

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

**Evaluación de dos métodos en la extracción de lombriz  
coqueta roja (*Eisenia foetida*), tradicional y de capas en la  
producción de lombrihumus.**

**MYNOR DAVID GIRÓN AMÉZQUITA**

**Guatemala, Mayo de 2006**

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

**Evaluación de dos métodos en la extracción de lombriz coqueta roja  
(*Eisenia foetida*), tradicional y de capas en la producción de lombrihumus.**

**TESIS**

**Presentada a la Junta Directiva  
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia  
Universidad De San Carlos de Guatemala**

**Por**

**MYNOR DAVID GIRÓN AMÉZQUITA**

**Como requisito previo a optar al título profesional de**

**LICENCIADO EN ZOOTECNIA**

**Guatemala, Mayo de 2006**

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

EN CUMPLIMIENTO CON LO ESTABLECIDO POR LOS ESTATUTOS DE LA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, PRESENTO  
A SU CONSIDERACIÓN EL TRABAJO DE TESIS TITULADO

**Evaluación de dos métodos en la extracción de lombriz coqueta roja  
(*Eisenia foetida*), tradicional y de capas en la producción de lombrihumus.**

QUE FUERA APROBADO POR LA JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE  
MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA, PREVIO A OPTAR AL TÍTULO DE

**LICENCIADO EN ZOOTECNIA**

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

DECANO: Lic. Zoot. MARCO VINICIO DE LA ROSA MONTEPEQUE  
SECRETARIO: Lic. Zoot. GABRIEL G. MENDIZÁBAL FORTÚN.  
VOCAL PRIMERO: Dr. M.V. YERI VÉLIZ PORRAS.  
VOCAL SEGUNDO: Dr. M.V. FREDY GONZÁLEZ GUERRERO.  
VOCAL TERCERO: Dr. EDGAR BAILEY VARGAS.  
VOCAL CUARTO: Br. ROCÍO YADYRA PÉREZ FLORES.  
VOCAL QUINTO: Br. JOSÉ ABRAHAM RAMÍREZ CHANG.

ASESORES:  
Lic. Zoot. EDGAR GARCÍA PIMENTEL  
Lic. Zoot. ISIDRO MIRANDA MÉNDEZ  
Lic. Zoot. MAURICIO PALACIOS

## **TESIS QUE DEDICO A**

### **YAHVEH, FUENTE DE TODA SABIDURIA**

MIS PADRES

MYNOR ALFREDO GIRÓN PÉREZ  
ROSA DEL CARMEN AMÉZQUITA DE GIRÓN

MI ESPOSA:

SAURY DANIELA BELTRÁN LEIVA DE GIRÓN

MIS HIJOS:

ADARA CARYSA GIRÓN BELTRÁN  
HRISTO XAVIER GIRÓN BELTRÁN

MIS HERMANOS

ERICK RENE, FRANCISCO ANTONIO (†), DANIEL  
ALFREDO, CARLOS EDUARDO.

MIS ABUELOS

CARLOS O. GIRÓN (†), HUMBERTINA VIUDA DE  
GIRÓN, MARIO A. AMÉZQUITA (†), MARÍA DEL  
CARMEN NAVARRO (†).

MI FAMILIA EN GENERAL

MIS AMIGOS

ZAIRA, INGRID, DERECK, OLIVER.

## **AGRADECIMIENTO**

### **A ELOHIM:**

Nuestro creador, que por su justicia, sabiduría y conocimiento humano me permitió en su infinita misericordia lograr este objetivo.

### **A MIS PADRES:**

Por su apoyo incondicional, comprensión, cariño, por sus innumerables sacrificios y sabiduría, a quienes espero recompensar con mis metas alcanzadas, a quienes con todo mi corazón les bendigo.

### **A MI ESPOSA E HIJOS:**

Por su confianza y amor, sabiendo que este es un paso para lograr una parte de nuestros objetivos

### **ESPECIALMENTE A LAS FAMILIAS:**

Beltrán Leiva, Vega Beltrán, por su apoyo incondicional.

### **A LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA:**

En especial a la Escuela de Zootecnia.

### **A MIS ASESORES:**

Lic. Zoot. Edgar Pimentel, Lic. Zoot. Isidro Miranda, Lic. Mauricio Palacios. Por haberme guiado sabiamente y motivándome para alcanzar esta meta.

### **A MIS CATEDRÁTICOS:**

Por su enseñanza, motivación y buenos consejos

### **A MIS COMPAÑEROS:**

Deseándoles éxitos en el porvenir de su vida.

### **A MI PADRINO:**

Dr. M.V. Rodolfo Fuentes, por su apoyo y buenos consejos.

## ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. HIPÓTESIS .....	2
III. OBJETIVOS	
3.1 General .....	3
3.2 Específicos .....	3
IV. REVISIÓN DE LITERATURA .....	3
4.1 Reseña histórica de la lombricultura .....	4
4.2 Aspectos generales de la lombriz Coqueta Roja.....	4
4.3 Alimentación de la lombriz Coqueta Roja.....	5
4.4 Cosecha de la lombriz Coqueta Roja .....	6
4.5 Usos de la lombriz Coqueta Roja .....	7
4.5.1 Producción de lombrihumus .....	7
4.5.2 Formas de aplicación del lombrihumus .....	8
4.6 Formas de consumo de la lombriz Coqueta Roja.....	9
V. MATERIALES Y MÉTODOS .....	10
5.1 Localización y descripción.....	10
5.2 Materiales.....	10
5.3 Manejo del experimento .....	11
5.3.1 Metodología para la formación de lechos.....	11
5.3.2 Método de cosecha .....	12
5.4 Diseño del experimento.....	13
5.5 Análisis de costos.....	14
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	15
6.1 Análisis de varianza .....	15
6.2 Kilogramos totales de lombrices por cama.....	16
6.3 Kilogramos cosechados de lombriz por método.....	17
6.4 Mano de obra y tiempo de trabajo por tratamiento.....	18
6.5 Costos de mano de obra y material utilizado .....	20
6.5.1 Mano de obra .....	20
6.5.2 Material utilizado .....	21
6.6 Costos totales.....	22

VII. CONCLUSIONES .....	23
VIII. RECOMENDACIONES.....	24
IX. RESUMEN.....	25
X. BIBLIOGRAFÍA .....	27



## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Características de los 12 lechos productores de lombrihumus utilizados en el estudio .....	11
Cuadro 2. Descripción de los tratamientos del estudio .....	13
Cuadro 3. Resultados del análisis de varianza de los tratamientos utilizados en el estudio .....	15
Cuadro 4. Peso total en kilogramos de lombrices cosechadas en cada tratamiento del estudio .....	16
Cuadro 5. Kilogramos y porcentaje de lombriz extraída en tres cosechas por tratamiento y totales según el método .....	17
Cuadro 6. Comparación de la mano de obra y tiempo utilizados por tratamiento para las diferentes actividades de alimentación y cosecha en la finca La Flor .....	18
Cuadro 7. Comparación del costo de mano de obra por tratamiento .....	20
Cuadro 8. Costo de material utilizado en las actividades de cosecha de Lombrices por tratamiento.....	21
Cuadro 9. Costos totales incurridos en las actividades de cosecha de lombrices por tratamiento .....	22

## I. INTRODUCCIÓN

La lombricultura es una biotecnología que utiliza una especie de lombriz domesticada como herramienta de trabajo, reciclando todo tipo de materia orgánica, obteniendo como productos lombrihumus, carne, harina de lombriz y núcleos de reproducción. (Hernández, 2002)

La carne de lombriz es un recurso económico importante al tratarse de un alimento rico en proteína y de fácil producción, en algunas áreas es utilizada en la alimentación animal de forma cruda y directa o en la elaboración de harina de carne de lombriz para ser mezclada con otros productos y producir concentrados de excelente calidad.

La eliminación de los residuos urbanos y desechos agroindustriales son un problema en Guatemala como a nivel mundial. La solución a este grave inconveniente es la selección de las basuras y con la ayuda de la lombriz se puede regenerar y transformarla en fertilizante orgánico. La lombriz coqueta roja tiene importancia económica, contribuye a la fertilización, aireación, mejora de la estructura y formación del suelo. (Hernández, 2002)

El mercado de la fruta y verdura orgánica ofrece un potencial significativo para que los países aumenten los ingresos procedentes de la exportación y para que diversifiquen su base agrícola, según un nuevo informe de la FAO titulado "Mercados mundiales para la fruta y verdura orgánica". Las economías en los países en vías de desarrollo dependen de la exportación de un número relativamente pequeño de productos, en su mayor parte de procedencia agrícola, por lo que diversificar la producción reviste una enorme importancia. (Infoagro, 2003)

Al extraer el humus mediante la técnica tradicional se noto que queda gran cantidad de lombrices dentro de los lechos, por lo que fue necesario recurrir a otro método, con el que se pudiera extraer gran cantidad de las mismas. (Palacios, 2004)

Con esta investigación se pretende mejorar la extracción comparando el método de capas con el método tradicional para obtener un mayor porcentaje de lombrices en menor tiempo y por ende menor costo.

## **II. HIPÓTESIS**

El método de capas para la extracción de lombriz coqueta roja en la producción de lombrihumus es más eficiente que el método tradicional, en términos de: kilogramos de lombriz cosechada y horas de trabajo utilizadas.

### **III. OBJETIVOS**

#### **3.1. GENERAL.**

- Aportar información para mejorar la eficiencia en la producción zootécnica de lombriz coqueta roja.

#### **3.2. Específicos.**

- Evaluar la eficiencia en los métodos tradicional y de capas, para la extracción de lombriz en lechos productores de lombrihumus, en términos de: kilogramos de lombriz cosechada y horas de trabajo utilizadas por técnica.
- Realizar un análisis de costos de cada método.

## IV. REVISIÓN DE LITERATURA

### 4.1 Reseña histórica de la lombricultura:

El rol de las lombrices en el mejoramiento de las tierras de cultivo era bien conocido en el antiguo Egipto, donde la fertilidad del valle del Nilo dependía de éstas. El filósofo griego Aristóteles las definió certeramente como "los intestinos de la tierra". Los romanos también supieron apreciar a las lombrices, aunque recién en el siglo XIX se explicó científicamente cual era su verdadera función en el ecosistema. En su último libro, Charles Darwin demostró que en el transcurso de 4 o 5 años las lombrices hacían pasar por su intestino la mayor parte de la capa arable del suelo. Para hacerse una idea de la magnitud de ésta tarea vale el siguiente dato: una hectárea de campo puede contener una tonelada de lombrices que procesan 250 toneladas de tierra por año. (Ravera, et al, 2000)

El norteamericano Hugh Carter, es considerado por muchos como el primer gran criador de lombrices en la edad contemporánea. Hacia 1947 supo aplicar las técnicas modernas de cultivo, que con ligeras variantes, siguen vigente hoy día. (Zanier, 2000)

### 4.2 Aspectos generales de la lombriz coqueta roja:

La Coqueta Roja criada en cautiverio, tiene un promedio de vida de 16 años, se reproduce cada semana y cada día se alimenta de materia orgánica equivalente a su peso, tiene 182 aparatos excretores, 6 riñones y 5 corazones. No necesita de compañía para aparearse porque es hermafrodita y alcanza su madurez sexual a los tres meses, y al estado adulto mide 8 a 10 centímetros de longitud después de 9 meses.

La lombriz Coqueta Roja es el resultado de más de 20 años de selecciones realizadas por lombricultores, especialmente en la zona de California.

Su capacidad de reproducción es asombrosa: 1,000,000 de lombrices al cabo de un año se convierten en 12,000,000 y en dos años en 144,000,000, tiempo en el cual transforman 240,000 toneladas de estiércol en 150,000 toneladas de lombrhumus. (Navas, 2003)

### 4.3 Alimentación de la lombriz coqueta roja:

La base alimenticia de la lombriz debe de ser 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. (Infoagro, 2003)

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.

-Frutas y tubérculos no aptos para el consumo humano o vegetal.

-Fangos de depuradoras.

-Basuras.

-Estiércol de especies domésticas: (Infoagro, 2003)

- *Estiércol fresco*: el estiércol está acabado de excretar por el bovino, teniendo 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.

- *Estiércol maduro*: este estiércol tiene más o menos de 10 a 18 días de haber sido excretado por el animal, su consistencia es semipastosa, de color verde oscuro o pardo, su olor es soportable, el pH se encuentra estabilizado, calculado de 7 a 8. Este es el sustrato adecuado, puesto que presenta las condiciones óptimas para la crianza de lombrices, aunque a veces le tenemos que agregar agua para estabilizar su humedad y por ende su temperatura. La experiencia indica que este es el sustrato que mejor aceptan las lombrices.

-*Estiércol viejo*: como la palabra lo dice, es un estiércol que tiene más de 20 días de haber sido excretado, es de consistencia pastosa y dura, desboronándose al apartarse con la mano. No presenta prácticamente ningún olor. Este no es un sustrato que puede ser usado para la crianza de lombrices, puesto que su pH es altamente ácido y pueden entrar las lombrices en un período de dormición y ocurrir el desarrollo de una plaga llamada Planaria (lombriz rallada plana). (Espinoza, 1999)

En condiciones térmicas óptimas se añade una capa de 5-10 centímetros de alimento por lecho, cada 8 -15 días, cuyo principal objetivo es mejorar la aireación. (Ferruzzi, 1994)

#### **4.4 Cosecha de la lombriz coqueta roja:**

Para la cosecha tradicional de lombrices es necesario que las camas estén llenas, realizándose de la siguiente forma: se retrasa la alimentación por lo menos 4 días, luego se ofrece alimento en cantidad normal, la lombriz se concentra en la superficie, esto sucede 2 ó 3 días después de haber puesto el alimento en capa de 10 centímetros, una vez poblada la superficie se procede a retirarla manualmente, introduciendo los dedos de la mano y retirando el sustrato, este procedimiento se repite 2 veces más para sustraer el 98 % de la población de lombrices.

Una vez cosechada las lombrices se procede a retirar el lombrihumus con carretillas y no se usa al instante, se puede almacenar en sacos que tengan aireación y bajo sombra, cuidando que la humedad no baje del 40 %, puesto que todavía hay actividad microbiana que es la que le da la calidad al lombrihumus, como uno de los mejores fertilizantes orgánicos del mundo. (Bravo, 1996)

Al extraer el humus mediante la técnica tradicional se noto que queda gran cantidad de lombrices dentro de los lechos, por lo que fue necesario recurrir a otro método, es por eso que se ideó el método de capas, el cual se fue descubriendo poco a poco, dando éste buenos resultados, pero la necesidad de ir mejorando cada día ha llevado a la

utilización de tres capas en la misma cama, dando un resultado mucho mejor dejando un aproximado del 2 al 5 % del total de la lombriz en el lecho, aparte de ser más rápido y eficiente.<sup>1</sup>

## **4.5 Uso de la lombriz coqueta roja:**

### **4.5.1 Producción de lombrihumus:**

El lombrihumus es un fertilizante bioorgánico de estructura coloidal, producto de la digestión, que se presenta como un producto desmenuzable, ligero e inodoro. Es un producto terminado, muy estable, imputrescible y no fermentable. Este posee una alta carga microbiana del orden de los 20 mil millones por gramo seco, protegiendo a la raíz de otros tipos de bacterias patógenas, aún de nemátodos, contra los cuales está indicado especialmente. La relación entre microorganismos y raíces hace que aumente la disponibilidad de nutrientes asimilables. (Morra, 1998)

El lombrihumus es conocido con muchos nombres comerciales en el mundo de la Lombricultura, lo podemos encontrar con los nombres siguientes: humus, vermicompost, casting, lombricompost y otros nombres comerciales dependiendo de la casa que lo produzca. (Ferruzzi, 2001)

EL lombrihumus produce un crecimiento en la altura de las plantas, árboles y arbustos y protege de enfermedades y cambios bruscos de humedad y temperatura durante el transplante de los mismos, este contiene cuatro veces más nitrógeno, veinticinco veces más fósforo, y dos veces y media más potasio que el mismo peso del estiércol de bovino, el lombrihumus es de color negruzco, granulado, homogéneo y con un olor agradable a mantillo de bosque, este lombrihumus posee un elevado porcentaje de ácidos húmicos y fúlvicos; pero no son producidos por el proceso digestivo de la lombriz sino por toda la actividad microbiana que ocurre durante el periodo de reposo dentro del lecho. (Zuluaga, 1997)

---

<sup>1</sup>Palacios, M. 2004. Técnica de capas. Finca La Flor, Escuintla, Guatemala. Comunicación Personal



El lombrihumus es un fertilizante protector del suelo contra la erosión, siendo un mejorador de las características físico-químicas del suelo, de su estructura, aumentando la retención hídrica, regulando el incremento y la actividad de los nitritos del suelo, y la capacidad de almacenar y liberar los nutrientes requeridos por las plantas de forma equilibrada (nitrógeno, fósforo, potasio, azufre y boro).

El lombrihumus puede almacenarse durante mucho tiempo sin que sus propiedades se vean alteradas, pero es necesario mantenerlas bajo condiciones óptimas de humedad (40%). (Hernández, 2002)

#### **4.5.2. Formas de aplicación del lombrihumus**

Se han realizado pruebas comparativas de fertilidad con terrenos tratados con abono químico y otros con lombrihumus. Los resultados, luego de 6 años de pruebas fueron los siguientes: el primer año el incremento logrado con lombrihumus fue de 250%, el segundo 100%, el tercer 70%. En experiencias realizadas con hortalizas se lograron berenjenas en 65 días, tomates en 55 días. (Worms Argentina. 2004)

El lombrihumus no solo se puede aplicar en el terreno en el momento de la siembra, se ha comprobado que al aplicarlo en forma líquida al follaje, además de nutrir la planta, va ayudar al control fitosanitario. (Worms Argentina. 2004)

#### **4.6 Formas de consumo de la lombriz coqueta roja:**

##### Carne de lombriz:

Se trata de una carne roja, siendo una fuente de proteínas de bajo costo, de la que se obtiene harina con un 73% de proteína y una gran cantidad de aminoácidos esenciales. La carne de lombriz se emplea tanto en la alimentación humana como en la alimentación animal. Aunque su riqueza mineral es inferior a las harinas de pescado y su contenido en fibra es muy reducido. (Morra, M. 1998)

##### Harina de Lombriz:

Una vez cosechadas las lombrices son sometidas a baños especiales para eliminar bacterias y hongos indeseables, por último son secadas al sol y molidas, el resultado final es un polvo de color amarillento que contiene de 60 – 82 % de proteína animal y más de 15 aminoácidos entre ellos: fenilalanina, leucina, lisina, isoleucina, metionina y valina. Es necesario de 8-10 Kg. de lombrices vivas para producir 1 Kg. de harina. (Vielman, et al, 2003)

## V. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1. Localización y descripción.

El presente trabajo se realizó en la finca La Flor, la cual se encuentra ubicada en la aldea el Rodeo, municipio de Escuintla, departamento de Escuintla. A una latitud norte de  $14^{\circ}24'36''$ , longitud oeste de  $90^{\circ}49'36''$ .

Según de la Cruz, (1982) Escuintla pertenece a la zona de vida bosque muy húmedo sub tropical calido, que se caracteriza por tener precipitación promedio anual de 3900 mm, una temperatura media anual de  $25^{\circ}\text{C}$  y una elevación de 780 msnm.

### 5.2. Materiales.

- Se utilizaron 1.81 Kg. de lombrices por cama.
- Bovinaza madura.
- Palas, carretas, azadones, mangueras.
- Termómetro e indicador de pH.
- Polietileno.
- Balanza.

### 5.3. Manejo del experimento.

#### 5.3.1. Metodología para la formación de lechos:

**Cuadro 1. Características de los 12 lechos productores de lombrihumus utilizados en el estudio.**

Largo	5.26 m.
Profundidad	0.41 m.
Ancho	1.41 m.
Humedad	75 a 84 %
pH	7
Temperatura	20 a 25 °C

Para la formación de la mezcla que constituyó el lecho, se utilizó como base bovinaza madura en un 100 %, se aplicó agua a la mezcla homogenizada hasta alcanzar un 80 % de humedad, que se midió de forma manual, esta prueba de humedad se conoce con el nombre de “prueba de puño”, la cual consistió en tomar una cantidad de mezcla homogenizada que abarcó con el puño de la mano, posteriormente se apretó con poca fuerza, y si salían de 8 a 10 gotas la humedad se encontraba en un 80 % aproximadamente. (Espinoza, 1999)

Antes de poner las lombrices en contacto directo con el alimento en los lechos, nos aseguramos que se hubiese dado el proceso de fermentación del material para lo cual se procedió a desarrollar la prueba de 50 lombrices (P50L), que garantizó la supervivencia.

Para realizar la prueba P50L, se colocó en un recipiente plástico suficiente cantidad del alimento preparado hasta obtener un grosor de 0.10 m., luego 50 lombrices adultas fueron colocadas en el centro de la caja. Pasadas 24 horas se verificó si las 50 lombrices se encontraban en condiciones óptimas de salud, garantizando así permanencia y acción productiva dentro de los lechos. (Ravera, et al, 2000)

### **5.3.2. Método de cosecha**

#### Tratamiento 0 o tratamiento testigo:

Para este se utilizó el método tradicional de cosecha, el cual consistió en: retrasar la alimentación por 4 días, luego se ofreció alimento en cantidad normal (45.45 kg. de bovinaza). La lombriz se concentró en la superficie, esto sucedió 4 días después de haber puesto el alimento en capa de 0.10 m., una vez poblada la superficie se procedió a retirarla manualmente, introduciendo los dedos de la mano y retirando el sustrato, este procedimiento se repitió 2 veces durante el estudio, con un intervalo de 4 días entre cosecha. (Bravo, 1996)

#### Tratamientos 1, 2 y 3:

Para estos se utilizó el método de capas para cosecha, el cual consistió en: retrasar la alimentación por 4 días, luego se colocó la capa de polietileno (*con agujeros de medio centímetro de diámetro en toda el área*) sobre el lecho, cubriendo así la superficie del lecho, sobre la cual se suministró el alimento que sirvió para atraer a las lombrices, una sola capa fue utilizada para los lechos del tratamiento 1, se utilizaron dos capas de polietileno de similares características con alimento entre las capas y sobre la capa superior para los lechos del tratamiento 2, de igual forma se utilizaron 3 capas para el grupo de lechos del tratamiento 3. Estos procedimientos se repitieron 2 veces más durante el experimento, con un intervalo de 4 días entre cosecha, para extraer la mayor cantidad de lombrices posibles.

#### 5.4. Diseño del experimento

Se utilizó el diseño completamente al azar con 4 tratamientos de 3 repeticiones cada uno, distribuidos aleatoriamente, la unidad experimental fue un lecho productor de lombrihumus. El experimento tuvo una duración de 4 meses, los primeros 3 meses fueron para la formación de los lechos y el último mes fue para la extracción de la lombriz, los tratamientos fueron los siguientes:

**Cuadro 2. Descripción de los tratamientos del estudio.**

<b>Tratamiento</b>	<b>Descripción del tratamiento</b>
0 o testigo	extracción tradicional.
1	extracción con 1 capa.
2	extracción con 2 capas.
3	extracción con 3 capas.

***Variable respuesta:***

Kilogramos de lombrices cosechadas por tratamiento.

La variable respuesta fue analizada independientemente mediante el modelo estadístico siguiente:  $Y_{ij} = M + T_i + E_{ij}$

$Y_{ij}$  = Variable respuesta asociada a la ij-esima unidad experimental

$M$  = media general Variable respuesta

$T_i$  = Efecto del i -esimo tratamiento en la variable dependiente

$E_{ij}$  = Error experimental asociado a la ij -esima unidad experimental.

Los valores obtenidos por cada uno de los tratamientos fueron sometidos a un análisis de varianza, por existir diferencia significativa los datos fueron analizados por medio de la prueba de medias de Tukey.

### **5.5. Análisis de costos.**

Se realizó a través de un análisis de costos para determinar el método de extracción de menor costo y mayor beneficio en cuanto a: kilogramos de lombrices cosechadas, tiempo empleado y material utilizado.

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1. Análisis de varianza.

El análisis de varianza presentó diferencias estadísticas significativas ( $P > 0.05$ ). La prueba de Tukey indicó que el tratamiento con tres capas fue superior a los otros tratamientos.

**Cuadro 3. Resultados del análisis de varianza de los tratamientos utilizados en el estudio.**

Tratamiento	Kg. De lombrices cosechadas por método
0 o Testigo	2.48 <sup>c</sup>
1	2.00 <sup>c</sup>
2	3.75 <sup>b</sup>
3	5.37 <sup>a</sup>

Las letras indican diferencias significativas. ( $p > 0.05$ )



## 6.2. Kilogramos totales de lombrices por cama.

**Cuadro 4. Peso total en kilogramos de lombrices cosechadas en cada tratamiento del estudio.**

<b>Total de Kilogramos de lombrices cosechadas</b>						
<b>Tratamiento</b>	<b>Por método</b>	<b>%</b>	<b>a mano en áreas de secado</b>	<b>%</b>	<b>Por lecho</b>	<b>%</b>
<b>0</b>	2.48	<b>43.32</b>	3.24	<b>56.68</b>	5.72	<b>100</b>
<b>1</b>	2.00	<b>33.42</b>	3.97	<b>66.58</b>	5.97	<b>100</b>
<b>2</b>	3.75	<b>63.93</b>	2.11	<b>36.07</b>	5.86	<b>100</b>
<b>3</b>	5.37	<b>93.55</b>	0.37	<b>6.45</b>	5.74	<b>100</b>

En el cuadro anterior se observan 2 tipos de cosecha, las cuales se realizaron para obtener el 100 % de la población de lombrices existentes por lecho en los tratamientos, cuando se indica que es por método, se refiere tanto al método de capas como al método tradicional, los cuales forman parte del experimento principal, el cual especificaremos en el cuadro 6. En el caso de las lombrices cosechadas a mano en áreas de secado, esta acción se realizó para obtener el restante de lombrices que no fueron cosechadas por los métodos evaluados, y el total de kilogramos de lombrices por lecho, nos muestra el promedio general de kilogramos cosechados de las dos formas por lecho.

### 6.3. Kilogramos cosechados de lombriz por método.

El siguiente cuadro muestra los kilogramos y porcentajes de lombriz cosechada por método durante las 3 cosechas, en los diferentes lechos utilizados durante el experimento.

**Cuadro 5 Kilogramos y porcentaje de lombriz extraída en tres cosechas por tratamiento y totales según el método.**

Tratamiento	Cosecha						Total de kg. de lombrices cosechadas por método	% Total de kg. de lombrices cosechadas por método
	1		2		3			
	Kg. Cosechados	%	Kg. Cosechados	%	Kg. Cosechados	%		
<b>0</b>	0.83	14.51	0.79	13.87	0.85	14.94	2.48	<b>43.32</b>
<b>1</b>	0.65	10.96	0.67	11.28	0.67	11.17	2.00	<b>33.42</b>
<b>2</b>	1.32	22.50	1.26	21.56	1.16	19.87	3.75	<b>63.93</b>
<b>3</b>	2.03	35.45	1.82	31.70	1.52	26.40	5.37	<b>93.55</b>
<b>Total</b>	<b>4.84</b>		<b>4.55</b>		<b>4.20</b>		<b>13.59</b>	

Según Bravo 1996, el método tradicional permite recolectar hasta un 32.667 % de lombrices por cosecha, lo que hace necesario realizar 3 cosechas para obtener un 98 % de la población total de lombrices por lecho. Comparando los resultados obtenidos en el presente estudio, se encuentra que el método tradicional permitió obtener un 14.51 % (0.83 Kg.) de lombrices totales en el lecho, en la primer cosecha, un 13.87 % (0.79 Kg.) en la segunda cosecha y un 14.94 % (0.85 Kg.) en la tercer cosecha, dando como resultado un 43.32 % (2.48 Kg.) del total de lombrices cosechadas por este método, dejando un 56.68% (3.24 Kg.) de lombrices en los lechos.

El método de cosecha de tres capas permitió obtener un 35.45 % (2.03 Kg.) de lombrices totales en el lecho, en la primer cosecha, un 31.70 % (1.82 Kg.) en la segunda cosecha y un 26.40 % (1.52 Kg.) en la tercera cosecha, dando como resultado un 93.55 % (5.37 Kg.) del total de lombrices cosechadas por el método de tres capas, dejando un 6.44 % (0.37 Kg.) de lombrices en los lechos.

En conclusión del cuadro anterior, se observó que el método que tuvo mejores resultados en cuanto a kilogramos de lombrices cosechadas fue el método de 3 capas, seguido por los métodos de 2 capas y tradicional, no siendo consecutiva la descendencia, el método tradicional superó las expectativas del método de 1 capa, logrando así obtener un 9.9 % más de lombrices cosechadas que el método de 1 capa.

#### 6.4. Mano de obra y tiempo de trabajo por tratamiento.

El tiempo empleado en cada tratamiento es crucial para determinar parte del éxito, a continuación se muestra el resumen del tiempo directo utilizado en la alimentación, cosecha por método y cosecha en el área de secado por tratamiento.

**Cuadro 6. Comparación de la mano de obra y tiempo utilizados por tratamiento para las diferentes actividades de alimentación y cosecha en la finca La Flor.**

Tratamiento	Alimentación De lechos *		Cosecha por tratamiento		Cosecha área de Secado			Total Min.	Total Horas
	Minutos	# Hombres	Minutos	# Hombres	Minutos	# Hombres	días		
0	10	2	30	2	120	3	7	2,600	43.33
1	10	2	5	2	120	3	8	2,910	48.50
2	20	2	10	2	120	3	3	1,140	19.00
3	30	2	15	2	120	3	1	450	7.50

\*la alimentación corresponde a la época de cosecha.

En el cuadro anterior, existen 2 tipos de cosecha, la primer cosecha es la que se evaluó en cuanto a los métodos tradicional y de capas, y la segunda cosecha es la que da el total de lombrices por cama por tratamiento, que es donde se el utiliza mayor mano de obra. Para lo anterior se detalla lo siguiente: en el tratamiento 0 o tratamiento tradicional, se utilizó un total de 2,600 minutos (43.33 horas), utilizando 2 hombres para la alimentación (*correspondiente a la cosecha*) con un aproximado diario de 10 minutos por hombre; en este tratamiento también se utilizó un aproximado de 30 minutos por hombre para la cosecha tradicional y donde más se utilizaron hombres y tiempo fue en el área de secado, esta tarea insumió 120 minutos por hombre (3 hombres / día) durante 7 días. La cosecha no sólo se hizo para esta investigación, ya que en la granja se hace a diario (*en tiempo de cosecha*) con el propósito de no mermar la cantidad de lombrices en el método de cosecha tradicional, ya que como se observa en el cuadro 4 y 5, el 56.68 % de lombrices existentes en los lechos se recuperan durante esta acción.

A diferencia al método tradicional, en el método de 3 capas se utiliza mucho mas tiempo para la alimentación, debido a las 3 capas de polietileno y la colocación de alimento empleado entre capas, para esto es utilizado un total 30 minutos por hombre, utilizando 2 hombres en esta labor. Donde se empieza a obtener una ganancia de tiempo en el método de 3 capas es en la cosecha evaluada, ya que se puede observar una reducción total de 30 minutos entre los 2 hombres, siguiendo con esta ganancia de tiempo se observó una gran diferencia en cuanto a hombres y minutos utilizados para la cosecha en el área de secado, ya que en esta acción únicamente se utilizan 3 hombres durante 1 día, por un periodo de 120 minutos por hombre, utilizando 450 minutos (7.5 horas) en total de tiempo empleado para el método de 3 capas, haciendo una diferencia de **35.83 horas** entre el método de cosecha tradicional y el método de cosecha de tres capas.

## 6.5. Costos de mano de obra y material utilizado.

### 6.5.1. Mano de obra.

En el siguiente cuadro, se detallan las horas utilizadas para cada tratamiento, como el costo por hora / hombre y el total del costo de este rubro.

**Cuadro 7. Comparación del costo de mano de obra por tratamiento.**

<b>Tratamiento</b>	<b>Total / Horas</b>	<b>Costo / Hora</b>	<b>Costo / Tratamiento</b>
<b>0</b>	43.33	Q6.25	<b>Q270.83</b>
<b>1</b>	48.50	Q6.25	<b>Q303.13</b>
<b>2</b>	19.00	Q6.25	<b>Q118.75</b>
<b>3</b>	7.50	Q6.25	<b>Q46.88</b>

Se observa en la última columna del cuadro 7, que el tratamiento más costoso en cuanto a horas utilizadas por hombre, es el tratamiento 1 (*método de extracción con 1 capa*), debido a que para la cosecha de este únicamente se levantaba la capa de polietileno para la extracción de las lombrices dentro de los lechos, observándose una gran cantidad de lombrices restantes en el lecho, lo cual hacía que estas mismas se introdujeran al lecho debido a su característica natural de fotofobia. Esto hizo que existiera una mayor cantidad de lombrices dentro del lecho del tratamiento 1 en comparación al tratamiento 0 (como se puede observar en el cuadro 4), llevando como consecuencia una cosecha más

lenta y menos rentable, debido al mayor uso de mano de obra en el área de secado.

Al evaluar el tratamiento 3 (*método de extracción con 3 capas*) con el tratamiento 0, se ve una diferencia de 223.95 quetzales que se ahorra en mano de obra al utilizar el tratamiento 3, y de 256.25 quetzales si se compara el tratamiento 3 con el tratamiento 1, dando así una ventaja más de eficiencia en cuanto a mano de obra utilizada en el tratamiento 3 sobre los otros tratamientos.

### 6.5.2. Material utilizado

Este incluye únicamente el costo del polietileno, ya que es el diferencial extra entre cada tratamiento, el cual incurre a 13.00 quetzales por yarda, utilizando una cantidad de 1.25 quetzales por capa.

**Cuadro 8. Costo de material utilizado en las actividades de cosecha de lombrices por tratamiento.**

<b>Tratamiento</b>	<b>Capas</b>	<b>Yardas</b>	<b>Costo / polietileno</b>
<b>0</b>	0	0	<b>Q0.00</b>
<b>1</b>	1	1.25	<b>Q16.25</b>
<b>2</b>	2	2.5	<b>Q32.50</b>
<b>3</b>	3	3.75	<b>Q48.75</b>
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>7.5</b>	<b>Q97.50</b>

## 6.6. Costos Totales

Para encontrar el método eficiente de extracción de lombrices, se tomaron en cuenta los aspectos siguientes; kilogramos de lombrices cosechadas, mano de obra utilizada por tratamiento y por su puesto el dinero invertido en cada tratamiento, a continuación se detallan los costos totales de cada tratamiento.

**Cuadro 9. Costos totales incurridos en las actividades de cosecha de lombrices por tratamiento.**

<b>Tratamiento</b>	<b>Costo / mano obra / tratamiento</b>	<b>Costos / Polietileno</b>	<b>Costo / Total 1er. Cosecha</b>	<b>Diferencial de costos / Cosecha</b>
<b>0</b>	Q270.83	Q0.00	Q270.83	<b>Q0.00</b>
<b>1</b>	Q303.13	Q16.25	Q319.38	<b>-Q48.54</b>
<b>2</b>	Q118.75	Q32.50	Q151.25	<b>Q119.58</b>
<b>3</b>	Q46.88	Q48.75	Q95.63	<b>Q175.21</b>

El costo total de los tratamientos 1,2 y 3 (*método de extracción con capas*), en la primera cosecha es superior que en las cosechas siguientes, ya que aquí está incluido el costo del polietileno utilizado para dicha acción, y en las cosechas siguientes se disminuye, debido a que la reutilización de material es alta y no es necesario la compra de polietileno para distinta cosecha.

El diferencial de costos por cosecha muestra que existe un ahorro de 175.21 quetzales al utilizar el tratamiento 3 en comparación al tratamiento 0, de igual forma el tratamiento 2 obtiene un diferencial a favor de 119.58 quetzales, a excepción del tratamiento 1 que nos muestra un diferencial negativo de 48.54 quetzales.

Los costos de los materiales van ascendiendo del tratamiento 0 al 3, debido a la utilización de más capas por método, como lo es en el tratamiento 0 no existe la utilización de ninguna capa y en el tratamiento 3 hay un costo de 48.75 quetzales que es lo que le corresponde a las tres capas de polietileno.

## VIII. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las que se desarrolló este estudio se concluye lo siguiente:

1. A medida que se incrementó el número de capas de extracción, aumentaron los kilogramos de lombrices cosechadas.
2. El tratamiento tradicional presento menor costo para la extracción de lombrices que el tratamiento con una capa de polietileno.
3. Se encontró que el método de extracción con tres capas presentó los mejores resultados durante el estudio, en cuanto a recolectar mayor cantidad de lombrices utilizando menor tiempo y mano de obra.



## VIII. RECOMENDACIONES

1. En lombricultura se recomienda la utilización de métodos de más de una capa para una mayor extracción en los lechos.
2. De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente estudio, se recomienda para mayor eficiencia en la extracción de lombrices y horas de trabajo, el uso del método de tres capas de polietileno.

## IX. RESUMEN

**GIRON AMEZQUITA, M. D.** 2006. Evaluación de dos métodos en la extracción de lombriz coqueta roja (*Eisenia foetida*), tradicional y de capas en la producción de lombrihumus. Tesis Lic. Zoot. Guatemala, Universidad San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

Resumen:

La presente investigación se realizó en la finca La Flor, ubicada en la aldea el Rodeo, del departamento de Escuintla, con una zona de vida bosque muy húmedo sub tropical cálido. Escuintla cuenta con las siguientes características climáticas, temperatura media anual de 25 ° C, precipitación promedio anual de 3,900 mm y una elevación de 780 msnm. El objetivo fue evaluar la eficiencia en los métodos tradicional y de capas, para la extracción de lombriz en lechos productores de lombrihumus, en términos de: Kilogramos de lombriz cosechada y horas de trabajo utilizadas por técnica.

El diseño estadístico utilizado fue completamente al azar con 4 tratamientos de 3 repeticiones cada uno distribuidos aleatoriamente, la unidad experimental fue un lecho productor de lombrihumus, la investigación tuvo una duración de 4 meses.

Como consecuencia a la utilización de capas en la extracción de lombrices, se logró recolectar en los tratamientos 1, 2 y 3 un total de 2.00, 3.75 y 5.37 kilogramos de lombrices respectivamente, en el tratamiento 0 o testigo en el cual se utilizó el método tradicional de cosecha un total de 2.48 kilogramos.

Al analizar los datos anteriores por medio del análisis de medias según Tukey, nos mostró que el método de tres capas fue el mejor en cuanto a kilogramos de lombrices cosechadas, seguido por el de dos capas y por último el método tradicional y el de una capa.

En cuanto a las horas utilizadas para la cosecha, se redujeron al momento de utilizar más de dos capas en la extracción de lombriz , dando como resultado en los tratamientos 0, 1, 2 y 3 un total de 43.33, 48.5, 19.0, y 7.5 horas respectivamente, favoreciendo de nuevo la eficiencia del método de tres capas.

Llegando a la conclusión de acuerdo a los resultados obtenidos que el método de extracción con tres capas presentó los mejores resultados durante el estudio, en cuanto a recolectar mayor cantidad de lombrices utilizando menor tiempo y mano de obra.

## X. BIBLIOGRAFIA

1. Bravo, A. 1996. Técnicas y aplicaciones del cultivo de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) (en línea). Universidad de Yacambu, Venezuela. Consultado el 19 de nov. 2003. Disponible en <http://usuarios.arnet.com.ar/mmorra/vravovaras.html>
2. Cruz S.J.R. De La. 1982. Clasificación de las zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, M.A.G.A.
3. Espinoza, F. 1999. Manual básico de lombricultura para condiciones tropicales (en línea). Nicaragua. Consultado 25 nov. 2003. Disponible en <http://usuarios.arnet.com.ar/mmorra/libro2.htm>
4. Ferruzzi, C. 1994. Manual de lombricultura. Madrid. Ediciones Mundi Prensa. Pág. 53.
5. Hernández, D. 2002. Lombricultura contra contaminación ambiental. Ambientito. No. 106: Pág. 16-18.
6. Infoagro. 2003. La Lombricultura (en línea). España. Consultado 17 dic. 2003. disponible en <http://www.infoagro.com/abonos/lombricultura.asp>
7. Morra, M. 1998. La lombriz (en línea). Santa Fe, Argentina. Consultado 22 nov. 2003. Disponible en <http://usuarios.arnet.com.ar/mmorra/lombriz.htm>
8. Navas, C. 2003. Humus de la lombriz: el mejor fertilizante natural del mundo (en línea). Buenos Aires, Argentina. Consultado 5 nov. 2003. Disponible en <http://usuarios.arnet.com.ar/mmorra/Humus.htm>
9. Ravera, A.; De Sanzo, C. 2000. Como criar lombrices rojas californianas, manual gratuito (en línea). Buenos Aires, Argentina. Consultado 2 nov. 2003. Disponible en <http://www.lombricesrojas.com.ar/libro>
10. Vielman, R. Ovalles, J. León, A. Medina, A. 2003. Valor nutritivo de la harina de lombriz (*Eisenia foetida*) como fuente de aminoácidos y su estimación cuantitativa mediante cromatografía (HPLC) (en línea). Universidad de los Andes. Republica Bolivariana de Venezuela. Consultado 7 dic. 2003. Disponible en <http://www.ugr.es/~ars/abstract/44-43-03.pdf>
11. Worms Argentina. 2004. Curso de lombricultura a distancia (en línea). Rosario, Republica Argentina. Consultado 16 dic. 2004. Disponible en <http://www.lombricultura.com/cursos.htm>
12. Zanier, A. 2000. Centro de investigación y producción de lombrices californianas (en línea). Mar del Plata, Argentina. Consultado 5 nov. 2003. Disponible en <http://www.ajzanier.com.ar/lombrices/index.html>