



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



Trabajo Experimental presentado al H. Consejo directivo de la Facultad,
como requisito previo a la obtención del título de:

INGENIERA AGRÓNOMA

TEMA:

Evaluación de varios sustratos orgánicos en el crecimiento de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) alimentadas con estiércol de bovino, pollinaza y compost, en la zona de Babahoyo.

AUTORA:

Sandy Elizabeth Aviles Gómez

TUTORA:

Ing. Agr. Victoria Rendón Ledesma, MSc.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2018



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA



TRABAJO DE TITULACION

Trabajo experimental, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad,
como requisito previo para obtener el título de:

INGENIERA AGRÓNOMA

TEMA:

“Evaluación de varios sustratos orgánicos en el crecimiento de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) alimentadas con estiércol de bovino, pollinaza y compost, en la zona de Babahoyo”.

APROBADA POR:

Ing. Agr. Enma Lombeyda García, MAE
PRESIDENTA

Ing. Agr. Yary Ruiz Parrales, MAE
PRIMER VOCAL

Ing. Agr. Cristina Maldonado Camposano, MBA
SEGUNDA VOCAL

Las investigaciones, resultados, conclusiones y recomendaciones del presente trabajo son de exclusiva responsabilidad del autor:

Sandy Elizabeth Aviles Gomez



DEDICATORIA

Este trabajo experimental se lo dedico primordialmente a Dios por darme la vida y la sabiduría para poder realizar este proyecto.

A mi madre Elsa Gomez Ibarra y a mi padre Patricio Aviles Gil que jamás me abandonaron, me inspiraron, me llenaron de consejos y buenos valores, y confiaron siempre en cada uno de mis pasos a lo largo de mi camino, motivo por el cual buscare superarme día a día.

A mi hermana, Jennifer Aviles, por el cariño y el apoyo que solo el corazón de hermana sabe dar.

A cada uno de mis amigos, por sus palabras de aliento, motivación y apoyo incondicional. Los amo con todo mi corazón.

Sandy Elizabeth Aviles Gomez.

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la fortaleza y ser mi guía en cada uno de mis pasos en la elaboración de este proceso de mi formación profesional.

A la Universidad Técnica de Babahoyo y en especial a los docentes de la Facultad de Ciencias Agropecuarias por sus enseñanzas, consejos y formación en mis estudios universitarios siendo posible la culminación de esta hermosa carrera de Ingeniería Agronómica.

A mis padres por permitirme no desmayar en los momentos más duros de mi vida.

A la Ing. Agr. Victoria Rendón Ledesma, MSc.; mi más sincero agradecimiento por ser mi maestra y asesora de tesis, la cual gracias a su conocimiento contribuyo al desarrollo y finalización de este trabajo experimental.

A mis compañeros por permitirme ser parte de su vida, por esas grandes anécdotas que marcaran nuestras vidas.

Sandy Elizabeth Aviles Gomez.

ÍNDICE DE CONTENIDO

II.	INTRODUCCIÓN	1
1.1	Objetivos	3
1.1.1	Objetivo general.....	2
1.1.2	Objetivos específicos.....	2
III.	MARCO TEORICO.....	4
IV.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
3.1.	Ubicación y descripción del sitio experimental.....	13
3.2.	Material genético.	13
3.3.	Factores estudiados	13
3.4.	Tratamientos.....	14
3.5.	Métodos.....	14
3.6.	Diseño experimental	14
3.6.1.	Análisis de varianza	15
3.6.2.	Características del lote experimental	15
3.7.	Manejo del ensayo	15
3.7.1.	Recolección y fermentación del estiércol	15
3.7.2.	Elaboración del compost de bovino y pollinaza.....	16
3.7.3.	Construcción de lechos	16
3.7.4.	Siembra de lombrices.....	16
3.7.5.	Mantenimiento de los lechos.....	17
3.7.6.	Riego de los lechos	17
3.7.7.	Alimentación de lombrices.....	17
3.8	Datos a tomar.....	18
3.8.1.	Densidad lombriz.....	18
3.8.2.	Peso lombriz	18
3.8.3.	Longitud lombriz	18
3.8.4.	Temperatura.....	18

3.8.5. Producción lombrices.....	19
3.8.6. Rendimiento del humus de lombriz	19
3.8.7. Análisis económico.....	19
V. RESULTADOS	20
4.1. Densidad poblacional.....	20
4.2. Peso de Lombriz (gr) a los 90 y 120 días	21
4.3. Longitud de la Lombriz (cm) a los 90 y 120 días	22
4.4. Temperatura.....	23
4.5. Producción de lombriz	24
4.6. Rendimiento de humus de lombriz	25
4.7. Análisis económico.....	26
VI. CONCLUSIONES	27
VII. RECOMENDACIONES	28
VIII. RESUMEN	29
IX. SUMMARY	31
X. BIBLIOGRAFIA	33
XI. ANEXOS.....	37

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Densidad poblacional a los 90 y 120 días, sobre la evaluación de varios sustratos orgánicos en el crecimiento de la lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i>) alimentadas con estiércol de bovino, pollinaza y compost, en la zona de Babahoyo.	20
Cuadro 2. Peso de lombriz a los 90 y 120 días, sobre la evaluación de varios sustratos orgánicos en el crecimiento de la lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i>) alimentadas con estiércol de bovino, pollinaza y compost, en la zona de Babahoyo.	21
Cuadro 3. Longitud a los 90 y 120 días, sobre la evaluación de varios sustratos orgánicos en el crecimiento de la lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i>) alimentadas con estiércol de bovino, pollinaza y compost, en la zona de Babahoyo.	22
Cuadro 4. Temperatura de lombriz a los 90 y 120 días, sobre la evaluación de varios sustratos orgánicos en el crecimiento de la lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i>) alimentadas con estiércol de bovino, pollinaza y compost, en la zona de Babahoyo.	23
Cuadro 5. Producción de lombriz a los 90 y 120 días, sobre la evaluación de varios sustratos orgánicos en el crecimiento de la lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i>) alimentadas con estiércol de bovino, pollinaza y compost, en la zona de Babahoyo.	24
Cuadro 6. Rendimiento, sobre la evaluación de varios sustratos orgánicos en el crecimiento de la lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i>) alimentadas con estiércol de bovino, pollinaza y compost, en la zona de Babahoyo.	25
Cuadro 7. Análisis económico en el ensayo sobre la evaluación de varios sustratos orgánicos en el crecimiento de la lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i>) alimentadas con estiércol de bovino, pollinaza y compost, en la zona de Babahoyo.	26
Cuadro 8. Densidad poblacional a los 90 días, sobre la evaluación de varios sustratos orgánicos en el crecimiento de la lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i>) alimentadas con estiércol de bovino, pollinaza y compost, en la zona de Babahoyo.	37
Cuadro 9. Densidad poblacional a los 120 días, sobre la evaluación de varios sustratos orgánicos en el crecimiento de la lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i>) alimentadas con estiércol de bovino, pollinaza y compost, en la zona de Babahoyo.	38

Cuadro 10. Longitud a los 90 días, sobre la evaluación de varios sustratos orgánicos en el crecimiento de la lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i>) alimentadas con estiércol de bovino, pollinaza y compost, en la zona de Babahoyo.	39
Cuadro 11. Longitud a los 120 días, sobre la evaluación de varios sustratos orgánicos en el crecimiento de la lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i>) alimentadas con estiércol de bovino, pollinaza y compost, en la zona de Babahoyo.	40
Cuadro 12. Temperatura de lombriz a los 90 días, sobre la evaluación de varios sustratos orgánicos en el crecimiento de la lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i>) alimentadas con estiércol de bovino, pollinaza y compost, en la zona de Babahoyo.	41
Cuadro 13. Temperatura de lombriz a los 120 días, sobre la evaluación de varios sustratos orgánicos en el crecimiento de la lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i>) alimentadas con estiércol de bovino, pollinaza y compost, en la zona de Babahoyo.	42
Cuadro 14. Producción de lombriz a los 90 días, sobre la evaluación de varios sustratos orgánicos en el crecimiento de la lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i>) alimentadas con estiércol de bovino, pollinaza y compost, en la zona de Babahoyo.	43
Cuadro 15. Producción de lombriz a los 120 días, sobre la evaluación de varios sustratos orgánicos en el crecimiento de la lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i>) alimentadas con estiércol de bovino, pollinaza y compost, en la zona de Babahoyo.	44
Cuadro 16. Rendimiento, sobre la evaluación de varios sustratos orgánicos en el crecimiento de la lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i>) alimentadas con estiércol de bovino, pollinaza y compost, en la zona de Babahoyo.	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Elaboración del compost de bovino y pollinaza	46
Figura 2. Construcción de lechos.....	46
Figura 3. Distribución de los tratamientos	46
Figura 4. Siembra de lombrices	46
Figura 5. Riego de los lechos	46
Figura 6. Alimentación de lombrices.....	46
Figura 7. Visita técnica del ensayo	46
Figura 8. Evaluación de la densidad poblacional de lombriz.....	46
Figura 9. Evaluación del peso de lombriz	46
Figura 10. Evaluación de longitud de lombriz	46
Figura 11. Evaluación de la toma de temperatura de los sustratos.....	46
Figura 12. Evaluación del rendimiento del humus	46

I. INTRODUCCIÓN

La lombricultura, es una actividad agropecuaria, que abarca aspectos muy importantes de la biología de la especie y la alimentación en que induce a un más rápido crecimiento, sobre todo teniendo en cuenta que es similar a la producción de cualquier animal doméstico. De las especies domesticadas, sin duda la que ha dado mejores resultados es la *Eisenia foetida*, variedad que se encuentra en los principales criaderos de lombrices de, Estados Unidos y Japón, que son países donde mayormente se han desarrollado esta actividad ya que revela mejores condiciones para la cría en cautiverio.

El hecho de que existan lombrices, hace que la agricultura tenga una razón de ser ya que gracias a las lombrices de tierra, la producción agrícola, desde un punto de vista natural y ecológico, es mucho mejor ya que los suelos están mejor preparados para los cultivos, pues, participan activamente en la regulación de las propiedades físicas del suelo, la dinámica de la materia orgánica del entorno y el crecimiento de las plantas junto a otros organismos macro descomponedores forman parte de la fauna del suelo.

La reproducción de este anélido es caracterizado por ser hermafrodita que puede llegar a producir grandes cantidades de lombrices por año, el abono producto de sus deyecciones contiene grandes riquezas bacterianas, desarrollando su ciclo biológico en pequeños espacios, además se adapta a un amplio rango de condiciones edafoclimáticas.

Se desarrolla bien bajo temperaturas promedio de 30° C, y en un amplio rango de residuos agrícolas, lo que permite utilizarla en condiciones climáticas cálidas para el reciclaje de estiércoles de animales y restos de cosecha para la producción de humus de lombriz con la subsiguiente disminución de la contaminación ambiental.

La lombricultura apoya a todos los sistemas de producción agrícola y a su vez contribuye en la economía de pequeños y medianos agricultores, ya que se evidencia como un negocio en expansión porque se constituye en el medio más rápido y eficaz para la recuperación de los suelos en el sector rural.

Una de las alternativas para conservar el ambiente sin contaminación es la producción de abonos orgánicos como el “humus de lombriz”, beneficiando directamente a los productores y consumidores, siendo estos últimos quienes impulsan el uso y manejo adecuado de los suelos agrícolas.

En Ecuador, la lombricultura se evidencia justo en la mayor parte de provincias de la sierra, hubo un estudio que llevó a la implantación de un Plan de Manejo de la Lombriz Roja Californiana (principal variedad utilizada en Ecuador) en la Provincia de Pastaza en el oriente ecuatoriano. La resultante del experimento fue: Un humus con un 79 por ciento de pureza, cada uno de los componentes de la mezcla se aparejó en diferentes números de días.

Con la presente investigación, se busca definir el mejor sustrato orgánico para el crecimiento y desarrollo de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), alimentadas con estiércol de bovino, pollinaza y compost.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general

Determinar el efecto de varios sustratos orgánicos en el crecimiento de la lombriz californiana (*Eisenia foetida*), en la zona de Babahoyo.

1.1.2 Objetivos específicos

- Identificar el sustrato más adecuado para incrementar la densidad poblacional en el crecimiento de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*).
- Conocer la densidad más adecuada de sustrato que genere el mayor rendimiento de humus y compost.
- Analizar económicamente los tratamientos.

II. MARCO TEORICO

Zarela & Salas (1993), señala que lombricultura es la tecnología de crianza intensiva de lombrices que, en base a desechos orgánicos biodegradables, permite reciclar la materia orgánica y obtener proteína, los cuales las lombrices descomponen en humus. Es una actividad de baja inversión, mínimo riesgo, fácil administración y alta rentabilidad, con ella se puede desarrollar sistemas integrales de producción de tal manera que se potencien mutuamente y así se incremente los resultados finales.

Somarriba & Guzman (2002), manifiesta que la lombricultura tiene un enfoque ecológico por el reciclaje que se realiza con los diferentes sustratos empleados en su alimentación (excreta bovina, basura Orgánica, desperdicios Industriales; tiene además un enfoque tecnológico por los fenómenos microbiológicos y bioquímicos que ocurren en el proceso de fermentación de la alimentación de las lombrices a partir de materiales orgánicos; además brinda una respuesta simple racional y económica al problema ambiental.

Sánchez (2012), indica que la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) es un anélido doméstico, originario del Centro Occidental de Europa, es la más versátil y rentable, las razones en que se fundamenta la mayor rentabilidad que origina esta lombriz roja californiana son las siguientes: son longevos viven 16 años, prolíficos 1.500 lombrices por año y sus deyecciones que es abono orgánico, flora bacteriana prácticamente el 100% (2 x 10¹² colonias /g.) con dos billones de colonias de bacterias vivas y activas por gramo de humus producido.

Portela (1999), comenta que la lombriz roja californiana es de fácil explotación en cautiverio por su adaptación y rendimiento, además esta lombriz puede llegar a vivir hasta 16 años, puede producir 1.200 hasta 1.500 crías en un año y en un metro cuadrado se pueden alojar de 40.000 a 50.000 individuos.

De acuerdo a Bustamante (2016), la lombriz roja californiana es un gusano anélido oligoqueto, hermafrodita es decir que cada individuo posee órganos masculinos y femeninos, no pueden auto fecundarse y necesitan aparearse dos individuos maduros para intercambiar los espermatozoides.

Salazar (2003), manifiesta que las lombrices no solo sirven para producir abono sino que son muy buenas aliadas en el suelo, el efecto más importante de la lombriz en el suelo se relaciona con su capacidad de barrenarlo y la deposición de excreciones en las galenas barrenadas. El constante movimiento de las lombrices en el suelo favorece la formación de agregados, la infiltración del agua y la aireación del suelo. Además, incrementan la población de microorganismos, los cuales favorecen la actividad enzimática y con ello los procesos metabólicos en los cultivos. Aumentan también la disponibilidad de nutrimentos en forma asimilable por las plantas.

Según Ccsani & Poma (2012), la lombricultura engloba las diversas operaciones relacionadas con la cría y reproducción de lombrices y el tratamiento, por medio de estas, a los residuos orgánicos, convirtiéndose así en una tecnología moderna que transforma los desechos orgánicos (estiércol, restos de planta, etc.) en abonos (humus) y proteínas en cantidades por hectárea como ninguna otra actividad zootécnica lo logra.

De acuerdo a Alas & Alvarenga (2002), la clasificación sistemática de la lombriz roja californiana la ubica en el Reino: Animal; Phylum: Anélida; Clase: Oligoqueto; Orden: Opisthoptera; Familia: Lumbricidae; Género: Eisenia; Especie: E. foetida.

Schuldt & Naturales (2006), indican que la lombriz roja californiana es de color rojo rosado más tenue ventralmente. La pigmentación cubre el centro del somite y los intersegmentos toman un color amarillo tenue. Esta disposición sobre todo en los últimos segmentos induce una fuerte apariencia rayada. El cuerpo es alargado y ligeramente, elíptico en cortez.

Zacarias (2015), realata que la longitud media de la lombriz roja californiana adulta está comprendida entre 5 y 9 cm con un diámetro de 3 a 5 mm, tamaño que alcanza a los 7 meses de edad. El peso es de un gramo aproximadamente; una lombriz consume diariamente una cantidad de residuos orgánicos equivalente a su peso o a la mitad, según las condiciones de vida.

Según Restrepo & Orrego (2007), los órganos y sistemas que posee la lombriz son los siguientes: Sistema digestivo: en la parte superior de la apertura bucal se sitúa el prostomio con forma de labio, las células del paladar son las encargadas del seleccionar el alimento que pasa posteriormente al esófago donde se localizan las glándulas calcíferas. Estas glándulas segregan iones de calcio, contribuyendo a la regulación del equilibrio ácido básico, tendiendo a neutralizar los valores del pH. Posteriormente se tiene el buche, en el cual el alimento queda retenido para dirigirse al intestino.

Briceño & Pérez (2017), menciona que el sistema circulatorio de la lombriz roja californiana posee cinco corazones, llamados también vasos que son los encargados de bombear la sangre en todo lo largo del cuerpo de la lombriz. EL vaso ventral se encuentra en la zona más plana está transporta sangre con oxígeno y el vaso dorsal lleva sangre con dióxido de carbono (CO₂), este intercambio lo realiza ya que la respiración la hace por la piel (respiración cutánea).

Cuéllar & Guerrero (2013), indica que el sistema respiratorio es cunicular, lo que quiere decir que también se realiza mediante la piel y es transportada mediante su sistema circulatorio a todo el cuerpo, realizando a la misma vez la eliminación de CO₂.

Somarriba & Guzman (2002), manifiesta que los oligoquetos son hermafrodita poseen tanto ovarios, como testículos, es incapaz de autofecundarse por lo que necesita del acoplamiento de otra de su especie, el apareamiento se produce al situarse en posición paralela en sentido inverso las dos lombrices de tal forma que se corresponda al aparato

genital masculino con el femenino, al realizarse esto se produce un intercambio de espermatozoide quedando ambas lombrices fecundadas.

Sanchez (2009), estima que una lombriz roja puede producir anualmente en condiciones normales de humedad y temperatura 1500 lombrices. Al nacer las lombrices son blancas, transcurridos 5 o 6 días se ponen rosadas y a los 120 días ya se parecen a las adultas siendo de color rojizo y estando en condiciones de aparearse.

Arango & Diaz (2010), comenta que los sistemas masculinos y femeninos de las lombrices están localizados en la parte anterior; como resultado del acoplamiento de dos lombrices se producen huevos o capsulas uno por cada lombriz. La actividad sexual de las lombrices esta disminuida en los meses calurosos, como también en los meses demasiados fríos y llega a su máxima capacidad de fecundación en los meses templados. Logra su madurez sexual a los 3 meses y se considera adulta a los 7 meses después de su nacimiento.

Albornoz & Ortega (2017), indica que la temperatura ideal para el buen desarrollo de la lombriz es de 25°C; en condiciones controladas, esta es fácil de mantener, sin embargo cuando se trabaja al aire libre se debe tener un buen control, alcanzarla y mantenerla. La lombriz roja Californiana vive normalmente en zonas de clima templado, su temperatura corporal oscila entre 19°C y 20°C.

Castillo (2010), recomienda utilizar un termómetro de punzón digital cuya escala de valores oscila entre 0 a 100 °C, para esto se introduce la varilla del termómetro dentro de las camas con sustratos y lombrices hasta una profundidad de 15 cm por un lapso de tiempo de 3 minutos y luego se procede a leer el valor en el tablero digital.

De acuerdo Terán (2017), la humedad manifiesta que para la supervivencia de las lombrices necesitan de una humedad del 70 % para facilitar la ingestión de alimentos y su

deslizamiento a través del material, es lento, e incluso la humedad no es la adecuada puede hasta causar la muerte dar lugar a la muerte de la lombriz, y el exceso de humedad que origina empapamiento que ocasiona una oxigenación deficiente del suelo.

Tenecela (2012), manifiesta que las lombrices se desarrollan bien en un medio poco ácido o neutro, e incluso mejor si es ligeramente alcalino (pH entre 6 y 8), en cambio disminuyen su actividad notablemente en medios ácidos por debajo de un pH de 6. Por ello, el pH neutro o ligeramente alcalino, favorece la rápida degradación de la materia orgánica. Cuando en los materiales orgánicos empleados en el lombricompost predominan elementos ácidos, las lombrices apenas actúan, favoreciéndose la actividad de ciertos hongos más tolerantes a la acidez, pero cuyo proceso degradador da como resultado un humus de peor calidad.

Según FAMA (2015), los depredadores directos más frecuentes son los pájaros (cuervos, mirlos, tordos, etc.) ya que excavan la tierra con sus patas y pico, siendo la medida de control más eficaz la cobertura del lecho con ramas o mallas antigranizo, las enfermedades en los criaderos de lombrices no son muy frecuentes aunque el hábitat de las lombrices puede verse afectado por la presencia de bacterias.

Arias (2004), menciona que las lombrices en la lombricultura, deben ingerir una dieta balanceada que contenga proteínas, lípidos y carbohidratos; ya que son capaces de consumir toda materia orgánica biodegradable (previamente semicompostada), como son: a) Excretas animales: Excretas bovina, caprina, caballar, cunícula, de animales exóticos, porcícola y avícola. b) Residuos vegetales: Restos de cosecha (tubérculos, hortalizas y frutas), de lirio acuático, de poda, plantas de beneficio de plátano, despulpadoras de café y esquilmos agrícolas en general. c) Residuos industriales: Restos de procesadoras de papel y cartón, de la industria azucarera (bagazo, bagazillo y cachaza), bagazo de agave, carpintería (madera procesada), lodos industriales, entre otros.

Según Fuentes (2010), el sustrato que constituye la base del lecho, se forma con sustancias orgánicas, siendo lo más conveniente que tenga una cantidad de celulosa entre

el 20 y el 25 por 100. El espesor del sustrato será de unos 15 centímetros en verano y 25 centímetros en invierno, se puede colocar directamente sobre el terreno cuando éste es suficientemente impermeable, aunque, en cualquier caso, siempre es preferible colocarlo sobre una lámina de material plástico que evite su contacto directo con aquél, lo que, además, facilita la recogida del humus.

Zarela & Salas (1993), indica que los desechos de origen vegetal tales como son: las malezas, rastrojos de cultivos, pajas, hojas, etc. Deben reunir la condición de no ser leñosos y estar secos, además deben de estar previamente compostados para que puedan ser asimilados por las lombrices, aunque su manejo puede causar inconvenientes debido a la alta humedad de éstos, así como su contenido de azúcares, que hace que fácilmente.

Raya (2010), manifiesta que el estiércol utilizado como material de alimento para la lombriz ya sea de forma individual o mezclados con otros y con desechos vegetales son el alimento más apetecido por las lombrices, dentro de la gran diversidad de estiércol animal se recomienda usar los siguientes materiales: estiércol de caballo, vaca, borrego, porcino, conejo, pollo, sin embargo el más usado en la lombricultura es el estiércol de vaca, ya que es muy bueno como sustrato inicial y alimento durante la producción

De acuerdo a INTA (2007), en el estiércol amontonado, en contacto con el aire, se produce una fermentación aerobia con alta temperatura, 70 ° o más, que está caracterizada por la destrucción de las materias hidrocarbonadas de la paja. En el centro del montón, los fermentos trabajan al abrigo del aire, la fermentación es anaerobia y la temperatura oscila de 30 a 35°, no debiendo pasar de los 50 grados

Paredes (2010), manifiesta que el estiércol bovino es el más recomendado como alimento para la lombriz, el estiércol bien descompuesto, es probablemente el tipo de materia orgánica más valiosa, porque reúne un número de cualidades altamente deseables y que aportan una flora bacteriana muy activa, se recomienda que no se debe usar en estado avanzado de maduración porque su contenido de proteína y vitamina será completamente nulo.

Chamorro (2017), comenta que otros de los alimentos para las lombrices son las excretas avícolas las cuales son la pollinaza y la gallinaza, siempre son alcalinas, e incluyen tanto el excremento como la orina.; necesariamente tienen que ser compostadas antes de ser usadas para la alimentación de la lombriz, estos contienen un importante nivel de nitrógeno el cual es -7- imprescindible para que tanto animales y plantas asimilen otros nutrientes y formen proteínas y se absorba la energía en la célula. El carbono también se encuentra en una cantidad considerable el cual es vital para el aprovechamiento del oxígeno y en general los procesos vitales de las células. Otros elementos químicos importantes que se encuentran son el fósforo y el potasio. El fósforo es vital para el metabolismo, y el potasio participa en el equilibrio y absorción del agua y la función osmótica de la célula.

Según Agronet (2004), las composiciones químicas de las porciones sólidas y líquida del estiércol, varía entre límites muy amplios, según los animales y la naturaleza de las camas usadas en los establos, la alimentación de los animales, los cuidados que se tengan para conservar y sus grados de descomposición, esto puede cambiar radicalmente las cantidades y porciones de nitrógeno, entre otras.

Nutrientes contenidos en distintos estiércoles

NUTRIENTE	Vacuno	Gallinas	Porcino
Materia orgánica	48.90	54.10	45.30
Nitrógeno total	1.27	2.38	1.36
Fósforo asimilable (P ₂ O ₅)	0.81	3.86	1.98
Potasio (K ₂ O)	0.84	1.39	0.66
Calcio (CaO)	2.03	3.63	2.72
Magnesio (MgO)	0.51	0.77	0.65

Fuente: Arellano, Cruz, & Huerta (2016)

De acuerdo a Córdova (2006), el compost es un elemento verdaderamente indispensable en el desarrollo y alimentación de las lombrices, desde la antigüedad fue utilizado como un método para la elaboración de abonos orgánicos de una manera empírica accidental. El compost es un abono orgánico que resulta del proceso de compostaje, está constituido principalmente por materia orgánica estabilizada, donde no se

reconoce su origen, puesto que se degrada generando partículas más finas y oscuras, así como los residuos orgánicos biodegradables, se degradan mediante una oxidación química, generando CO₂ y H₂O, energía calórica y materia orgánica estabilizada.

Contenido de N, P, K en el compost.

Nutriente	% en compost
Nitrógeno	0,3% – 1,5% (3g a 15g por Kg de compost)
Fósforo	0,1% – 1,0% (1g a 10g por Kg de compost)
Potasio	0,3% – 1,0% (3g a 10g por Kg de compost)

Fuente: Rendón (2011)

INTI (n.d.), señala que el compost es un proceso biológico llevado a cabo por micro-organismos de tipo aeróbico (presencia de oxígeno), bajo condiciones de humedad, temperatura y aireación controladas, que permiten la transformación de residuos orgánicos degradables en un producto estable, además es un o abono orgánico es el producto que se obtiene al finalizar el proceso de compostaje. Está constituido por materia orgánica estabilizada, con presencia de partículas más finas y oscuras. Es un producto inocuo y libre de sustancias fitotóxicas (que puedan causar daño a las plantas).

Alvarez (2016), señala que la principal aplicación del compost se da como enmienda del suelo en la mejora de tierras pobres ya que aporta materia orgánica, retiene agua y libera gradualmente nutrientes, mejorando los cultivos.

FAO (2013), indica que para hacer el compost se debe asociar tres capas de; Fuente de materia carbonada: Restos de cosecha, plantas del huerto o jardín. Ramas trituradas o troceadas procedentes de podas, hojas caídas de árboles y arbustos. Heno y hierba segada. Césped o pasto (preferiblemente en capas finas y previamente desecadas); Fuente de nitrógeno: estiércoles (cerdo, vaca, cuy, aves, cabra, caballo, llamas) sangres y hierba tierna (buenazas); Fuente mineral: cal agrícola roca fosfórica, ceniza de vegetal, tierra común, agua.

Según la Universidad de Quintana Roo (2001), los beneficios del compost son retener la humedad del suelo, permitir el paso del aire, controlar la erosión, mejorar la

estructura del suelo, adherir más materia orgánica al suelo; así tendremos menos necesidades de usar fertilizantes, las plantas crecerán más saludables y ayudamos a conservar el ambiente.

Según INIAP (2011), el humus de lombriz es el abono orgánico que resulta de la transformación de materiales orgánicos con restos de cosecha, estiércol de animales, desechos de cocina mediante la acción de las lombrices, la lombriz se alimenta de la materia orgánica, en su interior esos materiales son transformados en partículas más pequeñas y finalmente son expulsados al exterior como heces fecales, estas heces contienen nutrientes los cuales están listos para ser usados por la planta. La lombriz adecuada para la producción de humus es la roja californiana (*Eisenia foetida*); se alimentan de todo tipo de desechos orgánicos, es muy vivaz, gran reproductora y de enorme voracidad.

Valenzuela (2011), comenta que el humus de lombriz opera en el terreno con una acción biodinámica mejora la estructura y la textura del suelo, lo hace más permeable al agua y el aire, retiene y libera lentamente los nutrientes para que las plantas los aprovechen en forma sana y equilibrada, controla los microorganismos patógenos responsables de las enfermedades de las plantas. Tiene un efecto residual en el suelo de hasta cinco años, debido a las características del humus de lograr mejoras físicas y aumentar la capacidad de retención de humedad del suelo que lo contiene (1 kg de humus es capaz de absorber 1,6 litros de agua), presenta la propiedad de atenuar los fenómenos erosivos hídricos producidos en suelos desnudos.

Gómez & Zambrano (2002), manifiesta que la acción de las lombrices da al fundamento un valor agregado", así se lo valora como un abono completo y eficaz para mejorar los suelos. El lombricompuesto es un abono homogéneo, suave, liviano, desmenuzado, con olor a tierra mojada fértil, no tóxica, con alta carga de microorganismos benéficos y sin semillas de plantas arvenses. Es estable por períodos prolongados, no se pudre y no tiene contraindicaciones de ningún tipo.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación y descripción del sitio experimental

El trabajo experimental se ejecutó durante el periodo Febrero a Junio del 2018, cerca de las aulas de Escuela de Ingeniería Agropecuaria de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, ubicada en el kilómetro 7 ^{1/2} de la vía Babahoyo-Montalvo.

Las características geo-referenciadas del área se indican a continuación:

Tabla 1. Características geo-referenciadas del área:

Provincia:	Los Ríos
Cantón:	Babahoyo
Parroquia:	Clemente Baquerizo
Sitio:	San Pablo
Altitud:	8 msnm
Latitud:	9 801.116 UTM
Longitud:	668.673 UTM

Fuente: FACIAG, UTB. 2018

La zona presenta un clima tropical húmedo, con temperatura media anual de 25.7°C, una precipitación media anual de 1845 mm, humedad relativa de 76 % y 804,7 horas de heliofanía promedio anual.

3.2. Material genético.

Lombriz californiana

3.3. Factores estudiados

Variable independiente: estiércol bovino, pollinaza y compost.

Variable dependiente: lombriz californiana

3.4. Tratamientos

En el ensayo se utilizaron seis tratamientos, los cuales estuvieron constituidos por la composición de varios tipos de sustratos, tal como se detalla en el siguiente Cuadro:

Cuadro 1. Tratamientos estudiados en el comportamiento de la lombriz californiana sembrada en varios tipos de sustratos orgánicos.

TRATAMIENTOS	
N°	Tipos de sustratos
T1	Estiércol de bovino fermentado (EBF)
T2	Compost con estiércol bovino (CEB)
T3	Compost con estiércol de pollo (CEP)
T4	Estiércol de bovino fermentado (EBF) y compost con estiércol de bovino (CEP)
T5	Estiércol de bovino fermentado (EBF) y compost con estiércol de pollo (CEP)
T6	Estiércol de bovino fermentado (EBF),compost con estiércol bovino (CEB) y compost con estiércol de pollo (CEP)

FACIAG, UTB. 2018

3.5. Métodos

Se estudiaron los métodos: inductivos-deductivos, análisis síntesis y experimental.

3.6. Diseño experimental

Se utilizó el diseño experimental Bloques Completos al Azar con seis tratamientos y cuatro repeticiones.

Todas las variables evaluadas se sometieron al análisis de varianza y para determinar la diferencia estadísticas entre las medias de los tratamientos, se empleó la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

3.6.1. Análisis de varianza

Fuente de variación (F. V.)		Grados de libertad (G. L.)
Tratamientos	:	6
Repeticiones	:	4
Error experimental	:	24
Total	:	34

3.6.2. Características del lote experimental

T1	T2	T6	T3
T4	T5	T3	T6
T6	T1	T2	T4
T3	T4	T5	T1
T5	T6	T1	T2
T2	T3	T4	T5

Largo de la cajonera: 0,7 m

Ancho de la cajonera: 0,5 m

Altura de la cajonera: 0,3 m

Área de la cajonera: 0,10 m³

Distancia entre cajoneras: 1 m

Distancia entre repetición: 1m

Área total del ensayo: 150 m²

3.7. Manejo del ensayo

3.7.1. Recolección y fermentación del estiércol

Se recolecto el estiércol de bovino y de pollinaza desde los establos y granjas de pollos en estado seco y sin mezclas. La fermentación del estiércol consistió en colocar el estiércol en forma de una pila y /o montón en un lugar de suelo compacto y o cemento, el montón se cubrió por un plástico color negro y bajo los rayos solares durante 10 días.

Se realizaron volteos para dar aireación al montón de estiércol dos veces al día, hasta que el estiércol este maduro y haya obtenido un pH estabilizado de 7 a 8. Con el pHmetro introducimos el electrodo en el sustrato previamente mullido y leemos el valor del pH en la pantalla digital, es importante que para la medición se requiere que exista siempre un resto de humedad en el sustrato.

3.7.2. Elaboración del compost de bovino y pollinaza

Para realizar el compost asociamos tres capas durante la formación del montón y/o pila, siendo estas:

1. Fuente de materia carbonada, (celulosa lignina y azúcares); entre ellas: desechos de cosecha sean estas de maíz, soya, frejol, cacao, hortalizas, basuras urbanas, desechos de cocina, malezas secas obtenidas de las deshieras, lechuga de agua, etc.
2. Fuente de nitrógeno es el estiércol de bovino y / o pollinaza.
3. Fuente mineral como cal agrícola, ceniza de vegetal, tierra común y agua.

3.7.3. Construcción de lechos

Los lechos fueron contruidos con madera y fueron alzados con puntales de caña, con medidas de 0,70 m de largo por 0,50 m de ancho y una altura de 0,30 m se le dio cierta pendiente a los lechos.

3.7.4. Siembra de lombrices

Para la siembra de lombrices, antes de ponerlas en contacto directo con el alimento en los lechos, se aseguró que la fermentación del material haya finalizado, para lo cual se procedió a realizar una prueba que garantiza la supervivencia y se llama comúnmente prueba de 50 lombrices (P50L). Para realizar la prueba se procedió a colocar en una caja de madera (30 cm x 30 cm x 15cm). Pasadas las 24 horas se verifico si las 50 lombrices aún se encontraban.

Antes de colocar las lombrices en el lecho, se verifico que la temperatura este entre 18 a 25 grados centígrados, el pH estabilizado de 7 a 8 y la humedad entre el 70 y 80% del alimento. Después de la siembra de los anélidos, se mantuvo húmedo el alimento, regando de preferencia a manera de lluvia fina, el grado de humedad adecuada se reconoció exprimiendo un puñado de alimento del cual salieron unas cuantas gotas de agua. Se procuró no dejar compactar el alimento, oxigenando el lecho y haciéndolo esponjoso y útil para alimento de las lombrices.

3.7.5. Mantenimiento de los lechos

Por ser los lechos de madera estos fueron cubiertos por plástico negro en la parte interior de los lechos con el fin de que no se escapen las lombrices y no se pierda el compost. Las patas de los lechos fueron protegidas con aceite quemado a fin de evitar que ingresen hormigas en los lechos, además que estos estuvieron cubiertos bajo techo para proteger a las lombrices de las precipitaciones.

3.7.6. Riego de los lechos

Para el riego se utilizó regaderas de un galón para que distribuyan el agua en forma de lluvia en cada lecho de tal manera que no se compacte el sustrato, aunque vale señalar que fue en pocas ocasiones, siendo más frecuente al inicio del ensayo, esto se realizó tres días a la semana.

3.7.7. Alimentación de lombrices

La alimentación para las lombrices se la realizo cada 8 días, el alimento fue materia orgánica previamente compostada, pero su origen fue muy diverso (estiércoles, restos vegetales de podas, residuos orgánicos domésticos, etc.). El tipo de esta materia prima fue uno de los determinantes de la calidad del humus de lombriz producido.

3.8 Datos a tomar

3.8.1. Densidad lombriz

La densidad poblacional se halló utilizando un tacho de plástico de 250 cm³ de volumen, con la cual se extrajo a forma de saca bocado tomados al azar, en cada uno de los tratamientos (lechos). Luego se procedió a contar las lombrices por cada muestra tomada, y esta densidad tomada se transformó a lombrices por metros cúbicos este se realizó a los 90 y 120 días.

3.8.2. Peso lombriz

Se utilizó un tacho de plástico de 250 cm³ de volumen, con la cual se extrajo a forma de saca bocado tomados al azar, en cada uno de los tratamientos (lechos). Se pesó en una balanza analítica y se determinó el promedio de los pesos individuales de las lombrices adultas registradas, este se realizó a los 90 y 120 días.

3.8.3. Longitud lombriz

Se determinó calculando el promedio de las longitudes individuales registradas de las lombrices adultas, estas fueron medidas con una regla milimetrada, esto se realizó a los 90 y 120 días.

3.8.4. Temperatura

El control de la temperatura se realizó con la utilización de un termómetro que fue colocado por 3 minutos en el sustrato y se registró el valor que indico en el termómetro según Castillo (2010). Esto se realizó a los 90 y 120 días a la misma hora.

3.8.5. Producción lombrices

De los pesos promediados de las lombrices adultas de cada tratamiento que se extrajeron al azar con la ayuda de un tacho de plástico de 250 cm³ de volumen, en cada uno de los tratamientos (lechos) se proyectó el promedio en peso por cada metro cubico.

3.8.6. Rendimiento del humus de lombriz

Al momento de la cosecha de cada lecho se procedió a pesar la cantidad de humus producida en cada lecho utilizando como unidad de medida el Kilogramo.

3.8.7. Análisis económico

El análisis económico se realizó tomando en cuenta los costos fijos y variables de cada tratamiento, así como los ingresos que de acuerdo al rendimiento se obtuvo en cada uno de ellos, para finalmente definir cuál fue el tratamiento más rentable.

IV. RESULTADOS

4.1. Densidad poblacional

En la cuadro 1 se observan los valores de la variable densidad poblacional de la lombriz roja californiana la a los 90 y 120 días después de la siembra. El análisis estadístico reportó diferencias altamente significativas, los coeficientes de variación fueron 3,50 %; y 3,28 % respectivamente, con un promedio general de 198 y 438,63.

A los 90 días efectuado el test Tukey al 5 % se determina la presencia de seis valores, el mayor promedio para la variable densidad lo encontramos en el tratamiento uno Estiércol de bovino fermentado (EBF) con un valor de 275,50 lombrices/m³, el menor promedio lo registro el tratamiento tres Compost con estiércol de pollo (CEP) con un valor de 134,75 lombrices/m³.

A los 120 días el mejor promedio de densidad lo registro el tratamiento Estiércol de bovino fermentado (EBF) con un valor de 519,00 lombrices/m³, y la menor densidad lo expreso el tratamiento tres Compost con estiércol de pollo (CEP) con un valor de 316,25 lombrices/m³.

Cuadro 1. Densidad poblacional a los 90 y 120 días, sobre la evaluación de varios sustratos orgánicos en el crecimiento de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) alimentadas con estiércol de bovino, pollinaza y compost, en la zona de Babahoyo.

N°	TRATAMIENTOS Tipos de sustratos	Lombriz Kg/ m ²	Densidad 90 días lombriz/m ³	Densidad 120 días lombriz/m ³
T1	Estiércol de bovino fermentado (EBF)	0,10	275,50 e	519,00 f
T2	Compost con estiércol bovino (CEB)	0,10	210,50 c	462,25 d
T3	Compost con estiércol de pollo (CEP)	0,10	134,75 a	316,25 a
T4	Estiércol de bovino fermentado (EBF) y compost con estiércol de bovino (CEP)	0,10	237,50 d	486,25 e
T5	Estiércol de bovino fermentado (EBF) y compost con estiércol de pollo (CEP)	0,10	150,25 a	411,50 b
T6	Estiércol de bovino fermentado (EBF),compost con estiércol bovino (CEB) y compost con estiércol de pollo (CEP)	0,10	179,50 b	436,50 c
Promedio general			198	438,63
Significancia estadística			**	**
Coefficiente de variación (%)			3,50	1,38

4.2. Peso de Lombriz (gr) a los 90 y 120 días

En el cuadro 2 se observa el peso de la lombriz (*Eisenia foetida*) en las evaluaciones realizadas se detectó diferencia significativa a nivel del 95% de probabilidades a los 90 y 120 días. Los coeficientes de variación fueron de 0,85 y 0,63 en las evaluaciones realizadas que fueron el 04 de julio y el 04 de agosto del 2018.

A los 90 días el promedio más elevado para la variable peso de lombriz roja californiana (*Eisenia foetifa*) se obtuvo en el tratamiento cuatro Estiércol de bovino fermentado (EBF) más compost con estiércol de bovino (CEP) con un valor de 1,31, el menor promedio se detectó en el tratamiento tres Compost con estiércol de pollo (CEP) con un valor de 1,25 g.

A los 120 días el promedio más elevado para la variable peso de lombriz roja californiana (*Eisenia foetifa*) se obtuvo en el tratamiento cuatro Estiércol de bovino fermentado (EBF) más compost con estiércol de bovino (CEP) con un valor de 1,32, el menor promedio se detectó en el tratamiento tres Compost con estiércol de pollo (CEP) con un valor de 1,27 g.

Cuadro 2. Peso de lombriz a los 90 y 120 días, sobre la evaluación de varios sustratos orgánicos en el crecimiento de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) alimentadas con estiércol de bovino, pollinaza y compost, en la zona de Babahoyo.

N°	TRATAMIENTOS Tipos de sustratos	Lombriz Kg/ m ²	Peso 90 días (G)	Peso 120 días (G)
T1	Estiércol de bovino fermentado (EBF)	0,10	1,29 cd	1,31 cd
T2	Compost con estiércol bovino (CEB)	0,10	1,28 bc	1,30 cd
T3	Compost con estiércol de pollo (CEP)	0,10	1,25 a	1,27 a
T4	Estiércol de bovino fermentado (EBF) y compost con estiércol de bovino (CEP)	0,10	1,31 d	1,32 d
T5	Estiércol de bovino fermentado (EBF) y compost con estiércol de pollo (CEP)	0,10	1,26 ab	1,29 bc
T6	Estiércol de bovino fermentado (EBF) más compost con estiércol bovino (CEB) y compost con estiércol de pollo (CEP)	0,10	1,27 bc	1,30 ab
Promedio general			1,28	1,30
Significancia estadística			**	**
Coefficiente de variación (%)			0,85	0,63

(1)= Los valores originales se transformaron $\sqrt{x+1}$ para el análisis estadístico.

4.3. Longitud de la Lombriz (cm) a los 90 y 120 días

En el cuadro 2, se registran los valores para la variable longitud de lombriz roja californiana, a los 90 días y 120 días del experimento. El análisis estadístico reportó diferencias altamente significativas, los coeficientes de variación fueron del 3,34 % y 3,24 % con un promedio general de 3,84 y 4,33 cm.

A los 90 días efectuado el test Tukey al 5 % se determina la presencia de seis rangos, en donde el tratamiento uno estiércol de bovino fermentado (EBF) presenta el promedio más alto de longitud con 4,15 cm y el menor valor lo presentó el tratamiento tres compost con estiércol de pollo (CEP) con un valor de 3,45cm.

Mientras que a los 120 días el promedio más alto en longitud lo obtuvo el tratamiento uno Estiércol de bovino fermentado (EBF) con un valor de 4,65 cm, el promedio más bajo lo registro el tratamiento seis Estiércol de bovino fermentado (EBF) más compost con estiércol bovino (CEB) y compost con estiércol de pollo (CEP) con un valor de 4,23 cm.

Cuadro 3. Longitud a los 90 y 120 días, sobre la evaluación de varios sustratos orgánicos en el crecimiento de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) alimentadas con estiércol de bovino, pollinaza y compost, en la zona de Babahoyo.

N°	TRATAMIENTOS	Lombriz Kg/ m ²	Longitud	
	Tipos de sustratos		90 días (Cm)	120 días (Cm)
T1	Estiércol de bovino fermentado (EBF)	0,10	4,15 c	4,65 c
T2	Compost con estiércol bovino (CEB)	0,10	3,93 bc	4,43 bc
T3	Compost con estiércol de pollo (CEP)	0,10	3,45 a	3,98 a
T4	Estiércol de bovino fermentado (EBF) y compost con estiércol de bovino (CEP)	0,10	4,00 bc	4,43 bc
T5	Estiércol de bovino fermentado (EBF) y compost con estiércol de pollo (CEP)	0,10	3,75 ab	4,25 ab
T6	Estiércol de bovino fermentado (EBF) más compost con estiércol bovino (CEB) y compost con estiércol de pollo (CEP)	0,10	3,75 bc	4,23 ab
Promedio general			3,84	4,33
Significancia estadística			**	**
Coefficiente de variación (%)			3,34	3,24

(1)= Los valores originales se transformaron $\sqrt{x+1}$ para el análisis estadístico.

4.4. Temperatura

En el Cuadro 4, se aprecian los promedios para la variable temperatura. El análisis estadístico efectuado según el test Tukey al 5 % no reportó significancia estadística, el coeficiente de variación fue del 3,42 % y 2,96 % con promedios de 17,42 °C y 17,42 °C.

La temperatura al interior de los lechos tuvo un comportamiento estadísticamente similar, esto se debió por un lado a que todos los lechos estuvieron protegidos con el mismo tipo de material; y, por otro lado en los lechos se ubicó el sustrato previamente realizado un compostaje que tuvo una duración de un mes.

Cuadro 4. Temperatura de lombriz a los 90 y 120 días, sobre la evaluación de varios sustratos orgánicos en el crecimiento de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) alimentadas con estiércol de bovino, pollinaza y compost, en la zona de Babahoyo.

N°	TRATAMIENTOS Tipos de sustratos	Lombriz Kg/ m ²	Temperatura 90 días (°C)	Temperatura 120 días (°C)
T1	Estiércol de bovino fermentado (EBF)	0,10	17,50 a	17,50 a
T2	Compost con estiércol bovino (CEB)	0,10	17,50 a	17,50 a
T3	Compost con estiércol de pollo (CEP)	0,10	17,50 a	17,25 a
T4	Estiércol de bovino fermentado (EBF) y compost con estiércol de bovino (CEP)	0,10	17,25 a	17,50 a
T5	Estiércol de bovino fermentado (EBF) y compost con estiércol de pollo (CEP)	0,10	17,50 a	17,25 a
T6	Estiércol de bovino fermentado (EBF) más compost con estiércol bovino (CEB) y compost con estiércol de pollo (CEP)	0,10	17,25 a	17,50 a
Promedio general			17,42	17,42
Significancia estadística			ns	ns
Coefficiente de variación (%)			3,42	2,96

4.5. Producción de lombriz

En el cuadro 5 se expresan los valores de producción de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) a los 90 y 120 días, el análisis estadístico reportó diferencias altamente significativas los coeficientes de variación fueron 3,50 %, y 1,38 % respectivamente, con un promedio general de 792000,00 y 1754500,00.

A los 90 días efectuado el test Tukey al 5 % se determina la presencia de seis rangos, en donde el tratamiento uno estiércol de bovino fermentado (EBF) presenta el promedio más alto en producción de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) con un valor de 1102000,00 y el menor valor lo presento el tratamiento tres Compost con estiércol de pollo (CEP) con un valor de 539000,00.

Mientras que a los 120 días el promedio más alto en producción de lombriz lo obtuvo el tratamiento uno Estiércol de bovino fermentado (EBF) con un valor de 2076000,00, el promedio más bajo lo registro el tratamiento tres Compost con estiércol de pollo (CEP) con un valor de 1265000,00.

Cuadro 5. Producción de lombriz a los 90 y 120 días, sobre la evaluación de varios sustratos orgánicos en el crecimiento de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) alimentadas con estiércol de bovino, pollinaza y compost, en la zona de Babahoyo.

N°	TRATAMIENTOS Tipos de sustratos	Lombriz Kg/ m ²	Producción 90 días lombriz/m ³	Producción 120 días lombriz/ m ³
T1	Estiércol de bovino fermentado (EBF)	0,10	1102000,00 e	2076000,00 f
T2	Compost con estiércol bovino (CEB)	0,10	842000,00 c	1849000,00 d
T3	Compost con estiércol de pollo (CEP)	0,10	539000,00 a	1265000,00 a
T4	Estiércol de bovino fermentado (EBF) y compost con estiércol de bovino (CEP)	0,10	950000,00 d	1945000,00 e
T5	Estiércol de bovino fermentado (EBF) y compost con estiércol de pollo (CEP)	0,10	601000,00 a	1646000,00 b
T6	Estiércol de bovino fermentado (EBF) más compost con estiércol bovino (CEB) y compost con estiércol de pollo (CEP)	0,10	718000,00 b	1746000,00 c
Promedio general			792000,00	1754500,00
Significancia estadística			**	**
Coefficiente de variación (%)			3,50	1,38

4.6. Rendimiento de humus de lombriz

En el cuadro 6 se expresan los valores de rendimiento de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) a 120 días después de la siembra, el análisis estadístico reportó diferencias altamente significativas el coeficientes de variación fue de 4,36 % respectivamente, con un promedio general de 31,62 kg/ m².

A los 120 días efectuado el test Tukey al 5 % se determina la presencia de seis rangos, en donde el tratamiento cuatro Estiércol de bovino fermentado (EBF) y compost con estiércol de bovino (CEP) 38,99 kg/ m² y el menor promedio lo presento el tratamiento tres Compost con estiércol de pollo (CEP) con un valor 22,24 kg/ m².

Cuadro 6. Rendimiento, sobre la evaluación de varios sustratos orgánicos en el crecimiento de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) alimentadas con estiércol de bovino, pollinaza y compost, en la zona de Babahoyo.

N°	TRATAMIENTOS Tipos de sustratos	Lombrices Kg/ m ²	Rendimiento Kg/ m ²
T1	Estiércol de bovino fermentado (EBF)	0,10	35,95 de
T2	Compost con estiércol bovino (CEB)	0,10	33,84 cd
T3	Compost con estiércol de pollo (CEP)	0,10	22,24 a
T4	Estiércol de bovino fermentado (EBF) y compost con estiércol de bovino (CEP)	0,10	38,99 e
T5	Estiércol de bovino fermentado (EBF) y compost con estiércol de pollo (CEP)	0,10	27,92 b
T6	Estiércol de bovino fermentado (EBF) más compost con estiércol bovino (CEB) y compost con estiércol de pollo (CEP)	0,10	30,80 bc
Promedio general			31,62
Significancia estadística			**
Coefficiente de variación (%)			4,36

4.7. Análisis económico

En el Cuadros 7 se describe la rentabilidad de los tratamientos destacándose el tratamiento cuatro Estiércol de bovino fermentado (EBF) y compost con estiércol de bovino (CEP) obteniendo el 83,97 % de utilidad correspondiente a \$ 65,48 de ganancia neta como mejor valor, mientras que la menor utilidad lo obtuvo el tratamiento tres base de estiércol de pollo con 72,70 % de utilidad equivalente a \$ 32,63.

Cuadro 7. Análisis económico en el ensayo sobre la evaluación de varios sustratos orgánicos en el crecimiento de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) alimentadas con estiércol de bovino, pollinaza y compost, en la zona de Babahoyo.

Tratamientos	Rendimiento Kg / 1 m²	USD	Costo Tratamiento USD	Utilidad económica USD	% Utilidad
Estiércol de bovino fermentado (EBF)	35,95	71,9	13,25	58,65	81,57
Compost con estiércol bovino (CEB)	33,84	67,68	11,75	55,93	82,63
Compost con estiércol de pollo (CEP)	22,24	44,88	12,25	32,63	72,70
Estiércol de bovino fermentado (EBF) y compost con estiércol de bovino (CEP)	38,99	77,98	12,50	65,48	83,97
Estiércol de bovino fermentado (EBF) y compost con estiércol de pollo (CEP)	27,92	55,84	13,00	42,84	76,71
Estiércol de bovino fermentado (EBF) más compost con estiércol bovino (CEB) y compost con estiércol de pollo (CEP)	30,80	61,60	13,75	47,84	77,66

V. CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos en este ensayo se concluye lo siguiente:

- En la variable densidad poblacional el mayor valor se presentó en el tratamiento Estiércol de bovino fermentado (EBF).
- El mayor peso de la lombriz californiana (*Eisenia foetida*) lo obtuvo el tratamiento Estiércol de bovino fermentado (EBF) y compost con estiércol de bovino (CEP), el resto de tratamientos tuvieron un comportamiento similar.
- En cuanto a la longitud de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) el promedio más altos lo obtuvo el tratamiento Estiércol de bovino fermentado (EBF).
- No existe variación en los lechos en lo relacionado a la temperatura, esto se debió a que todos los lechos estuvieron protegidos con el mismo tipo de material.
- El mejor promedio en producción de lombriz se obtuvo con el tratamiento Estiércol de bovino fermentado (EBF).
- El tratamiento Estiércol de bovino fermentado (EBF) y compost con estiércol de bovino (CEP) obtuvo el mayor registro de rendimiento de humus de lombriz en kg/m² dentro de este estudio.
- El análisis económico demostró que Estiércol de bovino fermentado (EBF) y compost con estiércol de bovino (CEP) obtuvo el 83,97 % de utilidad correspondiente a \$ 65,48 de ganancia neta como mejor valor.

VI. RECOMENDACIONES

Por lo expuesto se recomienda:

- Considerando los resultados obtenidos se recomienda el estiércol de bovino fermentado como fuente de alimento y sustratos para los lechos de lombrices californianas.

- Es recomendable fomentar la producción de lombriz roja californiana utilizando cualquier tipo de sustrato, ya que se obtiene una buena producción de lombriz y además contribuye a mejorar la calidad de los suelos y el cuidado del ambiente.

- Realizar investigaciones similares con otros sustratos orgánicos y fuentes de alimentación.

VII. RESUMEN

El presente trabajo experimental se realizó cerca de las aulas de Escuela de Ingeniería Agropecuaria de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, ubicada en el kilómetro 7 ½ de la vía Babahoyo-Montalvo. Las coordenadas geográficas son 9 801.116 UTM de latitud sur y 668.673 UTM de longitud oeste y 8 msnm. La zona presenta un clima tropical húmedo, con temperatura media anual de 25.7°C, una precipitación media anual de 1845 mm, humedad relativa de 76 % y 804,7 horas de heliofanía promedio anual.

Se utilizó como material genético, lombriz californiana (*Eisenia foetida*) los objetivos planteados fueron: Identificar el sustrato más adecuado para incrementar la densidad poblacional de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), conocer la densidad más adecuada que genere el mayor rendimiento de humus y compost y analizar económicamente los tratamientos.

Los tratamientos estudiados fueron diferentes sustratos tales como Estiércol de bovino fermentado (EBF); Compost con estiércol bovino (CEB); Compost con estiércol de pollo (CEP); Estiércol de bovino fermentado (EBF) y compost con estiércol de bovino (CEP); Estiércol de bovino fermentado (EBF) y compost con estiércol de pollo (CEP); Estiércol de bovino fermentado (EBF) más compost con estiércol bovino (CEB) y compost con estiércol de pollo (CEP).

Se utilizó el diseño experimental denominado "Bloques completos al azar" (DBCA) con seis tratamientos y cuatro repeticiones. Todas las variables evaluadas se sometieron al análisis de varianza y para determinar la diferencia estadística entre las medias de los tratamientos, se empleó la prueba de significación estadística de Tukey al nivel 0,05. Los lechos tuvieron dimensiones de 0,7 m de largo x 0,5 m de ancho, una altura de cajonera de 0,3 m, con distancia de 1 m entre cajoneras y 1 m entre repeticiones.

Durante el desarrollo del ensayo, se realizaron las siguientes labores como recolección y solarización del estiércol, elaboración del compost de bovino y pollinaza,

construcción de lechos, siembra de lombrices, mantenimiento de los lechos, riego de los lechos y alimentación de lombrices.

Con la finalidad de estimar los efectos de los tratamientos, se tomaron los datos de densidad, peso, longitud de lombriz, temperatura de los lechos, producción de lombriz, rendimiento del humus y análisis económico.

Por los resultados obtenidos se concluyó que Estiércol de bovino fermentado (EBF) fue el tratamiento que presentó la mayor densidad poblacional; el mayor peso de lombriz se obtuvo con el tratamiento Estiércol de bovino fermentado (EBF) y compost con estiércol de bovino (CEP); con Estiércol de bovino fermentado (EBF) se obtuvo un mayor promedio en longitud de lombriz; para la temperatura no se observaron diferencias significativas, esto se debió a que todos los lechos estuvieron protegidos con el mismo tipo de material, la producción de lombriz sobresalió con el uso de Estiércol de bovino fermentado (EBF); el mayor rendimiento de humus se obtuvo con Estiércol de bovino fermentado (EBF) y compost con estiércol de bovino (CEP) y beneficio neto de \$ 65,48.

Palabras claves.- sustrato orgánico, lombriz californiana, estiércol, compost.

VIII. SUMMARY

The present experimental work was carried out near the classrooms of the School of Agricultural Engineering of the Faculty of Agricultural Sciences of the Technical University of Babahoyo, located at kilometer 7 ½ of the Babahoyo-Montalvo road. The geographic coordinates are 9 801,116 UTM south latitude and 668,673 UTM west longitude and 8 msnm. The zone presents a humid tropical climate, with average annual temperature of 25.7°C, an average annual precipitation of 1845 mm, relative humidity of 76% and 804.7 hours of annual average heliophany.

It was used as genetic material, Californian worm (*Eisenia foetida*) the objectives were: Identify the most appropriate substrate to increase the population density of the California red worm (*Eisenia foetida*), know the most appropriate density that generates the highest yield of humus and compost and economically analyze the treatments.

The treatments studied were different substrates such as Fermented cattle manure (EBF); Compost with bovine manure (CEB); Compost with chicken manure (CEP); Fermented cattle manure (EBF) and compost with bovine manure (CEP); Fermented cattle manure (EBF) and compost with chicken manure (CEP); Fermented cattle manure (EBF) plus compost with bovine manure (CEB) and compost with chicken manure (CEP).

The experimental design called "Complete random blocks" (DBCA) with six treatments and four repetitions was used. All the variables evaluated were subjected to the analysis of variance and to determine the different statistics among the means of the treatments, the Tukey statistical significance test was used at the 0.05 level. The beds had dimensions of 0.7 m long x 0.5 m wide, a drawer height of 0.3 m, with distance of 1 m between drawer units and 1 m between repetitions.

During the development of the trial, the following tasks were performed, such as manure collection and solarization, preparation of bovine compost and poultry litter, bed construction, earthworm planting, bed maintenance, bed watering and earthworm feeding.

In order to estimate the effects of the treatments, data were taken on density, weight, worm length, bed temperature, worm production, humus yield and economic analysis.

Based on the results obtained, it was concluded that Fermented cattle manure (EBF) was the treatment with the highest population density; the greatest weight of earthworm was obtained with the treatment Fermented cattle manure (EBF) and compost with bovine manure (CEP); with Fermented cattle manure (EBF) a greater average in worm length was obtained; for the temperature no significant differences were observed, this was due to the fact that all the beds were protected with the same type of material, worm production stood out with the use of Fermented cattle manure (EBF); the highest humus yield was obtained with Fermented cattle manure (EBF) and compost with bovine manure (CEP) and net profit of \$ 65.48.

Keywords.- organic substrate, california earthworm, manure, compost.

IX. BIBLIOGRAFIA

- Agronet. (2004). Composicion de los estiercoles, (1), 172–193. Retrieved from <http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/6633/7/053.7.pdf>
- Alas, R., & Alvarenga, A. (2002). Evaluación de sustratos de origen animal y vegetal en la producción de humus y carne de lombriz (*Eisenia foetida*).
- Albornoz, A., & Ortega, E. (2017). Evaluación de la eficiencia de la lombriz roja californiana *E. foetida* para estabilización de lodos residuales de la PTAR Salitre. Retrieved from <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/2864/Albornozangie2017.pdf?sequence=1>
- Alvarez, J. M. (2016). Compostaje para Agricultura Ecológica, (December). <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.20182.24647>
- Arango, J. F., & Diaz, D. M. (2010). Evaluacion de la reproduccion y desarrollo de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) y componentes fisico quimicos del lombricompost con la utilizacion de tres (3) tipos de sustratos. Instituto Técnico Agrícola, (3), 1–51. Retrieved from <http://www.gipag.org/archivos/sustralombriz.pdf>
- Arellano, L., Cruz, M., & Huerta, C. (2016). *El estiércol, material de desecho, de provecho y algo más.*
- Arias, C. (2004). Lombricultura. Retrieved from http://biblioteca.cucba.udg.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/4938/Arias_Cuevas_Claudia.pdf?sequence=1
- Briceño, A., & Pérez, A. (2017). Utilización del humus Lombriz Roja Californiana (*Eisenia foetida*) como alternativa amigable al medio ambiente para el cultivo del café, finca Santa Dolores, Municipio el Crucero, enerojunio 2016, 54. Retrieved from <http://repositorio.unan.edu.ni/3795/1/51771.pdf>
- Bustamante, L. (2016). La Lombricultura como alternativa en la producción agrícola utilizando la lombriz roja californiana, 55. Retrieved from [http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/8286/Leticia Bustamante Tiznado.pdf?sequence=1](http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/8286/Leticia_Bustamante_Tiznado.pdf?sequence=1)
- Castillo, J. (2010). Analisis de lombricompuestos a partir de diferentes sustratos, 61. Retrieved from <http://www.bdigital.unal.edu.co/2730/>
- Ccsani, N., & Poma, A. (2012). Evaluacion de la densidad poblacional; peso y longitud de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) alimentadas en estiércol y compost de bovino

y ovino, 125.

- Chamorro, R. (2017). "Respuesta a la aplicación de tres abonos orgánicos sólidos al suelo, más la aplicación foliar de tres dosis de biol en el rendimiento de, rye grass anual (*Lolium multiflorum* L)." Universidad Tecnica de Babahoyo. Retrieved from http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/3190/2/E-UTB-FACIAG-ING_AGRON-000054.pdf
- Chango, D. (2007). Establecimiento de un Plan de Manejo Sostenible para la producción de lombriz en el Oriente Ecuatoriano. Escuela Superior Politécnica De Chimborazo. Retrieved from <http://dspace.esoch.edu.ec/bitstream/123456789/1199/1/17T0965.pdf>
- Córdova, C. A. (2006). Estudio de factibilidad técnico-económica para instalar una planta de compostaje, utilizando desechos vegetales urbanos. Así como los residuos orgánicos biodegradables, se degradan mediante una oxidación química, generando CO₂ y H₂O, energía calórica y materia orgánica estabilizada, 100. Retrieved from http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2006/cordova_c/sources/cordova_c.pdf
- Cuéllar, D., & Guerrero, L. (2013). Diseño Experimental: Un enfoque a la reproducción de Las lombrices, 1–89. Retrieved from https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/76623/1/diseño_experimental_enfoque.pdf
- FAMA. (2015). Manual practico para la lombricultura, 12. Retrieved from <https://drive.google.com/file/d/0B6bGYMpRwvFybl9KVkJORnNQTK0/view>
- FAO. (2013). Manual de compostaje del agricultor, Experiencias en América Latina. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. <https://doi.org/10.1111/evo.12990>
- Fuentes, J. L. Y. (2010). La crianza de la lombriz roja. Servicio de Extencion Agraria, Madrid, 28.
- Gómez, E. D., & Zambrano, J. G. (2002). Lombricompostaje, establecimiento y derivados. *El Suelo*. Retrieved from http://uneditorial.net/uflip/Lombricompostaje_establecimiento_y_derivados/pubData/source/Lombricompostaje-establecimiento-y-derivados.pdf
- INIAP. (2011). Elaboracion y usos de abonos organicos.
- INTA. (2007). Abonos orgánicos. Sistema de Agronegocios Agricolas, (0291), 1–7. Retrieved from http://biblioteca.cucba.udg.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/4938/Arias_Cuevas_Claudia.pdf?sequence=1

- INTI. (n.d.). Instructivo para la producción de Compost Domiciliario. Instituto Nacional de Tecnología Agraria, 15. Retrieved from https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/prensa/nuestrahuerta/pdf/instructivo_para_la_produccion_de_compost_domiciliario.pdf
- Paredes, D. (2010). Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Retrieved from http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4277/Dina_Tesis_Titulo_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Portela, R. (1999). Producción de lombriz Roja Californiana (*Eisenia Foetida*) con Bovinaza (Estiercol de vaca o boñiga). Retrieved from [http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/8286/Leticia Bustamante Tiznado.pdf?sequence=1](http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/8286/Leticia_Bustamante_Tiznado.pdf?sequence=1)
- Raya, M. (2010). La lombricultura en el ámbito forestal. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, 91. Retrieved from <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/970/61365s.pdf?sequence=1>
- Restrepo, E., & Orrego, C. (2007). Lombricultura. Retrieved from http://www.frutalesandinos.com/storage/descargas/files/ZAXEFAPKPU_20151203030528.pdf
- Salazar, E. (2003). Lombriz: aliada de la agricultura y la naturaleza, 44–46. Retrieved from http://eeavm.ucr.ac.cr/Documentos/articulos_publicados/2003/47.pdf
- Sanchez, S. (2009). Efecto de la utilización de aserrín en combinación con efecto de la utilización de aserrín en combinación con estiércol bovino como sustrato en la producción de humus estiércol bovino como sustrato en la producción de humus de lombriz *Eisenia foétida* (LOM. Tesis de Grado, 65–69. Retrieved from <http://dspace.esoch.edu.ec/bitstream/123456789/2397/1/17T1013.pdf>
- Sánchez, V. (2012). Crianza de lombriz roja californiana (*eisenia foetida* nc) para la producción de carne usando cuatro tipos de sustratos en la eea. Universidad Nacional del Centro Del Perú. Retrieved from [http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/1924/Sanchez Pozo.pdf?sequence=1](http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/1924/Sanchez_Pozo.pdf?sequence=1)
- Schuldt, M., & Naturales, C. (2006). Las lombrices utilizadas en vermicultivos.
- Somarriba, J., & Guzman, F. (2002). Guía de Lombricultura. Lombricultura Una Alternativa

- de Producción, (4), 9–11.
- Tenecela, X. (2012). Producción de humus de lombriz mediante el aprovechamiento y manejo de los residuos orgánicos. Universidad de Cuenca, 1–113. Retrieved from <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3252/1/tesis.pdf>
- Terán, A. (2017). “Producción de humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) mediante el aprovechamiento y manejo de los residuos orgánicos.”. Universidad Tecnica de Babahoyo, 1. Retrieved from <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/3447>
- Universidad de Quintana Roo. (2001). Que es la composta y cuales son sus beneficios. Beneficios de composta, 1(1), 2. Retrieved from http://www.crc.uri.edu/download/UQROO_compostPamphlet.pdf
- Valenzuela, A. (2011). Elaboración de humus de lombriz utilizando cuatro fuentes de materia orgánica, para mejorar el contenido nutricional del suelo. Imbabura, 2010. Universidad Tecnica de Babahoyo, 71. Retrieved from <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/112/8/T-UTB-FACIAG-AGR-000026.02.pdf>
- Zacarias, O. (2015). La calidad nutricional de seis sustratos; chajul, quiché estudio de caso, (2002). Retrieved from <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2015/06/04/Zacarias-Oscar.pdf>
- Zarela, O., & Salas, S. (1993). Manual de lombricultura en trópico húmedo, 85.

X. ANEXOS

Cuadro 8. Densidad poblacional a los 90 días, sobre la evaluación de varios sustratos orgánicos en el crecimiento de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) alimentadas con estiércol de bovino, pollinaza y compost, en la zona de Babahoyo.

Tratamientos			Repeticiones				
#	Sustratos	Dosis	I	II	III	IV	X
T1	Estiércol de bovino fermentado (EBF)	0,10	1,29	1,30	1,30	1,28	1,29
T2	Compost con estiércol bovino (CEB)	0,10	1,28	1,28	1,27	1,29	1,28
T3	Compost con estiércol de pollo (CEP)	0,10	1,24	1,23	1,25	1,26	1,25
T4	Estiércol de bovino fermentado (EBF) y compost con estiércol de bovino (CEP)	0,10	1,32	1,30	1,31	1,30	1,31
T5	Estiércol de bovino fermentado (EBF) y compost con estiércol de pollo (CEP)	0,10	1,26	1,26	1,27	1,26	1,26
T6	Estiércol de bovino fermentado (EBF), compost con estiércol bovino (CEB) y compost con estiércol de pollo (CEP)	0,10	1,27	1,29	1,27	1,26	1,27

Variable N R² R² Aj CV
PESO 24 0,85 0,77 0,85

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,01	8	1,2E-03	10,37	0,0001
Tratam	0,01	5	1,9E-03	16,53	<0,0001
Rep	3,3	E-05	3 1,1E-05	0,09	0,9620
Error	1,8	E-03	5 1,2E-04		
Total	0,01	23			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,02493

Error: 0,0001 gl: 15

TRATAMIENTOS Medias n E.E.

3	1,25	4	0,01	A
5	1,26	4	0,01	A B
6	1,27	4	0,01	B C
2	1,28	4	0,01	B C
1	1,29	4	0,01	C D
4	1,31	4	0,01	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Cuadro 9. Densidad poblacional a los 120 días, sobre la evaluación de varios sustratos orgánicos en el crecimiento de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) alimentadas con estiércol de bovino, pollinaza y compost, en la zona de Babahoyo.

Tratamientos			Repeticiones				
#	Sustratos	Dosis	I	II	III	IV	X
T1	Estiércol de bovino fermentado (EBF)	0,10	1,31	1,30	1,32	1,30	1,31
T2	Compost con estiércol bovino (CEB)	0,10	1,30	1,30	1,30	1,31	1,30
T3	Compost con estiércol de pollo (CEP)	0,10	1,26	1,27	1,27	1,26	1,26
T4	Estiércol de bovino fermentado (EBF) y compost con estiércol de bovino (CEP)	0,10	1,33	1,32	1,32	1,31	1,32
T5	Estiércol de bovino fermentado (EBF) y compost con estiércol de pollo (CEP)	0,10	1,28	1,28	1,28	1,29	1,28
T6	Estiércol de bovino fermentado (EBF),compost con estiércol bovino (CEB) y compost con estiércol de pollo (CEP)	0,10	1,29	1,30	1,28	1,30	1,29

Análisis de la varianza

Variable N R² R² Aj CV
 Peso 24 0,88 0,82 0,63

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,01	8	9,5E-04	14,25	<0,0001
Tratam	0,01	5	1,5E-03	22,80	<0,0001
Rep	0,00	3	0,00	0,00	>0,9999
Error	1,0	E-03	15 6,7	E-05	
Total	0,01				

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,01876

Error: 0,0001 gl: 15

TRATAMIENTOS Medias n E.E.

3	1,27	4	4,1E-03	A
5	1,28	4	4,1E-03	A B
6	1,29	4	4,1E-03	B C
2	1,30	4	4,1E-03	C D
1	1,31	4	4,1E-03	C D
4	1,32	4	4,1E-03	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Cuadro 10. Longitud a los 90 días, sobre la evaluación de varios sustratos orgánicos en el crecimiento de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) alimentadas con estiércol de bovino, pollinaza y compost, en la zona de Babahoyo.

Tratamientos			Repeticiones				
#	Sustratos	Dosis Lombriz	I	II	III	IV	X
T1	Estiércol de bovino fermentado (EBF)	0,10	4,30	4,10	4,00	4,20	4,15
T2	Compost con estiércol bovino (CEB)	0,10	3,90	4,00	3,80	4,00	3,93
T3	Compost con estiércol de pollo (CEP)	0,10	3,30	3,50	3,40	3,60	3,45
T4	Estiércol de bovino fermentado (EBF) y compost con estiércol de bovino (CEP)	0,10	4,20	3,90	3,90	4,00	4,00
T5	Estiércol de bovino fermentado (EBF) y compost con estiércol de pollo (CEP)	0,10	3,80	3,80	3,50	3,90	3,75
T6	Estiércol de bovino fermentado (EBF),compost con estiércol bovino (CEB) y compost con estiércol de pollo (CEP)	0,10	4,00	3,90	3,40	3,70	3,75

Análisis de la varianza

Variable N R² R² Aj CV
 Longitud 24 0,85 0,77 3,34

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1,43	8	0,18	10,89	0,0001
Tratam	1,19	5	0,24	14,48	<0,0001
Rep	0,24	3	0,08	4,90	0,0144
Error	0,25	15	0,02		
Total	1,68	23			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,29436

Error: 0,0164 gl: 15

TRATAMIENTOS Medias n E.E.

3	3,45	4	0,06	A
5	3,75	4	0,06	B
6	3,75	4	0,06	B
2	3,93	4	0,06	B C
4	4,00	4	0,06	B C
1	4,15	4	0,06	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Cuadro 11. Longitud a los 120 días, sobre la evaluación de varios sustratos orgánicos en el crecimiento de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) alimentadas con estiércol de bovino, pollinaza y compost, en la zona de Babahoyo.

Tratamientos			Repeticiones				
#	Sustratos	Dosis	I	II	III	IV	X
T1	Estiércol de bovino fermentado (EBF)	0,10	4,8	4,6	4,5	4,7	4,7
T2	Compost con estiércol bovino (CEB)	0,10	4,5	4,3	4,5	4,4	4,4
T3	Compost con estiércol de pollo (CEP)	0,10	4	4,1	3,9	3,9	4,0
T4	Estiércol de bovino fermentado (EBF) y compost con estiércol de bovino (CEP)	0,10	4,7	4,4	4,1	4,5	4,4
T5	Estiércol de bovino fermentado (EBF) y compost con estiércol de pollo (CEP)	0,10	4,3	4,4	4,2	4,1	4,3
T6	Estiércol de bovino fermentado (EBF), compost con estiércol bovino (CEB) y compost con estiércol de pollo (CEP)	0,10	4,4	4	4,3	4,2	4,2

Análisis de la varianza

Variable N R² R² Aj CV
 Longitud 24 0,80 0,70 3,24

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1,19	8	0,15	7,56	0,0004
Tratam	1,06	5	0,21	10,73	0,0002
Rep	0,14	3	0,05	2,29	0,1202
Error	0,30	15	0,02		
Total	1,49	23			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,32218

Error: 0,0197 gl: 15

TRATAMIENTOS Medias n E.E.

3	3,98	4	0,07	A
6	4,23	4	0,07	A B
5	4,25	4	0,07	A B
4	4,43	4	0,07	B C
2	4,43	4	0,07	B C
1	4,65	4	0,07	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Cuadro 12. Temperatura de lombriz a los 90 días, sobre la evaluación de varios sustratos orgánicos en el crecimiento de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) alimentadas con estiércol de bovino, pollinaza y compost, en la zona de Babahoyo.

Tratamientos			Repeticiones				
#	Sustratos	Dosis	I	II	III	IV	X
T1	Estiércol de bovino fermentado (EBF)	0,10	18	17	17	18	18
T2	Compost con estiércol bovino (CEB)	0,10	18	17	18	17	18
T3	Compost con estiércol de pollo (CEP)	0,10	17	18	18	17	18
T4	Estiércol de bovino fermentado (EBF) y compost con estiércol de bovino (CEP)	0,10	18	17	17	17	17
T5	Estiércol de bovino fermentado (EBF) y compost con estiércol de pollo (CEP)	0,10	17	17	18	18	18
T6	Estiércol de bovino fermentado (EBF), compost con estiércol bovino (CEB) y compost con estiércol de pollo (CEP)	0,10	17	18	17	17	17

Análisis de la varianza

Variable N R² R² Aj CV
 Temperatura 24 0,09 0,00 3,42

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,50	8	0,06	0,18	0,9909
Tratam	0,33	5	0,07	0,19	0,9628
Rep	0,17	3	0,06	0,16	0,9240
Error	5,33	15	0,36		
Total	5,83	23			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,36989

Error: 0,3556 gl: 15

TRATAMIENTOS Medias n E.E.

6	17,25	4	0,30	A
4	17,25	4	0,30	A
5	17,50	4	0,30	A
1	17,50	4	0,30	A
2	17,50	4	0,30	A
3	17,50	4	0,30	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Cuadro 13. Temperatura de lombriz a los 120 días, sobre la evaluación de varios sustratos orgánicos en el crecimiento de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) alimentadas con estiércol de bovino, pollinaza y compost, en la zona de Babahoyo.

Tratamientos			Repeticiones				
#	Sustratos	Dosis	I	II	III	IV	X
T1	Estiércol de bovino fermentado (EBF)	0,10	17	18	18	17	18
T2	Compost con estiércol bovino (CEB)	0,10	18	17	18	17	18
T3	Compost con estiércol de pollo (CEP)	0,10	17	17	17	18	17
T4	Estiércol de bovino fermentado (EBF) y compost con estiércol de bovino (CEP)	0,10	18	17	18	17	18
T5	Estiércol de bovino fermentado (EBF) y compost con estiércol de pollo (CEP)	0,10	17	17	18	17	17
T6	Estiércol de bovino fermentado (EBF), compost con estiércol bovino (CEB) y compost con estiércol de pollo (CEP)	0,10	17	18	18	17	18

Análisis de la varianza

Variable N R² R² Aj CV
 TEMPERATURA 24 0,31 0,00 2,96

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1,83	8	0,23	0,86	0,5690
Tratam	0,33	5	0,07	0,25	0,9333
Rep	1,50	3	0,50	1,88	0,1772
Error	4,00	15	0,27		
Total	5,83	23			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,18636

Error: 0,2667 gl: 15

TRATAMIENTOS Medias n E.E.

5	17,25	4	0,26	A
3	17,25	4	0,26	A
6	17,50	4	0,26	A
1	17,50	4	0,26	A
4	17,50	4	0,26	A
2	17,50	4	0,26	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Cuadro 14. Producción de lombriz a los 90 días, sobre la evaluación de varios sustratos orgánicos en el crecimiento de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) alimentadas con estiércol de bovino, pollinaza y compost, en la zona de Babahoyo.

Tratamientos			Repeticiones				
#	Sustratos	Dosis	I	II	III	IV	X
T1	Estiércol de bovino fermentado (EBF)	0,10	1156000,00	1108000,00	1080000,00	1064000,00	1102000,00
T2	Compost con estiércol bovino (CEB)	0,10	852000,00	816000,00	840000,00	860000,00	842000,00
T3	Compost con estiércol de pollo (CEP)	0,10	552000,00	564000,00	516000,00	524000,00	539000,00
T4	Estiércol de bovino fermentado (EBF) y compost con estiércol de bovino (CEB)	0,10	960000,00	996000,00	940000,00	904000,00	950000,00
T5	Estiércol de bovino fermentado (EBS) y compost con estiércol de pollo (CEP)	0,10	632000,00	580000,00	608000,00	584000,00	601000,00
T6	Estiércol de bovino fermentado (EBF), compost con estiércol bovino (CEB) y compost con estiércol de pollo (CEP)	0,10	752000,00	680000,00	700000,00	740000,00	718000,00

Análisis de la varianza

Variable N R² R² Aj CV
 PRODUCCION 24 0,99 0,98 3,50

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	923714666666,67	8	115464333333,33	150,38	<0,0001
Tratam	918120000000,00	5	183624000000,00	239,15	<0,0001
Rep	5594666666,67	3	1864888888,89	2,43	0,1057
Error	11517333333,33	15	767822222,22		
Total	935232000000,00	23			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=63659,14416

Error: 767822222,2222 gl: 15

TRATAMIENTOS Medias n E.E.

3	539000,00	4	13854,80	A
5	601000,00	4	13854,80	A
6	718000,00	4	13854,80	B
2	842000,00	4	13854,80	C
4	950000,00	4	13854,80	D
1	1102000,00	4	13854,80	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Cuadro 15. Producción de lombriz a los 120 días, sobre la evaluación de varios sustratos orgánicos en el crecimiento de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) alimentadas con estiércol de bovino, pollinaza y compost, en la zona de Babahoyo.

Tratamientos			Repeticiones				
#	Sustratos	Dosis	I	II	III	IV	X
T1	Estiércol de bovino fermentado (EBF)	0,10	2100000,00	2072000,00	2052000,00	2080000,00	2076000,00
T2	Compost con estiércol bovino (CEB)	0,10	1864000,00	1836000,00	1844000,00	1852000,00	1849000,00
T3	Compost con estiércol de pollo (CEP)	0,10	1300000,00	1264000,00	1240000,00	1256000,00	1265000,00
T4	Estiércol de bovino fermentado (EBF) y compost con estiércol de bovino (CEB)	0,10	1996000,00	1944000,00	1916000,00	1924000,00	1945000,00
T5	Estiércol de bovino fermentado (EBF) y compost con estiércol de pollo (CEP)	0,10	1600000,00	1672000,00	1644000,00	1668000,00	1646000,00
T6	Estiércol de bovino fermentado (EBF), compost con estiércol bovino (CEB) y compost con estiércol de pollo (CEP)	0,10	1744000,00	1764000,00	1716000,00	1760000,00	1746000,00

Análisis de la varianza

Variable N R² R² Aj CV
 PRODUCCION 24 0,99 0,99 1,38

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1603474666666,67	8	200434333333,33	341,36	<0,0001
Tratam	1600150000000,00	5	320030000000,00	45,05	<0,0001
Rep	3324666666,67	3	1108222222,22	1,89	0,1751
Error	8807333333,33	15	587155555,56		
Total	1612282000000,00	23			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=55668,18274

Error: 587155555,5555 gl: 15

TRATAMIENTOS Medias n E.E.

3	1265000,00	4	12115,65	A
5	1646000,00	4	12115,65	B
6	1746000,00	4	12115,65	C
2	1849000,00	4	12115,65	D
4	1945000,00	4	12115,65	E
1	2076000,00	4	12115,65	F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Cuadro 16. Rendimiento, sobre la evaluación de varios sustratos orgánicos en el crecimiento de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) alimentadas con estiércol de bovino, pollinaza y compost, en la zona de Babahoyo.

Tratamientos			Repeticiones				
#	Sustratos	Dosis	I	II	III	IV	X
T1	Estiércol de bovino fermentado (EBF)	0,10	37,06	37,11	35,46	34,17	35,95
T2	Compost con estiércol bovino (CEB)	0,10	33,11	34,29	33,37	34,57	33,84
T3	Compost con estiércol de pollo (CEP)	0,10	24,00	21,91	23,40	19,63	22,24
T4	Estiércol de bovino fermentado (EBF) y compost con estiércol de bovino (CEP)	0,10	40,06	39,40	39,97	36,51	38,99
T5	Estiércol de bovino fermentado (EBF) y compost con estiércol de pollo (CEP)	0,10	27,89	27,26	27,54	29,00	27,92
T6	Estiércol de bovino fermentado (EBF),compost con estiércol bovino (CEB) y compost con estiércol de pollo (CEP)	0,10	32,09	31,03	28,66	31,40	30,79

Análisis de la varianza

Variable N R² R² Aj CV
 RENDIMIENTO 24 0,96 0,94 4,36

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	728,52	8	91,07	48,00	<0,0001
TRATAMIENTOS	721,31	5	144,26	76,04	<0,0001
REPETICIONES	7,21	3	2,40	1,27	0,3214
Error	28,46	15	1,90		
Total	756,98	23			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,16436

Error: 1,8972 gl: 15

TRATAMIENTOS Medias n E.E.

3	22,24	4	0,69	A
5	27,92	4	0,69	B
6	30,80	4	0,69	B C
2	33,84	4	0,69	C D
1	35,95	4	0,69	D E
4	38,99	4	0,69	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ANEXO DE FIGURAS



Figura 1. Elaboración del compost de bovino y pollinaza



Figura 2. Construcción de lechos



Figura 3. Distribución de los tratamientos



Figura 4. Siembra de lombrices



Figura 5. Riego de los lechos



Figura 6. Alimentación de lombrices



Figura 7. Visita técnica del ensayo



Figura 8. Evaluación de la densidad poblacional de lombriz



Figura 9. Evaluación del peso de lombriz



Figura 10. Evaluación de la longitud de lombriz



Figura 11. Evaluación de la toma de temperatura de los sustratos



Figura 12. Evaluación del rendimiento del humus