

**DETERMINACION DEL RENDIMIENTO DE *Eisenia foetida* EN  
COMPOSTAJE DE BOVINAZA EN CINCO DENSIDADES DE SIEMBRA EN  
LA GRANJA EL PERICO, SAMPUES, SUCRE**

**LILIA PATRICIA ESCAÑO SIERRA  
LUIS EDUARDO LOPEZ MARTINEZ**

**UNIVERSIDAD DE SUCRE  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
PROGRAMA DE ZOOTECNIA  
SINCELEJO  
2003**

**DETERMINACION DEL RENDIMIENTO DE *Eisenia foetida* EN  
COMPOSTAJE DE BOVINAZA EN CINCO DENSIDADES DE SIEMBRA EN  
LA GRANJA EL PERICO, SAMPUES, SUCRE**

**LILIA PATRICIA ESCAÑO SIERRA  
LUIS EDUARDO LOPEZ MARTINEZ**

**Directora:  
LUZ MERCEDES BOTERO ARANGO  
Zootecnista**

**UNIVERSIDAD DE SUCRE  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
PROGRAMA DE ZOOTECNIA  
SINCELEJO  
2003**

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

---

---

---

---

Presidente del Jurado

---

Jurado

---

Jurado

Sincelejo, noviembre de 2003

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Sucre.

A Luz Mercedes Botero Arango, directora y decana.

A los profesores: Oscar Vergara, Orlando Navarro, Melba Vertel,  
Víctor Peroza y Alcides Sampedro.

A Arturo Doncel.

A David Rodríguez.

## *Dedicatoria*

*A Dios, porque fue mi mas grande apoyo y fortaleza; el me guió y me dio su sabiduría para enfrentar cada una de las situaciones que a diario se me presentaban.*

*A mis padres que con su apoyo constante me ayudaron a conseguir mi mayor sueño.*

*A mis hijos, Federico y Violeta, que son mi mayor estímulo para salir adelante y mi inspiración en cada uno de mis días.*

*A mi esposo, Aurelio, que con su ayuda pude sacar adelante esta empresa tan grande y lograr este maravilloso sueño.*

*A mis hermanos, gracias por su apoyo incondicional.*

*LILIA PATRICIA*

## *Dedicatoria*

*A Dios, por mostrarme el camino y continuar allí, ofreciéndome la mano para levantarme cuando tropezaba.*

*A Dilan, mi hijo, quien es el por qué de todos mis esfuerzos.*

*A Marisela, mi esposa, mi apoyo incondicional.*

*LUIS EDUARDO*

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	12
1. REVISION DE LITERATURA	14
1.1 Historia de la Lombriz	14
1.2 Clasificación Taxonómica	16
1.3 Anatomía	17
1.4 Fisiología	19
1.4.1 Digestivo	19
1.4.2 Reproductivo	20
1.5 Sustrato	21
1.5.1 Bovinaza	22
1.5.2 Conejaza	22
1.5.3 Estiércol maduro o Compost	22
1.6 Lombriabono	23
1.7 pH, Temperatura, Humedad del sustrato	25
1.8 Dinámica poblacional	26
1.9 Patrones de utilización	27
2. METODOLOGÍA	28
2.1 Ubicación y Descripción del Área de estudio	28
2.1.1 Ubicación	28
2.1.2 Relieve	28
2.1.3 Datos meteorológicos	28
2.2 Infraestructura	28
2.3 Adecuación de la cama	29
2.4 Selección de la semilla	31
2.5 Pesaje de la semilla	32
2.6 Siembra de las lombrices	33
2.7 Sustrato	34
2.8 Alimentación	35
2.9 Suministro de Agua	36
2.10 Medición De Parámetros Físico Químicos	36
2.11 Cosecha	37
2.12 Conteo	38
2.13 Pesaje	38
2.14 Diseño Experimental	38
3. RESULTADOS	39
4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	49
5. CONCLUSIONES	53
6. RECOMENDACIONES	54
7. BIBLIOGRAFÍA	56
ANEXOS	

## INDICE DE TABLAS

	Pág.
<b>Tabla 1.</b> Composición del lombriabono de <i>Eisenia foetida</i>	21
<b>Tabla 2.</b> Densidad de siembra de <i>Eisenia foetida</i> en compostaje de bovinaza utilizando bandejas plásticas en la granja El Perico	34
<b>Tabla 3.</b> Promedios y desviación estándar de la biomasa (inicial –final)	39
<b>Tabla 4.</b> Promedio y desviación estándar de adultas en relación porcentual a la biomasa sembrada inicialmente.	40
<b>Tabla 5.</b> Promedios y desviación estándar de juveniles de <i>Eisenia foetida</i>	42
<b>Tabla 6.</b> Promedios y desviación estándar para neonatos de <i>Eisenia foetida</i> en los diferentes tratamientos	43
<b>Tabla 7.</b> Promedios y desviación estándar de capullos de <i>Eisenia foetida</i>	45
<b>Tabla 8.</b> Promedios y desviación estándar para “humus” de <i>Eisenia foetida</i> cosechado	46



## INDICE DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 1.</b> Infraestructura utilizada para el cultivo de <i>Eisenia foetida</i>	30
<b>Figura 2.</b> Distribución de las bandejas con cultivo de <i>Eisenia foetida</i> en el galpón de la granja El Perico	31
<b>Figura 3.</b> Selección de la semilla de <i>Eisenia foetida</i> para la siembra en sustrato de bovinaza.	31
<b>Figura 4.</b> Semilla de <i>Eisenia foetida</i> seleccionada para la siembra en sustrato de bovinaza.	32
<b>Figura 5.</b> Pesaje de <i>Eisenia foetida</i> , en balanza digital, para la siembra	33
<b>Figura 6.</b> Siembra de <i>Eisenia foetida</i> en compostaje de bovinaza en bandejas plásticas	34
<b>Figura 7.</b> Alimentación con compostaje de bovinaza a <i>Eisenia foetida</i>	35
<b>Figura 8.</b> Medición de pH del sustrato donde se sembró la <i>Eisenia foetida</i>	37
<b>Figura 9.</b> Medición de temperatura al sustrato donde se encuentra <i>Eisenia foetida</i>	37
<b>Figura 10.</b> Curva de regresión ajustada para neonatos	40
<b>Figura 11</b> Incremento porcentual de la biomasa (inicial – final).	40
<b>Figura 12.</b> Porcentaje de adultas encontradas durante la cosecha con relación a la biomasa final	42
<b>Figura 13.</b> Porcentaje de juveniles de <i>Eisenia foetida</i> en cada tratamiento	43
<b>Figura 14.</b> Curva de regresión ajustada para Neonatos	44
<b>Figura 15.</b> Porcentaje promedio de neonatos por tratamiento	45
<b>Figura 16.</b> Promedio en porcentaje de capullos	46
<b>Figura 17.</b> Kilogramos de lombriabono producido por tratamiento	47
<b>Figura 18.</b> Promedio de temperatura del sustrato de cada tratamiento	48
<b>Figura 19.</b> Suministro de Agua por Tratamiento	48

## RESUMEN

La lombricultura es una actividad de gran interés a escala mundial no solo por las bondades ambientales ofrecidas por este sistema, sino por los productos generados durante la actividad; en la actualidad muchos países están produciendo *Eisenia foetida* y lombriabono en grandes cantidades, lo que permite potencializar otros renglones productivos (Ferruzzi, 1994). Con este trabajo se buscó determinar la densidad de siembra de *Eisenia foetida* con la que se obtuviera la mayor biomasa para maximizar la productividad del cultivo. El diseño experimental fue completamente al azar con 5 tratamientos y 4 repeticiones por tratamiento, sembradas en compostaje de bovinaza y depositada en bandejas plásticas con un área de 0.0891 cm<sup>2</sup>. La biomasa sembrada en cada bandeja fue: T1=89.1; T2=178.1; T3=267.3; T4=356.3; T5=445.5. Se seleccionaron las lombrices rojas californianas teniendo en cuenta talla, color y presencia de clitelo para garantizar la madurez sexual. Se pesaron en báscula gramera, contaron y luego se sembraron utilizando la cantidad descrita para cada tratamiento. Diariamente se realizaron mediciones de temperatura, pH y humedad del sustrato, se suministró agua y cada 4 a 7 días se agregó compostaje, dependiendo del requerimiento de cada tratamiento. El incremento porcentual más notable se presentó en T1 (104.3%), mientras que en T5 se dio un decremento de 23.74%, representado en una mortalidad de 44.56% el tratamiento donde se presentó la mayor mortalidad fue el 3, seguido por 5, 4, 2 y 1, que presentó una mortalidad de 14.56% respecto al número de individuos inicialmente sembrados. El análisis estadístico de los resultados muestra que hubo diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) en biomasa (inicial - final) y neonatos y ( $P < 0.05$ ); no se encontró diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) en capullos y juveniles. Estadísticamente los tratamientos 1 y 2 son similares pero diferentes a 3, 4 y 5 que son iguales entre si. El mejor tratamiento fue T1.

## ABSTRACT

Lombriculture is an activity of great interest at world level, not only for the environmental kindness offered for this system, but for the products generated during the activity; at the present time many countries are producing *Eisenia foetida* and humus in big quantities, which allows to maximize other productive lines (Ferruzzi, 1994). With this work it was sought to determine the density of cultivation of *Eisenia foetida*, to obtain bigger biomass and to maximize the productivity of the cultivation. The experimental design was totally at random with 5 treatments and 4 repetitions for treatments, the worms were sowed in soil of bovine and deposited in plastic trays with an area of 0.0891 cm<sup>2</sup>. The biomass sowed in each tray was: T1=89.1; T2=178.1; T3=267.3; T4=356.3; T5=445.5. The Californian red worms were selected keeping in mind size, color and clitelium presence to guarantee the sexual maturity. They were weighed in gramer scale, they were counted and then sowed using the quantity described for each treatment. Daily it carried out mensurations of temperature, pH and humidity of medium, it was provided water and each 4 to 7 days soils it was added, depending on the requirement of each treatment. However, the most remarkable percentage increment was presented in T1 (104.3%), while in T5 a decrement of 23.74% was given, represented in a mortality of 44.56%. The treatment where the biggest mortality was presented was the 3, continued by 5, 4, 2 and 1 that it presented a mortality of 14.56% regarding the number of individuals sowed initially. The statistical analysis of the results shows that there was highly significant difference ( $P < 0.05$ ) in biomass, recently born and ( $P < 0.05$ ); was not significant difference ( $P > 0.05$ ) in buds and juveniles y mature. Statistically the treatment 1 and 2 are equal, but diferentes to 3, 4 and 5 that are equal between them. The best treatment was T1.

## INTRODUCCIÓN

A través de la historia el hombre ha mostrado gran interés en el estudio de los anélidos tanto así que se nombra a Darwin como una de los más famosos investigadores interesados en este tema, el cual logró fijar algunas normas de vida y conducta de estos organismos (Hurtado y Delgado, 1987).

*Eisenia foetida* presenta muchas ventajas para el productor como son fácil manejo en cautiverio, prolificidad, resistencia al estrés, voracidad, capacidad de sobrevivir en rangos muy variados de temperatura y sustratos, la capacidad de transformar residuos orgánicos en proteína de alto valor nutricional y “humus” (Llano, 1988).

La lombricultura es una actividad con mucha acogida a nivel mundial, para la cual son utilizadas básicamente tres (3) especies de lombrices domesticadas que son *Eisenia andrei*, *Lumbricus rubellus* y *Eisenia foetida*, siendo esta última la más utilizada, pues el 80% de los criadores la escogen por las cualidades mostradas en cautiverio mencionadas anteriormente (Quiceno, 1995).

Teniendo en cuenta las bondades mostradas y reportadas en el ámbito mundial para *Eisenia foetida* y considerando que existe poca información disponible sobre las técnicas que se deben implementar para su manejo en nuestro medio, se plantea realizar algunos estudios sobre esta prodigiosa especie y las prácticas de manejo que ayuden a mejorar la rentabilidad de esta explotación en el departamento de Sucre.

Para que un cultivo de *Eisenia foetida* sea exitoso se debe tener en cuenta algunas recomendaciones hechas por varios autores, muchos de ellos difieren en algunas de las técnicas a utilizar como es el caso de la densidad de siembra,

que es un factor determinante en la dinámica de la población. Las densidades de siembra recomendadas por los distintos autores quizás se deben a las condiciones medioambientales del lugar donde fueron desarrollados los cultivos que se tomaron como referencia y la finalidad de producción que estos tenían.

Esta investigación pretendió determinar la densidad óptima de siembra de *Eisenia foetida*, con la que pudiera obtener la mayor producción de biomasa para maximizar la productividad del cultivo adicionalmente se midieron los parámetros físico químicos (humedad, pH y temperatura) en el sustrato en el que estaban *Eisenia foetida*, se midió el intervalo entre suministros de alimento para cada uno de los tratamientos de acuerdo a la transformación del sustrato en "humus"; se determinó el número de individuos de la población final de cada uno de los tratamientos, diferenciando adultos, juveniles, neonatos y capullos; y finalmente se midió la cantidad de humus producido en cada tratamiento.

Diversos autores han propuesto diferentes densidades de siembra como 20 Kg de lombriabono con 175 gr. de *Eisenia foetida* pura / m<sup>2</sup> (Quiceno, 1995), mil (1.000) *Eisenia foetida* / m<sup>2</sup> (Cadavid, 1995) o cinco mil (5.000) gr. de *Eisenia foetida* pura / m<sup>2</sup> (Quiceno, 1996), seis mil (6.000) gr de *Eisenia foetida* / m<sup>2</sup> (Pastorelly, 2001) por lo tanto en esta investigación se plantea establecer un cultivo en la granja El Perico de la Universidad de Sucre donde se encuentra una infraestructura diseñada para este fin y a demás se producen suficientes desechos orgánicos que pueden ser utilizados como sustrato y cama, que permitiera determinar la densidad de siembra óptima de un cultivo de *Eisenia foetida* en condiciones de trópico bajo, en la subregión Sabanas de Sucre, Colombia.

## 1. REVISION DE LITERATURA

### 1.1 HISTORIA DE LA LOMBRIZ

El cultivo de *Eisenia foetida* se ha convertido en una actividad de gran interés a nivel mundial, no sólo por las bondades ambientales ofrecidas por este pequeño animal que es catalogado por algunos autores como el mayor reciclador del planeta, sino también por el valor de los productos generados en esta actividad como el humus y la carne de lombriz, esta última posee un alto valor nutritivo ya que contiene de 60 – 80% de proteína en base seca, conteniendo de un 20 a 30% de materia seca (Pastorelly, 2001).

El rol de las lombrices en el mejoramiento de las tierras de cultivo era bien conocido en el Antiguo Egipto. Una gran parte de la fertilidad del valle del Nilo dependía de estos animales. Por eso los faraones tenían previstos castigos muy severos a quienes los dañaran o contrabandearan. El gran 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”. Se puede comprender mejor este prodigio si se tiene en cuenta que puede haber más de diez millones de lombrices por hectárea, equivalente a dos toneladas de biomasa (De Sanzo y Ravera, 2000).

Los estudios sobre la lombriz de tierra no son recientes, pues Aristóteles entre 384 y 322 antes de Cristo ya los mencionaba en su obra Historia Animal. Otros notables como Linneo, en el siglo XVIII, Cleopatra, Muller en 1974, Savagnien en 1826 y Hoffmeister en 1845, iniciaron estudios más profundos sobre estos anélidos. De 1933 a 1954 un grupo de científicos Norteamericanos, realizaron trabajos de selección de la *Lumbricus terrestris* y otras especies y obtuvieron el híbrido Lombriz Roja Californiana (Leal, 2000).

En Argentina en 1925, Alberto Roth instala un establecimiento yerbatero en Santo Pipo, Misiones. Este dedicó toda su vida a criar con esmero gusanos de tierra para enriquecer, mejorar y conservar la fertilidad de sus tierras de cultivo desarrollando técnicas muy eficaces para la crianza y reproducción de lombrices en simples cajones de frutas. La lombricultura comercial, con lombrices californianas, se inicia en este país en 1984 con el milanés Kim Gagliardi. Unos años después ya existían varios criaderos dedicados a la producción de "humus" y a la comercialización del excedente de lombrices (De Sanzo y Ravera, 2000).

Más recientemente muchos países tales como Italia, Estados Unidos y Argentina han venido desarrollando técnicas tendientes al mejoramiento de la lombricultura como actividad económica y comercial que busca la humificación de residuos orgánicos a través de esta actividad (Gómez, 1981). Dentro de las personas que han dejado huella cabe mencionar a Hugh Carter en 1947 y a Ronald Coddie, presidente de una de las sociedades más importantes de cría y comercialización de lombrices (Compagnoni y Putzolu, 1990; Leal, 2000).

Sólo hasta la década de los 80's esta actividad tiene sus comienzos en nuestro país, tomándose en este momento como un área más de estudio de la biología (Gómez, 1981).

Hoy en día, Ecuador, Chile y Colombia son los pioneros en América Latina de grandes explotaciones industriales de la lombriz Roja Californiana. Los desechos de flores, la pulpa de café, las basuras urbanas, los desechos de la agroindustria ya no son problema para algunas ciudades; convirtiéndose la lombricultura en un gran aporte a la humanidad (Bravo, 2000).

## 1.2 CLASIFICACION TAXONOMICA

La lombriz roja californiana pertenece al filo de los anélidos, el cual contiene aproximadamente unas 10.000 especies en tres clases que son oligoquetos, poliquetos e hirudíneos (Nason y Dehaan, 1984; Ville, 1993; Curtis y Barnes, 1995). Los anélidos o gusanos metaméricamente segmentados tienen un sistema orgánico dividido en segmentos y una verdadera cavidad corporal, celoma (Ville, *op cit.*). Fue clasificada por un grupo de investigadores de la Universidad de Massachusets en los Estados Unidos (Pastorelly, 2001).

REINO:	Animal
TIPO:	Anélido
CLASE:	Oligoqueto
ORDEN:	Citellata
FAMILIA:	Lombricidae
GÉNERO:	<i>Eisenia</i>
ESPECIE:	<b><i>Eisenia foetida</i></b>

NOMBRE COMÚN: Lombriz Roja Californiana, Red Worm, Red Hybrid.



### 1.3 ANATOMIA

La coloración de la *Eisenia foetida* varía con la edad, así son blancas al nacimiento, rosadas a los diez (10) días y rojizas cuando son adultas. Alcanzan la madurez sexual a los tres (3) meses, teniendo en este momento una longitud de 6 a 8 cm y un diámetro de 3 a 5 mm (Raspeño, 2001), una lombriz roja adulta pesa en promedio un gramo y diariamente ingiere en comida una cantidad equivalente a su peso y excreta en forma de humus casi el 60% de ésta, el restante es asimilado y metabolizado para su sustento (Gómez, 1981; Pastorelly, 2001).

La Lombriz Roja Californiana tiene seis (6) riñones y cinco (5) corazones, su cuerpo es cilíndrico, está constituido por anillos, unidos en forma de segmentos, en un número que varía de 80 a 120 respira a través de la piel y posee en su extremidad anterior un grupo de células que pueden percibir el grado de acidez y los estímulos luminosos, llamados prostomio. Está constituido en un 70 a 80% de agua; son hermafroditas, poseen testículos y ovarios, pero no pueden autofecundarse, solo se pueden reproducir por fecundación cruzada (Compagnoni y Putzolu, 1990; Encarta, 2003).

La pared del cuerpo está constituida de afuera hacia dentro por una cutícula, que es una lámina muy delgada, generalmente de color marrón brillante, una epidermis, epitelio simple con células glandulares que producen una secreción mucosa, también hay células glandulares que producen una secreción serosa. Capas musculares, son dos, una circular externa y una longitudinal interna. Peritoneo, es una capa más interna y limita exteriormente con el celoma de la lombriz. El celoma es una cavidad que contiene líquido celómico, se extiende a lo largo del animal y envuelve el canal alimenticio (De Sanzo y Ravera, 2000; Leal, 2000).

El aparato circulatorio está formado por vasos longitudinales, uno dorsal y varios ventrales, que corren a lo largo de toda la lombriz, el primero es más grande y corre por debajo del tracto intestinal suministrándole sangre, y los vasos ventrales más pequeños que rodean el cordón nervioso y por muchas ramas pequeñas a todos los tejidos del cuerpo. Conectando los vasos ventral y dorsales hay 5 pares de corazones, que son áreas musculares de bombeo con contracciones irregulares que empujan la sangre hacia los vasos ventrales también hacia delante a los vasos que irrigan los segmentos anteriores. Tanto el vaso ventral como los corazones tienen válvulas que evitan el reflujo sanguíneo (Curtis y Barnes, 1995). La circulación es cerrada pues la sangre fluye por todo el cuerpo en el interior de los vasos (Curtis y Barnes, *op cit.*; Quórum XXI, 2002). La sangre está formada por plasma de color rojo debido a la hemoglobina y con corpúsculos libres llamados hemeocitos (Leal, 2000).

La respiración de la *Eisenia foetida* ocurre por difusión simple, a través de la piel, los gases de la atmósfera disuelven la película líquida que recubre el cuerpo, el oxígeno se mueve hacia la red de capilares y el dióxido de carbono producido en este proceso se difunde en la piel y es liberado a la atmósfera (Leal, *ib id.*; Quórum XXI, *op cit.*). El aparato respiratorio es primitivo, el intercambio se produce a través de la pared del cuerpo, pues no tienen órganos especializados. El cuerpo mantiene una película líquida que se forma por el moco secretado y por el líquido celómico liberado a través de los poros dorsales (Curtis y Barnes, *op cit.*; De Sanzo y Ravera, 2000).

El aparato excretor está formado por nefridios, dos para cada anillo. Las células internas son ciliadas y sus movimientos permiten retirar los desechos del celoma. Mediante los nefridios expulsa amoniaco, urea, creatinina, entre otros (Leal, *op cit.*).

El sistema nervioso es ganglionar. Posee un par de ganglios supraesofágicos, (cerebelo), de los que parte una cadena ganglionar. Estos ganglios supraesofágicos están relacionados por comisuras de unión (Leal, 2000; De Sanzo y Ravera, 2000). Poseen diferentes células sensoriales: las del tacto o mecanoreceptoras, los pelos táctiles que responden a vibraciones del suelo, las células sensibles a la luz que son más abundantes en los segmentos anteriores y posteriores, las células sensibles a la humedad y al parecer poseen células gustativas, pues en algunas pruebas de laboratorio mostraron preferencia por algunos alimentos ante otros (Curtis y Barnes, 1995; Quórum XXI, 2002).

## 1.4 FISILOGIA

**1.4.1 Digestivo.** Una buena parte del cuerpo de la lombriz está ocupado por el canal digestivo, tubo que la recorre de un extremo al otro. A medida que el animal cava la galería, incorpora tierra y materia orgánica, humedeciéndola previamente con enzimas para ablandar los tejidos vegetales (De Sanzo y Ravera, *op cit.*).

El aparato digestivo es un tubo largo que toma diferentes nombres según su función y estructura en el siguiente orden de adelante hacia atrás: boca, faringe, esófago, buche, molleja, intestino y ano o pigidio (Leal, *op cit.*; Quórum XXI, *op cit.*).

El tubo digestivo inicia en la boca ubicada bajo el prostomio, se continua en el faringe de paredes gruesas y musculares, más adelante toma el nombre de esófago que posee las glándulas calcíferas o de Morren, las cuales se encargan de la regulación del equilibrio iónico del medio interno y contribuyen a regular el equilibrio ácido – base, seguido viene una estructura dilatada llamada buche que se continua en un estómago muscular o molleja, esta tiene paredes musculares gruesas tapizadas con una cutícula protectora, aquí el alimento es desmenuzado con ayuda de las partículas de arena. Enseguida viene el

intestino que está recubierto por células cloragógenas de función excretora que contribuye al metabolismo de glúcidos y prótidos, los cuales cumplen la misma función del hígado; generalmente lleva el typhosolis, invaginación que aumenta la superficie de contacto, está lleno de células cloragógenas y también contribuye con la excreción de urea o amoníaco (Hurtado y Delgado, 1987; Curtis y Barnes, 1995; De Sanzo y Ravera, 2000; Leal, 2000), aquí se digieren y absorben los alimentos y ocurren los procesos de desdoblamiento, síntesis, enriquecimiento enzimático y microbial, haciendo una degradación rápida de los sustratos, para ser expulsados por la abertura anal o pigidio (Leal, *ib id.*).

**1.4.2 Reproductivo** *Eisenia foetida* es hermafrodita incompleta, es decir, cada lombriz posee un sistema reproductor femenino y uno masculino pero la fecundación se realiza por intercambio de espermatozoides mediante la cópula de dos (2) lombrices colocadas en sentido opuesto (Ville, 1993; Curtis y Barnes, *op cit.*; De Sanzo y Ravera, *op cit.*). Los capullos que deposita son pequeños de 2-3 mm de color amarillo, después de 14 a 21 días se abren y salen de 2 a 20 lombrices pequeñas de cada capullo. A los tres (3) meses está en capacidad de reproducirse (R. N. Z., 1987; Llano, 1988; Quiceno, 1995; Bravo, 2000; Quórum XXI, 2002). La madures sexual se puede reconocer porque le aparece un clitelo, que es un anillo de mayor grosor y de color más claro que el resto del cuerpo (Cadavid, 1995; Quórum XXI, *op cit.*).

Cuando alcanzan la madurez se aparean una vez a la semana, para ello se ponen en contacto los segmentos 9 a 11 opuestos al clitelo de la otra. Cada lombriz coloca los espermatozoides (que salen de sus vesículas seminales) en las espermatecas de la compañera (Ville, 1993; Bravo, 2000; De Sanzo y Ravera, 2000; Quórum XXI, 2002). Una vez terminado el intercambio se separan. Los espermatozoides recibidos quedan latentes hasta el momento de la fertilización. (R. N. Z., 1987; Ville, *op cit.*; Bravo, *op cit.*; De Sanzo y Ravera, *op cit.*).

Sobre el clitelo de ambas se forma una especie de capullo (ooteca), formado por células mucosas. Dentro de la galería la lombriz se mueve hacia atrás haciendo que el capullo se deslice hacia delante arrastrando en el camino los espermatozoides expulsados por los poros seminales. Cuando se separan la membrana mucosa que rodea el clitelo se desliza junto con los huevos fecundados que contienen líquido albuminoideo, el cual alimenta a los huevos durante la incubación, para envolverlos y formar el capullo o cocoon (R. N. Z., *cp cit.*; Ville, *op cit.*; Leal, 2000).

Cada capullo contiene entre tres y veinte lombrices autosuficientes de inmediato, la incubación dura entre 14 y 21 días según la temperatura del medio, tardando la *Eisenia foetida* entre 60 y 90 días en lograr su maduración y estar en condiciones de acoplarse (Ville, *cp cit.*; Curtis y Barnes, 1995; Bravo, *cp cit.*; De Sanzo y Ravera, *op cit.*; Leal, *cp cit.*).

*Eisenia foetida* se despoja de la cápsula en un sitio favorable (por lo general cerca de un depósito de alimento), pero si las condiciones ambientales se tomaran inapropiadas, por ejemplo una reducción drástica de la humedad circundante, la eclosión puede demorarse varios meses sin mengua de la fertilidad (Bravo, *cp cit.*).

## 1.5 SUSTRATO

El sustrato a utilizar tiene dos funciones básicas que son servirle de hábitat a *Eisenia foetida* y proporcionarle los nutrientes necesarios para su desarrollo y normal funcionamiento, es por ello que el lombricultor debe suministrar alimento en las mejores condiciones posibles ya que *Eisenia foetida* es selectiva y tiene preferencia por ciertos alimentos, de acuerdo a su composición nutricional y su presentación (Leal, 2000). El sustrato, convenientemente preparado, debe colocarse sobre todo el lecho de las lombrices, hasta cubrirlo completamente,

es conveniente humedecer toda la superficie del sustrato hasta que esta quede ligeramente humedecida (Ferruzzi, 1994). Esta debe tener un espesor de 3 cm cada vez que se suministre (Bravo, 2000; Quiceno, 1995) y el suministro debe ser de acuerdo con las necesidades de cada lecho.

**1.5.1 Bovinaza** El estiércol de bovino es abundante, debido a que la principal actividad económica de la región Sabanas de Sucre es la ganadería vacuna.

Este es bueno como sustrato inicial y como alimento durante toda la producción, el período mínimo de envejecimiento aconsejable para lograr un pH adecuado es de 6 meses. Dentro del estiércol de bovinos el más recomendado es el de los animales adultos pues el de terneros es deficiente en fibra (Ferruzzi, *op cit.*; Leal, *op cit.*)

**1.5.2 Conejaza** Debido a que se presenta como una masa compacta en forma de bolitas ovales carece por lo general de aire y oxígeno haciéndolo poco ventajoso para el cultivo. A pesar de esto se considera como un alimento óptimo. Si se usa en su estado original o se recoge debajo de las jaulas de los conejos, tiene que ser tratado y oxigenado antes de su suministro a *Eisenia foetida* (Ferruzzi, 1994; Leal, 2000).

**1.5.3 Estiércol maduro o compost** El desarrollo de la técnica del compostaje tiene su origen en la India con las experiencias hechas por el inglés Albert Howard desde 1905 al 47. Su éxito consistió en combinar sus conocimientos científicos con los tradicionales de los campesinos. Su método, llamado método Indore, se basaba en fermentar una mezcla de desechos vegetales y excrementos animales y humedecerlos periódicamente. La compostización es un proceso biológico. Este es aeróbico, termofílico, autogenerador de temperatura y una biológica descomposición de materiales orgánicos biodegradables. El producto final es de color marrón oscuro, inoloro o con olor

al humus natural. Es estable en cuanto el proceso de fermentación está esencialmente finalizado (Bravo, 2000).

El sustrato a utilizar debe tener un pH adecuado (6.8 a 7.2) y una temperatura constante de 25 a 27° C, esto se logra realizando un proceso de compostización previo a la siembra de las lombrices, si este proceso no se lleva a cabo y el alimento es suministrado en su estado original puede haber producción de temperaturas elevadas (hasta 90° C) y gases tóxicos que salen del estiércol durante el proceso de fermentación (Ferruzzi, *op cit.*). El compostaje no solo contribuye a controlar estas características tan importantes del sustrato, sino que también durante la generación de altas temperaturas mata semillas y bacterias patógenas. Este proceso no debe atraer moscas, insectos o roedores ni debe generar olores desagradables (Bravo, *ib id.*).

Hay que ser cuidadoso para no dar comida a *Eisenia foetida* donde se encuentre cloro o fósforo en grandes cantidades, ya que son causantes de deformaciones en su organismo y no pueden ser utilizados en la alimentación animal (Delgado y Hurtado, 1989).

## 1.6 LOMBRIABONO

Es el abono orgánico por excelencia. Se trata del producto que sale del tubo digestor de *Eisenia foetida*. Es un material de color oscuro, con un agradable olor a mantillo del bosque (De Sanzo y Ravera, 2000).

Para los griegos era aquel material de coloración oscura, que resultaba de la descomposición de tejidos animales y vegetales que se encontraban en contacto con el suelo (Bravo, 2000). Hoy día se conoce que el humus está

compuesto principalmente por carbono, nitrógeno, oxígeno e hidrógeno y en menor proporción por elementos minerales (Bravo, *cp cit.*; Leal, 2000; Rosas, 2002). Es un coloide con propiedades hormonales, rico en microorganismos capaces de transformar los elementos orgánicos del suelo en inorgánicos, para que puedan ser absorbidos por los vegetales (Rosas, *cp cit.*)

El humus presenta un efecto homeostático o tampón, ya que modera los cambios de acidez y neutraliza los compuestos orgánicos tóxicos, incrementa la capacidad de humedad en el suelo (Hurtado y Delgado, 1987; Quiceno, 1996). Debido a su pH neutro y otras cualidades favorables aporta y contribuye al mantenimiento, desarrollo y diversificación de la microfauna y microflora del suelo (De Sanzo y Ravera, 2000).

Entre sus principales ventajas encontramos que aumenta la resistencia de las plantas a agentes patógenos y enfermedades, anticipa la germinación por presencia del ácido indolacético y naftilacético que tiene propiedades hormonales estimulantes del desarrollo radicular, aumenta el vigor vegetativo y el crecimiento vegetal por disponer de nitratos y absorción inmediata, protege el suelo de la erosión. La única forma de restituir la fertilidad de los campos que han sido explotados con fertilizantes artificiales durante mucho tiempo es con humus proveniente de *Eisenia foetida* (Pastorelly, 2001).

La composición del "humus" de *Eisenia foetida* va a variar con el sustrato utilizado, la siguiente tabla muestra los rangos que se encuentran en los análisis hechos a diferentes muestras de humus obtenidos de sustratos diferentes.



**Tabla 1.** Composición del humus de *Eisenia foetida*.

<b>Parámetros</b>	<b>%</b>
Humedad	30 - 60
Nitrógeno	1 - 2,6
Fósforo	2 - 8
Potasio	1 - 2,5
Calcio	2 - 8
Magnesio	1 - 2,5
Materia orgánica	30 - 70
Carbono orgánico	14 - 30
Acido fúlvicos	2,8 - 5,8
Acido húmico-fúlvico	1,5 - 3
Sodio	0,02
Cobre	0,05
Hierro	0,02
Manganeso	0,006
pH	6,8 - 7,2

Fuente: De Sanzo y Ravera (2000)

### 1.7 pH, TEMPERATURA, HUMEDAD DEL SUSTRATO

La producción de *Eisenia foetida* se ve afectada por factores como humedad, pH, temperatura, aireación y tipo de alimento porque intervienen directamente en los procesos de reproducción crecimiento y salud de ella. Las camas deben permanecer húmedas pero no empapadas; el pH óptimo debe ser neutro, pero sobreviven en pH de 4.5 a 8; la temperatura más favorable oscila entre los 18 y 28°C y se considera los 22°C como la temperatura ideal; es importante la presencia de oxígeno para la vitalidad de *Eisenia foetida*, pero pueden vivir con relativa poca cantidad de este, inclusive resisten estar sumergidas en agua, siempre que esta sea rica en oxígeno (Llano, 1988).

Según Quiceno (1995), la humedad del sustrato debe ser de 80%, la temperatura ideal es de 20 a 25°C, mientras que menor de 10°C inactiva su desarrollo, el pH debe ser de 6.5 a 7.

## 1.8 DINÁMICA POBLACIONAL

Vivir en comunidades puede aumentar la competencia por alimento y espacio, pero esto se ve controlado por el poder de sobrevivencia del grupo, el cual aumenta durante las épocas poco favorables. Cuando una población alcanza su nivel de equilibrio, el número de individuos varía año con año dependiendo de la resistencia ambiental o de los factores propios de la población. Todas las especies animales son diferentes en su capacidad de procrear o subsistir, algunas tienen índices de mortalidad y natalidad que varían dependiendo de la época del año y de las condiciones medioambientales a las que estén expuestos (Ondarza, 1997).

La proporción de muertes o tasa de mortalidad determina la pendiente de la curva de equilibrio y la tasa de crecimiento de una población de organismos sexuales refleja el equilibrio entre natalidad y mortalidad; el tiempo de duplicación de una población se llama tiempo generacional, mientras que el potencial reproductor de una hembra se llama fecundidad. Cuando la vida reproductiva de las hembras es muy larga las generaciones se superponen y en estos casos la población posee una estructura de edades; cada grupo de edades tiene una tasa específica de natalidad y mortalidad y generalmente difieren de un grupo a otro (Nason y Dehaan, 1984).

Una de las características de *Eisenia foetida* es su gran fecundidad, lo que le permite una alta tasa poblacional de importancia en la mecánica de formación de suelos y en especial en la formación de humus (Hurtado y Delgado, 1987).

## 1.9 PATRONES DE UTILIZACION

La lombricultura no solo podría satisfacer las necesidades de humus a escala mundial, vendrá luego la preparación de harina de *Eisenia foetida*, que por ser de alto valor proteico y la ausencia de olor y sabor la hace competitiva con la harina de pescado tanto en calidad como en precio en países como Filipinas donde se produce carne de lombriz para consumo humano. Hasta el hambre, uno de los principales problemas de la humanidad podrá ser resuelto con la producción de carne de lombriz (Bravo, 2000).

La carne de *Eisenia foetida* contiene de 60 – 80% de proteína cruda lo que la ubica como uno de los alimentos de mayor calidad que se puedan encontrar en la naturaleza. Esta alternativa nos ofrece la oportunidad de producir proteína de alta calidad y a muy bajo costo, rentabilidad y productividad no alcanzada jamás por otra actividad que requiere la obtención de carne. Esta puede ser utilizada en la alimentación animal en forma cruda y directa en la elaboración de harina de lombriz para la producción de concentrados de excelente calidad (Bravo, *op cit.*).

Se puede incluir la *Eisenia foetida* en forma de harina en la alimentación de conejos de engorde donde se pueden obtener muy buenos resultados (Nieves y Calderón, 2001), también puede ser utilizada en la alimentación de pollos de engorde, sustituyendo una parte de la ración por *Eisenia foetida* fresca a voluntad, lo cual mejora la respuesta animal y es una buena alternativa para productores pequeños (Rodríguez *et al.*, 2000).

*Eisenia foetida* es un alimento para animales, especialmente peces, ranas, gallinas, cerdos, pero además otro de sus beneficios es la obtención de subproductos de su carne para aplicación en cosmetología (Delgado y Hurtado, 1989).

## 2. METODOLOGIA

### 2.1 UBICACIÓN Y DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

**2.1.1 Ubicación** El trabajo se realizó en la granja El Perico, de la Universidad de Sucre, la cual se encuentra ubicada en el municipio de Sampedo, a 9° 15' de latitud Norte y 71° 22' 54" de longitud oeste. Se encuentra situada en la carretera que de Sincelejo conduce a Sampedo, sobre el kilómetro 8 en el margen izquierdo de esta, a una altura de 202 m.s.n.m. (Ruiz, 1998).

**2.1.2 Relieve** Cuenta con una extensión de 11.5 hectáreas, con suelos de sabanas naturalizadas, de textura francoarenosa, poco profundas en la parte alta y en las partes más bajas se encuentran suelos francoarcillosos. Se puede clasificar como un suelo Cj por las características predominantes de ondulaciones medianas (Ruiz, 1.998).

**2.1.3 Datos Meteorológicos** Posee una temperatura media anual de 27°C, con una máxima de 32°C y una mínima de 21°C, la precipitación promedio de la zona en la que se encuentra ubicada es de 1200 mm al año, cuenta con una humedad relativa promedio de 75% anual, la velocidad promedio de los vientos es de 10.2 Km/h (Ruiz, *op cit.*).

### 2.2 INFRAESTRUCTURA

El galpón para lombricultura utilizado durante la fase experimental esta ubicado en la granja el perico de la Universidad de Sucre a 100 m de la entrada principal sobre el margen izquierdo que conduce a las aulas de clase, a 10 m de estación meteorológica; entre el corral para bovinos y el zocriadero de hicotea; con una orientación este oeste sobre su eje longitudinal.

La construcción está elaborada con materiales de la región, el techo es de palma amarga y para los soportes de este se utilizó madera; está cercado con malla de alambre, en su interior se encuentran tres (3) camas para la cría de *Eisenia foetida*, construidas en bloques 0,09 x 0.4 x 0.2 m con pisos de cemento, estas camas tienen una altura de 40 cm, su ancho es de 97 cm y 10 m de largo.

### 2.3 ADECUACION DE LA CAMA

Para la realización de este trabajo se tomaron como lecho de *Eisenia foetida* bandejas plásticas, las cuales poseían 27 centímetros de ancho, 33 centímetros de largo y 18 centímetros de profundidad, estas fueron colgadas del techo del galpón, con la finalidad que el cultivo no sea atacado por depredadores, a una altura de 80 cm del suelo al fondo de la bandeja, y de esta a la asentadera 120 cm y de la asentadera a la cumbre de 150 cm.

La distancia entre bandejas fue de 30 cm entre filas y de 40 cm entre tratamientos. De la fila E al alar izquierdo había una distancia de 125 cm; de la fila A al alar derecho la distancia era de 20 cm; de la réplica 1 al fondo del galpón una distancia de 320 cm, y, de la replica 4 a la entrada de la infraestructura 428 cm (Ver figura 1).

**Figura 1.** Infraestructura utilizada para el cultivo de *Eisenia foetida*



Fuente: Botero A, L. (2003)

Las bandejas estaban sujetadas a la asentadera y al piso con alambre dulce, con la finalidad de evitar depredadores y ser movidas por el viento que es contribuyente de la perdida de humedad del sustrato, además sobre cada una de estas se colocó una cubierta de polisombra con el mismo objetivo. Cada bandeja fue cubierta con papel periódico por fuera para bajar la temperatura.

Para identificar cada tratamiento se utilizaron bandejas de colores diferentes (azul, rojo, amarillo, verde oscuro y verde claro).

La ubicación de las bandejas dentro del área de trabajo, siguiendo la dirección de la flecha fue la siguiente:

**Figura 2.** Distribución de las bandejas con cultivo de *Eisenia foetida* en el galpón de la granja El Perico

T1 E1 →	T2 D1 →	T3 C1 →	T4 B1 →	T5 A1 →
T3 E2 ←	T1 D2 ←	T4 C2 ←	T5 B2 ←	T2 A2 ←
T1 E3 →	T5 D3 →	T3 C3 →	T2 B3 →	T4 A3 →
T4 E4 ←	T3 D4 ←	T2 C4 ←	T5 B4 ←	T1 A4 ←

## 2.4 SELECCION DE LA SEMILLA

**Figura 3.** Selección de la semilla de *Eisenia foetida* para la siembra en sustrato de bovinaza.



Fuente: Botero, A. L. (2003)

Se seleccionó al azar, del cultivo establecido en la granja el Perico de la Universidad de Sucre, para los individuos que tenían las siguientes características:

- Talla mínima de 5 cm.
- Peso no menor a 0.4 gr.
- Presencia de clitelo.
- Coloración rojiza y uniforme

Una vez seleccionada la mayor cantidad posible de individuos se procedió a pesar *Eisenia foetida* (89.1 gr) para el primer tratamiento, este proceso se llevó a cabo en tres oportunidades, en cada ocasión se contaron las lombrices para sacar un promedio del número de individuos a depositar en cada bandeja y se repitió para cada uno de los tratamientos, como se puede ver en la tabla 2.

**Figura 4.** Semilla de *Eisenia foetida* seleccionada para la siembra en sustrato de bovinaza.



Fuente: Botero, A. L. (2003)

## 2.5 PESAJE DE LA SEMILLA

Una vez seleccionada la mayor cantidad posible de individuos de *Eisenia foetida*, con las características mencionadas anteriormente, se procedió a realizar el pesaje de la siguiente manera: Se hicieron tres pesajes de 89.1 gr, que corresponde al T1, a cada uno de estos se le hizo el conteo



correspondiente para obtener en promedio el número de individuos. Para cada uno de los tratamientos se realizó el conteo de individuos dependiendo de la cantidad a sembrar en cada uno.

**Figura 5.** Pesaje de *Eisenia foetida*, en balanza digital, para la siembra.



Fuente: Botero, A. L. (2003)

## 2.6 SIEMBRA DE *Eisenia foetida*

Se colocó una capa de compostaje de bovinaza de tres cm de espesor, que tenía un 80% de humedad, enseguida sobre ésta se colocó la semilla. La cantidad de semilla varió con el tratamiento a aplicar. En cada bandeja se colocó la cantidad de semilla correspondiente para el área a utilizar, así:

**Tabla 2.** Densidad de siembra de *Eisenia foetida* en compostaje de bovinaza utilizando bandejas plásticas en la granja El Perico.

Tratamiento	kg / metro cuadrado	gr / unidad experimental	Número de individuos
1	1	89.1	206
2	2	178.1	412
3	3	267.3	618
4	4	356.4	824
5	5	445.5	1030

**Figura 6.** Siembra de *Eisenia foetida* en compostaje de bovinaza en bandejas plásticas



Fuente: Botero, A. L. (2003)

## 2.7 EL SUSTRATO

Para la alimentación de *Eisenia foetida* se maduró previamente el estiércol de bovino recolectado de los corrales de la granja el Perico, mezclado con cal y heno de kikuyo (*Bothriochloa pertusa*), hasta estabilizarlo en un 45 días antes de la siembra de *Eisenia foetida* para este experimento. Para la preparación del

compost se utilizaron 75 Kg de bovinaza (87 %), 10 Kg de pasto (11,6%) y 1 Kg de cal agrícola (1,16%).

La maduración previa se hizo con la finalidad que los procesos bioquímicos de aerobiosis, anaerobiosis y divisiones de moléculas complejas que se dan en este tiempo permitan una mejor utilización de los nutrientes que se encuentran en estos por parte de *Eisenia foetida* (Quiceno, 1995).

## 2.8 ALIMENTACION

**Figura 7.** Alimentación con compostaje de bovinaza a *Eisenia foetida*



Fuente: Botero, A. L. (2003)

A partir del momento de la siembra se hizo una inspección diaria del experimento, donde se revisaban dos veces al día las bandejas, el alimento se suministraba a cada tratamiento dependiendo la necesidad de cada bandeja en cada ocasión se suministraron 800 gramos de sustrato seco al cual se adicionaban 300 ml de agua los cuales eran necesarios para obtener un 80% de humedad aproximadamente. El sustrato y el agua eran medidos en un

recipiente (balde pequeño), depositados en un balde grande y luego mezclados para depositarlo en la bandeja a alimentar.

## **2.9 SUMINISTRO DE AGUA**

El agua se suministraba diariamente y en cada bandeja la cantidad dependía del resultado de la prueba de humedad, la que consistía en tomar en el puño una cantidad de sustrato, que sirve de hábitat a *Eisenia foetida*, y apretarlo (si escurre mucho agua entre los dedos hay exceso de humedad, si escurre poca es ideal y si no escurre falta humedad), la cantidad de agua se media y se anotaba para determinar la cantidad total suministrada durante el ciclo a cada tratamiento.

El agua además de ser medida con un recipiente graduado, era esparcida con un rociador para lograr una humedad uniforme y evitar encharcamientos innecesarios. No se suministraba agua en las bandejas que iban a ser alimentadas ese día.

## **2.10 MEDICION DE PARAMETROS FISICO QUIMICOS**

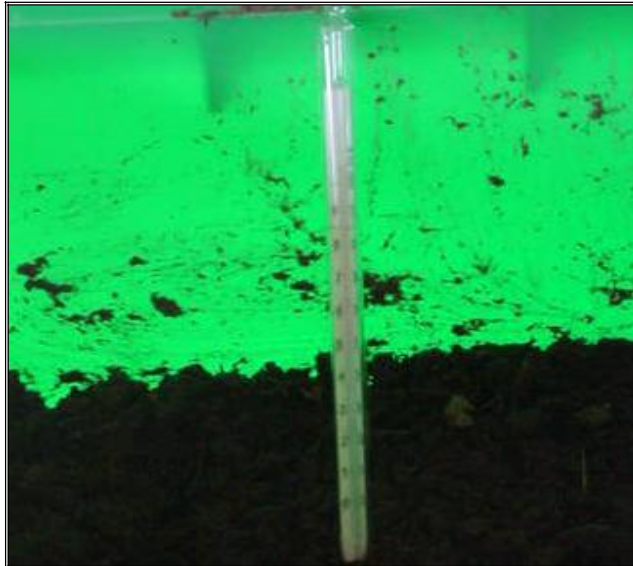
Todos los días se midió en la cama la humedad, el pH y la temperatura. La humedad se midió utilizando el método subjetivo del puño de la mano (Quiceno, 1996); para tomar la temperatura se colocaba dentro del sustrato un termómetro por espacio de un minuto y se hacía la correspondiente lectura; el pH se midió con cinta lectora de pH, tomando como referencia de lectura la escala de colores. Para cada uno de los tratamientos se hizo la respectiva anotación.

**Figura 8.** Medición de pH del sustrato donde se sembró la *Eisenia foetida*.



Fuente: Botero, A. L. (2003)

**Figura 9.** Medición de temperatura al sustrato donde se encuentra *Eisenia foetida*



Fuente: Botero, A. L. (2003)

## 2.11 COSECHA

Una vez completados los diez y siete (17) cm de espesor de la cama se procedió a la recolección de *Eisenia foetida*, la cual se hizo de forma manual,

clasificándola en los siguientes grupos: Adultas, juveniles, neonatos y capullos; además, también se recolectaron otras especies existentes en el humus.

## **2.12 CONTEO**

Clasificados los grupos de cada tratamiento en adultos, juveniles, neonatos y capullos; se hizo el conteo correspondiente de forma individual para cada uno de los grupos, se realizaron las anotaciones para cada caso.

## **2.13 PESAJE**

Una vez realizado el conteo de cada grupo (adultos, juveniles, neonatos y capullos), de cada tratamiento, se procedió a realizar el pesaje colectivo de cada uno. Además se pesaron diez (10) muestras con diez (10) individuos cada una, para obtener mayor precisión en los posteriores pesajes. Esto se realizó en una gramera digital (comúnmente usada en orfebrería).

Además del pesaje de estos, también se peso el “humus” producido en cada tratamiento, se hizo de forma individual para cada uno de ellos; estos pesajes se realizaron en una balanza de reloj.

## **2.14 DISEÑO EXPERIMENTAL**

El diseño experimental utilizado fue completamente al azar, donde se utilizaron cinco tratamientos con cuatro repeticiones cada uno y recibieron condiciones homogéneas de temperatura, brillo solar, luminosidad y sustrato, como se describió en el Figura 2. Las bandejas fueron ubicadas al azar en el área de experimentación.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 BIOMASA (Inicial - Final)

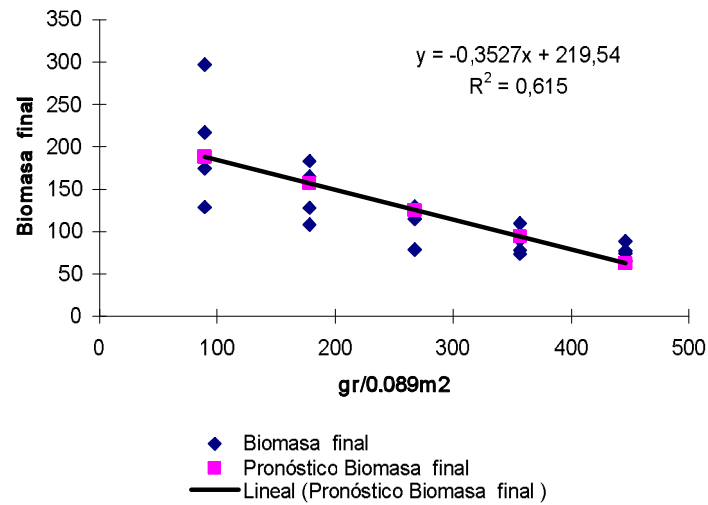
**Tabla 3.** Promedios y desviación estándar de la biomasa (inicial – final)

Orden original		Orden de significancia			Promedio (gr)	D.S.
T1	204.3	T 1	204.3	A	204.300	14.2933
T2	145.9	T 2	145.9	AB	145.875	12.0778
T3	112.2	T 3	112.2	B	112.200	10.5924
T4	87.8	T 4	87.8	B	87.800	9.3702
T5	76.2	T 5	76.2	B	76.200	8.7293

De acuerdo a la prueba de Tukey se encontró que los tratamientos 1 y 2 presentaron medios iguales con relación a la biomasa

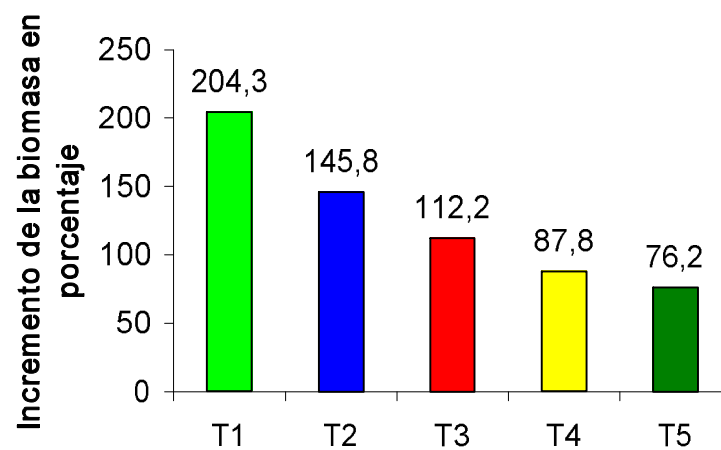
Al realizar la curva de regresión lineal ajustada se muestra el comportamiento de la biomasa producida, de acuerdo con la sembrada inicialmente.

**Figura 10.** Curva de regresión ajustada para biomasa (inicial – final)



La siguiente figura muestra la cantidad de biomasa de *Eisenia foetida* encontrada en los diferentes tratamientos al momento de la cosecha, tomando como referencia la biomasa inicialmente sembrada.

**Figura 11.** Incremento porcentual de la biomasa (inicial – final).





### 3.2 ADULTAS

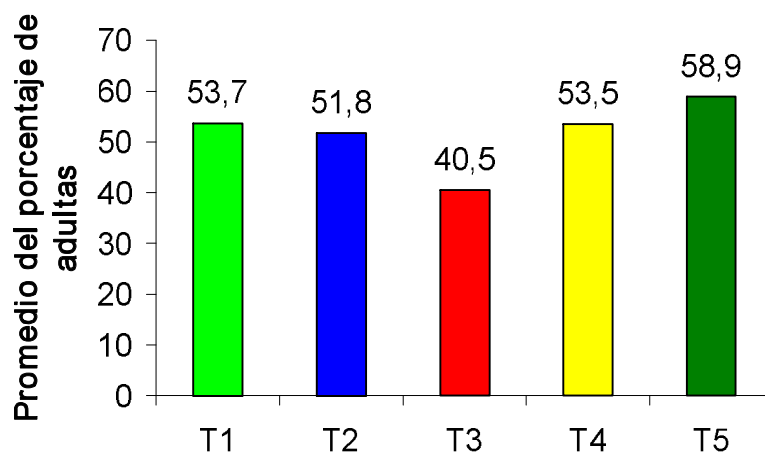
**Tabla 4.** Promedio y desviación estándar de adultas en relación porcentual a la biomasa sembrada inicialmente.

Tratamiento	Promedio (gr)	D.S.
T1	53.675	17.5635
T2	51.850	20.4321
T3	40.525	10.5456
T4	53.500	18.1989
T5	58.875	23.8381

No se encontró diferencia significativa entre los tratamientos ( $P > 0.05$ ) con relación al número de adultas encontradas con base en el número de estas sembradas inicialmente, pues los individuos adultos encontrados al finalizar el experimento, aunque disminuyeron, no muestran cambios significativos.

La siguiente figura muestra el porcentaje de adultas encontradas en las bandejas al momento de la cosecha, tomando como referencia la cantidad de éstas sembradas inicialmente.

**Figura 12.** Porcentaje de adultas encontradas durante la cosecha con relación a la biomasa final.



### 3.3 JUVENILES

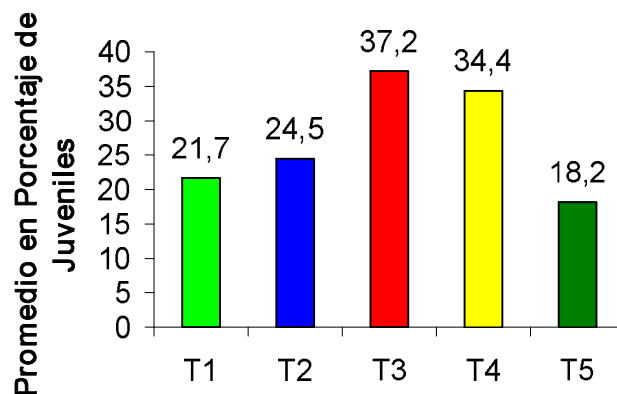
**Tabla 5.** Promedios y desviación estándar de juveniles de *Eisenia foetida*

Tratamiento	Promedio (gr)	D.S.
T1	21.675	21.3921
T2	24.500	20.9081
T3	37.175	10.3248
T4	34.375	13.4881
T5	18.200	11.8132

La cantidad de juveniles de *Eisenia foetida* encontrados son similares en todos los tratamientos, la reproducción de estos individuos evidenciados en esta etapa de crecimiento no es muy diciente de sus necesidades. No se encontró diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) entre los tratamientos.

La siguiente Figura muestra el porcentaje de juveniles de *Eisenia foetida* encontrados en cada tratamiento con base en la biomasa final.

**Figura 13.** Porcentaje de juveniles de *Eisenia foetida* en cada tratamiento



### 3.4 NEONATOS

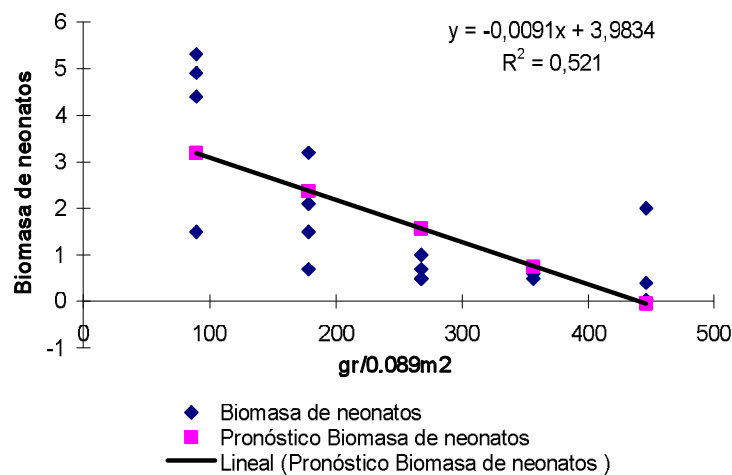
**Tabla 6.** Promedios y desviación estándar para neonatos de *Eisenia foetida* en los diferentes tratamientos

Orden original	Orden de significancia	Promedio (gr)	D.S.
T1	4.025	4.0250	1.7231
T2	1.875	1.8750	1.0532
T3	0.675	0.0675	0.0556
T4	0.625	0.6250	0.0009
T5	0.615	0.6150	0.8829

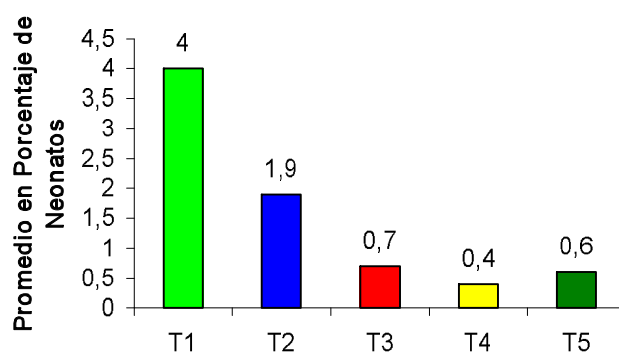
Se encontró diferencia altamente significativa entre los tratamientos ( $P < 0.05$ ), uno de los tratamientos presentó una mayor reproducción evidenciada por la cantidad de individuos de esta etapa de crecimiento encontrados al momento

de la cosecha, por esta razón se realizó la prueba de Tukey, la cual mostró que en los tratamientos 1 y 2 se presentó una mayor producción de individuos y por eso se puede afirmar que estadísticamente los tratamientos 1 y 2 son los mejores, siendo T1 el de mejor comportamiento (mayor cantidad de neonatos encontrados), y los tratamientos 3, 4 y 5 son iguales pero su comportamiento fue inferior a los dos primeros, mostrando un bajo desarrollo de la población.

**Figura 14.** Curva de regresión ajustada para Neonatos



A este grupo de individuos se les realizó una curva de regresión lineal ajustada la cual mostró que a medida que se aumenta la densidad de población a sembrar en una misma área, se disminuye la cantidad de neonatos esperados, que contribuyan a aumentar la población.

**Figura 15.** Porcentaje promedio de neonatos por tratamiento

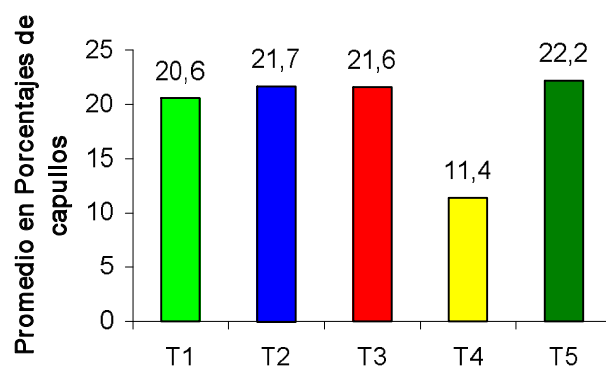
La Figura muestra el rendimiento de los neonatos de cada tratamiento al finalizar el experimento, evidenciando que a medida que se aumenta la cantidad de biomasa a la siembra se disminuye el rendimiento en esta etapa de crecimiento.

### 3.5 CAPULLOS

**Tabla 7.** Promedios y desviación estándar de capullos de *Eisenia foetida*

Tratamiento	Promedio (gr)	D.S.
T1	20.550	14.5713
T2	21.750	15.8379
T3	21.575	12.2508
T4	11.425	11.0264
T5	22.200	15.8153

La producción de capullos fue similar en todos los tratamientos, por eso no se presentó diferencia significativa entre estos ( $P > 0.05$ ).

**Figura 16.** Promedio en porcentaje de capullos

Al igual que la tabla anterior este muestra que la producción de capullos fue similar en todos los tratamientos.

### 3.6 HUMUS

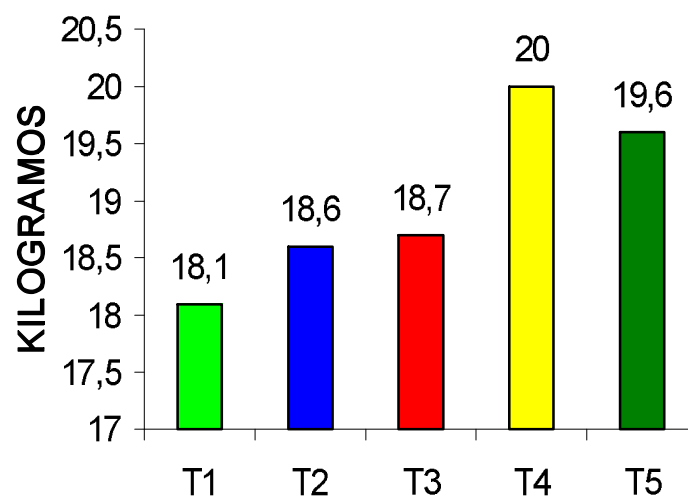
Al finalizar el ensayo se realizó el pesaje del “humus” producido por tratamientos, a estos datos se les realizó el análisis de varianza correspondiente y se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 8.** Promedios y desviación estándar para “humus” de *Eisenia foetida* cosechado

Tratamiento	Promedio (gr)	D.S.
T1	9.2	0.6205
T2	9.33	0.5991
T3	9.35	0.3628
T4	7.93	0.3614
T5	9.71	0.3614

La producción de humus de los diferentes tratamientos fue similar en todos los casos, pues la alimentación de estos fue muy similar, por lo tanto no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos ( $P>0.05$ ).

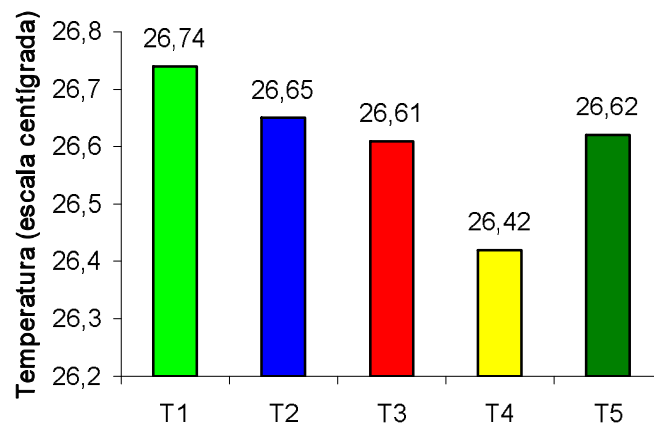
**Figura 17.** Kilogramos de lombriabono producido por tratamiento



El gráfico muestra la producción de humus de cada uno de los tratamientos, siendo T4 el de mayor producción, seguido por T5, T3, T2 y T1, debido a que este, junto con T5, fueron alimentado en mayor número de ocasiones, pues requerían con mayor frecuencia de sustrato.

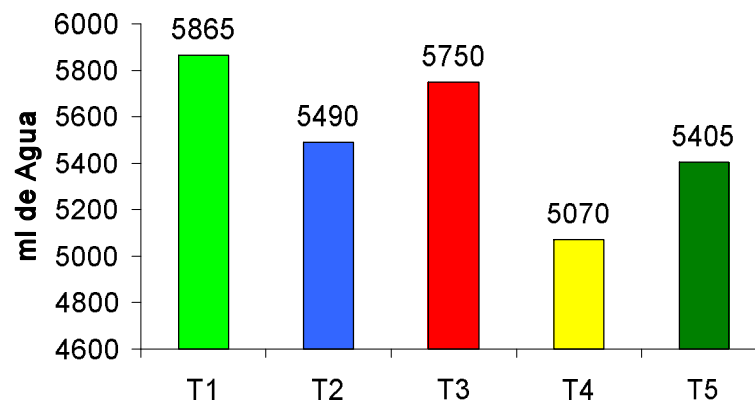
La siguiente Figura muestra los promedios de temperaturas registrados en el sustrato de cada uno de los tratamientos durante la fase experimental.

**Figura 18.** Promedio de temperatura del sustrato de cada tratamiento.



Las temperaturas más altas a través del tiempo de experimentación se registraron en T1, mientras que las más bajas fueron observadas en T4.

**Figura 19.** Suministro de Agua por Tratamiento



El mayor suministro de agua se reporto en T1, mientras que se suministro menor cantidad del líquido en T4.



#### 4. DISCUSION DE RESULTADOS

La densidad de siembra adecuada de *Eisenia foetida* en la Granja El perico fue de 1000 gr / m<sup>2</sup>, de acuerdo con Quiceno (1995), pero en desacuerdo con Pastorelly (2000) que recomienda 6000 gr / m<sup>2</sup>, Quiceno (1996) 3000 gr / m<sup>2</sup> y Cadavid (1995) con 5000 gr / m<sup>2</sup>.

El suministro de agua fue muy variable en todos los tratamientos. La humedad en T1, T2 y T3 disminuía más que en T4 y T5. El suministro de agua era mayor en los tratamientos 1, 2 y 3, pues una mayor población contribuye a retener mayor humedad en el sustrato.

La densidad de siembra bajo las condiciones dadas no modifica el pH del sustrato pues este se mantuvo constante en todos los tratamientos.

Las lombrices sembradas en los tratamientos 1 y 2 ganaron peso durante la etapa experimental; esto se evidenció debido a que el peso promedio de siembra fue de 0.40 gramos y el peso promedio de cosecha fue de 0.51; mientras que en los tratamientos 3, 4 y 5 el peso promedio final disminuyó con relación al peso promedio inicial, esto se debió a que había mayor disponibilidad de alimento en los tratamientos con menor densidad de siembra, en el cual los individuos consumían mas.

La acción de depredadores sobre las bandejas fue nula dado que se controlaron los factores de riesgo elevando las bandejas con alambre y colocando polisombra en la parte superior de las bandejas.

En la figura 14 se observan los porcentajes de *Eisenia foetida* encontrados, siendo T3 y T4 los que mostraron el mayor número de nacimientos y T1, T2 y T5 los de menor, siendo este último el más bajo lo que muestra para este caso que la densidad de siembra no es un factor determinante.

T1 presentó el mayor porcentaje de neonatos, mientras que T3, T4 y T5 presentaron muy bajos porcentajes de nacimientos representados en esta edad. T4 presentó la más baja tasa de natalidad. La diferencia entre los tratamientos 3, 4 y 5 no es muy significativa entre sí, mientras que entre T1 y T4 la diferencia es de 3.6%. La diferencia entre T1 y T2 es de 2.1%. Esto muestra que a medida que aumenta la densidad de siembra se disminuye la posibilidad de encontrar un mayor número de neonatos en la cosecha, de igual forma según la curva de regresión ajustada se presenta la misma tendencia y dice que el 52.1% de las variaciones en el porcentaje de neonatos encontrados se debió a la diferencia en la densidad de siembra y que por cada 1.000 gr de biomasa que se siembre se obtendrá 9.1 gr menos de neonatos al finalizar el cultivo.

La curva de regresión lineal para biomasa y neonatos muestra que a medida que se aumenta la densidad de siembra se disminuye la biomasa y la probabilidad de crecimiento de la población por nuevos individuos (neonatos). Las Figuras 7 y 11 evidencian que la densidad de siembra es inversamente proporcional al desarrollo normal (crecimiento) de un cultivo de *Eisenia foetida* en condiciones de trópico bajo (subregión Sabanas de Sucre).

El tratamiento 5 fue el que mayor porcentaje de capullos sin eclosionar tuvo y tratamiento 4 mostró el más bajo rendimiento y los tratamientos 1, 2 y 3 un comportamiento similar al presentado por T5, lo que evidencia que no hay

diferencia significativa entre los tratamientos con relación a los capullos encontrados durante la cosecha.

Se encontró que en T1 la biomasa se duplicó, mientras que en T4 y T5, a pesar de la aparición de nuevos individuos, ésta disminuyó. La diferencia entre T1 y T5 fue de 128.1%. La diferencia entre T1 y T2 fue de 99.1%, entre T3 y T4 fue de 24.38%, habiendo aumento en T3 y disminución en T4, esto se debió a que el espacio vital que tenían los tratamientos 1, 2 y 3 fue mayor que el de T4 y T5, lo que permitió un mejor desempeño de los individuos, por esta razón en T1 se presentó un incremento mas notable de la biomasa.

El pH del "humus" de todos los tratamientos fue igual (7.5) según la escala colorimétrica. De igual manera la textura y apariencia física en todos los casos fue igual. El olor es agradable y característico, el color fue igual en todos los tratamientos, lo que muestra que la calidad del humus en las densidades probadas durante el experimento, se mantiene constante, obteniéndose un "humus" con características organolépticas similares, esto se debe a que en todos los tratamientos se consumió homogéneamente el sustrato.

El "humus" obtenido durante el experimento fue similar en todos los tratamientos siendo T4 el que obtuvo la mayor producción con un rendimiento de 9.5% superior con respecto al T1, el cual obtuvo el rendimiento mas bajo. El tiempo de suministro de alimento en los tratamientos 1, 2 y 3 fue similar pero diferente al de los tratamientos 4 y 5, a los cuales se alimentó en mayor número de oportunidades, pues requerían ser alimentadas con mayor frecuencia, con igual consumo en menor tiempo, ya que la densidad de siembra en estos fue mayor y el consumo del alimento fue mas rápido.

Al realizar el análisis estadístico de cada una de las etapas diferenciadas en el experimento de *Eisenia foetida* se encontró que en adultas, juveniles y capullos no hubo diferencia significativa entre tratamientos ( $P > 0.05$ ). Para biomasa (inicial – final) y neonatos se encontró diferencia altamente significativa ( $P < 0.01$ ). Esto se debe a que T1 presentó las mejores condiciones para el desarrollo de la población, es decir, el espacio que ofreció este tratamiento fue, en este caso, el mejor para el favorable rendimiento de *Eisenia foetida*.

Al realizar la prueba de Tukey a Biomasa (inicial - final) y neonatos se encontró que estadísticamente los tratamientos 1 y 2 son similares y que 2, 3, 4 y 5 también lo son, pero que 1 y 3, 4 y 5 son diferentes. El tratamiento 1 fue el que mejor respuesta mostró en la prueba de Tukey tanto para biomasa (inicial – final) como para neonatos, debido a que estos reportaron mayores porcentajes de nacimientos expresados en número de individuos.

El orden de significancia en cada una de las pruebas evidencia que a mayor densidad se disminuye mas notablemente la población, lo que deja claro que la presión poblacional es un determinante en la dinámica de esta especie. El espacio vital adecuado durante el experimento fue ofrecido al tratamiento 1 y a medida que aumentaba la densidad de siembra se disminuía la calidad de este.

## 5. CONCLUSIONES

A mayor densidad de siembra se puede esperar una mayor disminución de la biomasa final, con relación a la sembrada inicialmente.

El suministro de agua es menor a medida que aumenta la densidad de siembra, pues con el aumento de esta se mantiene mas la humedad en el sustrato.

Sembrar *Eisenia foetida* en recipientes plásticos puede contribuir a el control de depredadores pero aumenta la temperatura del sustrato, pues la transferencia de calor en este material es mayor.

El sustrato para la alimentación debe ser suministrado sólo cuando las lombrices lo necesiten, así se consigue un humus de mejor calidad.

La temperatura del sustrato está relacionado con la densidad y la humedad. A mayor densidad de siembra se conserva mas la humedad del sustrato y se reportan menores temperaturas en este.

El pH del sustrato se mantiene constante en las distintas densidades probadas durante este experimento.

## 6. RECOMENDACIONES

Para tomar como referencia los resultados de este trabajo, se deben tener en cuenta las condiciones climáticas, el tipo de construcción y el sustrato utilizado entre otros; así se recomienda sembrar  $1 \text{ kg/m}^2$  de *Eisenia foetida* pura, debido a que con ésta se obtienen buenos resultados y la inversión inicial es menor.

La semilla a utilizar debe contener un alto porcentaje de *Eisenia foetida* adulta, pues esto garantiza que la población crezca con mayor rapidez. Es decir, talla no menor a 5 cm, color rojizo y uniforme y la presencia de clitelo. La compra de la semilla debe hacerse en un punto reconocido de venta que garantice su producto para que el contenido de esta sea el que se diga al momento de la venta. *Eisenia foetida* a utilizar en la siembra deben tener características físicas que las identifiquen como individuos sanos tales como color rojizo uniforme, vitalidad, cuerpo brillante y sin partes que evidencien degradación.

Causar el menor estrés posible a las lombrices durante la cosecha, ya que esto puede causar mortalidad en el nuevo cultivo. De la cosecha de un cultivo al establecimiento de otro, debe haber el menor tiempo posible para causar el menor traumatismo en la población.

El alimento a suministrar debe ser de acuerdo con la disponibilidad del medio en donde se encuentre o pretenda establecer el cultivo. El sustrato debe ser tratado de acuerdo a su procedencia. Este debe ser suministrado en capas de tres centímetros de espesor y de acuerdo con la necesidad de cada cama. Con esto se logra un control sobre la temperatura y el pH del sustrato y el consumo es más eficiente. Adicionalmente si se desea obtener un "humus" de excelente

calidad y buenas características físicas se debe suministrar un alimento de iguales condiciones.

No se recomienda utilizar recipientes plásticos para el establecimiento de un cultivo, pues la transferencia de calor es mayor en este material y tiende a aumentar la temperatura del sustrato y a disminuir la humedad del mismo, por lo tanto las camas para *Eisenia foetida* deben ser hechas en ladrillos o madera, los cuales disminuyen la transferencia de calor al sustrato. Esto permite que la humedad se mantenga más fácilmente y la temperatura sea constante y en un rango óptimo.

El agua a suministrar debe ser fresca y libre de cloro para garantizar que no se afecte la reproducción y el metabolismo de *Eisenia foetida*, por eso se debe utilizar agua de aljibes o represas naturales, o agua de acueducto (clorada), que halla perdido este elemento. Esta debe ser suministrada de tal forma que no cause gran impacto sobre el sustrato, en lo posible con regaderas para que el agua se disperse uniformemente y evitar encharcamientos indeseables. El suministro de agua debe hacerse de acuerdo con la necesidad de cada cama, realizando previamente la prueba de humedad, para mantener en un nivel adecuado el sustrato. Esto con la finalidad de mantener un buen desarrollo en la población. El control de la humedad debe hacerse a diario para evitar trastornos en el metabolismo de *Eisenia foetida* y así evitar que se disminuya la población y su producción. Es recomendable hacer desagües o mecanismos de drenajes para evitar que se encharque el agua.

Se debe usar polisombra sobre el cultivo porque disminuye el efecto de los depredadores y factores ambientales, como radiación, vientos y precipitación, que contribuyen negativamente sobre la población mermando su producción.

Si se desea obtener un “humus” de excelente calidad se debe suministrar a *Eisenia foetida* un sustrato (alimento) que cumpla con las características deseables.

## 7. BIBLIOGRAFIA

**BRAVO, A.** 2001. Casita Para Lombricultura. Licenciatura en estudios ambientales de la Universidad de Yacambu Barquisimedo: 8 pp, D. en internet en: <http://www.casitaparalombricultura.com>.

**BOTERO A. L,** 2003. Fotografía de *Eisenia foetida* en el cultivo de la granja El Perico. Universidad de Sucre. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Programa de Zootecnia.

**CADAVID, J.** 1995. Biblioteca del campo, granja integral autosuficiente. Tomo 2. Disloque Editores.3ª ed. Colombia: p 189 – 192.

**COMPAGNONI, L. y PUTZOLU, G.** 1990. Cría Rentable de las Lombrices y Utilización Rentable del Humus. Ed de Vecchi. Barcelona, España: p. 12–16.

**CURTIS, H. y BARNES, N.** 1995. Biología. 5ª ed. Ed. Médica Panamericana. New York: p 412 -423

**DE SANZO Y RAVERA,** 2000 Manual de Lombricultura. 20 pp D en Internet en: <http://www.manualdelombricultura.com>.



**DELGADO, M. y HURTADO, C.** 1989. Seminario de Lombricultura. PRO-ORIENTE LTDA. Santiago de Chile: P. 1 – 4.

**ENCARTA ® BIBLIOTECA DE CONSULTA 2003.**(CD – ROM) © 1993-2002 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

**FERRUZZI, C.** 1994. Manual de Lombricultura. Ed. Mundiprensa. Madrid. España: p 64 – 74.

**GOMEZ, J.** 1981. Las Lombrices de Tierra y su Importancia Ecológica. Palmira, Valle, Colombia: p 1.

**HURTADO, C. y DELGADO, M.** 1987. La Lombricultura. Ed. INCOLDA. Santiago de Chile: p 3 – 12.

**LEAL, H.** 2000. Manual de lombricultura. Ed. UNAD. Facultad de Ciencias Agrarias, UNAD. Bogotá D. C.: p 11-19, 24-29 y 31-49.

**LLANO, I.** 1988. Lombriz Roja Californiana y la producción y utilización del humus. Vivero Rancho Grande. Buga Valle: p 1 – 7.

**NASON, A. y DEHAAN, R.** 1984. El Mundo biológico. Ed. Limusa. México D.F.: p 127 – 131.

**NIEVES, D. y CALDERON, J.** 2001. Inclusión de la harina de lombriz en dietas no convencionales y suplementación con *Trichanthera gigantea* en conejos de engorde. Redpav Venezuela: 16 pp. D en Internet en: <<http://www.redpav.org>>

**ONDARZA, R.** 1997. Ecología. El Hombre y su Ambiente. Ed. Trillas. México: p 49 – 57.

**PASTORELLY D.** 2001. Manual de lombricultura. 14 pp. D en internet en: <<http://www.lombricesrojascalifornianas.com.ch>>

**QUICENO A., J.** 1996. Producción De Humus Y Lombriz. Corpoica. Agronotas. Colombia: p 13 – 17.

**QUICENO A., J.** 1995. Proyecto desarrollo de la participación comunitaria en el sector forestal. Lombricultura. Serie Técnica. PACOFOR. Folleto. Manizales. Colombia.

**R. N. Z. (Revista Nacional de Zootecnia)** 1987. Lombricultura. Un Negocio Rentable Con Potencial Ilimitado. V. 4. No 24. Bogotá. Colombia: p 21 – 25.

**RASPEÑO, N.** 2001. Reciclaje orgánico. Lombricultura. 11 pp. D en Internet: <<http://www.casitaparalombricultura.com.>>.

**RODRIGUEZ, L., SALAZAR, P. y ARANGO, M.** 2001. Lombriz Roja Californiana y *Azolla anabaena* en dietas para pollos de engorde. CIPAV. Cali, Colombia: 12 pp. D en Internet en:< <http://www.cipav.org.co> >

**ROSAS, A.** 2002. Granja integral autosuficiente. Rojas Eberhard Ed. Ltda. Bogotá D. C.: p116 – 121.

**RUIZ, P.** 1998. Monografía de Sampués, su Geografía y su Cultura. Universidad de Sucre. Departamento de Ingeniería Civil. Sucre, Colombia: p 49.

**TEMATICA QUORUM XXI.** 2002. Quórum ediciones limitada. V 1, Zoología. Bogotá D.C. Colombia: p 166 – 168.

**VILLE, C.** 1993. Biología. Ed. Mc GRAW – HILL. 4ª ed. México D. F.: p 345 – 348.

## ANEXO A

### Porcentaje de Adultas con base a biomasa total

T1	T2	T3	T4	T5
58.2	74.9	43	56.7	36.2
75.4	35.2	51.4	77.1	92.5
33.9	63.2	26.1	34.3	53.5
47.2	34.1	41.6	45.9	53.3

### Análisis de varianza

Origen	S C	G L	C M	F	Probabilidad	V. critico F
T/to	734.093	4	183.52325	0.52839	0.71671394	0.055568244
Error	5209.8325	15	347.322167			
Total	5943.9255	19			P>0.05	

### Porcentaje de juveniles en base a biomasa total

T1	T2	T3	T4	T5
12.3	8.9	22.2	40.3	18.1
18.8	18.3	41.7	19.2	1.6
53.6	15.5	45.6	49.9	25.2
8	55.3	39.2	28.1	27.9

### Análisis de varianza

Origen	S C	GL	C M	F	Probabilidad	V. critico F
T/to	1079.183	4	269.79575	1.0197486	0.42861729	3.0555682
Error	3968.5625	15	264.57083			
Total	5047.7455	19			P>0.05	

### Porcentaje de neonatos en base a biomasa total

T1	T2	T3	T4	T5
4.9	3.2	0.7	0.7	2
4.4	2.1	1	0.7	0.03
1.5	0.7	0.5	0.6	0.03
5.3	1.5	0.5	0.5	0.4

Análisis de varianza

Origen	S C	G L	C M	F	Probabilidad	V. critico F
T/to	34.90352	4	8.72588	8.68022203	0.00077919	3.0555682
Error	15.0789	15	1.00526			
Total	49.98242	19			P<0.05	

Porcentaje de capullos en base a biomasa total

T1	T2	T3	T4	T5
24.5	12.9	34	2.3	43.7
7.4	44.4	5.8	2.9	5.7
10.9	20.6	27.8	15.1	21
39.4	9.1	18.7	25.4	18.4

Aumento de biomasa en porcentaje (inicial – final)

T1	T2	T3	T4	T5
174.4	107.8	129.2	73.3	74.4
128.9	183.4	78.9	78.2	64.4
297.3	127.8	114.8	89.8	77.5
216.6	164.5	125.9	109.9	88.5

Análisis de varianza

Origen	S C	G L	C M	F	Probabilidad	V. critico F
T/to	42611.99	4	10652.997	7.4001392	0.0016872	3.0555682
Error	21593.51	15	1439.5671			
Total	64205.49	19			P<0.05	

Kilogramos de Humus producido

T1	T2	T3	T4	T5
8.5	8.56	9.5	9.75	9.6
9.05	10	9.25	10.25	10
9.25	9.5	8.9	9.75	9.25
10	9.25	9.75	10	10

Análisis de varianza

Origen	S C	G L	C M	F	Probabilidad	V. critico F
T/to	1.51467	4	0.378667	1.7801078	0.18536255	3.0555682
Error	3.19082	15	0.212722			
Total	4.70549	19			P>0.05	

Biomasa Total (Gramos de lombriz).

T1	T2	T3	T4	T5
90,4	144	148,6	148,4	120
86,6	115	108,4	214,8	265,8
90	144	80	110	184,7
91,2	100	140	180	210

Análisis de varianza

Origen	S C	G L	C M	F	Probabilidad	V. critico F
T/to	331.865	4	82.96625	042114348	0.79095771	3.0555682
Error	2955.035	15	197.0023			
Total	3286.9	19			P>0.05	

Suministro de agua por tratamiento

T1	T2	T3	T4	T5
5865	5490	5750	5070	5405

Temperatura promedio de las bandejas

T1	T2	T3	T4	T5
26,8	27,3	26,9	26,5	27,1
27,7	27,7	27,1	26,3	27,1
27,2	27	27,2	26,6	26,8
26,6	26,5	26,2	26,2	26,2
26,2	26,5	26,7	26,5	26,5

---

26,5	26,7	26,5	26,9	26,8
26,8	26,5	26,7	26,5	26,7
27,2	26,9	26,9	26,8	27,1
26,7	26	26,4	26,2	26,3
26,4	26	26,1	26,1	26,1
26	26	26	26	26,1

---

## ANEXO B

### Resumen

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.72187994
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.52111065
R <sup>2</sup> ajustado	0.49450569
Error típico	1.15316108
Observaciones	20

ANÁLISIS DE VARIANZA					
	<i>GL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>V. crítico de F</i>
Regresión	1	26.0463716	26.0463716	19.5869711	0.00032637
Residuos	18	23.9360484	1.32978047		
Total	19	49.98242			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>
Intercepción	3.98338036	0.60463021	6.58812658	3.4571E-06	2.71309844	5.25366228
gr/0.089m <sup>2</sup>	-0.0090556	0.00204613	-4.42571701	0.00032637	-0.01335436	-0.00475683

### Resumen

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.78439879
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.61528145
R <sup>2</sup> ajustado	0.5939082
Error típico	37.044302
Observaciones	20

ANÁLISIS DE VARIANZA					
	<i>GL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>V. crítico de F</i>
Regresión	1	39504.4519	39504.4519	28.7874508	4.2393E-05
Residuos	18	24701.0456	1372.28031		
Total	19	64205.4975			



	<i>Coeficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>
Intercepción	219.536213	19.4232225	11.3027698	1.3146E-09	178.729505
gr/0.089m <sup>2</sup>	-0.35266841	0.0657302	-5.36539381	4.2393E-05	-0.49076255

Porcentaje de mortalidad en lombrices adultas.

Inicial ( No de individuos)	Final ( No de individuos)	Mortalidad (%)
206	176	14.56
412	259	37.14
618	331	46.44
824	467	43.35
1030	571	44.56

Porcentaje de natalidad en juveniles.

Inicial ( No de individuos)	Juveniles (No de individuos)	Natalidad (Porcentaje)
206	154	75
412	158	38
618	257	42
824	308	37
1030	160	16

Porcentaje de natalidad en neonatos.

Inicial (No. de individuos)	Final (No. De individuos)	Natalidad (Porcentaje)
206	175	85
412	152	37
618	46	7
824	43	5
1030	56	5

Porcentaje de postura (capullos).

Inicial ( No. de individuos )	Final (No. De capullos)	Postura (Porcentaje)
206	378	183.49
412	608	147.57
618	696	112.6
824	405	49.2
1030	728	70.67

Porcentaje de incremento/decremento (biomasa total).

Inicial (gramos/bandeja)	Final (gramos/bandeja)	Diferencia biomasa	de incremento/decrem ento (%)
89.1	182.05	92.92	104.3
178.1	187.42	9.32	5.2
267.3	300.025	32.72	12.24
356.4	313.1	-43.3	-12.14
445.5	339.7	-105.9	-23.74