

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



**“COMPARACIÓN DE LOMBRIHUMUS ELABORADO CON  
ESTIÉRCOL BOVINO, EQUINO Y CAPRINO EN TÉRMINOS  
DE RENDIMIENTO Y CONTENIDO DE N-P-K”**

**JHONY EDUARDO MACZ DE LA CRUZ**

**Licenciado en Zootecnia**

**GUATEMALA, MARZO DE 2013**



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



**“COMPARACIÓN DE LOMBRIHUMUS ELABORADO CON  
ESTIÉRCOL BOVINO, EQUINO Y CAPRINO EN TÉRMINOS DE  
RENDIMIENTO Y CONTENIDO DE N-P-K”**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD

**POR**

**JHONY EDUARDO MACZ DE LA CRUZ**

Al conferírsele el título profesional de

**Zootecnista**

En el grado de Licenciado

**GUATEMALA, MARZO DE 2013**

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

DECANO:	M. V. Leónidas Ávila Palma
SECRETARIO:	M. V. Marco Vinicio García Urbina
VOCAL I:	Lic. Zoot. Sergio Amílcar Dávila Hidalgo
VOCAL II:	M. V. MSc. Dennis Sigfried Guerra Centeno
VOCAL III:	M. V. Carlos Alberto Sánchez Flamenco
VOCAL IV:	Br. Mercedes de los Ángeles Marroquín Godoy
VOCAL V:	Br. Jean Paul Rivera Bustamante

**ASESORES**

Lic. Zoot. Sergio Antonio Hernández de la Roca  
Lic. Zoot. Miguel Ángel Rodenas Argueta  
MA. Carlos Enrique Corzantes Cruz

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con lo establecido por los reglamentos y normas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración el trabajo de graduación titulado:

### **“COMPARACIÓN DE LOMBRIHUMUS ELABORADO CON ESTIÉRCOL BOVINO, EQUINO Y CAPRINO EN TÉRMINOS DE RENDIMIENTO Y CONTENIDO DE N-P-K”**

Que fuera aprobado por la Honorable Junta Directiva de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Como requisito previo a optar al título profesional de:

### **LICENCIADO EN ZOOTECNIA**

## DEDICATORIAS

- A Dios: Por darme la vida, salud, sabiduría, entendimiento, voluntad y culminar el propósito que un día inicie y que hoy llevo a feliz término con su bendición.
- A la Virgen María: Por protegerme, cobijarme de amor y ser mi lámpara en el camino de la vida en los momentos difíciles, gracias Virgencita linda.
- A mis Padres: Esteban Oscar Macz y María Elena de la Cruz por su apoyo incondicional donde prevaleció el amor, sacrificio, consejos y valores que un día sembraron, siendo un pilar fundamental, para culminar un sueño que hoy se hace realidad.
- A mis Hermanos: Alexander, Mónica Patricia, Mónica Graciela, Alejandra, Karla y Pablo, por brindarme su cariño, confianza y esa dosis de felicidad día a día.
- A mis Sobrinas: Sthepany y Alexandra por llenar de alegría mi corazón.
- A mis Abuelos: Manuel Chun y Rumalda Macz (Q.E.P.D), Paulina y Paulino de la Cruz por sus sabios consejos.
- A mis tías y tíos: Por brindarme palabras de aliento en especial a Arnoldo Macz por esas capsulas de vida de cómo enfrentar las situaciones.
- A mi primo: Hugo Leonel Macz que ha estado durante toda su vida como un hermano.
- A mis amigos: Julia, Álvaro, María, Rogelio, Karla y atletas que hemos formado una estrecha amistad compartiendo momentos inolvidables.
- A Casa Betania: En especial a Padre Antonio Bernasconi (Q.E.P.D), Dios lo tenga en su Gloria.

## **AGRADECIMIENTOS**

- A: La Universidad de San Carlos de Guatemala y la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, en especial a la Escuela de Zootecnia por haberme formado académicamente.
- A: Mis asesores Antonio Hernández, Miguel Rodenas y Enrique Corzantes por su tiempo, ayuda y paciencia a lo largo de esta investigación.
- A: Mis catedráticos por transmitir sus conocimientos, experiencia y enseñanzas a lo largo de mi carrera.
- A: Monseñor Gerardo Flores Reyes por brindarme su apoyo incondicional.
- A: Doña Julia, Juanita, Octavia y Luciano por la hospitalidad que me brindaron.
- A: Fernando, Ángel, Andrea, Jorge, Julio, Saúl, Luis y Susana por su valiosa amistad.
- A: Todas aquellas personas que con unas palabras de aliento me brindaron su cariño, que Dios les bendiga.

## ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. HIPÓTESIS.....	2
III. OBJETIVOS .....	3
3.1 General .....	3
3.2 Específicos.....	3
IV. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
4.1 Reseña histórica de la lombricultura .....	4
4.2 Generalidades de la lombriz <i>Eisenia foétida</i> .....	4
4.3 Factores de manejo de la lombricultura .....	5
4.3.1 Humedad .....	5
4.3.2 Temperatura .....	5
4.3.3 pH.....	5
4.3.4 Alimentación .....	6
4.3.5 Agua .....	6
4.3.6 Aireación.....	6
4.3.7 Luz.....	6
4.4 Características de los sustratos .....	6
4.4.1 Estiércol bovino .....	7
4.4.2 Estiércol equino .....	7
4.4.3 Estiércol caprino .....	8
4.5 Características del lombrihumus .....	8
4.5.1 Efecto de la Utilización de lombrihumus sobre las propiedades del suelo.....	8
4.5.1.1 Efecto sobre las propiedades químicas .....	9
4.5.1.2 Efecto sobre las propiedades físicas .....	9

4.6	Características de macro elementos (N-P-K).....	9
4.6.1	Nitrógeno (N) .....	9
4.6.2	Fósforo (P).....	10
4.6.3	Potasio (K) .....	10
4.7	Uso de Fertilizantes químicos y orgánicos.....	11
V.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
5.1	Localización y descripción.....	12
5.2	Materiales.....	12
5.2.1	Materiales y equipo para elaboración de lechos.....	12
5.2.2	Materiales orgánicos.....	13
5.2.3	Equipo.....	13
5.3	Desarrollo del estudio .....	13
5.3.1	Fase experimental .....	14
5.3.1.1	Fase de maduración .....	14
5.3.1.2	Fase de siembra .....	16
5.3.1.3	Fase de recolección.....	16
5.3.2	Fase de análisis de laboratorio .....	17
5.3.3	Modelo estadístico.....	17
5.3.4	Análisis estadístico .....	17
5.3.5	Tratamientos evaluados .....	17
5.3.6	Variables medidas .....	18
VI.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	19
6.1	Nitrógeno, Fósforo y Potasio por kilo de humus.....	19
6.1.1	Nitrógeno total .....	19
6.1.2	Fósforo .....	20

6.1.3	Potasio.....	20
6.2	Kilos de humus producido.....	21
6.3	Kilos de lombriz producida.....	22
VII.	CONCLUSIONES.....	24
VIII.	RECOMENDACIONES .....	25
IX.	RESUMEN.....	26
	SUMMARY.....	28
X.	BIBLIOGRAFÍA.....	30

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1.	Características químicas del estiércol (datos en %) .....	7
CUADRO 2.	Resultados de los análisis de la composición de los diferentes sustratos en base fresca, previo a la maduración.....	15
CUADRO 3.	Tratamientos evaluados con los diferentes sustratos en la producción de lombrihumus .....	18
CUADRO 4.	Resultado promedio de nitrógeno, fósforo y potasio en un kilogramo de humus producido. ....	19
CUADRO 5.	Resultado promedio del humus producido (base fresca), según el estiércol .....	21
CUADRO 6.	Resultado promedio de lombriz producida según el estiércol evaluado. ....	22

## I. INTRODUCCIÓN

Debido a la importancia dada actualmente a conservar el medio ambiente, es necesario tomar decisiones correctas en cuanto al manejo de los desechos sólidos producidos por las explotaciones pecuarias y minimizar así el impacto ambiental que estas actividades productivas generan.

Una de las tecnologías utilizadas en el tratamiento de los desechos sólidos es la lombricultura. Esta técnica consiste en el proceso de degradación de la materia orgánica por medio de la lombriz *Eisenia foétida*. Las excretas de la lombriz producen un 60% de la sustancia llamada humus de lombriz o lombrihumus, que constituye un sustrato ideal para la proliferación de microorganismos útiles con la finalidad de mejorar las condiciones del suelo con fines agrícolas.

Las lombrices transforman los minerales no asimilables presentes en los desechos animales en nitratos y fosfatos directamente asimilables por las plantas. El humus de lombriz es inodoro, no se pudre, no se fermenta, es de acción prolongada y de económica producción, dado que no requiere de mucho espacio ni infraestructura para su elaboración. (Morra, 1998)

El propósito de este estudio es generar información sobre las características químicas y rendimiento del lombrihumus, utilizando diferentes sustratos para su elaboración, contribuyendo así a la expansión de este tipo de tecnología cuyo impacto ambiental es positivo.

## II. HIPÓTESIS

- a) Existe diferencia estadística significativa en el lombrihumus de estiércol bovino, equino y caprino en términos de contenido de nitrógeno, fósforo y potasio (%).
- b) Existe diferencia estadística significativa en el rendimiento de lombrihumus de estiércol bovino, equino y caprino en términos de kilogramos de lombrihumus por metro cúbico.
- c) Existe diferencia estadística significativa en la producción de lombriz utilizando estiércol bovino, equino y caprino como sustrato, en términos de gramos.

### **III. OBJETIVOS**

#### **3.1 General**

Generar información sobre el rendimiento de lombriz, lombrihumus y contenido de nitrógeno, fósforo y potasio al utilizar diferentes tipos de estiércol animal.

#### **3.2 Específicos**

- a) Comparar el contenido de nitrógeno, fósforo y potasio del lombrihumus de estiércol bovino, equino y caprino en porcentaje por kilogramo.
- b) Comparar el rendimiento de lombrihumus de estiércol bovino equino y caprino en términos de kilogramos por metro cúbico producido.
- c) Comparar la producción de lombrices en gramos por metro cúbico de sustrato.

## IV. REVISIÓN DE LITERATURA

### 4.1 Reseña histórica de la lombricultura

Desde los tiempos del antiguo Egipto en los valles fértiles del Nilo, se le definió a la lombriz como los intestinos de la tierra. Los primeros estudios profundos sobre el tema y las primeras nociones sobre reproducción y hábitat de las lombrices datan de 1837. Estos estudios e investigaciones fueron dirigidos por el biólogo británico Charles Darwin, quien dedicó a esta especie una buena parte de su trabajo.

Por razones de crianza, reproducción y variedad de desechos orgánicos que ingieren estas lombrices, son las más adecuadas para la producción de lombrihumus dada su rusticidad, tolerancia a los factores ambientales y potencial reproductor. La lombriz (*Eisenia foétida*) es la especie más cultivada en el mundo entero. (Ferruzzi, 2001)

### 4.2 Generalidades de la lombriz *Eisenia foétida*

Se desarrolla en óptimas condiciones en zonas con un clima templado. Su temperatura corporal oscila entre los 19 y los 20°C. Mide de 6 a 8 cm de longitud, su diámetro oscila entre los 3 y los 5 mm, es de color rojo oscuro, respira a través de la piel y no tiene dientes. La lombriz succiona la comida a través de su boca. Cuando aquella llega al estómago unas glándulas especiales se encargan de segregar carbonato cálcico cuya finalidad es neutralizar los ácidos presentes en la comida digerida.

La lombriz vive aproximadamente unos 16 años y alcanza la madurez sexual a los tres meses de edad, se le puede considerar completamente adulta a los siete meses de su nacimiento. Se acopla regularmente, cada 7 días, a partir de los 90 días de edad, si la temperatura y la humedad del medio son de su agrado. Cada huevo o cápsula contiene de 2 a 20 pequeñas lombrices. (Ferruzzi, 2001)

### **4.3 Factores de manejo de la lombricultura**

#### **4.3.1 Humedad**

Es un factor de mucha importancia que influye en la reproducción. El sustrato debe estar entre el 70 y 80%. Una humedad del sustrato superior al 85 % hace que las lombrices entren en un período de latencia y se afecta la producción. Debajo de 70 % de humedad es una condición desfavorable. Niveles de humedad inferiores al 55 % son mortales para las lombrices. La prueba para medir el porcentaje de humedad en el sustrato se conoce como prueba de puño, la cual consiste en tomar una cantidad del sustrato con el puño de una mano, posteriormente se le aplica fuerza, lo normal de un brazo, y si salen de 8 a 10 gotas es que la humedad está en un 80 % aproximadamente. En cualquier caso es mejor utilizar un medidor de humedad. (Abonos, s.f)

#### **4.3.2 Temperatura**

La temperatura del medio, óptima para la lombriz (*Eisenia Foétida*) es aquella que se acerca lo más posible a la de su propio cuerpo (19°C). Por lo tanto, el lecho no puede estar expuesto durante el día a la acción directa de los rayos solares, ni durante la noche a los fríos de la misma. (Ferruzzi, 2001)

#### **4.3.3 pH**

Antes de incorporar estiércol a los lechos en forma de sustrato como alimento es necesario comprobar su acidez. El alimento de las lombrices deberá tener un pH entre 6.5 y 7.3. (Castillo, s.f)

Un pH de 7, indica una sustancia neutra, exenta de acidez. Para la prueba con el papel tornasol se coge una muestra muy húmeda de estiércol con la mano; se introduce una tira de dicho papel en medio del estiércol y se mantiene la mano cerrada durante 20-30 segundos; se abre la mano y se espera otros 20-30 segundos, la tira de papel cambiará de color. Es importante realizar esta prueba cada vez que se recibe una nueva cantidad de material orgánico con la finalidad de controlar su maduración y su estado de descomposición. (Ferruzzi, 2001)

#### **4.3.4 Alimentación**

El alimento que se les proporciona es materia orgánica parcial o totalmente descompuesta. (La lombricultura, s.f)

#### **4.3.5 Agua**

En cuanto al tipo de agua se puede utilizar proveniente de perforación, de río o laguna y/o de lluvia. El agua de lluvia es la de mejor calidad, y en lo que respecta al resto de tipos de agua no deben ser de las consideradas "aguas duras". Las lombrices pueden vivir en menos humedad pero disminuyen su actividad.

Conviene regar en forma manual. La lluvia no afecta, salvo que se produzcan inundaciones. Lo que interesa regar son los 10-15 cm superiores del lecho ya que allí se encuentra la mayor parte de las lombrices. (Ferruzzi, 1986)

#### **4.3.6 Aireación**

Es fundamental para la correcta respiración y desarrollo de las lombrices. Si la aireación no es la adecuada el consumo de alimento se reduce y por lo tanto es necesario remover los lechos con rastrillo por lo menos cada siete días. (Ferruzzi, 1986)

#### **4.3.7 Luz**

La lombriz (*Eisenia foétida*) por ser fotofóbica es muy sensible a la luz y rayos ultravioletas que le ocasionan la muerte, por ello es recomendable ubicarlas en lugares con sombra. (Ferruzzi, 2001)

### **4.4 Características de los sustratos**

El manejo de estiércol o sustrato es el elemento de mayor importancia dentro del cultivo de lombrices, puesto que si se entrega estabilizado o maduro a las lombrices, se asegura que el pie de cría se reproduzca aceleradamente y en poco tiempo se habrá multiplicado.

En el siguiente cuadro se tiene una composición media de estiércol fresco de diferentes animales domésticos. (Sanzo, 2007)

### CUADRO 1.

Características químicas del estiércol (datos en %)

ESTIERCOL	M.O	pH	N	P	K
Bovino	48.90	7.6	1.27	0.81	0.84
Equino	55.2	7.2	2.02	1.15	1.30
Caprino	52.8	8.2	1.55	2.95	0.74

Fuente: Aso y Bustos, 1991. (Sosa, 2005)

#### 4.4.1 Estiércol bovino

Es aceptable para utilizarlo como alimento durante la producción. Es de óptimas condiciones y el más abundante en zonas ganaderas. Este estiércol presenta una condición de fácil manejo, debido a su menor compactación y acidificación. Contiene enzimas que ayudan a facilitar la acción bacteriana al pasar por el tracto digestivo de la lombriz. El contenido de nitrógeno depende del tipo de alimentación suministrado a los animales, ya sea forrajes, mezcla con leguminosas o con complemento a base de concentrados.

Se requiere de un período previo de maduración mínimo entre 15-20 días dependiendo de las condiciones climáticas del lugar, en especial de la temperatura, antes de su uso como alimento para la lombriz. En climas con estaciones secas calurosas el estiércol sufre una deshidratación importante que paraliza su maduración, facilita el manejo y transporte, pero requiere de una profunda rehidratación para su empleo en el compostaje. (Díaz, 2006)

#### 4.4.2 Estiércol equino

Es óptimo por su alto contenido de celulosa. La principal característica es su alta porosidad que lo hace un material muy accesible como alimento de las lombrices. Su contenido nutricional al igual que todo estiércol depende de la calidad de los materiales consumidos, de lo cual dependerá igualmente al final del proceso la calidad nutricional del humus de lombriz. Como cualquier estiércol, mejora con la mezcla de residuos vegetales agrícolas verdes o de residuos domésticos. (Díaz, 2006)

#### **4.4.3 Estiércol caprino**

Al igual que el estiércol bovino, este presenta condiciones óptimas para ser utilizado en alimentación de las lombrices, tanto en su contenido de nitrógeno, como su baja acidez. Presenta la ventaja de su fácil manejo y acarreo debido a condición sólida y poca humedad; por lo que se requiere aplicar mayor cantidad y frecuencia de agua. (Hernández, 2002).

#### **4.5 Características del lombrihumus**

El humus de la lombriz está compuesto principalmente por carbono, oxígeno, nitrógeno e hidrógeno, encontrándose también una gran cantidad de microorganismos. Las cantidades de estos elementos dependerán de las características químicas del sustrato que dieron origen a la alimentación de lombrices. El lombrihumus cumple un rol trascendente al corregir y mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas de los suelos. (Sanzo, 2007)

El lombrihumus debe su enorme valor sobre todo a la flora bacteriana que contiene y debería ser llamado con más propiedad elemento corrector, en lugar de elemento fertilizante. Sus características principales son las de poder combinar, gracias a las enzimas producidas por su dotación bacteriana, sus propios elementos especiales con los presentes en el terreno en función de las necesidades específicas de cada tipo de planta. (Ferruzzi, 2001)

##### **4.5.1 Efecto de la Utilización de lombrihumus sobre las propiedades del suelo**

#### **4.5.1.1 Efecto sobre las propiedades químicas**

- Incrementa la disponibilidad de Nitrógeno, Fósforo y Azufre, fundamentalmente Nitrógeno.
- Incrementa la eficiencia de la fertilización, particularmente Nitrógeno.
- Estabiliza la reacción del suelo, debido a su alto poder amortiguador.
- Inactiva los residuos de plaguicidas debido a su capacidad de absorción.
- Inhibe el crecimiento de hongos y bacterias que afectan a las plantas.

#### **4.5.1.2 Efecto sobre las propiedades físicas**

- Mejora la estructura del suelo haciendo más ligeros a los suelos arcillosos y compactos a los arenosos.
- Mejora la permeabilidad y ventilación.
- Reduce la erosión del suelo.
- Incrementa la capacidad de retención de humedad.
- Confiere un color oscuro en el suelo ayudando a la retención de energía calorífica. (Sanzo, 2007)

### **4.6 Características de macro elementos (N-P-K)**

#### **4.6.1 Nitrógeno (N)**

Es el elemento más importante en la nutrición vegetal; forma parte de las proteínas, ácidos nucleídos y otros compuestos de la célula vegetal y además es el único elemento del que no se dispone como mineral en la roca madre.

Las plantas lo absorben, principalmente a través de las raíces, la formación de proteínas origina el crecimiento de las hojas y el aumento de la extensión de su

superficie verde, incrementándose de este modo la fotosíntesis y estimulándose el crecimiento. Conforme aumenta el aporte de nitrógeno, también aumenta la relación existente entre la cantidad de proteína y el material de la pared celular. Esto da lugar a hojas más suculentas con un mayor contenido en agua. Si el aporte de nitrógeno es excesivo, las células de las hojas aumentan de tamaño y su pared disminuye de grosor y es por eso que las hojas son fácilmente dañadas por el viento, por la lluvia, por las heladas, por los hongos e insectos. (Simpson, 1991)

#### **4.6.2 Fósforo (P)**

Las raíces de las plantas absorben el fósforo en forma de iones ortofosfato. Tiene un papel absolutamente indispensable para la planta, por formar parte del núcleo de las células, es indispensable en la división celular y de aquí que sea sobre todo importante a nivel de los puntos de crecimiento de la planta, es decir en el tejido de los meristemas. El fósforo es asimismo indispensable para la planta por su intervención en diversas reacciones enzimáticas, como por ejemplo en la fascinante y compleja reacción de la conversión del agua y dióxido de carbono en azúcares y almidones en el proceso conocido como fotosíntesis. (Simpson, 1991)

#### **4.6.3 Potasio (K)**

El potasio no forma parte ni de las proteínas, ni de los hidratos de carbono ni de cualquier otro de los componentes principales de la planta. Es fácilmente absorbido por las raíces de las plantas en forma de ion potasio ( $K^+$ ) y éste es retenido principalmente en el jugo celular, interviniendo en la regulación de la presión osmótica y en el mantenimiento de la turgencia de la planta. El potasio también interviene en los procesos indispensables de la fotosíntesis y de la respiración así como en el transporte de los hidratos de carbono desde una parte a otra dentro de la misma planta. En la actualidad se sabe con certeza que el potasio es un catalizador de las reacciones enzimáticas fundamentales que intervienen en la síntesis de proteínas. El potasio tiene una gran movilidad para pasar del suelo a la planta. Es capaz de transferir potasio desde las hojas más

antiguas a las más recientes. Esto altera el equilibrio osmótico de las hojas más antiguas, las cuales pierden agua en el borde y entre las nerviaciones principales. (Simpson, 1991)

#### **4.7 Uso de Fertilizantes químicos y orgánicos**

La utilización de fertilizantes químicos, ha reducido de forma alarmante la calidad de los suelos a pesar de que el agricultor procura hacer una rotación regular de cultivos para no empobrecer el suelo.

La aplicación repetida de fertilizantes químicos mata microorganismos esenciales que son necesarios para un suelo saludable y vivo, las plantas ya no son capaces de obtener los nutrientes de estos suelos muertos sino se hacen dependientes de los fertilizantes químicos para poder sobrevivir. Estos químicos necesitan agua para poder liberar sus nutrientes; quiere decir que el nitrógeno, fósforo y potasio son disueltos en cuerpos de agua, contaminándolos.

A grandes rasgos resultan evidentes dos elementos de vital importancia: la acidez y la flora bacteriana, por lo tanto, sería aconsejable disminuir la utilización de fertilizantes químicos, a productos orgánicos en un cien por ciento, que son alternativas fiables y sostenibles que aumentan su fertilidad en cuanto a características físicas, químicas y biológicas del suelo. (Ferruzzi, 2001).

## **V. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **5.1 Localización y descripción**

El trabajo de investigación se realizó en las instalaciones de la Granja Experimental de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, ubicada en el Campus Central de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC) la cual se encuentra localizada en el Municipio de Guatemala, Departamento de Guatemala, con una altitud de 1,200 msnm. La temperatura oscila entre los 20 °C a 26 °C y con una precipitación pluvial anual promedio entre 1225 mm. El clima de este departamento pertenece a la zona de vida Bosque húmedo subtropical templado (Holdridge, 2001)

### **5.2 Materiales y equipo**

#### **5.2.1 Materiales y equipo para elaboración de lechos:**

- 6 tablas de 12 pies
- 2 libras de clavos de 2 pulgadas
- Sierra eléctrica
- Martillo
- Barreno
- Broca de ½ pulgada
- 60 centímetros de tubo de cobre de ½ pulgada
- 2 metros de manguera para riego de ½ pulgada
- encendedor de gas
- Bolsas de polietileno negro
- Palanganas
- Cilindros de concreto
- 1 marcador con tinta permanente
- Papel bond
- Cinta adhesiva

### **5.2.2 Materiales orgánicos y minerales:**

- 180 gramos de Coqueta roja (*Eisenia foetida*)
- 20 kilogramos de estiércol bovino
- 20 kilogramos de estiércol equino
- 20 kilogramos de estiércol caprino
- 5 kilogramos de ceniza
- Agua potable

### **5.2.2 Materiales y equipo para la recolección de sustratos:**

- 3 galones de plástico
- 15 yardas de nylon
- 1 yarda de cedazo de 2 mm.
- Costales
- 18 bolsas ziploc
- Balanza de reloj
- Balanza analítica
- Cámara fotográfica
- Computadora
- Termómetro
- Papel pH
- 1 Pala
- 1 regadera

### **5.3 Desarrollo del estudio:**

El estudio contempló la recolección de estiércol, con el propósito de utilizar residuos orgánicos como abono, para fines agrícolas y pasturas en producciones no intensivas, con pequeños productores; cuya alimentación es concentrado (bovino 2.27 kg/a/día, equino 2.73 kg/a/día y caprino 0.45 kg/a/día), pastoreo y forraje de corte (bovino 15 kg/a/día napier, equino 18.18 kg/a/día napier y caprino 2.84 kg/a/día hierba de pollo y napier), cuya procedencia de este material lo

realizaban a orillas de la carretera por no contar con una superficie y el capital para poder establecerlo.

Previo a iniciar la colecta de los diferentes sustratos, se elaboraron 15 lechos; utilizando madera de pino de 12 pies de largo X 1pie de ancho X 1 pulgada de grueso, con las siguientes dimensiones:

- 0.50 m. de largo
- 0.20 m. de ancho
- 0.15 m. de alto

Elaborados los lechos se perforó con barreno eléctrico en la parte frontal central inferior, para eliminar el exceso de líquido acumulado. Luego se forró el interior con polietileno, para mantener la humedad adecuada.

Teniendo las cajas elaboradas, se procedió a colectar los diferentes sustratos en las explotaciones dedicadas a estas especies animales, luego se almacenó en costales de brin. El sustrato bovino no presentó ninguna dificultad para su colecta. En cuanto al sustrato equino, una de las dificultades es la cama utilizada, ya que éste se mezcla con el estiércol que el animal excreta; para evitar la contaminación se colectó lo menos contaminado posible para evitar resultados no confiables en el experimento. Para la recolección del estiércol caprino se colocó en la parte inferior, costales extendidos para obtener la mayor cantidad. Todos los sustratos se colectaron garantizando la uniformidad.

### **5.3.1 Fase experimental**

Esta fase tuvo una duración de 55 días. Se recolectaron los tres sustratos y se procedió de la siguiente manera:

#### **5.3.1.1 Fase de maduración:**

Los tres sustratos se colocaron sobre un nylon de polietileno negro, extendido sobre la superficie para ser homogenizado y extendido. Previo a iniciar el proceso de maduración, se tomó un kilogramo de muestra en cada sustrato

para realizar en base fresca, el análisis y determinar la cantidad de nitrógeno, fósforo y potasio. Luego se incorporó ceniza alrededor de los sustratos como controlador biológico de hormigas.

Los análisis de materia orgánica se realizaron en el Laboratorio de Edafología, en la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC), obteniendo los resultados que a continuación se presentan en el cuadro dos.

### CUADRO 2.

Resultados de los análisis de la composición de los diferentes sustratos en base fresca (1 kilogramo), previo a la maduración.

SUSTRATOS	NITRÓGENO TOTAL (%)	FÓSFORO (%)	POTASIO (%)
BOVINO	1.64	0.50	0.35
EQUINO	1.10	0.40	0.54
CAPRINO	2.37	0.51	1.13

Fuente: Laboratorio de Edafología de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Transcurrido 10 días de la maduración, se tomó una muestra para determinar si el pH del sustrato era adecuado para las lombrices; se utilizó el método de papel tornasol, que consistió en tomar una muestra húmeda de estiércol con la mano; se introduce una tira de dicho papel en medio del estiércol y se presiona durante 25 segundos; luego se extiende la mano y se espera entre 20 y 30 segundos, la tira de papel cambia de color, este es comparado en una escala

de colores la cual indica si es alcalino o ácido. Para confirmar si los sustratos se encuentran en buenas condiciones, se efectuó otra prueba llamada P50L. Esta consistió en tomar una muestra y colocar en su interior un total de 50 lombrices por 24 horas (Ferruzzi, 2001).

Transcurrido el tiempo requerido y no habiendo muerte de las lombrices se considera que el sustrato es adecuado para iniciar el proceso de siembra de las lombrices; en este caso se colocaron tres recipientes plásticos con los diferentes sustratos, luego se incorporaron 50 lombrices por 24 horas; transcurrido este período se pudo observar que las lombrices asimilaron los sustratos.

#### **5.3.1.2 Fase de siembra:**

Con los sustratos en condiciones adecuadas de pH, se depositaron 4 kilogramos de sustrato en cada lecho. Luego de llenados los 15 lechos se inició el riego a modo de que los sustratos tuviesen un 70 a 80% de humedad. Para poder determinar esto se realizó la prueba de puño que consistió en ejercerle presión a una muestra, la cual se extrajo de 8 a 10 gotas de agua; la temperatura se tomó con un termómetro dando como resultado en la toma de esta 24°C.

Con la adecuada humedad y temperatura, se procedió a la siembra de 12 gramos de lombriz (*Eisenia foetida*) por cada cuatro kilogramos de sustrato; durante todo el proceso se regó y se removió con una paleta una vez por semana para tener buena oxigenación y humedad.

#### **5.3.1.3 Fase de recolección:**

Luego de transcurridos 45 días de estudio, se recolectó el lombrihumus y se cosechó la lombriz por medio de la técnica de tamizado, para lo cual se utilizó cedazo de 2 milímetros, a fin de retener la lombriz y por la abertura que este posee se filtró el lombrihumus teniendo por separado cada uno de estos elementos, se tomaron los diferentes pesos para determinar el rendimiento en cuanto a la producción de lombrihumus y lombriz que se reprodujo durante el estudio.

### 5.3.2 Fase de análisis de laboratorio:

Los análisis de materia orgánica se realizaron en el Laboratorio de Edafología, en la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC); el método de Kjeldahl se utilizó para determinar nitrógeno y digestión seca para fósforo y potasio. Se tomó un kilogramo de muestra homogenizada de cada repetición para ser analizado y de esta manera determinar si los porcentajes de nitrógeno, fósforo y potasio, tuvieron variación en el producto final ya procesado.

### 5.3.3 Modelo estadístico:

El modelo estadístico utilizado corresponde al diseño completamente al azar, el cual se describe a continuación:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \quad \begin{array}{l} i = 1, 2, \dots, r \\ j = 1, 2, \dots, t \end{array}$$

En donde:

$Y_{ij}$  = Variable de respuesta de la  $ij$  –ésima unidad experimental.

$\mu$  = Media general.

$\tau_i$  = Efecto del  $i$  –ésimo tratamiento.

$\varepsilon_{ij}$  = Error experimental asociado a la  $ij$  –ésima unidad experimental –

### 5.3.4 Análisis estadístico:

Los datos obtenidos para las variables evaluadas se sometieron a análisis de varianza, para determinar diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos. Al encontrarse diferencia significativa entre tratamientos se procedió a efectuar la prueba de Medias de Tukey (Morales, P. 2011).

### 5.3.5 Tratamientos evaluados:

Los tratamientos en el presente trabajo de investigación evaluados se muestran en el siguiente cuadro.

### CUADRO 3.

Tratamientos evaluados con los diferentes sustratos en la producción de lombrihumus.

TRATAMIENTO	CONTENIDO
A	Estiércol de bovino
B	Estiércol de equino
C	Estiércol de caprino

Fuente: elaboración propia

#### 5.3.6 Variables medidas:

**Nitrógeno, Fósforo y Potasio (%):** se obtuvieron mediante análisis de laboratorio.

**Producción de humus (Kg.):** se obtuvo tomando el peso del material que se recolectó, al final del proceso de degradación del estiércol.

**Reproducción de lombriz (gr.):** se obtuvo tomando el peso de la población de la lombriz al final del estudio.

## VI.RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presenta el análisis de los resultados obtenidos mediante la prueba estadística tomando en cuenta las variables nitrógeno, fósforo y potasio (%), humus (kg) y lombriz producida (gr).

### 6.1 Nitrógeno, Fósforo y Potasio por kilo de humus:

#### CUADRO 4.

Resultado promedio de nitrógeno, fósforo y potasio en un kilogramo de humus producido.

TRATAMIENTO	NITRÓGENO TOTAL (%)	FÓSFORO (%)	POTASIO (%)
A	1.33 <sup>b</sup>	0.59 <sup>a</sup>	0.32 <sup>c</sup>
B	1.17 <sup>b</sup>	0.48 <sup>b</sup>	0.51 <sup>b</sup>
C	1.91 <sup>a</sup>	0.63 <sup>a</sup>	1.99 <sup>a</sup>

Nota: Medias con distintas letras indican diferencias estadísticas significativas ( $P < 0.05$ )

#### 6.1.1 Nitrógeno total:

Según los resultados presentados en el cuadro 3, se observó que los tratamientos A (bovino) y B (equino) no presentaron diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) entre ellos en cuanto al contenido de nitrógeno, sin embargo el tratamiento C (caprino) mostró diferencia significativa en comparación con los demás tratamientos. El tratamiento C presentó el mayor contenido de nitrógeno en el material analizado (1.91%).

La disponibilidad de nitrógeno total en los sustratos no procesados (bovino 1.64%, equino 1.10% y caprino 2.37%), fueron superiores a los tratamientos evaluados. Estudios realizados por Castillo, A. 1999, con estiércol vacuno reportó 1.25% más de nitrógeno que los residuos de cocina con 0.57%, éste indica que el contenido bajo de nitrógeno total en un abono orgánico se debe a la relación alta

carbono/nitrógeno, retardando la mineralización, ya que el nitrógeno orgánico debe convertirse a la forma inorgánica antes de ser absorbido por las raíces, cuyas formas varían según el origen del abono.

### **6.1.2 Fósforo:**

En cuanto al fósforo, el tratamiento A (0.59%) y C (0.63%) no presentaron diferencias ( $P>0.05$ ), pero el tratamiento B (0.48%) si presentó diferencia significativa con los demás tratamientos (A y C).

Investigaciones realizadas en Argentina en sustratos de bovino procesado, el contenido de este elemento es de 0.032%. Este alto contenido de fósforo encontrado en el producto final concuerda con lo informado por otros autores, quienes concluyen que las lombrices ingieren con la materia orgánica grandes cantidades de fósforo, la que es digerida por el intestino y por la enorme actividad microbiana. (Castillo, A. 1999)

### **6.1.3 Potasio:**

El potasio como se puede observar en el cuadro 3, todos los tratamientos presentaron diferencias significativas ( $P<0.05$ ). En donde el tratamiento C (1.99%) presenta el mejor porcentaje seguido por el tratamiento B (0.51%), dejando al tratamiento A (0.32%) con el porcentaje más bajo.

La disponibilidad de potasio en base fresca de estiércol bovino y equino fue similar al material procesado, no así el humus de caprino que fue superior. Estos datos se asemejan con los obtenidos por Castillo, A. 1999, que el aumento de potasio en el material procesado, utilizando estiércol bovino 0.11%, desechos de cocina 0.74% y estiércol + desechos de cocina 0.77%; el estudio esperaba que la disponibilidad de los elementos mejorara por la acción de las lombrices, lo cual no ocurrió, pudiéndose atribuir esta pérdida debido al lavado durante el procesamiento del estiércol; cuando se agrega agua para mantener la humedad o gran parte de elementos químicos posiblemente esté contenido en la biomasa producida de coqueta roja. (Morales, J. 2000).

El contenido de elementos del humus, depende en gran parte en la fuente de alimentación de donde provengan los estiércoles y la alimentación ofrecida a los animales; Las lombrices modifican la estructura del material, ingieren materia orgánica e incrementan el número de poros; además producen excreción y un material más mineralizado. (Pérez, A. 2008). De acuerdo al cuadro anterior se concluye, que el tratamiento que tuvo mejores resultados en cuanto a los porcentajes de nitrógeno, fósforo y potasio fue el tratamiento c (caprino).

## 6.2 Kilos de humus producido:

### CUADRO 5.

Resultado promedio del humus producido (base fresca), según el estiércol.

TRATAMIENTO	HUMUS PRODUCIDO (kg)
A	3.27 <sup>b</sup>
B	3.65 <sup>a</sup>
C	3.77 <sup>a</sup>

Nota: Medias con distintas letras indican diferencias estadísticas significativas ( $P < 0.05$ )

Para la variable kg de humus producido se encontró que existe diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), siendo los tratamientos C (3.77 kg) y B (3.65kg) iguales entre si y superiores al tratamiento A (3.27 kg) con menor rendimiento. Los resultados obtenidos indican que el sustrato bovino produce un total de 817.5 kg/m<sup>3</sup>, equino 912.5 kg/m<sup>3</sup> y caprino 942.5 kg/m<sup>3</sup> en base fresca.

Estudios realizados demuestran que, una lombriz produce aproximadamente 0.3 gr. de humus diariamente, lo que evidencia un consumo aproximadamente

0.5 gr. diarios de alimento. (Revista Qué Verde de Fundación Produce Michoacán. 2008)

Las estimaciones del consumo de alimento y la producción de humus se pueden efectuar asumiendo que, con la dotación de lombrices a pleno, cada 10 lechos de lombricultivo (20 m<sup>3</sup>) consumen mensualmente 1 t (2.000 litros) de materia orgánica, transformado en humus el 55% (550 kg ó 1.100 l). Los tiempos de composta en estiércol de conejo, caballo, vaca, oveja, cabra y material vegetal es de 45 días. (Schuldt, M. 2007)

### 6.3 Kilos de lombriz producida:

#### CUADRO 6.

Resultado promedio de lombriz producida según el estiércol evaluado.

TRATAMIENTO	LOMBRIZ PRODUCIDA(gramos)
A	46.00 <sup>a</sup>
B	44.40 <sup>a</sup>
C	55.40 <sup>a</sup>

Nota: Medias con igual letra no presentan diferencias estadísticas significativas (P>0.05)

Como se puede observar en el cuadro 5, para esta variable no se encontró diferencia significativa (P>0.05) entre tratamientos. De esta manera se rechaza la hipótesis planteada para esta variable.

En 1m<sup>3</sup> de sustrato caprino se produjeron 13.85 kg de lombriz, bovino 11.5 kg y equino 11.10 kg. Estudios realizados mencionan que las lombrices rojas (*Eisenia foetida*), presentan una tasa de crecimiento de 3.8 veces de peso por mes (Barrios, F. 1999). De acuerdo a los resultados de este estudio se puede

decir que el crecimiento de las lombrices se ubica dentro de un rango adecuado (2.70 veces).

## VII. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las que se efectuó el presente estudio, se puede concluir lo siguiente:

- Las heces de caprino presentan mayor concentración de nitrógeno, fósforo y potasio que las de bovino y equino.
- Las heces de caprino presentaron una mejor opción como sustrato para la producción de lombrihumus, en comparación con las heces bovinas y equinas.
- La producción de lombriz en los diferentes tratamientos (bovino, equino y caprino). fue similar en cuanto a los gramos producidos durante todo el proceso.

## VIII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar estiércol caprino como sustrato para la producción de lombrihumus.
- Se recomienda utilizar estiércol caprino, bovino ó equino para la producción de lombriz coqueta roja (*Eisenia foetida*).

## IX.RESUMEN

Macz de la Cruz. Jhony E. "Comparación de lombrihumus elaborado con estiércol bovino, equino y caprino en términos de rendimiento y contenido de N-P-K" Tesis Lic. Zoot, GT. USAC/FMVZ.

El propósito de este estudio fue generar información sobre el rendimiento de lombriz, lombrihumus y contenido de nitrógeno, fósforo y potasio al utilizar diferentes tipos de estiércol animal. El estudio contempló la recolección de estiércol en producciones no intensivas, con pequeños productores con el fin de establecer la utilidad de residuos orgánicos como fertilizantes para fines agrícolas y pasturas. Los tres sustratos se colocaron sobre un nylon de polietileno negro, extendido sobre la superficie para ser homogenizado y extendido. Previo a iniciar el proceso de maduración, se tomó un kilogramo de muestra en cada sustrato para realizar en base fresca, el análisis y determinar la cantidad de nitrógeno, fósforo y potasio. Luego se incorporó ceniza alrededor de los sustratos como controlador biológico de hormigas. Transcurrido 10 días de la maduración, se tomó una muestra para determinar si el pH del sustrato es adecuado para las lombrices.

Con los sustratos en condiciones adecuadas, se depositaron 4 kilogramos en cada lecho y la siembra de 12 gramos de lombriz (*Eisenia foetida*); transcurridos 45 días de estudio, se recolectó el lombrihumus y se cosechó la lombriz por medio de la técnica de tamizado, para lo cual se utilizó cedazo de 2 milímetros, a fin de retener la lombriz y por la abertura que este posee se filtró el lombrihumus. Para el análisis Edafológico la disponibilidad de nitrógeno total en el tratamiento bovino fue 1.33% y equino 1.17%, sin embargo, caprino 1.91% mostró el mejor porcentaje. En cuanto al fósforo, el tratamiento bovino 0.59% y caprino 0.63% y equino 0.48% siendo este último el que presentó menor concentración con los demás. El potasio presentó en el humus caprino 1.99% el mejor porcentaje seguido por equino 0.51%, dejando al tratamiento bovino 0.32% con el porcentaje más bajo. El contenido de elementos del humus, depende en gran parte de donde provenga el estiércol y la alimentación ofrecida a los animales. En cuanto al rendimiento del humus producido el tratamientos caprino produjo 3.77 kg, equino

3.65 kg y bovino 3.27kg. Los resultados obtenidos indican que el sustrato bovino produce un total de 817.5 kg/m<sup>3</sup>, equino 912.5 kg/m<sup>3</sup> y caprino 942.5 kg/m<sup>3</sup> en base fresca. Los kilos de lombriz producida en 1m<sup>3</sup> de sustrato caprino fue de 13.85 kg, bovino 11.5 kg y equino 11.10 kg. De acuerdo a los resultados de este estudio se puede decir que el crecimiento de las lombrices se ubica dentro de un rango adecuado (2.70 veces).

## SUMMARY

Macz de la Cruz. Jhony E. "Lombrihumus comparison made with bovine, equine and goat manure in terms of performance and content of N-P-K" Tesis Lic. Zoot, GT. USAC/FMVZ.

The purpose of this investigation is to generate information about the performance of worm growth, worm humus and nitrogen, phosphorus and potassium content. The investigation includes the collection of different types of animal manure from non intensive production managed for small producers with the finality of using organic waste as fertilizer in agricultural activities and pastures.

The three substrates were placed on black polyethylene nylon for the right distribution and the proper homogenization. Previous to start the maturation process, a kilo of each substrate was taken as a sample to analyze in fresh basis to determinate the amount of nitrogen, phosphorus and potassium. To avoid the presence of ants ash as a biological control was incorporated around the substrates. After 10 days of maturation, a sample was taken to determinate the substrate pH to see if it was adequate for the worms living condition.

After having the substrates in proper conditions 4 kilos of the substrate and 12 grams of worm (*Eisenia foetida*) were deposited in the bed, then after 45 days of the investigation, the worm humus and the worm itself was collected screening thru a 2 mm mesh with the finality to separate the worms and the humus. For the edaphic analysis the availability of total nitrogen in the bovine treatment was 1.33% and equine 1.17% however goat shown the best percentage with 1.91%. regarding phosphorus contents in the bovine treatment was 0.59%, goat 0.63% being the equine 0.48% the one that shown the lowest percentage. The best percentage of potassium was found in the goat humus with 1.99%, followed by 0.51% equine and 0.32% bovine. The element found in the humus totally depends on where the manures are from and the nutrition offered to the animals. In performance of the

humus the goat was 3.77 kg, equine was 3.65 kg and bovine 3.27kg. The final result in fresh basis indicates that the total production was 817.5 kg/m<sup>3</sup> for bovine, 912.5 kg/m<sup>3</sup> for equine and 942.5 kg/m<sup>3</sup> for goat. The worm kilos produced were in goat substrate 13.85 kg, bovine 11.5 kg y equine 11.10 kg per 1m<sup>3</sup>. According to this investigation the worm production was located in a good range (2.70 times)

## X. BIBLIOGRAFÍA

1. Abonos, lombricultura. s.f. (en línea). Consultado 29 ene. 2010. Disponible en <http://www.alquimia.com.ar/noti-1.html>
2. Barrios, F. 1999. Producción de biomasa y lombrihumus de la lombriz roja Californiana, *Esenia foetida* y la lombriz roja africana, *Eudrillus eugeniae*. 1999. Nicaragua. Escuela de Agricultura y Ganadería de Estelí. (en línea). Consultado 19 abr. 2012. Disponible en <http://ebookbrowse.co/prouccion-d-e-biomasa-y-lombrihumus-de-la-lombriz-roja-pdf-d230701119>.
3. Castillo, A. 1999. Caracterización química y física de compost de lombrices elaboradas a partir de residuos orgánicos puros y combinados. (en línea). Consultado 26 abr. 2012. Disponible en [http://www.sclelo.cl/sclelo.php?ScsIpt=sci\\_arttext&pid=S0365-28072000000100008](http://www.sclelo.cl/sclelo.php?ScsIpt=sci_arttext&pid=S0365-28072000000100008)
4. Castillo, JL. s.f. Lombricultura: control de la acidez. (en línea). Consultado 15 feb. 2010. Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos15/lombricultura/lombricultura>
5. Díaz, E. 2006. Guía de lombricultura: estiércoles animales. (en línea). Consultado 15 feb. 2010. Disponible en [http://www.infojardin.com/foro/s\\_howthread.php?p = 2\\_835180](http://www.infojardin.com/foro/s_howthread.php?p = 2_835180)
6. Ferruzzi, C.1986. Lombricultura: clasificación taxonómica y ecológica. (en línea). Consultado 29 ene. 2010. Disponible en [http://www.oni.escuelas.edu.ar/2002/santa\\_fe/redes/lombricultura.htm](http://www.oni.escuelas.edu.ar/2002/santa_fe/redes/lombricultura.htm)
7. \_\_\_\_\_. 2001. Manual de lombricultura. Madrid, ES, Mundi-Prensa. 143p.
8. Hernández, D. 2002. Lombricultura contra contaminación ambiental. (en línea). Consultado 4 feb. 2010. Disponible en <http://www.una.ac.cr/ambi/AmbienTico/106/index.htm>

9. Holdridge, L. 2001. Sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge. Wikipedia. Guatemala, GT, MAGA (Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación). p. irr.
10. La lombricultura. s.f. (en línea). Consultado 28 ene. 2010. Disponible en <http://www.manualespdf.es/manual-lombricultura>
11. Morales, J. 2000. Efecto de la densidad de siembra de 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. 42p.
12. Morales, P. 2011. Introducción al análisis de varianza. (en línea). Consultado 24 mar. 2012. Disponible en [www.upcomillas.es/analisisdevarianza/ANOVAIntroduccion.pdf](http://www.upcomillas.es/analisisdevarianza/ANOVAIntroduccion.pdf)
13. Morra, M. 1998. La lombriz. (en línea). Consultado 4 nov. 2009. Disponible en <http://usuarios.arnet.com.ar/mmorra/lombriz.htm>
14. Pérez, A. 2008. Caracterización física-química y biológica de enmiendas orgánicas aplicadas en la producción de cultivos en república Dominicana. (en línea). Consultado 18 abr. 2012. Disponible en [http://www.scielo.cl/pdf/r\\_csuelo/v8n3/art02.pdf](http://www.scielo.cl/pdf/r_csuelo/v8n3/art02.pdf)
15. Revista Qué Verde de Fundación Produce Michoacán. 2008. La lombricultura capítulo 2. (en línea). Consultado 18 abr. 2012. Disponible en <http://www.aproam.com/boletines/a55.html#3>
16. Sanzo, CA. de 2007. Manual básico de lombricultura para condiciones tropicales. (en línea). Consultado 4 feb. 2010. Disponible en <http://ar.dir.groups.yahoo.com/group/lombricultura>
17. Schuldt, M. 1989. Lombricultura. (en línea). Consultado 10 feb. 2010. Disponible en <http://www.manualdelombricultura.com>

18. \_\_\_\_\_. 2007. Lombricultura desarrollo y adaptación a diferentes condiciones de Temperie. (en línea). Consultado 18 abr. 2012. Disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n080807/080720.pdf>
19. Simpson, K. 1991. Abonos y estiércoles. Trad. M Ramis Vergés. Zaragoza, ES, Acribia. 273 p.
20. Sosa, O. 2005. Los Estiércoles y su uso como enmiendas orgánicas. (en línea). Consultado 15 feb. 2010. Disponible en <http://www.fcagr.unr.edu.ar/agromensajes.htm>

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**  
**ESCUELA DE “ZOOTECNIA”**  
**“COMPARACIÓN DE LOMBRIHUMUS ELABORADO CON**  
**ESTIÉRCOL BOVINO, EQUINO Y CAPRINO EN TÉRMINOS DE**  
**RENDIMIENTO Y CONTENIDO DE N-P-K”**

f. \_\_\_\_\_

Jhony Eduardo Macz de la Cruz

f. \_\_\_\_\_

Lic. Zoot. Sergio Antonio Hernández de la Roca

ASESOR PRINCIPAL

f. \_\_\_\_\_

Lic. Zoot. Miguel Ángel Rodenas Argueta

f. \_\_\_\_\_

MA. Carlos Enrique Corzantes Cruz

**IMPRÍMASE:**

---

M. V. Leónidas Ávila Palma

DECANO

