejo siguiente:

a) Riego del sustrato

El riego se suministró dos veces al día en el mes de mayo y en los meses de junio, julio y agosto el riego se redujo a una vez al día, ya que la temperatura es mas baja y no hay necesidad de regar mucho, evitando al máximo el encharcamiento de los lechos.

El riego se efectuó de forma manual aplicando el agua con una regadera. El tipo de agua utilizada fue extraída de un pozo.

b) Control de Humedad

Para el control de la humedad se utilizó la prueba del puño, la cual consistió en agarrar una cierta cantidad de sustrato con el puño de una mano, posteriormente se le aplicó fuerza y si salen de 8-10 gotas es que la humedad está en un 80% aproximadamente siendo ésta la humedad adecuada.

3.4.7. Alimentación en los lechos

Esta se realizó suministrando 50 lb de cada uno de los sustratos (cachaza, estiércol bovino y mezcla de ambos) distribuida uniformemente en toda la superficie de los lechos cada 15 días.

3.4.8. Establecimiento de Microlechos

Por cada tratamiento habían 5 microlechos con medidas de 10 x 25 x 10 cm de ancho, largo y alto respectivamente, haciendo un total de 15 microlechos. A estas se les abrió un agujero en la parte inferior, luego fueron colocadas sobre la tapadera con el objetivo de coleccionar el purin producido por la lombriz con un desnivel del 2%.

a) Alimentación en los microlechos

En cada una de las cajas se colocó media libra de sustrato y sobre éste cinco lombrices adultas. Se siguió con la alimentación de los diferentes sustratos cada 15 días (Figura 4).



Figura 3. Distribución del alimento en los microlechos. Cantón San Juan de Merinos, Municipio Apastepeque, Departamento San Vicente 2008.



Figura 4. Alimentación de la lombriz en los microlechos. Cantón San Juan de Merinos, Municipio Apastepeque, Departamento San Vicente 2008.

b) Producción y reproducción de la lombriz

Un día antes de alimentar a las lombrices, se realizaron los conteos de huevos y lombrices, esto ocurrió cada 15 días, de forma manual; utilizando una bandeja, en la cual se colocaba el sustrato y se procedía a separar a la lombriz del alimento realizando el conteo al mismo tiempo de la separación (Figura 5).

3.4.9 Cosecha de abono

Se realizó en un período de cuatro meses, después de iniciada la fase de alimentación de las lombrices; ésta consistió en separar manualmente el abono.

Para la recolección del abono se colocó un pedazo de zaranda con dimensiones de 0.5 mm y sobre el cual se agregó una capa de alimento de 5 cm, posteriormente se espolvoreó con harina de maíz en diferentes partes de cada caja, que sirvió como trampa durante tres días para extraer la mayor cantidad de lombrices y así poder cosechar el abono con mayor facilidad sin la presencia de lombrices; posteriormente se colocaba éste en sacos de mezcal en un lugar seco y bajo sombra (Figura 6 y 7).



Figura 5. Conteo de huevos y lombrices. Cantón San Juan de Merinos, Municipio Apastepeque, Departamento San Vicente 2008.



Figura 6. Colocación de trampas para la recolección de la lombriz. Cantón San Juan de Merinos, Municipio Apastepeque, Departamento San Vicente 2008.



Figura 7. Levantamiento de trampas para recolectar el abono. Cantón San Juan de Merinos, Municipio Apastepeque, Departamento San Vicente 2008.

3.5. Evaluación del vermiabono y purín en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*)

3.5.1. Preparación del suelo

El área total que se utilizó fue de 171 m² (9 m de ancho y 19 m de largo). La preparación del terreno se realizó a través de labranza mínima, azadonando toda el área (Figura 8), con el objetivo de airear y aumentar la capacidad de almacenamiento de agua en el suelo, mejorando así el desarrollo de raíces en el cultivo. Esta práctica también se hizo con el objetivo de controlar plagas del suelo como gallina ciega (*Phyllophaga spp*), gusano de alambre (*Agrotis lineatus*) entre otros; ya que quedan expuestos directamente al sol y a enemigos naturales como los pájaros y hormigas.



Figura 8. Preparación del terreno para el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*). Cantón San Juan de Merinos, Municipio Apastepeque, Departamento San Vicente 2008.

Se hicieron camellones a los cuales se les incorporó cal agrícola para regular el pH y la acción de hongos en el suelo y así evitar problemas futuros en el desarrollo de la planta, la cantidad utilizada fue de seis libras por cada camellon de cuatro metros, luego se construyeron los camellones con una altura de 20 cm, esto para que el agua drenara con mayor facilidad y evitar problemas de encharcamiento durante la época lluviosa y durante el riego (Figura 9).

3.5.2 Siembra

Se depositaron tres semillas por postura con distanciamientos de un metro entre surco y 0.4 m entre planta (Figura A2).

Los surcos de plantas se hicieron de oriente a poniente (trayectoria del sol) para aprovechar mejor la luz solar (Figura A3). Cinco días después de la siembra se hizo la resiembra de plantas no emergidas.



Figura 9. Incorporación de cal agrícola y preparación de los camellones. Cantón San Juan de Merinos, Municipio Apastepeque, Departamento San Vicente 2008.

3.5.3. Riego

Se aprovechó un periodo de la época lluviosa (septiembre) y luego de haber finalizado la lluvia se regó cada dos días con un aspersor conectado a una manguera, el agua era extraída de un pozo.

3.5.4. Tutoreo

Se utilizaron varas de bambú con un diámetro promedio de ocho centímetros, 2.5 m de largo, enterrados a 0.5 m y separados entre si a cuatro metros. Luego se le puso alambre de amarre a una distancia de 50 cm entre alambre y alambre y sobre éste pita tutora en forma de zig-zag, esto con el objetivo de facilitar las labores de cosecha y obtener frutos de mejor calidad y aprovechar mejor el terreno (Figura A4).

3.5.4.1 Educado de guías

Esta práctica se realizó cuando las plantas empezaron a formar sus guías teniendo una altura de 50 cm, y se efectuó el educado de guías dos veces por semana y guiándola en la pita tutora hasta que alcanzó la hilera de alambre superior. Dicha labor consistió en ordenar las plantas para que crezcan hacia arriba apoyadas en sus zarcillos, y así favorecer la circulación de aire y que aprovecharan al máximo la luz solar (Figura A5).

3.5.5 Control de plagas y enfermedades

a) Muestreo de Insectos

Sirvió para determinar la cantidad de insectos presentes, tanto benéficos como dañinos.

El método que se utilizó fue al azar tratando de cubrir un área representativa de toda la parcela. Tomando no menos de 10 puntos de muestreo, cada punto cubría un metro lineal. Con base a los resultados se procedió a aplicar un producto orgánico.

b) Manejo de plagas y enfermedades

En las primeras etapas de desarrollo del cultivo se tuvo problemas con insectos dañinos como: la torquilla (*Diabrotica sp*) y el gusano perforador del fruto (*Diaphania nitidalis*); ya que estos atacaron las plantas, luego para poder controlarlos se realizó la aplicación de productos orgánicos (Cuadro 3).

La enfermedad que atacó al cultivo fué la mancha angular, para minizar el ataque se hicieron podas sanitarias, eliminando hojas enfermas, que posteriormente se enterraron lejos de la parcela en investigación.

Cuadro 3. Preparación de productos orgánicos para control de insectos dañinos.

Cantón San Juan de Merino. Municipio de Apastepeque. Departamento de San Vicente

Materiales	Forma de preparación	Dosis	Insectos que controla	Cultivo a que se aplica
<p>- 3 cebollas grandes rojas, -3 cabezas de ajo, -1 taza de chiles picantes y una cucharada de jabón.</p>	<p>Machacar los materiales, ponerlo a hervir durante 15 minutos, dejar que se enfríe, colar y envasar.</p>	<p>1 copa de vela (80 cc) por bomba de 4 galones.</p>	<p>Hormigas, orugas, zompopos, gusano cortador, pulgones, tortuguillas, etc.</p>	<p>Cualquier Cultivo.</p>
<p>-Chile chiltepe, jabón y agua.</p>	<p>Se machaca una libra de chiles, se deshace el jabón y se agrega tres litros de agua que ya esta hirviendo. Se hierve, 5 minutos se enfría y cuela.</p>	<p>1 vaso de extracto / (125 cc) bomba de 4 galones.</p>	<p>Pulgones, ácaros y tortuguillas.</p>	<p>Cualquier Cultivo.</p>

3.5.6 Manejo de vegetación arvense (malezas)

Se efectuó el control de maleza en forma manual, cuando tenían una altura de cinco a diez centímetros, utilizando como herramienta cuma y azadón.

3.5.7. Fertilización

a) Fertilización al suelo con vermiabono

Se abonó a los ocho días de germinada la planta, aplicando 120 g por postura de vermiabono producido por la lombriz, obtenido de cada uno de los sustratos evaluados, (cachaza, estiércol bovino y mezcla), el abono se aplicó superficialmente porque los microorganismos que contiene; necesitan de oxígeno para sobrevivir, además al enterrarlo se eliminarían bacterias que ayudan al proceso de descomposición. La fertilización al suelo se efectuó cada ocho días luego de germinada la planta y cada seis días después de iniciada la floración (Figura A6).

b) Fertilización foliar

El purín se extrajo de los lechos que contienen los diferentes tratamientos suministrados a la lombriz, luego se aplicó al cultivo de pepino en dosis de un litro de purín (puro) mezclado con dos mililitros de metalozatos para proporcionarle a la planta todos los nutrientes que ella requiere para su desarrollo. El purín fue aplicado cada 15 días luego de la siembra de la planta, esto para contrarrestar plagas, un mayor desarrollo de las raíces y mejor crecimiento (Figura A7).

3.6. Diseño estadístico

Para obtener los resultados se realizó un análisis de varianza utilizando el diseño completamente al azar. Los tratamientos se sometieron al programa SPSS (Statistical Package for Social Sciences) versión 11.5 y el análisis de regresión lineal.

3.6.1. Fase de producción del vermiabono en los microlechos

El ensayo se llevó a cabo bajo el diseño completamente al azar con tres tratamientos y cinco repeticiones

3.6.1.1. Variables de los microlechos

a) Cantidad de abono producido en cada sustrato por la lombriz

Luego de realizar la cosecha de cada uno de los sustratos evaluados se procedió a pesar el abono obtenido para determinar la capacidad productiva de la lombriz de acuerdo al alimento proporcionado.

b) Reproducción de la lombriz

Para determinar la cantidad huevos y lombrices se realizaron conteos cada 15 días, con el propósito de conocer cuál de los tratamientos evaluados era el mejor.

c) Contenido nutricional del vermiabono y purin

Se tomaron muestras del vermiabono y purin producido por lo lombriz a partir de los diferentes tratamientos evaluados, estos se llevaron al laboratorio para determinar el contenido nutricional (Cuadro A1 y A2).

d) Ataque de enemigos naturales

Se Monitoreó diariamente todos los lechos para determinar el nivel de presencia de plagas y enfermedades.

3.6.2. Distribución de tratamiento en la galera

En la investigación se utilizaron 15 microlechos con medidas de 10 x 25 x 10 cm de ancho, largo y alto respectivamente, cada uno de ellos, tomando en cuenta que en cada tratamiento (estiércol, cachaza y la mezcla de ambos) habían cinco repeticiones, evaluándose todas las variables de producción y reproducción de la lombriz (Figura A8).

3.6.3. Distribución estadística

El análisis estadístico de los datos se realizó utilizando el modelo correspondiente al diseño completamente al azar, en el cual se evaluó como fuente de variación a los tratamientos, al error experimental y al total de las variaciones (Cuadro 4)

Cuadro 4. Fuente de variación y los grados de libertad para los tratamientos evaluados. Cantón San Juan de Merino. Municipio de Apastepeque. Departamento de San Vicente.

Distribución estadística	
F de V	GL
Tratamientos	2
Error	12
Total	14

3.6.4. Modelo matemático

La ecuación del modelo es la siguiente:

$$U_{ij} = \mu + t_i + E_{ij}.$$

Donde:

U_{ij} = características bajo estudio observada en la parcela “j” y donde se aplicó el tratamiento “i”.

μ = media poblacional

t_i = efecto del tratamiento “i”

E_{ij} = error experimental de la celda (i,j)

$i = 1, 2, \dots, a$; número de tratamientos

$j = 1, 2, \dots, r$; número de repeticiones de cada tratamiento

3.7. Evaluación del vermiabono al cultivo de pepino (*Cucumis sativus*)

El ensayo se llevó a cabo bajo el diseño de bloques al azar con cuatro tratamientos y cinco repeticiones.

3.7.1. Variables a evaluar del cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) en la investigación

a) Altura de la planta a los 15 días

Se midió con una cinta métrica desde el ras del suelo hasta la última guía de la planta (Figura A9).

b) Número de flores masculinas y femeninas

Se tomaron plantas al azar de los diferentes tratamientos, posteriormente se hizo un conteo de flores, cada ocho días.

c) Número de frutos producidos

Se tomaron muestras al azar de los diferentes tratamientos, luego se realizó un conteo por cada tratamiento obteniendo un promedio de frutos (Figura A10).

3.7.2. Distribución de tratamientos en el campo

La investigación se hizo en un área de 171 m², dividida en 36 unidades experimentales siendo un área útil de 144 m². Cada tratamiento estaba dividido en nueve bloques al azar con medidas de cuatro metros de largo por un metro de ancho, separados entre si por un metro (Figura A11)

3.7.3. Distribución estadística

El análisis estadístico de los datos se realizó utilizando el modelo correspondiente al diseño propuesto (diseño de bloques al azar) en el cual se evaluó como fuente de variación a los tratamientos, el error experimental y el total de las variaciones (Cuadro 5).

Cuadro 5. Fuente de variación y grados de libertad para los tratamientos y bloques completamente al azar. Cantón San Juan de Merino. Municipio de Apastepeque. Departamento de San Vicente.

Distribución estadística	
F de V	GL
Tratamientos	3
Bloques	4
Error	12
Total	19

3.7.4. Modelo Matemático

La ecuación del modelo es la siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{it}$$

Donde:

Y_{ij} = Cualquier observación del ensayo

μ =Media General
 T_i = Efecto del i-esimo tratamiento

B_j = Efecto del i-esimo bloque

E_{it} =Efecto del error experimental.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Prueba de supervivencia

Esta prueba se realizó para ver si el alimento a suministrar era el apto para las lombrices, observando que la cachaza y el estiércol bovino fue aceptado por la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), caso contrario ocurrió con la gallinaza, que fue un alimento no tolerado por las lombrices; ya que en éste sustrato ellas murieron una hora después de haberles suministrado dicho alimento, debido a una deshidratación extrema al grado de presentar su cuerpo en forma de hilo.

4.2. Respuesta biológica y nutricional del vermiabono

4.2.1. Cantidad del abono

En cuanto al peso del abono producido en cada uno de los microlechos evaluados con cachaza (T_C), estiércol bovino (T_E) y la mezcla de ambos (T_M), los resultados son similares; ya que la diferencia en cuanto a la producción de vermiabono es mínima, aun así se puede notar que la cachaza superó levemente al de estiércol en un 6.4% y 2.4% a la mezcla, mostrando una leve superioridad a nivel de media (Figura 10).

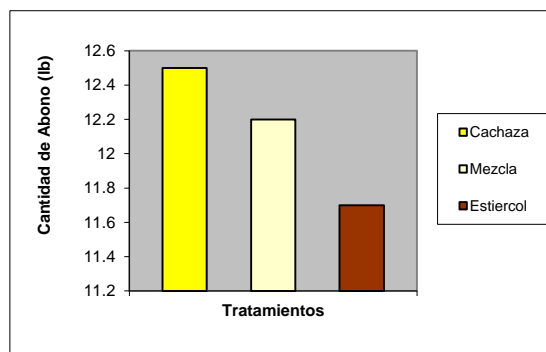


Figura 10. Cantidad de abono producido por la lombriz "*Eisenia foetida*", a partir de diferentes fuentes alimenticias (cachaza, estiércol bovino y mezcla) Cantón San Juan de Merinos, Municipio Apastepeque, Departamento San Vicente 2008.

4.2.2. Cantidad de huevos

Se pudo apreciar que el tratamiento con estiércol (T_E) superó a los otros dos tratamientos, en cuatro de las cinco lecturas (Figura 11).

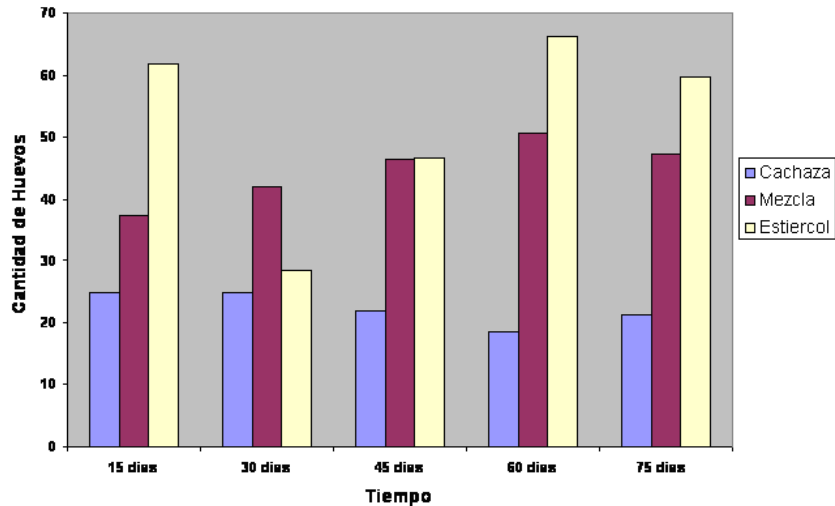


Figura 11. Medias poblacionales de la cantidad de huevos producidos por la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) en los tres diferentes sustratos. Cantón San Juan de Merino, Municipio Apastepeque, Departamento San Vicente 2008.

En la gráfica se muestra que hay una baja producción en el segundo conteo en cuanto al estiércol, esto debido a que tenía un exceso de humedad de un 85%, es por lo que la lombriz entro en un periodo de latencia, reflejando esta baja producción. Los resultados obtenidos en la investigación coinciden con la Empresa emison, 2000, el cual menciona que una humedad superior al 85% hace que las lombrices entren en un período de latencia y afecta la producción de vermicompost y la reproducción. Debajo de 70% de humedad es una condición desfavorable. Niveles de humedad inferiores al 55% son mortales para las lombrices.

Mediante un pH-metro se puede determinar si el alimento es ácido, neutro o alcalino, sin embargo se observa en la gráfica que el tratamiento con estiércol bovino, obtuvo un incremento de huevos en los tres últimos conteos, siendo el mejor en reproducción de ootecas, seguido del tratamiento de mezcla y por último la cachaza con una baja producción.

Los resultados realizados en la investigación coinciden con los presentados por Orantes, 1997, quien menciona que los lechos tratados con estiércol bovino produjeron mayor cantidad de lombrices en comparación a la cachaza.

El estiércol bovino (TE), produjo los mejores resultados a nivel de medias con una mayor producción de huevos; ya que los materiales que contiene el estiércol son ricos en celulosa el cual es muy apetecible para la lombriz.

4.2.3. Reproducción de la lombriz

Se realizaron cinco conteos cada 15 días, los resultados obtenidos mostraron que el estiércol obtuvo un incremento a partir de los 30 días, manteniendo una estabilidad en la reproducción durante el proceso de investigación (Figura 12).

Ángel, 1997 citado por Orantes comparó estiércol bovino con desperdicio de cocina concluyendo que el estiércol bovino se presentó como alimento de mejor calidad para estimular la reproducción de la lombriz.

El estiércol (TE) obtuvo mejores resultados que los tratamientos cachaza (TC) y mezcla (TM), presentando una mayor cantidad de lombrices como se muestra en el cuadro 6.

Reproducción final de lombrices

Cuadro 6. Población final y porcentaje de las lombrices por tratamiento. Cantón San Juan de Merino, San Vicente 2008.

Tratamiento	Población final de lombrices/tratamiento	Porcentaje Poblacional de la lombriz/ tratamiento
Cachaza	2551	25.51%
Estiércol	4266	42.66%
Mezcla	2752	27.52%

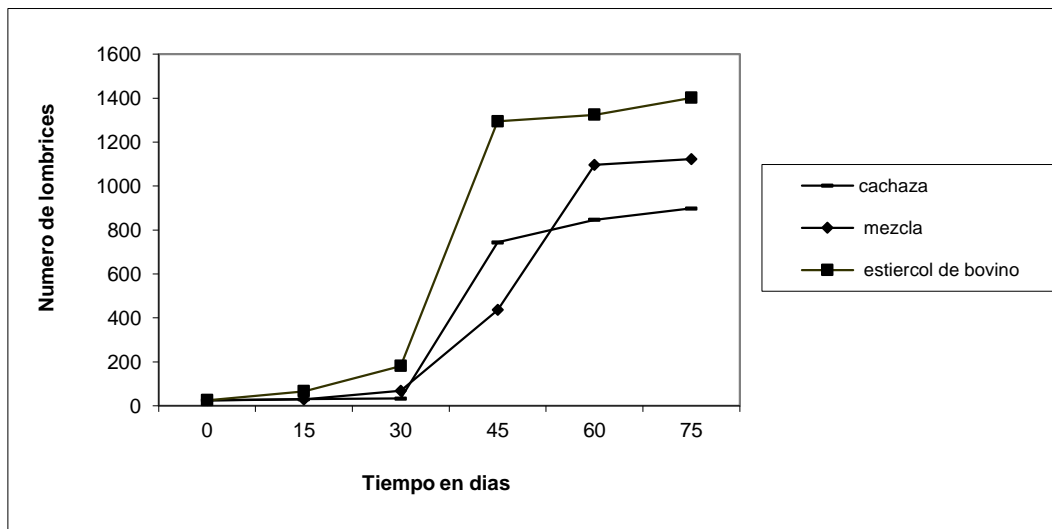


Figura 12. Reproducción de lombrices encontradas en cinco conteos en los tratamientos evaluados. Cantón San Juan de Merino, San Vicente. 2008.

4.2.4. Calidad Nutricional

4.2.4.1. Porcentaje de macronutrientes de lombriabono

El contenido nutricional del vermiabono producido a partir de los tres tipos de sustratos tienen similares comparaciones de los elementos que se analizaron, la cachaza obtuvo una leve ventaja en el macroelemento calcio para los abonos sólidos.

El estiércol presenta una pequeña diferencia de superioridad en Nitrógeno, la mezcla de estiércol bovino y cachaza denota porcentaje intermedio para la mayoría de elementos a excepción del Magnesio donde supera levemente a los otros dos tipos de abonos (Cuadro 7).

Datos obtenidos en la investigación concuerdan por los presentados por la Empresa emison, 2000, quien dice que el vermiabono del estiércol (TE), tiene altos contenidos de nitrógeno, fósforo, magnesio y micro elementos en cantidades al menos cinco veces superiores a las de un buen terreno fértil.

Macronutrientes de lombriabono

Cuadro 7. Porcentaje del contenido de los macronutrientes del vermiabono producido por *Eisenia foetida* a partir de diferente sustratos alimenticios

Tratamientos	Nitrógeno N%	Fósforo P%	Potasio K%	Calcio Ca%	Magnesio Mg%
Cachaza	2.87	2.66	0.60	5.35	0.63
Estiércol bovino	3.38	0.73	1.90	3.88	0.65
Mezcla	2.94	1.89	1.11	4.08	0.68

4.2.4.2. Porcentaje de micronutrientes de lombriabono

La cachaza supera al estiércol y a la mezcla en cuanto al contenido de micronutrientes como Manganeso (Mn) y Zinc (Zn), con un porcentaje de 0.14 Mn y 0.0229 de Zn.

La mezcla por su parte mantiene los datos intermedios en cuanto a los otros dos tratamientos, el estiércol obtuvo porcentajes inferiores del micronutriente Manganeso (Mn) (Cuadro 8).

Cuadro 8. Porcentaje del contenido micronutrientes del vermiabono producido por la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) a partir de diferentes sustratos alimenticios.

Tratamientos	Manganeso (Mn%)	Zinc (Zn%)	Boro (B%)
Cachaza	0.14	0.0229	0.0018
Estiércol Bovino	0.0422	0.0117	0.0019
Mezcla	0.11	0.0109	0.0020

4.2.4.3 Porcentaje de Macronutrientes del purín

La cachaza tiene mayor porcentaje de Nitrógeno comparado a los otros dos tipos de sustrato. En la mezcla de estiércol bovino y cachaza los porcentajes de todos los macro nutrientes utilizados se mantienen en porcentajes intermedios en cuanto a los otros dos tratamientos.

El purín de estiércol bovino denota un mayor contenido en los elementos siguientes: Fósforo y Potasio (Figura 13).

Costa, 1991, citado por Stehmann, s.f., menciona que en los purines; con respecto al potasio, y con respecto al fósforo, del 70 al 80% del fósforo del purín está constituido por compuestos minerales poco solubles, especialmente bajo la forma de fosfato monocálcico.

Aunque un abono líquido tiene otros efectos que no los ofrece el abono sólido, tales como repelente de plagas. Los purines estimulan la salud de las plantas cultivadas y previenen los ataques de insectos o enfermedades (Ortigosa, s.f.).

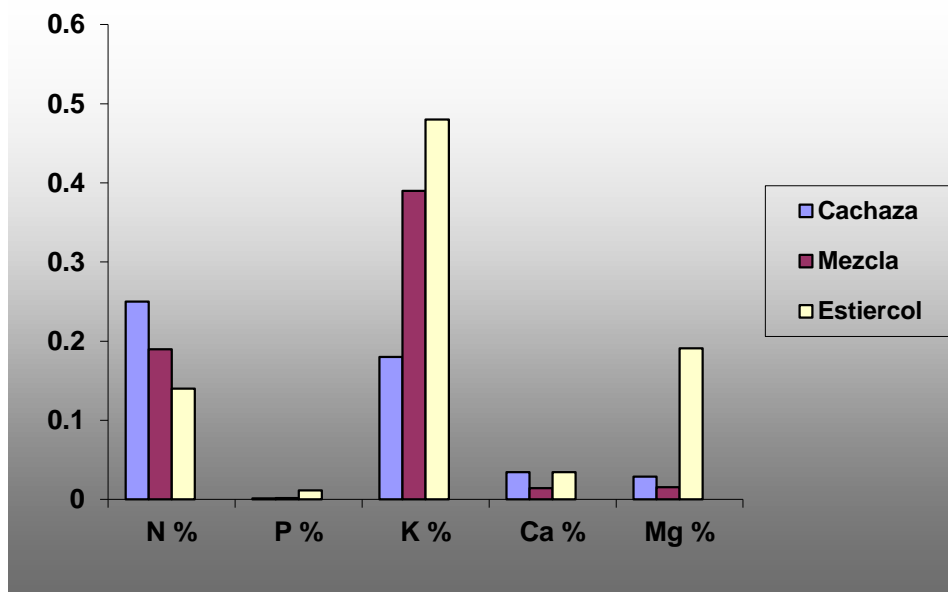


Figura 13. Porcentaje de macro nutrientes encontrados en el purín, producidos por la lombriz (*Eisenia foetida*.) Cantón San Juan de Merino San Vicente 2008.

4.2.4.4. Porcentaje de micronutrientes de purín

El micronutriente Manganeso (Mn) se encuentra en mayor proporción en el tratamiento estiércol bovino (T_E), seguido del tratamiento cachaza (T_C) y en último lugar el tratamiento mezcla (T_M).

En cuanto a los micronutrientes Boro y Manganeso los resultados fueron similares en los tratamientos (T_M) y (T_E); ya que en el tratamiento (T_C) no se detectó presencia de Boro (B) (Cuadro 9).

Cuadro 9. Porcentaje de micro nutrientes encontrados en el purín, producidos por la lombriz (*Eisenia foetida*.) Cantón San Juan de Merino San Vicente 2008.

Tratamientos	Manganeso(Mn) %	Zinc (Zn) %	Boro (B) %
Cachaza	0.00008	0.000043	ND
Estiércol	0.000412	0.000064	0.0000009
Mezcla	0.000076	0.000062	0.000005

4.3. Eficacia productiva del Vermiabono

La evaluación del Vermiabono producido por la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), en el cultivo del pepino no fue el esperado; ya que el terreno no tenía las condiciones agroecológicas para realizar una investigación que arrojara datos positivos.

4.3.1. Altura de la planta

En los resultados obtenidos se determinó que en los tres tratamientos no existe diferencia significativa; ya que la cachaza y estiércol obtuvieron similares resultados, pero de igual manera la mezcla arrojó datos parecidos a los otros dos tratamientos.

Cuando la planta desarrollo sus dos primeras hojas verdaderas se le incorporó el abono, luego a los 15 días de aplicado se procedió a tomar la altura de la planta, teniendo que el estiércol presentó los mejores resultados a nivel de medias (Figura 14).

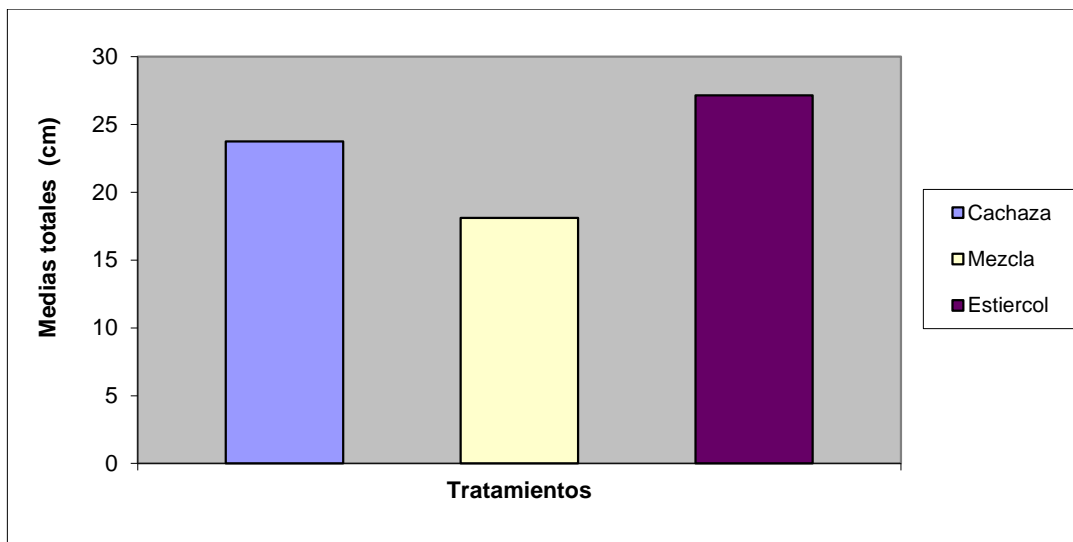


Figura 14. Altura de las plantas a los 15 días de aplicado los diferentes tipos de abono. Cantón San Juan de Merino, San Vicente 2008.

4.3.2. Numero de flores

a) Femeninas

Se tomaron cinco plantas al azar por bloques, luego se procedió a contar el número de flores femeninas producidas por cada planta seleccionada, se obtuvo como resultado que el abono producido a partir del estiércol bovino produjo mayor cantidad de flores femeninas a nivel de medias; ya que dicho tratamiento obtuvo 252 flores, seguido del tratamiento cachaza con 227 flores, en tercer lugar el tratamiento la mezcla con 189 flores y por último el tratamiento testigo con 176 flores (Figura 15).

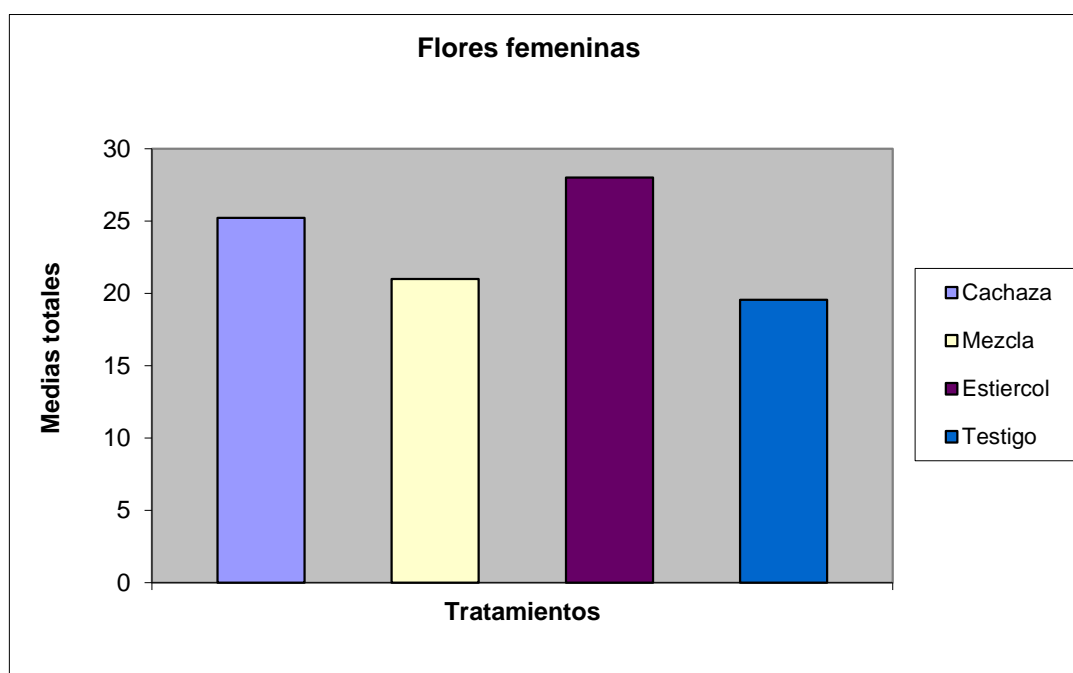


Figura 15. Cantidad de flores femeninas producidas en los diferentes tratamientos, Cantón San Juan de Merino, Municipio de Apastepeque, San Vicente 2008.

b) Masculinas

Se tomaron cinco plantas al azar por bloques, luego se procedió a contar el número de flores masculinas producidas por cada planta seleccionada y teniendo como resultado que el Testigo (T_T) produjo la mayor cantidad de flores masculinas con respecto a los otros tres tratamientos; ya que el vermiabono del estiércol (T_E) obtuvo una cantidad de 155 flores masculinas, seguido de la mezcla (T_M) con 149 flores y por último la cachaza (T_C) con 146 (Figura 16)

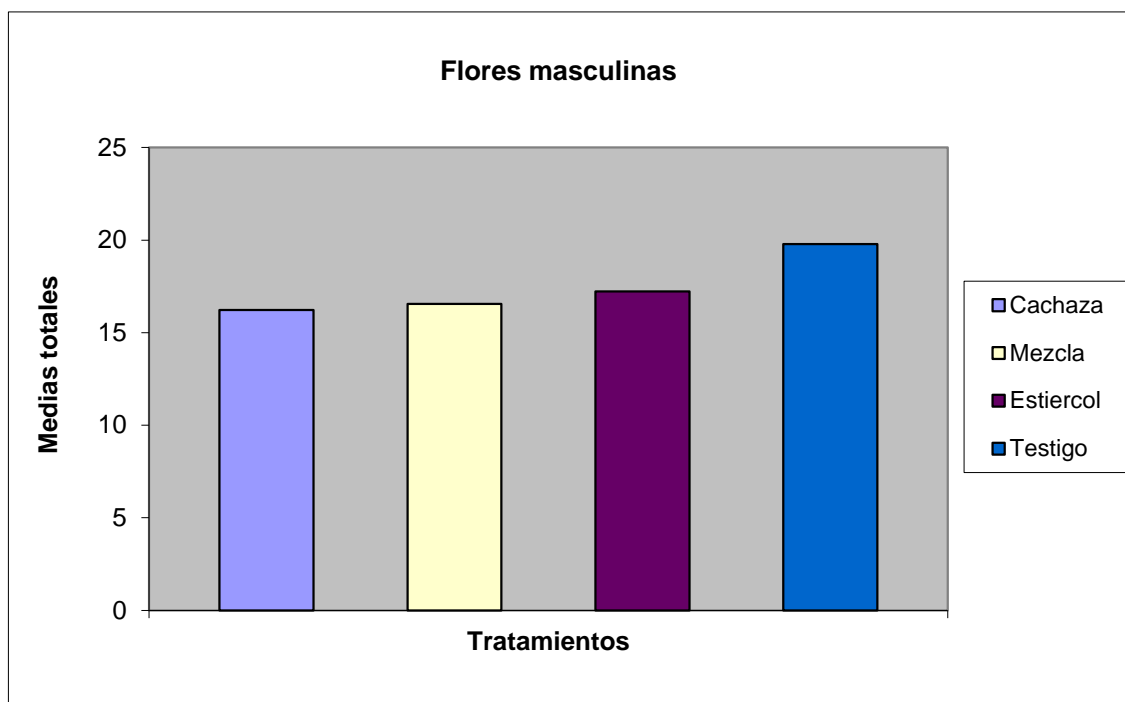


Figura 16. Cantidad de flores masculinas producidas en cada una de los tratamientos evaluados. Cantón San Juan de Merino, Municipio de Apastepeque, San Vicente. 2008

4.3.3. Numero de frutos

a) Vendibles

Después de iniciada la floración se realizaron tres conteos cada quince días, teniendo como resultado que el vermiabono producido por el estiércol (T_E), obtuvo mejor producción; ya que se contabilizaron 48 frutos, seguido de la cachaza (T_C), con 34 frutos, luego la mezcla (T_M) con 25 frutos, y el rendimiento mas bajo fue el testigo (T_T) con 21 frutos (Figura 17).

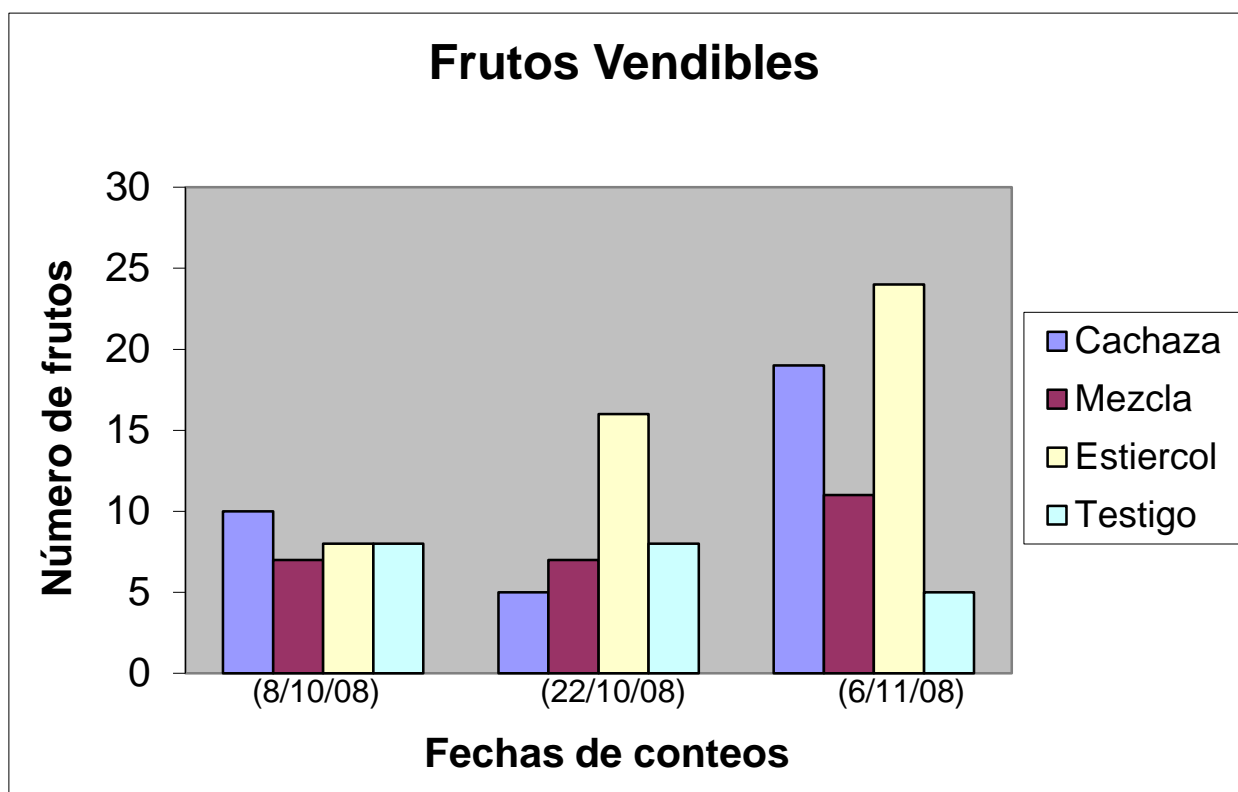


Figura 17. Cantidad de frutos producidos orgánicamente fertilizado con Vermiabono.

Cantón San Juan de Merinos, San Vicente. 2008

b) No Vendibles

Después de iniciada la floración se realizaron tres conteos cada quince días, teniendo como resultado que posiblemente las fechas de aplicación del vermiabono y las cantidades que se aplicaron no fueron las adecuadas y por ende se obtuvieron los siguientes resultados: el estiércol (T_E), obtuvo una producción de 68 frutos, seguido de la mezcla (T_M), con 56 frutos, luego la cachaza (T_C) con 48 frutos, y en último lugar el testigo (T_T) con 43 frutos. En lo anterior se reflejan los bajos rendimientos en cuanto a producción del cultivo (Figura 18).

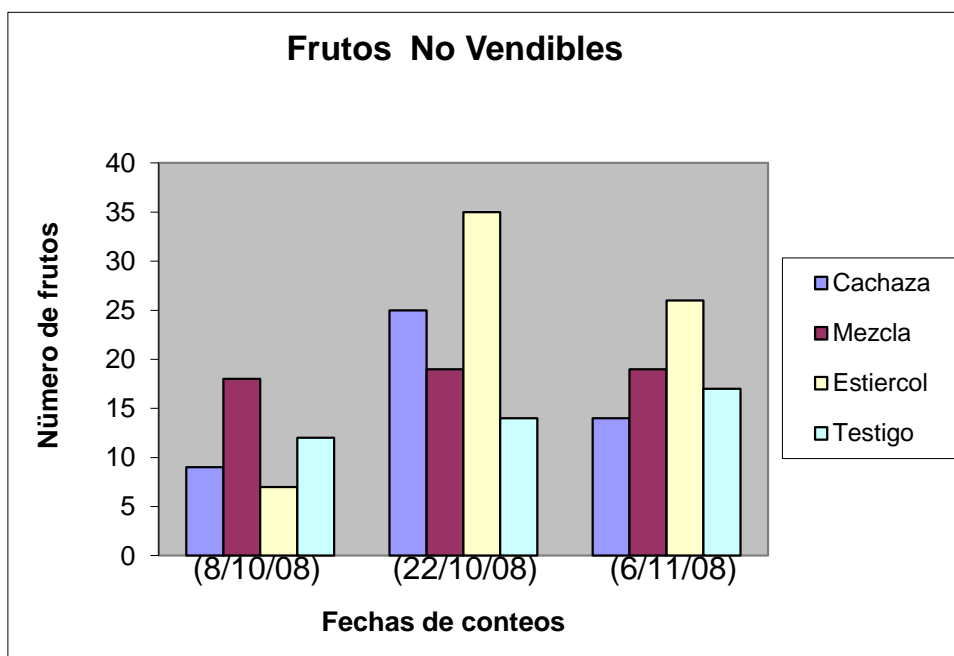


Figura 18. Cantidad de frutos producidos orgánicamente, fertilizados con Vermiabono. Cantón San Juan de Merinos, San Vicente. 2008.

5. BIBLIOGRAFIA

Box, P. (2007) Ecuador Uso del sol para cosechar lombrices y mediante una revisada y extracción manual es fácil obtener grandes cantidades de lombriz sin sustrato. El método se facilita,... (en línea) Consultado el 22. Agosto.2008. Disponible en:

www.manualdelombricultura.com/foro/mensajes/14147.html

Brooks, Y. L. La lombriz roja californiana es actualmente un Cultivo en el cual se encuentran posibilidades... Preparación de las canoas para desarrollar pie de cría... (En línea) consultado el 28.septiembre.2007. Disponible en:

www.cubasi.demilch/lombricultura-0.5html-26K

Cooperativa de lombricultores. Lombricultura se ubica encima la semilla de Lombriz Roja Californiana, se le da alimento día a día. Que son desperdicios o residuos orgánicos o biodegradables... (en línea) consultado el 12.Octubre.2007. Disponible en:

<http://www.awhf.org.com/lombricultura.php>

Comité de Ciencias Naturales y Ambientales. Proyecto de reciclaje mediante lombricultura... (en línea) Consultado el 12.Octubre.2007 Disponible en:

http://www.edunet.edu.co/uao/relator/pages/exper_1.htm

Cunas de lombricultura *emison* le proporcionará el Asesoramiento técnico necesario, sin coste adicional, que le asegurará el correcto funcionamiento del tratamiento...(en línea)Consultado el 23. abril.2008. Disponible en:www.emison.com/5135.htm

Clubacuaristascba. La lombriz californiana se alimenta de residuos animales, vegetales y minerales. Antes de comer tejidos vegetales los humedece con un líquido parecido... (en línea) consultado el 28.septiembre.2007. Disponible en: http://www.clubacuaristascba.org/c_notas_lectura.php?ide=20

Delgado, A. M. Importancia Ecológica y Económica de las lombrices de tierra. Históricamente, las lombrices se remontan a la era precámbrica,.. Las primeras se alimentan de suelo pobre en materia orgánica y generalmente habitan las... (en línea) consultado el 12.Octubre.2007. Disponible en: <http://www.geocities.com/redrenace/lomr.htm>

Don Manuel en nuestro establecimiento, debemos disponer de una secuencia de pilas que se encuentren en distintas etapas producción de lombricompuesto... (En línea) consultado el 3.Octubre.2007. Disponible en: www.donmanuel.s5.com/la_lombriz.htm

Emison (2000) Medio Ambiente S.L. Se entiende por Lombricultura las diversas operaciones relacionadas con la cría y producción de lombrices y el tratamiento... (en línea) consultado el 12.Octubre.2007. Disponible en: <http://personal3.iddeo.es/plantas/lombricultura.htm>

Enciclopedia Wikipedia. La lombricultura es la cría de lombrices cuya finalidad es la producción de un abono de muy buena calidad que se denomina humus de lombriz o Lombricompuesto... (en línea) consultado el 12.Octubre.2007. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Lombricultura>

El purín materia orgánica durante el proceso de descomposición previo a ser Proporcionada como alimento a la lombriz, análisis realizados al purín se ha...(en línea) Consultado el 26.Noviembre.2007. Disponible en: <http://ar.groups.yahoo.com/group/lombricultura/message/1121>

Ferruzzi, C. 1994. Manual de Lombricultura. Eds MUNDI-PRENSA. Primera Edición. Madrid. España. Págs.13-15, 46, 47, 78, 79,82-84.

Gamarra, R. 2007. Colombia Manual de Lombricultura Gracias a los aportes de lombricultores de diferentes lugares del mundo, este sitio ha llegado a convertirse en una poderosa herramienta.(en línea) Consultado el 11. Agosto.2009. Disponible en: www.manualdelombricultura.com/

García, P. R. DEPARTAMENTO DE EDUCACION se clasifican dentro del Phylum annelida, orden Oligochaeta, clase clitellata, familia lumbricidae La Lombricultura y vermicompost...(en línea) Consultado el 15 Agosto.2009. Disponible en: mx.geocities.com/rvburgos/htm/lombricultura.htm

González, O. Proyecto. El objetivo fue evaluar el comportamiento de la Lombriz Roja Californiana (*Eisenia foetida*) con dos tratamientos de riego. Para ello se seleccionaron tres camas a las... (en línea) Consultado el 12.Octubre.2007 Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos40/lombriz-roja-californiana/lombriz-rojacaliforniana.Shtml#intro>

González, A. Costa Rica. Cooperativa R.L Proyectos de Lombricultura... (en línea) Consultado el 12.Octubre.2007.Disponible en: <http://www.infoagro.go.cr/organico/Lombricultura.html>

Gudiel,V. Manual agrícola. 6ª Edición, Guatemala, 2,000. Págs. 35 – 46.

Gutiérrez, V. E. Dinámica poblacional de la lombriz *Eisenia foetida* en estiércol ... (en línea) Consultado el 3. Abril. 2009. Disponible en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n070707/070712>.

Hernández, D. Profesor e investigador “Escuela de Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional”. Costa Rica. Lombricultura contra contaminación ambiental... (en línea) Consultado el 12.Octubre. 2007 Disponible en: http://www.una.ac.cr/ambi/Ambien-Tico/106/hernandez_106.htm

Humus de lombriz roja californiana, Vermi compost. Se llama humus a la materia orgánica degradada a su último estado de descomposición por efecto de microorganismos, en consecuencia, se encuentra... (en línea) Consultado el 12.Octubre.2007. Disponible en: <http://ccbolgroup.com/vermi.html>

ITACAB. (Instituto de Transformación de Tecnología apropiada para sectores marginados) ficha 47 Cría de la lombriz de tierra. La materia prima estiércol es el alimento base para la crianza de las lombrices (*Eisenia foetida*) o lombriz de tierra variedad roja de californiana... (En línea) consultado el 07.octubre.2007.Disponible en: www.itacab.org/desarrollo/documentos/fichas_tecnologicas/ficha47.htm-30k

INFOAGRO Lombricultura (1ª parte) condiciones ambientales para el desarrollo de lombrices, alimentación de las lombrices, cría doméstica e intensiva de lombrices. Humus, carne y harina de... (en línea) consultado el 12.Octubre.2007. Disponible en: http://www.infoagro.com/abonos/lombri_cultura.htm.

INFOJARDIN Purines - Información de jardinería, flores, plantas, botánica y medio ambiente.(en línea) Consuldo 23. Febrero. 2009. Disponible en:
www.infojardin.net/glosario/pua/purin-purines.htm

La finalidad de éste proyecto se orienta hacia la cría, reproducción intensiva, procesamiento y distribución de carne de lombriz roja californiana para... (en línea) consultado el 12.Octubre.2007 Disponible en:
www.monografias.com/.../nutricarnes/nutricarnes3.shtml

Lombrices Podemos servir las cantidades que necesiten de Eisenia foetida para los procesos de lombricultura. También son muy utilizadas las lombrices para. (en línea) Consultado el 18. Agosto.2009. Disponible en:
www.emison.com/5102.htm

Manual de lombricultura, aportes de lombricultores de diferentes lugares del mundo... (en línea) consultado el 12.Octubre.2007. Disponible en:
<http://www.manualdelombricultura.com/manual/conceptos.html>

Octavio, R. manual de lombricultura práctica 17 – 18 Nov 2006: manual de lombricultura *práctica* por: ing. Octavio; Martín Nigoul...(en línea) Consultado el 20.Septiembre. 2007. Disponible en:
www.manualdelombricultura.com/foro/dat.pl?cl=c&n=13142&

Ortigosa, R. C. Anatomía y fisiología de la lombriz roja. Generalidades la lombriz está clasificada en el reino animal como Anélido terrestre de la Clase Oligoquetos. ...(en línea) Consultado el 22. Mayo. 2007. Disponible en: www.compostadores.com/v3/castellano/articulos/detalles1.asp?ArticulosID=33

Producción y manejo de lombriz Roja 2001. Colombia. Californiana Ingeniería Generalidades, sobre el cultivo de la lombriz Roja Californiana... La cantidad inicial. Pie de cría) y la velocidad de transformación de la pulpa depende de... (en línea) consultado el 07.octubre.2007.Disponible en: www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/lombrices.htm-20k41&Itemid=1

Recalde, A. L. s, f. Proyecto lombriz roja californiana una biotecnología que utiliza, a una especie domesticada de lombriz (*Eisenia foetida*), como una herramienta de trabajo... (en línea) Consultado el 12.Octubre.2007 Disponible en: <http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/emp/lombrices.htm>

Rostran, C. 2007.Manual para el manejo de la Lombricultura.Primera Edición. Nicaragua. León. Págs.3-10.

Romero, P. M. El purín está constituido por los orines que fluyen de los alojamientos del ganado o los líquidos que escurren del montón de estiércol, recogidos en una... (en línea) Consultado el 26.Noviembre.2007. Disponible en: http://www.infoagro.com/agricultura_ecologica/agricultura_ecologica08

SUMERCE campo para las ideas (2007) Nunca dar el bagazo de los purines a las lombrices utilización 5 galones de purín y colóquelos en una caneca de 55 galones. ... (en línea) Consultado el 26.Noviembre.2007. Disponible en:

http://www.sumerce.com/index.php?option=com_content&task=view&id=&Itemid=1

Stehmann, C. Purines en la huerta orgánica. Experiencias en el manejo de la huerta orgánica con y sin la aplicación de purines, han demostrado que el número de lombrices es considerablemente mayor si .. (en línea) consultado el 26. Noviembre. 2007. Disponible en: www.reddehuertas.com.ar/.../00405lospurines.htm

Toccalino, P. (1985). ARGENTINA Comportamiento reproductivo de *Eisenia foetida* (Lombriz roja de... Cátedra de Zoología y Recursos Fáunicos "B" Facultad de... De Vecchi, S.A. Barcelona. ESPAÑA GANADERA, La lombriz estabulada. (en línea) consultado el 17. Agosto. 2009. Disponible en:

www1.unne.edu.ar/cyt/2001/4-Veterinarias/V-040.pdf

Vermiorganicos SR de RL Empresa proveedora de productos orgánicos a través de la lombricultura, para uso en agricultura, ganadería y piscicultura. Información sobre este sistema. (en línea) Consultado el 6.Mayo. 2009. Disponible en: www.vermiorganicos.com

Zuluaga, A. O. Ambiental y de Saneamiento de este proyecto se orienta hacia la cría, reproducción intensiva, de lombriz roja californiana para... (En línea) consultado en 29.septiembre.2007. Disponible en:

<http://www.monografias.com/trabajos45/nutricarnes/nutricarnes3.shtml-nutricarnes-Monografias.com>

ANEXOS

Figura A1. Vista panorámica de la ubicación del ensayo, San Juan de Merino, Municipio de Apastepeque, Departamento de San Vicente





Figura A2. Siembra del cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) Cantón San Juan de Merinos, Municipio de Apastepeque Departamento de San Vicente.



Figura A3. Orientación de los surcos para aprovechar mejor la luz del sol. Cantón San Juan de Merinos, Municipio de Apastepeque Departamento de San Vicente.



Figura A4. Tutoreado de las plantas. Cantón San Juan de Merinos, Municipio de Apastepeque Departamento de San Vicente.



Figura A5. Educado de guía. Cantón San Juan de Merinos, Municipio de Apastepeque Departamento de San Vicente.



Figura A6. Fertilización con vermiabono. Cantón San Juan de Merinos, Municipio de Apastepeque Departamento de San Vicente 2008.



Figura A7. Fertilización foliar con purin mezclado con metalozato. Cantón San Juan de Merinos, Municipio de Apastepeque Departamento de San Vicente 2008.



Figura A8. Distribución de microlechos por tratamientos en la galera. Cantón San Juan de Merinos, Municipio de Apastepeque Departamento de San Vicente 2008



Figura A9. Tamaño de la planta. Cantón San Juan de Merino, Municipio de Apastepeque Departamento de San Vicente 2008.



Figura A10. Frutos producidos. Cantón San Juan de Merino, Municipio de Apastepeque Departamento de San Vicente 2008.



Figura A11. Distribución de tratamientos en el campo. Cantón San Juan de Merino, Municipio de Apastepeque Departamento de San Vicente 2008.

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones y limitaciones de la presente investigación se concluye:

- La gallinaza es un sustrato que no es adecuado para la alimentación de la lombriz roja californiana; ya que posee ácidos húmicos que la matan.
- El estiércol es mejor en cuanto a la reproducción de lombriz, y se encuentra con mayor facilidad.
- Los tres sustratos obtuvieron resultados similares en cuanto a la producción de vermiabono.
- Para tener una mejor producción de hortalizas se debe haber fertilizado orgánicamente por lo menos cinco años consecutivos el área en estudio y así se observaran mejores rendimientos.
- Los resultados obtenidos en el cultivo de pepino, fertilizado con el vermiabono producido por la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) no fue lo esperado; ya que el terreno no tenía las condiciones agroecológicas para realizar una investigación que arrojará datos positivos.
- El vermiabono de cachaza obtuvo una mínima producción de frutos no vendibles, siendo este el segundo lugar con 48 frutos superado por el testigo que obtuvo 43 frutos.

RECOMENDACIONES

- Utilizar guantes al momento de alimentar a la lombriz, esto para evitar enfermedades como el Tétano.
- Si el objetivo del productor es reproducir lombrices utilizar estiércol bovino como alimento.
- Tener a la mano el lugar de donde se extraerá el alimento para la lombriz.
- Si el objetivo del productor es producir vermiabono puede utilizar estiércol bovino o cachaza como alimento para la lombriz.
- Cuando se alimente a las lombrices con estiércol bovino, se debe de tener el cuidado de preguntar al dueño del establo, si no a suministrado desparasitante porque al darle el alimento muere la lombriz.
- Antes de suministrar un alimento a la lombriz, se debe de realizar una prueba de supervivencia, para saber si el sustrato que se está dando es el adecuado y así poder hacer las correcciones oportunas.
- Realizar un manejo previo a los sustratos que serán utilizados para alimentar a la lombriz.

- No exponer a la lombriz a los rayos ultravioleta, ni tampoco a la luz artificial por que mueren.
- Realizar continuamente análisis de pH, humedad y temperatura del alimento para saber si el sustrato utilizado está en condiciones óptimas para el consumo de la lombriz.
- El agua que se utiliza para el riego de la lombriz debe ser extraída de un pozo, si el agua es potable se debe dejar reposar en un recipiente para que disminuya el cloro.
- Realizar un análisis de suelo antes de establecer un cultivo orgánica mente.
- Realizar un nuevo ensayo de este tipo, en un área que se ha manejado de forma agroecológica por lo mínimo cuatro años.
- Que la Facultad de Ciencias Agronómicas facilite áreas en el campo experimental que estén destinado para producir orgánicamente, donde se puedan realizar este tipo de investigaciones y darle seguimiento para llegar a una conclusión de cuánto tiempo se tarda para obtener datos satisfactorios en la producción orgánica.