

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE ZOOTECNIA**

**“EFECTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA DE LOMBRIZ COQUETA
ROJA (*Eisenia foetida*) EN BOVINASA PARA LA PRODUCCIÓN DE
VERMICOMPOST”**

TESIS

**PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

POR

JUAN ANGEL MORALES RODRÍGUEZ

AL CONFERÍRSELE EL GRADO ACADEMICO DE

LICENCIADO EN ZOOTECNIA

GUATEMALA, JUNIO DEL 2,000

JUNTA DIRECTIVA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

DECANO: **LIC. RODOLFO CHANG**

SHUM.

SECRETARIO: DR. MIGUEL ANGEL

AZAÑON.

VOCAL PRIMERO: LIC. ROMULO GRAMAJO.

VOCAL SEGUNDO: DR. OTTO LIMA.

VOCAL TERCERO: LIC. EDUARDO SPIEGELER.

VOCAL CUARTO: BR. JEAN PAUL RIVERA.

VOCAL QUINTO: DR. FREDDY CALVILLO.

ASESORES:

ING. AGR. ZOOT. MIGUEL ANGEL GUTIERREZ

LIC. ZOOT. ISIDRO MIRANDA MENDEZ

ING. AGR. MARCO VINICIO FERNÁNDEZ

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo a lo establecido por los estatutos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a consideración de ustedes el presente trabajo de tesis titulado:

“EFECTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA DE LOMBRIZ COQUETA ROJA (*Eisenia foetida*) EN BOVINASA PARA LA PRODUCCIÓN DE VERMICOMPOST”

Como requisito previo a optar al título profesional de:

LICENCIADO EN ZOOTECNIA.

TESIS QUE DEDICO

A DIOS.

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.

A LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA.

A LA ESCUELA DE ZOOTECNIA.

A MIS PADRES: Juan Angel Morales Samayoa y Dora Estela Rodríguez, que con su apoyo incondicional y sus sabios consejos alcanzo hoy una meta más en mi vida, sea ésta un tributo a sus sacrificios.

A MIS HERMANOS: Dora Noemí, María Elena, María Angela, Narcisa y Enio. Con amor fraternal y para ellos mi más sincera gratitud por su apoyo moral.

A MIS CUÑADOS: Juan Vallejo y Jorge Mendizábal. En especial a Juan Carlos Cuellar por su amistad y apoyo a lo largo de mi carrera.

A MIS SOBRINOS: Maiko, Cindy, Sofía, Marielena, Rafael, Estuardo y Estefani.

A MIS TIOS: Con cariño.

A MIS ABUELITOS.

A TODA MI FAMILIA.

AGRADEZCO

A DIOS.

A LOS CENTROS EDUCATIVOS: **Colegio La Salle y Escuela Rural Mixta "El Castaño".**

A MIS ASESORES: **Ing. Agr. Zoot. Miguel Angel Gutiérrez, Lic. Zoot. Isidro Miranda e Ing. Agr. Marco Vinicio Fernández, por su valiosa ayuda que permitió la realización de esta investigación.**

A MIS COLABORADORES: **Ing. Agr. Mirna Ayala e Ing. Agr. Silvia Dávila.**

A LA FINCA SAN SEBASTIÁN: **Especialmente al Ing. Mario Falla e Ing. Agr. Carlos Molina, por su colaboración muchas gracias.**

AL PERSONAL DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA: **Especialmente a la Ing. Selena Carías por su valioso apoyo.**

A TODOS MIS CATEDRÁTICOS: **quienes ayudaron en la formación profesional enseñándome los fundamentos de la carrera.**

A MIS COMPAÑEROS DE PROMOCION: **Muy especialmente a Paola, Mauricio, Astrid, Gerardo, Rodrigo, Vicky, Fredy, Vanesa y Erick, a quienes recordaré siempre; va para ellos mi más sincera y humilde gratitud por su amistad.**

A TODOS MIS AMIGOS: **Especialmente a Wilvy Interiano, Oscar Mayorga, Rafael López, Xiomara, Carlos Oseida, Maritza, Carolina Recinos.**

A TODAS AQUELLAS PERSONAS QUE ME APOYARON SIEMPRE, SE
QUIENES SON Y A ELLOS POR SU AMISTAD SINCERA,
MUCHASGRACIAS.

INDICE

	PAGINA
I. INTRODUCCIÓN	1
II. HIPÓTESIS	3
III. OBJETIVOS	4
3.1 <u>General</u>	4
3.2 <u>Específicos</u>	4
IV. REVISIÓN DE LITERATURA	5
4.1 <u>La agricultura y crianza ecológica</u>	5
4.2 <u>La lombricultura y la lombriz de tierra</u>	5
4.3 <u>Clasificación de la lombriz (<i>Eisenia foetida</i>)</u>	6
4.4 <u>Características morfológicas y fisiológicas de la lombriz</u>	7
4.5 <u>Factores que afectan a las lombrices</u>	8
4.6 <u>El compost y su proceso de producción</u>	10
4.7 <u>Efecto de las lombrices sobre el sustrato</u>	11
4.7.1 <i>Vermicompost y humus de lombriz</i>	11
4.8 <u>La crianza de la lombriz roja</u>	13
4.8.1 <i>Inoculación de las lombrices</i>	13
4.8.2 <i>Alimentación</i>	14
4.8.3 <i>El riego</i>	14
4.8.4 <i>Recolección de los productos</i>	15
V. MATERIALES Y METODOS	17
5.1 <u>Localización</u>	17
5.2 <u>Manejo del experimento</u>	17
5.2.1 <i>Primera fase</i>	17
5.2.2 <i>Segunda fase</i>	19

5.2.3 <i>Variables Evaluadas</i>	21
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
6.1 <u>Comportamiento migratorio de la lombriz</u>	22
6.2 <u>Comportamiento reproductivo</u>	23
6.3 <u>Capacidad de procesamiento</u>	26
6.4 <u>pH y disponibilidad de elementos químicos (P, K, Ca y Mg)</u>	27
VII. CONCLUSIONES	31
VIII. RECOMENDACIONES	32
IX. RESUMEN	33
X. BIBLIOGRAFÍA	34
XI. ANEXOS	36

INDICE DE CUADROS

		PAGINA
Cuadro 1.	Efecto del período de maduración de la bovinasa sobre el porcentaje de emigración de la lombriz coqueta roja.	22
Cuadro 2.	Números promedios de cápsulas, lombrices jóvenes y adultas de coqueta roja y, de la biomasa producida en función de la densidad de siembra.	24
Cuadro 3.	Efecto de la densidad de siembra de la lombriz coqueta roja sobre el incremento porcentual de cápsulas, crecimiento porcentual de la población y de la biomasa.	25
Cuadro 4.	Efecto de la densidad de siembra de la lombriz coqueta roja sobre su capacidad de procesamiento de bovinasa.	27
Cuadro 5.	Efecto de lamaduración de la bovinasa y del vermicompostaje sobre el pH y la disponibilidad de elementos químicos (% BS) de los diferentes materiales.	28

INDICE DE ANEXOS

GRAFICO		PAGINA
1a	Efecto del período de maduración de la bovinasa sobre el porcentaje de emigración de la lombriz coqueta roja.	37
2a	Efecto de la densidad de siembra de la lombriz coqueta roja sobre el incremento porcentual de cápsulas, crecimiento porcentual de la población y de la biomasa.	38
3a	Registro de las temperaturas mínimas durante la fase experimental del estudio.	39
4a	Efecto de la densidad de siembra de la lombriz coqueta roja sobre su capacidad de procesamiento.	40

I. INTRODUCCIÓN

En Guatemala la mayor parte de los hatos lecheros son manejados bajo sistemas de producción extensiva y semi-intensiva, pero debido a la necesidad de mejorar su productividad, en un futuro muy próximo estos sistemas se verán obligados a intensificar su producción y a ser dependientes de la fertilización; las altas densidades poblacionales por su parte generaran problemas tales como: dificultad en la eliminación de las excretas favoreciendo la presencia de parásitos y patógenos, incidencia de moscas, malos olores y otros problemas de menor relevancia. También puede incrementarse la probabilidad de mayor incidencia de enfermedades como mastitis y otras, en consecuencia la carne, leche y sus derivados pueden perder gran parte de sus cualidades biológicas y gustativas y en algunos casos la pérdida es total.

El manejo inadecuado de las excretas es una de las principales causas de la contaminación ambiental por parte de estos sistemas de producción, es por ello, que su utilización para la producción de abono orgánico cobra cada día mayor importancia, pudiendo de esta forma aminorarse el efecto negativo ambiental y mejorar la actividad microbiológica en el suelo donde se aplique, así como su composición química y propiedades físicas contribuyendo a la sostenibilidad de los sistemas de producción. En cambio, la fertilización sola, induce a un mayor contenido total de elementos pero de menor disponibilidad para las plantas sin producirse otros efectos benéficos adicionales, lo cual afecta el comportamiento y el valor nutricional de pastos y forrajes y, en determinadas circunstancias se puede favorecer una mayor lixiviación reduciendo así la productividad del suelo en general (Kolmans y Vásquez, 1996).

Ante la problemática planteada, surge la necesidad de implementar técnicas que faciliten, aceleren y mejoren la transformación del estiércol fresco en abono orgánico, dentro de las cuales se pueden mencionar: la construcción de aboneras, el compostaje, la utilización de microorganismos degradadores, etc., de tal forma que incrementando el reciclaje de los recursos disponibles, el productor se encamine a preservar el equilibrio ecológico, disminuyendo la utilización de agroquímicos en busca de mantener y mejorar el rendimiento de los suelos sin deterioro ambiental.

De esta forma, la lombricultura resulta una alternativa atractiva, de baja inversión y fácil manejo para afrontar uno de los principales problemas que causa a la humanidad la acumulación de desechos de origen animal, tal como la bovinasa (Calderón, 1997).

En nuestro medio la producción diaria total estimada es de 6000 tm que al ser procesada mediante esta técnica, se puede obtener el 60 % como abono orgánico en períodos relativamente cortos sin afectar el ambiente.

Por lo expuesto, el presente trabajo pretende contribuir al conocimiento del lombricompostaje, evaluando la densidad poblacional de lombrices y su efecto sobre el comportamiento productivo y reproductivo del anélido, y la disponibilidad de los elementos químicos presentes en el vermicompost.

II. HIPOTESIS

- a) El período de maduración de la bovina *afecta el comportamiento migratorio de la lombriz coqueta roja (*Eisenia foetida*)*

- b) La densidad de siembra de coqueta roja *afecta el lombricompostaje de bovina y éste influencia el comportamiento reproductivo, así como la capacidad de procesamiento del anélido.*

III. OBJETIVOS

3.1 General

- **Contribuir al conocimiento del lombricompostaje de bovinasa para la producción de vermicompost, dentro de un enfoque ecológico que evite la contaminación del ambiente y se favorezca la sostenibilidad de los sistemas de producción animal.**

3.2 Específicos

- **Determinar el período mínimo de maduración de la bovinasa para la siembra de coqueta roja (*Eisenia foetida*).**
- **Evaluar el efecto de densidad de siembra de la coqueta roja en bovinasa sobre el comportamiento reproductivo en términos de crecimiento poblacional y la capacidad de procesamiento.**
- **Determinar y comparar el pH así como la disponibilidad de los elementos químicos (P, K, Ca y Mg) entre la bovinasa fresca, bovinasa madura no procesada y el vermicompost.**

IV. REVISION DE LITERATURA

4.1 La agricultura y crianza ecológica

Las actividades de la agricultura pueden producir desbalances en el medio ambiente, los que pueden manifestarse a través de la erosión, con la consecuente pérdida de elementos químicos y humus del suelo, inundaciones, desertización, pérdida de diversidad genética, contaminación del suelo y el agua, entre otros (Martínez, 1996).

Nace así, como una opción a la producción, la agricultura ecológica u orgánica, definida como las actividades silvoagropecuarias realizadas mediante el manejo integral de recursos, utilizando tecnologías apropiadas que posibiliten la conservación y recuperación de los recursos naturales (Siles, 1997).

4.2 La Lombricultura y la lombriz de tierra

La lombricultura es una biotecnología que utiliza a la lombriz como herramienta de trabajo para la transformación de desechos orgánicos (Valdez, 1997); se basa en la utilización de lombrices de tierra adaptadas a vivir en condiciones de cautiverio, con capacidad para procesar una amplia gama de materiales orgánicos, tales como guanos, rastrojos de cultivos, residuos de agroindustrias, estiércoles, basuras biodegradables y otros, transformándolos en dos productos básicos: humus de lombriz, que es un abono rico en nitratos, fosfatos, carbonato potásico y proteína de origen animal (León *et al*, 1992).

Las lombrices son capaces de mantener condiciones aeróbicas en los desechos, ingieren sólidos, convierten una parte en biomasa y productos de la respiración. Se han adaptado a las condiciones del suelo por medio de sus regímenes de alimentación, localización en los diferentes horizontes del suelo, tamaño, pigmentación, morfología y algunos comportamientos específicos.

Se definen tres categorías ecológicas principales para éstas, en función de sus caracteres adaptativos desarrollados frente a los condicionamientos del medio ambiente donde habitan, éstas son: epígeas o polihúmicas, adaptadas a desarrollarse en sitios de alta concentración y acumulación de materia orgánica, tales como estiércoles y sedimentos orgánicos. Anélicas o mesohúmicas, grupo en el cual se clasifica la *E. foetida*, frecuentemente se encuentran en las capas superficiales del suelo y son responsables de la movilización de la hojarasca y la materia orgánica dentro del mismo. Endógenas u oligohúmicas, son aquellas comedoras de tierra que se encuentran permanentemente en las capas inferiores de los suelos (Siles, 1997).

4.3 Clasificación de la lombriz (*Eisenia foetida*)

Martínez (1996) menciona que dentro de las especies del Filum Anélida está *Eisenia foetida*, la cual es utilizada mayormente para el procesamiento de desechos orgánicos a nivel de finca e industrialmente. *Eiseia foetida*, conocida como la lombriz roja californiana, se clasifica de la manera siguiente:

Reino : Animal
Filum : Annelida
Clase : Oligochaeta (anillos con pocas cerdas)
Orden : Opisthosporos
Familia: Lumbricidae
Genero: Eisenia
Especie: foetida.

4.4 Características morfológicas y fisiológicas de la lombriz

El cuerpo de la lombriz es cilíndrico y alargado, constituido por dos tubos concéntricos: la pared del cuerpo y el tubo digestivo, separados por el celoma. El celoma está dividido en segmentos llamados metámeros o somitos. El primer somito de la parte anterior es la boca, donde se encuentra el prostomio, estructura carnosa que sobresale delante de ella. El último somito que se encuentra en la parte posterior es el ano (Martínez, 1996).

El color de la *Eisenia foetida* es variable, comúnmente con franjas transversales, que cubren cada segmento, de color púrpura, rojo oscuro o rojo castaño. Entre cada segmento y más angostas que las rojas, se reconocen franjas de color amarillo. El diámetro de la lombriz varía entre 3 a 5 mm y de largo entre 30 y 130 mm; puede tener entre 80 a 131 segmentos o metámeros con un prostomio en forma epibólica (Tineo, 1994; citado por (García y Rodríguez, 1990).

Eisenia foetida es hermafrodita imperfecta, por lo que necesita acoplarse con otra lombriz para el intercambio de semen. La lombriz roja californiana llega a su madurez sexual (adulta) a los tres meses y su longitud y coloración varían; vive un promedio de 16 años, se acopla cada siete días. Dos lombrices pueden producir cada una, en condiciones favorables de clima, unas 1,500 lombrices al año.

El sistema digestivo de la lombriz consiste en una cavidad bucal, faringe, esófago donde están las glándulas calcáreas cuya función es secretar carbonato de calcio para neutralizar los ácidos orgánicos presentes en el alimento, el buche entre los segmentos 15 a 16 donde se almacena el alimento, una molleja entre los anillos 17 y 19 y el intestino que va desde el anillo 20 hasta el orificio anal. Durante el proceso de digestión hay un incremento de hasta 1000 veces el número de microorganismos en el material resultante. Se ha demostrado que las excretas de las lombrices tienen una diversidad de especies fungosas mayor que la del suelo donde se encuentran las lombrices y el incremento se da después de pasar el alimento por el intestino (Ferruzi, 1994).

4.5 Factores que afectan a las lombrices

La sobrevivencia, crecimiento y reproducción exitosa de las lombrices depende de: la humedad, temperatura, clase y fuente del sustrato, pH y compuestos químicos.

La humedad y la temperatura del suelo afectan la población y el nivel de actividad de las lombrices, debido al estrés producido por la pérdida de agua corporal que puede llegar al 60% del peso/día. La temperatura no debe exceder de los 25 °C. Cuando el estiércol está en fase de

fermentación, su temperatura puede alcanzar los 70 u 80 ° C, o incluso más. Estas temperaturas tan elevadas, así como el grado de acidez y los gases que se desprenden durante la fermentación provocan la muerte de las lombrices (León *et al*, 1992).

Siles (1997) menciona que la bovinasa es un material muy favorable tanto para formar el sustrato inicial como para utilizarlo de alimento para la lombriz durante el proceso del vermicompostaje. El estiércol de ternero es de menor calidad que el de vaca, sobre todo el procedente de explotaciones que utilizan alimentos balanceados con alto contenido de proteínas, que pasan en parte a los excrementos.

Los desechos orgánicos que consume *Eisenia foetida* deben cumplir con los requisitos siguientes:

1. La materia orgánica suministrada no debe tener niveles de proteína superiores al 19% porque el exceso produce una “intoxicación proteica”.
2. Se deben controlar las fermentaciones, pues la liberación de amoníaco altera el proceso digestivo de la lombriz y se dificulta la oxigenación del lecho.

Valdez (1997) expone que independientemente de cual sea la sustancia orgánica empleada para alimentar a las lombrices, ésta debe tener un contenido de celulosa no inferior a un 20 a 25%. No conviene mezclar estiércoles de distintas procedencias, aunque sean de la misma especie animal pues casi seguro tendrán distinta composición, o que estén en diferente fase de maduración.

4.6 El compost y su proceso de producción

La palabra vermicompostaje o lombricompostaje, tiene como significado obtener compost con la utilización de lombrices de tierra.

El compost es un material de buen olor y cualidades excelentes que puede ser de tres clases:

- A. El compost de residuos de cosecha compuesto por rastrojos de pasto fresco marchitado, malezas y otros residuos vegetales o mulch.**
- B. El compost de desperdicios domésticos con o sin desechos industriales orgánicos.**
- C. El compost de estiércol que se prepara a base de excremento y orina de animales.**

La técnica del compost imita el proceso de la naturaleza para la regeneración del suelo, consiste en aprovechar ciertos desperdicios convirtiéndolos en abono rico en elementos químicos, mediante la acción de microorganismos que descomponen los residuos vegetales y animales, transformándolos en sustancias de complejidad variable como el humus; este proceso de humificación puede darse bajo dos condiciones:

- 1. Sin oxígeno (anaeróbico), es un proceso para reducir el mal olor debido a la descomposición del material y a la generación de sustancias tóxicas, las que pueden ser nocivas para la actividad biológica del suelo.**
- 2. Con oxígeno (aeróbico), es un proceso de oxidación porque la descomposición se da en presencia de oxígeno utilizado en la respiración de los microorganismos liberándose anhídrido carbónico (CO₂) y agua (Kolmans y Vásquez, 1996).**

En el manejo del compost, algunos expertos recomiendan no voltearlo sino solamente proporcionar suficientes entradas de aire, además de incluir materiales leñoso-fibrosos. Con la presencia o introducción de lombrices puede eliminarse el trabajo de volteo, que cumple una función de aireación y de soltura de la estructura proporcionando una adecuada distribución de la humedad; cuánto más se voltea más rápido madura el compost (Kolmans y Vásquez, 1996).

4.7 Efecto de las lombrices sobre el sustrato

Calderón (1997) expone que el efecto de las lombrices sobre el sustrato es transformar la materia orgánica fresca hacia un estado de mineralización, lo que involucra un incremento en su pH y la capacidad de intercambio iónico, mejora la relación C/N debido a la presencia de lombrices, siendo 10 la relación ideal con un grado adecuado de maduración.

4.7.1 *Vermicompost y humus de lombriz*

Cuando la cosecha de la abonera es prematura, se obtendrá VERMICOMPOST que todavía no es HUMUS. Se llama humus a la materia orgánica degradada a su último estado de descomposición por efecto de microorganismos. En consecuencia, se encuentra químicamente estabilizada como coloide, el que regula la dinámica de la nutrición vegetal en el suelo. Esto puede ocurrir en forma natural a través de los años o en un lapso de horas, tiempo que demora la lombriz en “digerir” lo que come (HUMUS, 1998).

Hay que resaltar que un alto porcentaje de los componentes químicos del humus son proporcionados, no por el proceso digestivo de las lombrices, sino por la actividad microbiana que se lleva a cabo durante el período de reposo que el vermicompost tiene dentro de la abonera (lecho). Por ejemplo, el 50% del total de los ácidos húmicos que contiene son proporcionados durante el proceso digestivo y el 50% restante durante el período de reposo o maduración. El humus de lombriz es un excelente abono, es mejorador de las características físico-químicas del suelo, de color café oscuro a negruzco, granulado e inodoro (Hernández *et al*, 1997).

Las características más importantes del HUMUS de lombriz son:

- * Alto porcentaje de ácidos húmicos y fúlvicos; su acción combinada permite una entrega inmediata de elementos asimilables y un efecto regulador de la nutrición, cuya actividad residual en el suelo llega hasta cinco años.**
- * Alta carga microbiana (40 millones por gramo seco) que restaura la actividad biológica del suelo.**
- * Opera en el suelo mejorando la aireación e incrementa la permeabilidad y capacidad de retención de agua y la de almacenar y liberar los elementos requeridos por las plantas en forma equilibrada.**
- * Es un abono orgánico activo que irradia en el terreno una acción biodinámica y mejora las características organolépticas de las plantas, flores y frutos.**
- * Su pH es neutro y se puede aplicar en cualquier dosis sin ningún riesgo de quemar las plantas (HUMUS, 1998).**

El contenido de elementos en el humus oscila entre 1,4 a 1,5% de nitrógeno, de 1,4 a 8,8 de fósforo y de 0,6 a 2,5 de potasio disponible. Generalmente el material fecal de las lombrices es mucho más fragmentado y microbiológicamente más activo que el sustrato consumido inicialmente (HUMUS 1998).

4.8 La crianza de la lombriz roja

A diferencia de la lombriz común que tiende a emigrar del lecho, ésta no lo hace, salvo en el caso que surjan condiciones muy desfavorables. La lombriz roja no deposita sus deyecciones sobre la superficie del suelo, lo que evita que una parte de éstas sea arrastrada por el viento o por el agua (LA LOMBRICULTURA, 1998).

En una abonera, cada módulo con una dimensión de 2m² consume anualmente unos 1,000 Kg de alimento, lo que resulta en una producción de 600 Kg de humus cuando el lecho está en fase de producción y no de expansión. El resto es utilizado por la lombriz para cubrir sus necesidades vitales (Sarria *et al*, 1994).

4.8.1 *Inoculación de las lombrices.* Una vez preparado el lecho se procede a la introducción de las lombrices; se recomienda iniciar con un mínimo de 1,500 lombrices por m². Estudios realizados demuestran que la velocidad de descomposición de la materia orgánica depende de la densidad de lombrices. Cuando se desea un proceso rápido, la densidad de lombrices debe ser alta: alrededor de 3 Kg de lombriz pura/m² que corresponde entre 20 y 25 Kg de lombriz mezclada con sustrato (Siles, 1997).

La coqueta roja puede sembrarse en un terreno de tres maneras diferentes:

- a) La más segura es enterrando las cápsulas en las bolsas de semilleros de café, forestales o de cualquier otra especie y en macetas de plantas.**
- b) Si hay bastante estiércol y materia orgánica en el suelo, pueden enterrarse las lombrices adultas directamente en el campo; el problema que casi siempre surge cuando se usa este sistema es que debe tenerse suficiente cantidad de lombrices y materia orgánica para cubrir muchas cuerdas de terreno.**
- c) Pueden criarse las lombrices en una abonera que ya esté fría y al llevar el abono al campo, se estarán sembrando al mismo tiempo (Arledge, s. f.).**

4.8.2 Alimentación. Pasados 25 a 30 días de haber realizado la siembra de las lombrices, se debe iniciar el suministro del alimento en forma de capas y, continuar suministrándolo por capas de 5-10 cm de grosor con intervalos de 15 a 20 días para asegurar que éstas consuman el alimento anterior en su totalidad. Las lombrices sólo comen de los 5 a 10 cm colocados previamente, debido a que la parte más superficial de la capa está demasiado fría. La *E. foetida* se alimenta de toda clase de materia orgánica: rastrojo de milpa, hojas secas, vainas de frijol, papel, viruta, aserrín, de preferencia estiércol, entre otros (Barquín, 1998).

4.8.3 El riego. Las lombrices no tienen dientes y por ello no pueden comer el alimento seco; la humedad óptima del alimento va del 70 al 80%. Desde un punto de vista práctico, este grado de humedad se comprueba al comprimir un puñado de estiércol en la mano y comprobar que estando totalmente húmedo, no suelta agua.

“Durante los meses de calor se regará todos los días, procurando no emplear demasiada agua en cada riego; en los días de mucho calor es mejor regar dos veces al día. Durante los meses más fríos se regará cuando las circunstancias lo aconsejen. También se riegan los montones de estiércol para acelerar la fase de maduración. Hay que evitar los riegos excesivos, pues cuando la humedad es muy elevada se provoca una compactación de los lechos, lo que dificulta la aireación y, además se produce un lavado de las proteínas” y elementos químicos, “con la consiguiente pérdida del valor alimenticio” (León *et al*, 1992).

4.8.4 *Recolección de los productos.* Cuando el sustrato llega a la altura máxima (40-50cm) de la abonera, se suspende la alimentación y el riego durante un período prudencial, para permitir que las lombrices consuman lo que queda de la materia orgánica durante este tiempo. A la semana siguiente, se extiende una malla sobre la cama y se le coloca alimento fresco. Dependiendo de la cantidad de lombrices, puede ser necesario repetir esta operación hasta tres veces. El momento para la primera cosecha de vermicompost está en función de la cantidad inicial de lombrices, el establecimiento y la reproducción de éstas, el tipo de desecho que se esté reciclando y las condiciones ambientales. Tomando en cuenta lo anterior, la primera cosecha se puede realizar a partir de los 3 ó 4 meses después de la siembra de las lombrices. Si lo que se va a cosechar es humus, ésta deberá realizarse cada 4-6 meses si las condiciones fueron óptimas, separando con un tamiz el sustrato con todo y lombrices, pues éstas no se utilizarán posteriormente para pie de cría, pues quedan dañadas; podrán utilizarse entonces como carnada para peces o en la alimentación animal.

Si lo que interesa es la lombriz como pie de cría existe una alternativa que consiste en dejar las lombrices durante 4 días sin alimento y luego alimentarlas. Las lombrices subirán al alimento y aquí se procederá a cosechar una capa de diez centímetros en la que estarán el 90%, pasando el resto por un tamiz. La criba deberá estar constituida por una tela metálica, preferentemente galvanizada, con un grosor de paso de aproximadamente 2 mm (Cordón, 1991).

V. MATERIALES Y METODOS

5.1 Localización

El presente estudio se realizó en la finca San Sebastián, San Miguel Dueñas Sacatepéquez, ubicada a 14° 31'22" de latitud Norte y 90° 47'52" de longitud Oeste. Según Cruz (1,982) la zona de vida es un bosque húmedo subtropical (cálido), con una altitud de 1,460 msnm; la precipitación pluvial anual varía de 2,136 a 4,327 mm distribuida en los meses de abril a noviembre y la biotemperatura de 21 a 25 °C.

5.2 Manejo del experimento

La ejecución del estudio se realizó en las fases siguientes:

5.2.1 *Primera fase*

Esta se desarrolló en septiembre/99, evaluándose el efecto de cinco períodos de maduración de bovinasa (1, 7, 14, 21 y 28 días) sobre el comportamiento migratorio de las lombrices, que se determinó mediante una prueba de adaptación que duró un período de 24 horas.

Para esta fase se asignaron cuatro repeticiones por tratamiento, haciendo un total de 20 Unidades Experimentales (UE), que consistieron en cajas plásticas o aboneras con las dimensiones siguientes: 30 x 40 x 70 cm, las que se distribuyeron al azar en el sitio de estudio (20 m²), éste permaneció cubierto con techo que dejaba penetrar sólo el 25% de radiación solar.

Cuatro semanas antes de iniciar la prueba de adaptación, se comenzó a recolectar la bovinasa en fresco en el corral de manejo de un hato de raza Holstéin cuya alimentación presentaba una relación forraje concentrado de 70:30; tomándose alrededor de 200 Kg a intervalos de 7 días entre cada colecta, hasta llegar a obtener los períodos de maduración necesarios para cada tratamiento; la pulpa de café se recolectó con dos semanas de anticipación. Todos los materiales permanecieron bajo sombra durante el proceso y, los que requirieron 14, 21 y 28 días de maduración, se regaron y voltearon semanalmente, procurando que mantuvieran su humedad entre cada volteo.

Una vez obtenidas las bovinasas con los diferentes períodos de maduración y la pulpa de café madura, se procedió a depositar ambos materiales en las aboneras, asegurándose que cada uno ocupara el 50% del área total de la caja; de inmediato se inocularon 50 lombrices/UE (0.18 Kg de lombriz en BF/1m²) en la superficie del sustrato bovinasa y al finalizar las 24 horas, se contaron las lombrices que aún permanecían en el sustrato bovinasa, asumiendo que las que emigraron hacia la pulpa de café, lo hicieron en función del grado de inmadurez que presentaba el sustrato inicial. En base a estos resultados se calculó el porcentaje de emigración, mediante la ecuación siguiente:
$$\frac{\{\text{número de lombrices inoculadas} - \text{número de lombrices encontradas o adaptadas}\}}{\text{número de lombrices inoculadas}} \times 100$$
. Estos resultados se evaluaron mediante la prueba de Kruskal-Wallis, que detectó diferencias entre tratamientos (P>0.05); se realizó la comparación de medias y se eligió el tratamiento con el mejor resultado (menor porcentaje de emigración), para utilizarlo en la segunda fase (Sibrián, 1984).

5.2.2 Segunda fase

Esta se realizó durante el período noviembre/99 - enero/2000; para su ejecución se utilizó la misma infraestructura y la bovinasa con 28 días de maduración incluyendo cinco densidades de siembra (tratamientos): 0, 50, 100, 200 y 300 lombrices cliteladas o adultas/UE (0.0, 0.18, 0.36, 0.71 y 1.07 Kg de lombriz en BF/1m²), cada una con cuatro repeticiones.

El diseño fue completamente al azar en arreglo simple. El modelo estadístico fue el siguiente:

$$Y_{ij} = M + A_i + E_{ij}$$

Donde:

i = número de tratamientos

j = número de repeticiones

Y_{ij} = variable respuesta obtenida en la ij-ésima repetición

M = efecto de la media general

A_i = efecto de la i-ésima densidad de lombrices

E_{ij} = error experimental asociado a la ij-ésima unidad experimental

Inicialmente se procedió a vaciar 7.5 Kg de bovinasa con 28 días de maduración en cada una de las aboneras, sembrándose luego las lombrices en las diferentes densidades. El suministro adicional de bovinasa (7.5 Kg) se inició a los 25 días de haber realizado la siembra; después se continuó con tres suministros más a intervalos de 15 días a lo largo del experimento, agregando cantidades iguales, formando capas. El primer suministro de bovinasa se hizo con mayor intervalo de tiempo debido a que en los primeros días del procesamiento, las lombrices aún no se habían adaptado a las condiciones del medio y por consiguiente su capacidad de procesamiento era baja.

La cosecha, el conteo de las lombrices y la obtención del vermicompost, se realizó en el momento que se observó haber alcanzado cómo mínimo el 95 por ciento de procesamiento de la bovinasa total depositada en las UE, inicialmente. Luego se determinó el peso total del material contenido en cada unidad, se procedió a retirar manualmente el material no procesado registrando su peso y, por diferencia se determinó el peso del material procesado o vermicompost obtenido.

En éste último se realizó el conteo de cápsulas, lombrices jóvenes y adultas mediante muestreo, utilizando un cilindro plástico con un área de 324.29 cm², equivalente al 12 por ciento del área total de cada unidad experimental (caja plástica = 2800 cm²). El muestreo se realizó bloqueando por repetición.

El material (vermicompost + lombrices) contenido en el cilindro se vació sobre una mesa y se procedió a contar manualmente las cápsulas, lombrices jóvenes y adultas que se encontraron en la muestra, las que fueron depositadas en recipientes por separado, determinando su peso. El número total de cápsulas, lombrices jóvenes y adultas se estimó a partir de las muestras mediante regla de tres, tomando en cuenta que el número y peso de cada grupo correspondía al 12 por ciento del contenido total de cada UE. El total de cápsulas, lombrices jóvenes y adultas y, de la biomasa registrada en la densidad de 50 lombrices se consideró como un 100% y en base a este se estimó el crecimiento porcentual de la población y de la biomasa.

También se tomaron submuestras del vermicompost producido en las UE por tratamiento y de la bovinasa fresca a nivel de finca, las que se desecaron y homogenizaron, formando una muestra compuesta por tratamiento con su respectivo duplicado; seguidamente se enviaron al laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía de la USAC, donde se analizaron mediante la técnica de Carolina del Norte (Black, 1965; citado por Cajuste, 1986), para determinar el pH y el contenido de elementos químicos (P, K, Ca y Mg) disponibles.

5.2.3 Variables evaluadas

- A. Comportamiento reproductivo: **conteo de cápsulas, lombrices jóvenes y adultas.**
- B. Capacidad de procesamiento: **gramos de vermicompost producido/gramo de lombriz/día (g V/g L/día).**
- C. pH y disponibilidad de elementos químicos (P, K, Ca y Mg) presentes en los materiales.
- D. Temperatura: **registro de las temperaturas durante la fase experimental del estudio.**

Las variables A y B se evaluaron mediante la prueba de Kruskal-Wallis y cuando se detectaron diferencias significativas, se recurrió a la comparación de medias. Además, la variable A se analizó mediante regresión, probándose el ajuste de diferentes modelos.

VI. RESULTADOS Y DISCUSION

6.1 Comportamiento migratorio de la lombriz

El efecto del período de maduración de la bovinasa sobre la emigración de las lombrices se presenta en el Cuadro 1 y Grafico 1a de Anexos. La prueba de Kruskal-Wallis detectó diferencias significativas ($P>0.05$) entre tratamientos, mientras que la comparación de medias determinó que el tratamiento 28 días de maduración de la bovinasa fue el mejor, puesto que registró el menor porcentaje de emigración (23.4).

Cuadro 1. Efecto del período de maduración de la bovinasa sobre el porcentaje de emigración de la lombriz coqueta roja.

Períodos de maduración de la	
Bovinasa (en días)	EMIGRACIÓN (%)
0	68.0 c
7	97.5 d
14	99.5 e
21	65.4 b
28	23.4 a

Medias con diferente letra difieren significativamente ($P<0.01$)

El porcentaje de emigración de las lombrices disminuyó a partir de los 14 días a medida que se incrementó el período de maduración de la bovinasa; en el estiércol fresco se presentó un 68.0%, valor cercano al 65.4 % que se registró en la bovinasa con 21 días de maduración; mientras que en las bovinasas con 7 y 14 días de maduración se registraron los mayores

porcentajes de emigración (97.5 y 99.5 %, respectivamente); esto puede explicarse porque durante la fase de maduración los estiércoles incrementan su temperatura pudiendo alcanzar los 70 u 80 °C, o incluso más; debido a que durante este proceso la microfauna presente en el estiércol, consume gran parte del oxígeno contenido en el material disminuyendo la aireación de éste. Cabe mencionar también que la saturación por gases (principalmente metano) así como el grado de acidez, provoca la emigración de las lombrices y a veces también daños por quemaduras. Este fenómeno es más pronunciado en materiales orgánicos de origen animal como son los estiércoles, comparado con los de origen vegetal; convirtiéndose en uno de los principales problemas que limitan el uso de los estiércoles en estado fresco para la alimentación de lombrices (Fuentes, 1987).

Al parecer un número considerable de individuos se adaptaron a la bovinasa fresca debido a que cuando ésta se utiliza para la alimentación de lombrices, presenta temperaturas similares al ambiente y un pH alrededor de 4.9 - 5.2. Estas condiciones son parcialmente tolerantes para la adaptación de las lombrices, a pesar de que bajo éstas su producción y reproducción se reducen.

6.2 Comportamiento reproductivo

El efecto de la densidad de siembra de la lombriz coqueta roja sobre la producción media de cápsulas, lombrices jóvenes y adultas, así como de la biomasa se presentan en el Cuadro 2. A medida que se incrementó la densidad de siembra de la lombriz, se elevó la postura de cápsulas y la población de lombrices jóvenes, pero disminuyó el peso promedio de éstas pasando de 0.53 a

0.44 g. De igual forma, la biomasa total y la población de lombrices adultas se incrementó, manteniendo éstas su peso promedio (1.06g).

Partiendo de estos datos y de acuerdo a la explicación descrita en la metodología, se transformaron en incremento porcentual de cápsulas, crecimiento porcentual de la población y de la biomasa, los que se presentan en el Cuadro 3 (ver Grafico 2a de Anexos).

Cuadro 2. Números promedios de cápsulas, lombrices jóvenes y adultas de coqueta roja y, de la biomasa producida en función de la densidad de siembra.

Densidad de siembra (lombrices/UE) (g)	CAPSULAS	LOMBRICES JÓVENES		LOMBRICES ADULTAS		BIOMASA TOTAL	
		No.	PESO (g)	No.	PESO (g)	No.	PESO
0	0	0	0	0	0	0	0
50	2819	2963	0.53	1023	1.06	3986	2.65
100	6439	5541	0.51	2338	1.06	7879	5.30
200	7643	8200	0.45	3661	1.06	11861	7.57
300	8464	9015	0.44	4342	1.06	13357	8.57

El análisis estadístico detectó diferencias significativas entre tratamientos para las tres variables, siendo el efecto de la densidad de siembra importante en todos sus niveles, excepto por el crecimiento porcentual de la población y de la biomasa en las densidades de 50 y 100 lombrices.

A medida que se aumentó la densidad de siembra de las lombrices, se incrementó sustancialmente el porcentaje de cápsulas, el que varió de 100 a 200 %; de igual manera el crecimiento porcentual de la población y de la biomasa se elevaron, pasando de 100 a 235 y de 100 a 224 %.

Los incrementos porcentuales de cápsulas que se obtuvieron al final del experimento no concuerdan y son menores a los reportados por Hatanaka *et al* (1983) citados por León *et al* (1992), quienes cultivaron lombrices adultas en bovinasa durante dos años, logrando obtener un 374 % de incremento en postura de cápsulas.

Cuadro 3. Efecto de la densidad de siembra de la lombriz coqueta roja sobre el incremento porcentual de cápsulas, crecimiento porcentual de la población y de la biomasa.

Densidad de CRECIMIENTO siembra LA (lombrices/UE) (%)	INCREMENTO	CRECIMIENTO	
	PORCENTUAL DE CAPSULAS (%)	PORCENTUAL DE LA POBLACIÓN (%)	PORCENTUAL DE BIOMASA
0	0	0	0
50	100 _d	100 _c	100 _c
100	128 _c	98 _c	100 _c
200	171 _b	197 _b	186 _b
300	200 _a	235 _a	224 _a

Medias con la misma letra no difieren significativamente (P<0.01)

Las tasas de crecimiento bajas que se obtuvieron en éste estudio, pueden atribuirse al período corto que tuvieron las lombrices para que se reprodujeran (alrededor de 13 semanas); además, al final del presente estudio gran parte de la población fueron lombrices jóvenes no aptas para la reproducción.

Las temperaturas bajas que predominaron en la fase experimental del estudio (Ver Grafico 3a de Anexos), contribuyeron a disminuir el ritmo de procesamiento así como la producción de cápsulas. En este período se registraron temperaturas mínimas de 4 °C. Al respecto Ferruzi

(1994) menciona que la actividad sexual de las lombrices disminuye en los meses fríos (con límites de 0 – 15 °C) llegando al máximo de su capacidad reproductiva en los meses templados (16 – 30 °C) y se reduce nuevamente en los meses calurosos (más de 32 °C).

El análisis de regresión para determinar el efecto de la densidad de siembra de las lombrices sobre el comportamiento reproductivo en las diferentes etapas de crecimiento de la lombriz, determinó que el modelo cuadrático fue el que más se ajustó, obteniéndose las ecuaciones siguientes: a) Incremento porcentual de cápsulas $Y = 20.6 + 69.5X - 0.14X^2$; $R^2 = 0.972$, b) Crecimiento porcentual de la población $Y = -15.73 + 65.82X - 0.12X^2$; $R^2 = 0.998$ y c) Crecimiento porcentual de la biomasa $Y = -79.37 + 27.08X - 0.041X^2$; $R^2 = 0.995$.

6.3 Capacidad de procesamiento

La capacidad de procesamiento de bovinasa madura por la lombriz coqueta roja por efecto de las diferentes densidades de siembra se presenta en el Cuadro 4 y el Grafico 4a. El análisis estadístico detectó diferencias significativas ($P > 0.05$) entre tratamientos, tendiendo a disminuirse la capacidad de procesamiento a medida que se incrementa la densidad de siembra de las lombrices, pasando de 0.24 a 0.01 gV/gL/día.

Los resultados obtenidos en este estudio no concuerdan con lo planteado por Ferruzi (1994), quien afirma que la lombriz ingiere alimento en cantidades equivalentes a su peso vivo todos los días (alrededor de 1g.), excretando en forma de vermicompost el 60% y el 40% restante es asimilado y utilizado por la lombriz para su crecimiento, siempre y cuando no haya limitación en el abastecimiento de alimento y el proceso no sea afectado por las condiciones

Cuadro 4. Efecto de la densidad de siembra de la lombriz coqueta roja sobre su capacidad de procesamiento de bovinasa.

Densidad de siembra lombrices/UE	CAPACIDAD DE PROCESAMIENTO DE LA COQUETA ROJA gV/gL/día
0	0.00
50	0.24 _a
100	0.12 _b
200	0.01 _c
300	0.01 _c

Medias con la misma letra no difieren significativamente (P<0.01)

ambientales externas; al final de este estudio hubo cierta limitación en el abastecimiento de bovinasa lo cual muy probablemente determinó que al incrementarse la densidad de lombrices disminuyera “aparentemente” la capacidad de procesamiento de la coqueta roja. De cualquier forma, la capacidad de procesamiento fue baja, ya que el autor refiere 0.60 gV/gL/día.

6.4 pH y disponibilidad de elementos químicos (P, K, Ca y Mg)

El efecto de la maduración de la bovinasa y del vermicompostaje sobre el pH y la disponibilidad de elementos químicos presentes en la bovinasa madura no procesada y el vermicompost se presentan en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Efecto de la maduración de la bovinasa y del vermicompostaje sobre el pH y la disponibilidad de elementos químicos (% BS) de los diferentes materiales.

MATERIALES	pH	CONCENTRACIÓN DE LOS ELEMENTOS QUÍMICOS EN BS (%)			
		P	K	Ca	Mg
* Bovinasa fresca	5.1	0.03	0.18	0.09	0.11
* Bov. no procesada	8.6	0.08	0.76	0.29	0.25
* Vermicompost	8.7	0.07	0.31	0.26	0.17

El pH de la bovinasa madura no procesada (8.6) fue similar al del vermicompost (8.7) pero superiores a la bovinasa fresca (5.1). Al respecto, Aranda (1992) citado por Siles Calvo (1997), menciona que la lombriz coqueta roja al procesar cualquier tipo de material, incrementa el pH del vermicompost. La disponibilidad de los elementos P y Ca en la bovinasa madura no procesada (0.08 y 0.29%) y el vermicompost (0.07 y 0.26%) fue similar y superior a la encontrada en la bovinasa fresca (0.03 y 0.09), sin embargo el K y Mg presentaron mayor disponibilidad en la bovinasa madura no procesada (0.76 y 0.25%) que en el vermicompost (0.31 y 0.17%) y la bovinasa fresca (0.18 y 0.11%).

Es pertinente mencionar que se esperaba que la disponibilidad de los elementos químicos mejorara en el vermicompost por acción de las lombrices, lo que no ocurrió pudiéndose explicar esta pérdida de las bases (K, Ca y Mg) al lavado que pudo darse durante

el procesamiento del estiércol, cuando a éste se le agregaba agua para mantener su humedad, y que gran parte de los elementos químicos posiblemente estén contenidos en la biomasa producida de coqueta roja. Por otra parte, es posible poner en duda la eficiencia de la técnica de Carolina del Norte para determinar la disponibilidad de elementos químicos cuando se analizan materiales orgánicos con un pH alto*, porque ella fue desarrollada para medir eso pero en muestras de suelos. Valores similares a los encontrados en este estudio reporta Valdez (1997) quien evaluó la combinación de papel, tierra y diferentes estiércoles sobre el pH y la composición química del vermicompost producido por efecto de la lombriz coqueta roja durante un período de 4 meses; los resultados obtenidos se enmarcaron en los rangos siguientes: pH (8.4 - 8.7), fósforo (0.012 - 0.20%), potasio (0.10 - 0.60), calcio (0.70 - 0.82) y magnesio (0.13 - 0.20); la metodología utilizada para la ejecución del experimento, así como para el análisis a nivel de laboratorio fueron iguales a las del presente estudio.

El vermicompost producido por las lombrices además del aporte de los elementos químicos, es un material más fragmentado y microbiológicamente más activo que el sustrato consumido inicialmente. Werner y Cuevas (1996) citados por Siles Calvo (1997), reportan que el vermicompost producido por la lombriz posee cantidades elevadas de microorganismos dentro de los cuales están: hongos, actinomicetes, bacterias oxidantes y fijadoras de nitrógeno y bacterias solubilizadoras de fósforo.

* CARIAS, S.; TOBIAS, H. 2000. Interpretación sobre análisis de suelos. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. (Comunicación personal).

La actividad enzimática generada por éstos, aporta una gama amplia de sustancias reguladoras del crecimiento para las plantas, así también, la estabilidad estructural del vermicompost mejora la fertilidad del suelo, confiriéndole a éstos, resistencia a la erosión, una porosidad adecuada y mayor permeabilidad, con lo que se evita la pérdida de nutrientes hacia ríos y acuíferos.

VII. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se realizó este estudio se arribó a las conclusiones siguientes:

1) A medida que se incrementó el período de maduración de la bovinasa a partir de los 14 días se redujo el porcentaje de emigración de las lombrices, obteniéndose el mínimo con 28 días de maduración.

2) El efecto de la densidad de siembra de la lombriz coqueta roja sobre el incremento porcentual de cápsulas, crecimiento porcentual de la población y de la biomasa se ajustó a un modelo cuadrático de regresión, que permite concluir en:

- A medida que se incrementó la densidad de siembra de las lombrices:

a) La producción de cápsulas, la tasa de crecimiento porcentual de la población y de la biomasa se elevó.

b) La capacidad de procesamiento de la lombriz coqueta roja tendió a disminuir.

3) El pH y la concentración de los elementos químicos P y Ca fueron similares en la bovinasa madura no procesada y en el vermicompost, mientras que tendió a disminuir el K y Mg.

VIII. RECOMENDACIONES

- 1) Someter la bovinasa fresca a 28 días de maduración antes de suministrarla a las lombrices, si únicamente se dispone de este material para el vermicompostaje, pero deberá ajustarse este período cuando se mezcle con otros materiales.

- 2) Cuando el objetivo del vermicompostaje sea incrementar la población o la biomasa de la lombriz coqueta roja, conviene utilizar densidades de siembra altas (0.71 – 1.07 Kg de lombriz en BF/1 m²).

- 3) Evaluar la combinación de la densidad de siembra de la lombriz coqueta roja con mayores aportes de bovinasa madura y con estiércoles de otras especies.

- 4) Determinar la composición bromatológica de la lombriz producida mediante el vermicompostaje y compararla con la del vermicompost.

IX. RESUMEN

MORALES RODRÍGUEZ, J.A. 2000. Efecto de la densidad de siembra de la lombriz coqueta roja (*Eisenia foetida*) en bovinasa para la producción de vermicompost. Tesis Lic. Zoot. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 37p.

Con el propósito de aminorar el efecto negativo ambiental que causan los sistemas de producción animal intensiva, se evaluó el efecto de la densidad de siembra de la lombriz coqueta roja (*Eisenia foetida*) en bovinasa para la producción de vermicompost, y sobre su comportamiento reproductivo (incrementos porcentuales de cápsulas, de la población y de la biomasa), la capacidad de procesamiento y la disponibilidad de los elementos químicos presentes (P, K, Ca y Mg) en la bovinasa fresca, bovinasa madura no procesada y el vermicompost. Para el efecto se utilizó bovinasa madurada previamente durante 28 días, teniéndose cinco tratamientos (0, 50, 100, 200 y 300 lombrices adultas/UE, equivalentes a 0, 0.18, 0.36, 0.71 y 1.07 Kg de lombriz en BF/1m²). A medida que se aumentó la densidad de siembra de las lombrices se incrementó sustancialmente el porcentaje de cápsulas, el que varió de 100 a 200 %; de igual manera el crecimiento porcentual de la población y de la biomasa se elevaron, pasando de 100 a 235 y de 100 a 224 % respectivamente. La capacidad de procesamiento tendió a disminuir a medida que se incrementó la densidad de siembra de las lombrices, pasando de 0.24 a 0.01 gV/gL/día.

La disponibilidad de los elementos químicos P y Ca fue similar entre la bovinasa madura no procesada y el vermicompost, siendo la de ambas superior a la bovinasa fresca, mientras que el K y Mg tendieron a reducirse en el vermicompost. En conclusión puede afirmarse que la densidad de lombrices afectó el comportamiento reproductivo, la capacidad de procesamiento pero no la disponibilidad de los elementos químicos.

X. BIBLIOGRAFÍA

- ARLEDGE, J. E. s. f. Mayores cosechas con la lombriz coqueta roja. Guatemala, Ministerio de Agricultura, DIGESA. p. 1-24.
- BARQUIN, L.F. 1998. Aboneras tipo compost. Petén, Guatemala., Centro Maya. 2 p. (#2).
- . 1998. Crianza de lombrices de tierra. Petén, Guatemala., Centro Maya. 15 p. (#3).
- CAJUSTE, L. J. 1986. El fósforo aprovechable en los suelos. Chapingo, México. Centro de Edafología, Colegio de Postgraduados. p. 6. (Serie de Cuadernos de Edafología).
- CALDERON SAGASTUME, C. M. 1997. Sustitución parcial de proteína de harina de soya (*Glycine max*) por proteína de harina de lombriz (*Eisenia foetida*) en raciones balanceadas para pollos de engorde, Chiquimula. Tesis Lic. Zoot. Universidad de San Carlos de Guatemala,
- CORDON PERDOMO, O. E. A. 1991. Estudio de factibilidad para la producción y venta de lombriz roja de california (*Eisenia foetida*), como fuente complementaria de ingresos de la ceba de ganado en confinamiento. Tesis Ing. Agr. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. Facultad de Agronomía. 102 p. Centro Universitario de Oriente. p. 7-10.
- CRUZ, J. R. DE LA. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. p. 18.
- FERRUZI, C. 1994. Manual de lombricultura. Madrid, Mundi Prensa. p. 16.
- FUENTES YAGUE, J. L. 1987 La crianza de la lombriz roja. Madrid, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 28 p.
- GARCIA PEREZ, R. E.; RODRIGUEZ NEAVE, F. 1990. Contribución al conocimiento de las lombrices de tierra en la región de Chapingo, México. Chapingo (México) 15 (69-70): 92-95.
- HERNANDEZ A., J.; RINCON L., M.; JIMENEZ N., R. 1997. Comportamiento de la lombriz roja (*Eisenia foetida*) bajo condiciones de clima cálido. Rev. Fac. Agron. (LUZ). (Venezuela) 14:387-392.
- HUMUS DE Lombriz. 1998. Ecuador, s. n. 2 p. www.vermiculture.u8.com/1Humus.htm.

- KOLMANS, E.; VASQUEZ, D. 1996. Manual de agricultura ecológica una introducción a los principios básicos y su aplicación. Managua, Nic., SIMAS-CITUTEC. 179 p.**
- LA LOMBRICULTURA. 1998. Ecuador, s. n. 1 p. www.vermiculture.u8.com/1Lombri-cultura.htm.**
- LEON, S.; et al. 1992. Cultivo de lombrices (*Eisenia foetida*) utilizando compost y excretas animales. Agronomía Costarricense. (Costa Rica). 16 (1):23-28.**
- MARTINEZ CERDAS, C. 1996. Potencial de la lombricultura. México. Lombricultura Técnica Mexicana. 123 p.**
- OROZCO ALMANZA, M. S.; ORTEGA CERILLA, M. E.; PEREZ-GIL, ROMO, F. 1988. Uso de la lombriz de tierra como suplemento protéico en dietas para conejos. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. (Guatemala). 38 (4):946-955.**
- SARRIA, P. I.; et al. 1994. Pruebas de campo en el trópico con el uso de biomasa para sistemas integrados y sostenibles de producción animal. Cali, CIPAV. 37 p.**
- SIBRIAN, R. 1984. Manual de técnicas estadísticas simplificadas. Guatemala, Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, INCAP. p. 116-119.**
- SILES CALVO, J. 1997. Producción de abono orgánico con pulpa de café mediante el lombricompostaje. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C. R., CATIE. p. 4-25.**
- VALDEZ, O. R. 1997. Evaluación de 5 fuentes de materia orgánica en el cultivo de la lombriz coqueta roja (*Eisenia foetida*). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Agrícolas. 58 p.**

XI. ANEXOS

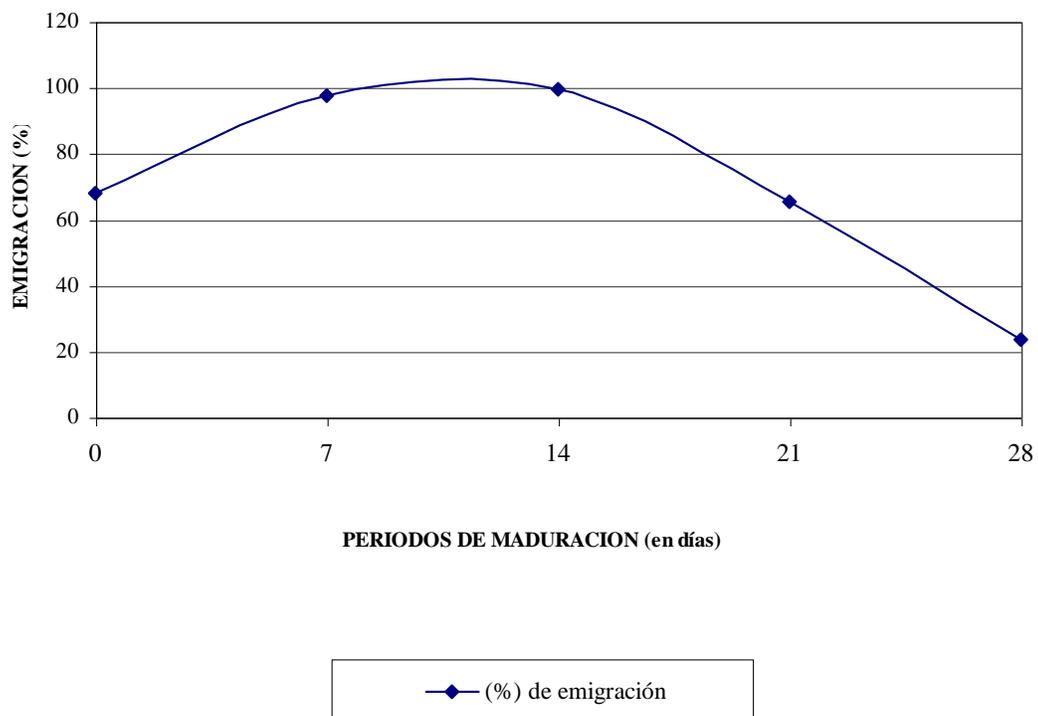


Grafico 1a. Efecto del período de maduración de la bovinasa sobre el porcentaje de emigración de la lombriz coqueta roja.

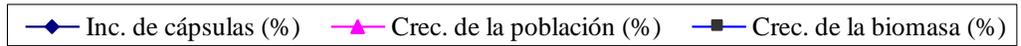
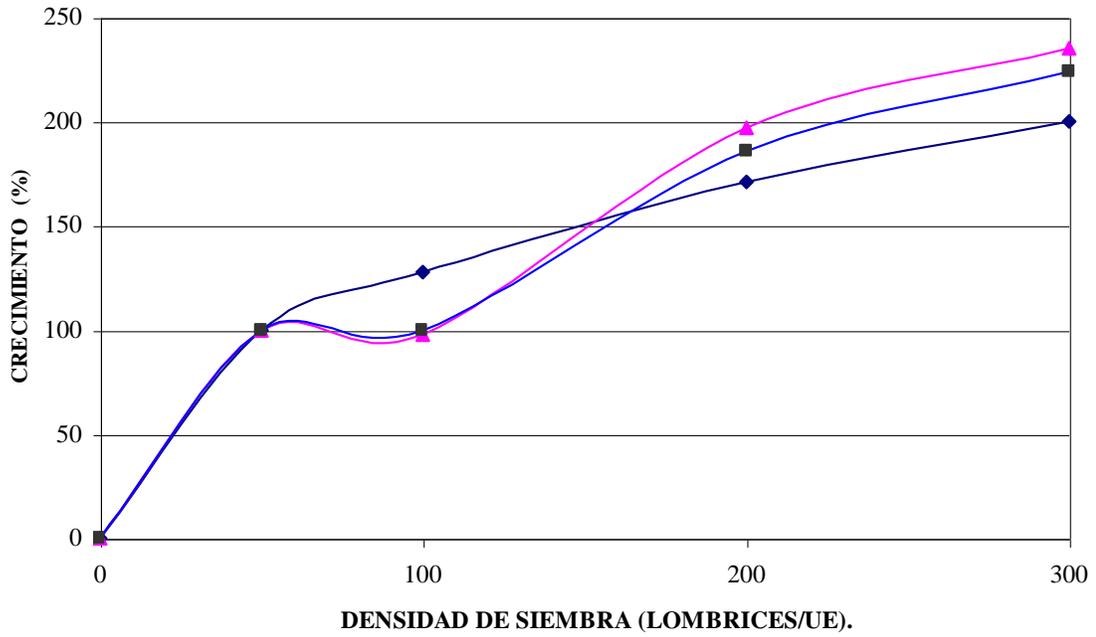


Grafico 2a. Efecto de la densidad de siembra de la lombriz coqueta roja sobre el incremento porcentual de cápsulas, crecimiento porcentual de la población y de la biomasa

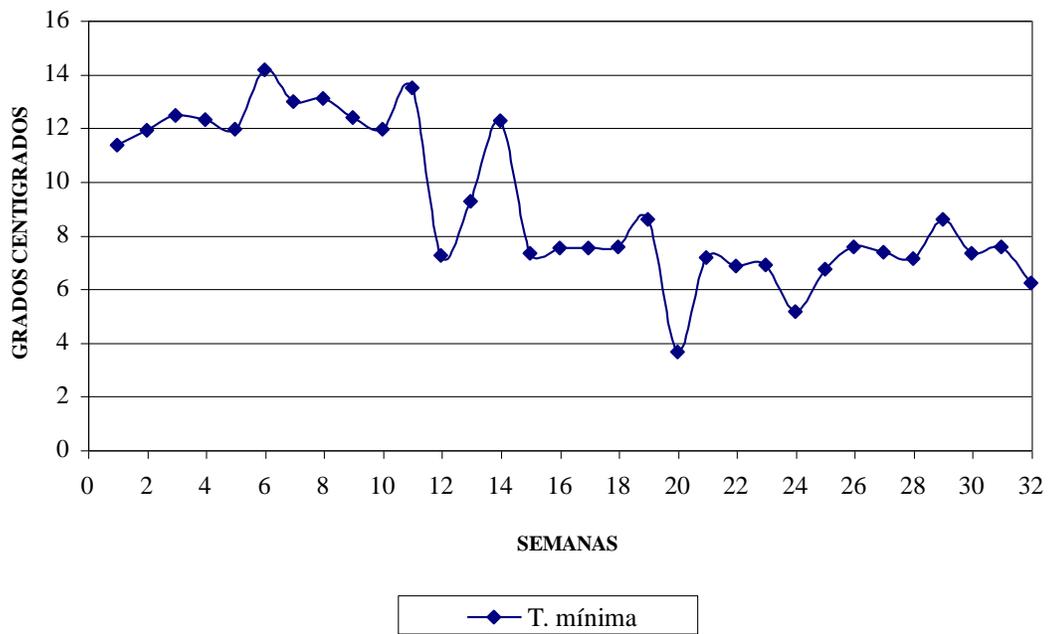


Grafico 3a. Registro de las temperaturas mínimas durante la fase experimental del estudio.

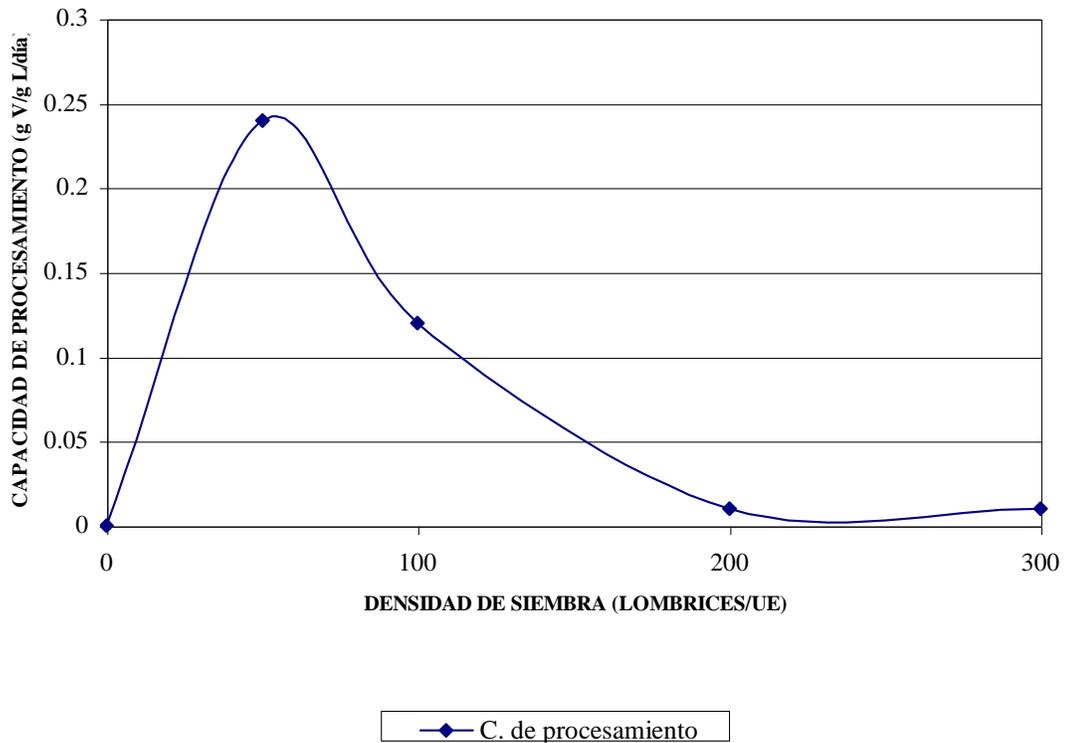


Grafico 4a. Efecto de la densidad de siembra de la lombriz coqueta roja sobre su capacidad de procesamiento.

BR. JUAN ANGEL MORALES RODRÍGUEZ.

ING. AGR. ZOOT. MIGUEL ANGEL GUTIERREZ O.
ASESOR PRINCIPAL

~~**LIC. ZOOT. ISIDRO MIRANDA**~~
ASESOR

ING. AGR. MARCO VINICIO FERNÁNDEZ

ASESOR

IMPRIMASE:

LIC. ZOOT. RODOLFO CHANG SHUM

DECANO