



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA
MODALIDAD SEMIPRESENCIAL
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TESIS

**“USO DE SUBPRODUCTOS DE COSECHA DE CACAO,
PALMA ACEITERA Y RAQUIS DE BANANO EN LA
PRODUCCIÓN DEL HUMUS CON LOMBRIZ ROJA
CALIFORNIANA (*Eisenia foetida*)”**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGROPECUARIO**

AUTOR

HOMERO ISMAEL MÉNDEZ PEÑA

DIRECTOR

ING. LAUDEN GEOBAKG RIZZO ZAMORA, M.SC.

QUEVEDO - LOS RÍOS

2015

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **HOMERO ISMAEL MÉNDEZ PEÑA**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, y por la normatividad institucional vigente.

HOMERO ISMAEL MÉNDEZ PEÑA

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

El suscrito, **Ing. Lauden Geobakg Rizzo Zamora, M.Sc.** Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica:

Que el señor egresado **HOMERO ISMAEL MÉNDEZ PEÑA**, autor de la tesis de grado “**USO DE SUBPRODUCTOS DE COSECHA DE CACAO, PALMA ACEITERA Y RAQUIS DE BANANO EN LA PRODUCCIÓN DEL HUMUS CON LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA (*Eisenia foetida*)**”, ha cumplido con todas las disposiciones respectivas.

Lauden Geobakg Rizzo Zamora, M.Sc.
Director de Tesis



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA
MODALIDAD SEMIPRESENCIAL
CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA**

Tesis presentada al Comité Técnico Académico Administrativo de la Unidad de Estudios a Distancia como requisito previo a la obtención del título de;

INGENIERO AGROPECUARIO

“USO DE SUBPRODUCTOS DE COSECHA DE CACAO, PALMA ACEITERA Y RAQUIS DE BANANO EN LA PRODUCCIÓN DEL HUMUS CON LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA (*Eisenia foetida*)”

Aprobado:

Ing. Francisco Espinosa Carrillo, M.Sc.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Alfonso Velásquez, M.Sc.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Karina Pluas Panta, M.Sc.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Quevedo – Los Ríos - Ecuador

2015

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación lo dedico a mis padres, esposa e hijos, por haberme apoyado a conseguir este logro, que es muy importante en mi vida, espero continuar obteniendo más logros con el apoyo de mi familia.

Ismael

AGRADECIMIENTO

El autor de la presente investigación deja constancia de su agradecimiento:

A mi alma mater **Universidad Técnica Estatal de Quevedo**, que me abrió las puertas para pertenecer a esta gran familia de ingeniería agropecuaria, que en cuyas aulas sus catedráticos me brindaron todo su conocimiento, para crecer en mi vida profesional por medio de los conocimientos.

Dr. Eduardo Díaz Ocampo, M.Sc. Rector de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo por su apoyo a la educación.

A la Ing. Guadalupe Del Pilar Murillo Campuzano, M.Sc. Vicerrectora Académica de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, por su aporte diario de trabajo constante que ha tenido sus frutos, en beneficio de los estudiantes.

A la Ing. Mariana Reyes Bermeo, M.Sc. Directora de la Unidad de Estudios a Distancia, por la eficiencia y responsabilidad al frente de esta unidad Académica.

Al Ing. Lauden Geobakg Rizzo Zamora, M.Sc. Coordinador del Programa Carrera Agropecuaria y director de tesis por haberme orientado en la realización de esta investigación

A los Docentes de la UTEQ por haberme dado sus conocimientos desinteresadamente.

ÍNDICE

	Pág.
PORTADA	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	ii
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS	iii
CERTIFICADO DEL TRIBUNAL DE TESIS	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
CAPÍTULO I MARCO CONTEXTUAL DE INVESTIGACIÓN	
1.1. Introducción	2
1.1. Introducción	3
1.2. Objetivo	4
1.2.1. Objetivo General	4
1.2.2. Objetivos Específicos	4
1.3. Hipótesis	4
CAPÍTULO II MARCO TEORICO	
2.1. Fundamentación Teórica	6
2.1.1. Que es el humus de lombriz	6
2.1.2. Características de la lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i>)	6
2.1.3. Perspectivas de la producción de humus y lombrices	7
2.1.4. Composición físico – química del compost	8
2.1.5. Elementos que aporta el humus en el suelo	10
2.1.6. La lombricultura y producción en el Ecuador	11

2.1.7.	Investigaciones Relacionadas	12
--------	------------------------------	----

CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.	Materiales y métodos	15
3.1.1.	Localización y duración de la investigación	15
3.1.2.	Condiciones meteorológicas	15
3.1.3.	Materiales y equipos	16
3.1.4.	Tratamientos	17
3.1.5.	Diseño experimental	17
3.1.6.	Variables Evaluadas	18
3.1.6.1.	Altura de cama	18
3.1.6.2.	Temperatura del sustrato	18
3.1.6.3.	pH del humus	18
3.1.6.4.	Conductividad eléctrica	18
3.1.6.5.	Cantidad de humus	18
3.1.6.6.	Calidad de humus	19
3.1.7.	Análisis económico	19
3.1.7.1.	Utilidad	19
3.1.7.2.	Relación costo/beneficio	19
3.1.8.	Manejo de la investigación	19

CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	Resultados y discusión	22
4.1.1.	Altura de la cama a la recolección del humus	22
4.1.2.	Temperatura de sustrato (°C)	22
4.1.3.	pH del humus	23

4.1.4.	Kilogramos de humus	24
4.1.5.	Composición química del humus	25
4.1.6.	Conductividad eléctrica	26
4.1.7.	Análisis económico	27

CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.	Conclusiones	30
5.2.	Recomendaciones	31

CAPÍTULO VI BIBLIOGRAFÍA

6.1.	Literatura Citada	33
6.1.	Literatura Citada	34

CAPÍTULO VII ANEXOS

7.1.	Anexos	36
------	--------	----

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Pág
1	Composición físico-química media del compost.	9
2	Composición físico - químico del humus de lombriz roja	10
3	Condiciones meteorológicas en Uso de subproductos de cosecha de cacao, palma aceitera y raquis de banano en la producción del humus con lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i>) del cantón Valencia, sitio El Vergel. 2014.	15
4	Los materiales y equipos en Uso de subproductos de cosecha de cacao, palma aceitera y raquis de banano en la producción del humus con lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i>) 2014.	16
5	Tratamientos en Uso de subproductos de cosecha de cacao, palma aceitera y raquis de banano en la producción del humus con lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i>) 2014	17
6	Esquema del análisis de varianza en Uso de subproductos de cosecha de cacao, palma aceitera y raquis de banano en la producción del humus con lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i>) 2014	17
7	Altura de cama a la recolección de humus en Uso de subproductos de cosecha de cacao, palma aceitera y raquis de banano en la producción del humus con lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i>) 2014.	22
8	Temperatura (°C) del humus en Uso de subproductos de cosecha de cacao, palma aceitera y raquis de banano en la producción del humus con lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i>) 2014.	23
9	pH del humus en Uso de subproductos de cosecha de cacao, palma aceitera y raquis de banano en la producción del humus con lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i>) 2014	24
10	Cantidad del humus en Uso de subproductos de cosecha de cacao, palma aceitera y raquis de banano en la producción	25

	del humus con lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i>) 2014	
11	Calidad del humus en Uso de subproductos de cosecha de cacao, palma aceitera y raquis de banano en la producción del humus con lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i>) 2014	26
12	Conductividad eléctrica en Uso de subproductos de cosecha de cacao, palma aceitera y raquis de banano en la producción del humus con lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i>) 2014	27
13	Análisis económico en Uso de subproductos de cosecha de cacao, palma aceitera y raquis de banano en la producción del humus con lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i>) 2014	28

ÍNDICE DE ANEXOS

Figura		Pág
1	Análisis de altura de plantas en Uso de subproductos de cosecha de cacao, palma aceitera y raquis de banano en la producción del humus con lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i>) 2014.	36
2	Análisis de temperatura ° C en Uso de subproductos de cosecha de cacao, palma aceitera y raquis de banano en la producción del humus con lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i>) 2014.	36
3	Análisis de pH en Uso de subproductos de cosecha de cacao, palma aceitera y raquis de banano en la producción del humus con lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i>) 2014.	36
4	Análisis de cantidad de humus en Uso de subproductos de cosecha de cacao, palma aceitera y raquis de banano en la producción del humus con lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i>) 2014.	36
5	Análisis de conductividad eléctrica en Uso de subproductos de cosecha de cacao, palma aceitera y raquis de banano en la producción del humus con lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i>) 2014.	37
6	Análisis químico de los subproductos de cosecha de cacao, palma aceitera y raquis de banano en la producción del humus con lombriz roja californiana (<i>eisenia foetida</i>)”	38
7	Análisis químico de los subproductos de cosecha de cacao, palma aceitera y raquis de banano en la producción del humus con lombriz roja californiana (<i>eisenia foetida</i>)”	39

8	Análisis químico de los subproductos de cosecha de cacao, palma aceitera y raquis de banano en la producción del humus con lombriz roja californiana (<i>eisenia foetida</i>)”	40
9	Análisis químico de los subproductos de cosecha de cacao, palma aceitera y raquis de banano en la producción del humus con lombriz roja californiana (<i>eisenia foetida</i>)”	41
10	Fotográficos	42
11	Fotográficos	42

RESUMEN

Con el objetivo de Evaluar el uso de subproductos de cosecha de cacao, palma aceitera y raquis de banano, más estiércol de bovino y aserrín de balsa en la producción del humus con lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*). Se llevó una investigación de campo utilizando un diseño completamente al azar con 4 tratamientos y 4 repeticiones Una vez realizados los análisis de varianza se determinó alta significancia estadística para repeticiones y tratamientos. El tratamiento con 50% EB+25%AB+8,3%CC+8,3%RB+8,3% RP presentó el valor más alto de los promedios de altura de cama con un valor de 30 cm, valor que resultó ser estadísticamente igual al promedio con 50% EB+25%AB+25% CC, con 25,8 cm, El valor promedio más alto de pH se registró en el tratamiento con 50%EB+25%AB+8,3% CC+8,3%RB+8,3% RP con 7,75, siendo este valor estadísticamente igual a los demás tratamientos cuyos valores presentaron valores de 7,39 para el con 50% EB+25%AB+25% RB, 7,37, la mayor producción de humus se presentó en el tratamiento con EB+25%AB+8,3%CC+8,3%RB+8,3% RP con un valor de 1500,00 kg, en la composición química del humus los mayores niveles de nitrógeno y potasio se lograron con el tratamiento con quien obtiene 1,54% de nitrógeno y 1,81% para potasio, el tratamiento con 50%EB+25%AB+8,3%CC + 8,3%RB+8,3%RP reporto el mayor valor en fosforo con 3,06% y azufre con 1,27%. El tratamiento con EB50%+25%AB+25% CC presenta el mayor valor en los elementos calcio con 4,21% y magnesio con 1,07%, en relación a la materia orgánica el mayor valor lo registra el tratamiento con 45,6%, en el análisis económico el tratamiento con 50% EB + 25%AB + 8,3%CC + 8,3%RB + 8,3%RP presentó los mayores costos con 134,31 USD y los menores costos se obtuvieron en el tratamiento con EB+25%AB+25%CC con 127,31 USD. El tratamiento que reporto el mayor ingreso fue con 50% EB + 25%AB + 8,3%CC + 8,3%RB + 8,3%RP con 375,00 USD y el menor ingreso el tratamiento con 50% EB + 25% AB + 25%6RP con 152,62 USD. La mayor relación Beneficio/Costo se presentó en el tratamiento con 50% EB + 25%AB + 8,3%CC + 8,3%RB + 8,3%RP con 1,79.

ABSTRACT

In order to evaluate the use of cocoa crop byproducts, oil palm and banana rachis, more and sawdust cattle manure in the production of humus with Californian red worm (*Eisenia foetida*). field research was carried using a completely randomized design with 4 treatments and 4 repetitions. Once the ANOVA statistical significance for high repetitions and treatments was determined. Treatment with 50% EB + 25% AB + 8.3% + 8.3% CC 8.3% RB RP had the highest value of average height bed with a value of 30 cm, which resulted value statistically equal to the average of 50% EB + 25% + 25% CC AB, with 25.8 cm, The highest average pH value was recorded in the treatment with 50% EB + 25% AB + 8.3% RB DC + 8.3% + 8.3% RP with 7.75, this value being statistically equal to other treatments which had values of 7.39 values for EB + 50% 25% 25% AB + RB, 7.37, the increased production of humus was made in the treatment EB + 25% AB + 8.3% + 8.3% CC 8.3% RB RP with a value of 1500.00 kg in the composition Humus chemistry higher levels of nitrogen and potassium were achieved by treatment with that obtains 1.54% nitrogen and 1.81% for potassium, treatment with 50% EB + 25% AB + 8.3% CC + 8.3% + 8.3% RP RB reported the highest value with 3.06% phosphorus and 1.27% sulfur. Treatment with EB50% + 25% + 25% AB CC has the highest value in the elements calcium and magnesium with 4.21% 1.07% relative to the higher value organic matter treatment registers 45, 6% in the economic analysis the treatment with 50% EB + 25% AB + 8.3% + 8.3% CC 8.3% RB RP presented higher costs to \$ 134.31 and lower costs were obtained treatment with EB + 25% + 25% AB CC \$ 127.31. The treatment reported the largest income was 50% EB + 25% AB + 8.3% + 8.3% CC 8.3% RB RP with \$ 375.00 and lowest income 50% treatment EB + 25% AB + 25% RP to \$ 152.62. Most cost / benefit ratio is presented in the EB treatment with 50% + 25% AB + 8.3% + 8.3% CC 8.3% RB RP with 1.79.

CAPÍTULO I
MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Introducción

La Lombricultura consiste en el cultivo intensivo de la lombriz roja (*Eisenia foetida*) la cual consume residuos orgánicos que al transformarse son aprovechados como abono para cultivos agrícolas. A estos desechos orgánicos arrojados por la Lombriz se le conocen con el nombre de Humus que es el mayor estado de descomposición de la materia orgánica y es un abono de excelente calidad (León, 2010).

El empleo de abonos orgánicos, los cuales se definen como fertilizantes de origen natural; cumplen un papel muy importante al corregir y mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas de los suelos siendo además una buena alternativa para el manejo ecológico de los desechos contaminantes como basura orgánica, desperdicios de cocina, estiércoles de establos (León, 2012).

Entre estos desechos orgánicos, los subproductos de cosecha de cacao, palma aceitera y raquis de banano son de los residuos más comunes y más ampliamente distribuido, tiene muchas cualidades que lo hacen deseable para la preparación del sustrato para lombriz y se dice que en combinación con estiércoles forma una masa muy apetitosa y digerible para estos anélidos que consumen todo tipo de materia orgánica (Moscoso, 2011).

Los subproductos de la cosecha de cacao, palma aceitera y raquis de banano mejoran las condiciones físicas del sustrato, permite que sea más fácil su descomposición en comparación con la viruta o aserrín. Su mezcla con otros residuos orgánicos tiene efecto favorable sobre la densidad, porosidad y aireación (Moscoso, 2011).

De esta manera la presente investigación pretende aportar con una nueva alternativa para la alimentación de la Lombriz Roja Californiana mediante la utilización de los subproductos de cosecha de cacao, palma aceitera y raquis de banano promoviendo las cualidades y desventajas de su aplicación para obtener humus de buena calidad, determinando así su nivel óptimo de utilización. También procuramos dar una nueva forma de aprovechamiento de este residuo orgánico que de no ser utilizado constituye otro elemento que genera contaminación ambiental; siendo un aporte a la conservación del ecosistema y la Agricultura Orgánica.

1.2. Objetivos

1.2.1. General

Evaluar el uso de subproductos de cosecha de cacao, palma aceitera y raquis de banano, más estiércol de bovino y aserrín en la producción del humus con lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*).

1.2.2. Específico

- Determinar cuatro tipos de sustrato en la elaboración del humus de lombriz roja californiana.
- Establecer que sustrato produce la mayor cantidad de humus.
- Determinar que sustrato produce la mejor comparación química de humus.
- Realizar el análisis económico de los tratamientos en estudio.

1.3. Hipótesis

- El sustrato con cáscara de cacao, estiércol de bovino y aserrín de balsa produce la mayor cantidad de humus.
- El sustrato con cáscara de cacao, estiércol de bovino y aserrín de balsa produce la mejor comparación química de humus.
- El sustrato con cáscara de cacao es más económico.

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1. Fundamentación teórica

2.1.1. Qué es el Humus de Lombriz

El humus de lombriz es la deyección de la lombriz. "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 tiene un aspecto terroso, suave e inodoro, de esta manera facilita su manipulación. Se dice que el humus de lombriz es uno de los fertilizantes completos, porque aporta todos los nutrientes para la dieta de la planta, de los cuales carecen muy frecuentemente los fertilizantes químicos. El humus es una mezcla de sustancias que tiene una alta resistencia a al ataque microbiano y su composición es diferente a la de cualquier sustancia animal o vegetal (García, 2005).

2.1.2. Características de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*)

Esta especie de 'Lombriz es de color rojo oscuro, esta lombriz respira por debajo de la piel, mide de 6 a 8 centímetros de largo y de 3 a 5 milímetros de diámetro, el peso de la lombriz es de 1 gramo, esta clase de gusano no soporta la luz solar, si esta se expone a los rayos del sol, muere en pocos minutos. La lombriz vive aproximadamente unos 15 años, y llega a producir hasta 1300 lombrices al año, come mientras avanza en la excavación y fertiliza el suelo por sus deyecciones, las lombrices californianas pueden criarse en cualquier lugar del planeta que posea, al menos, una temporada con temperaturas promedio superior a los 20° C, cualquier lugar con climas templados (Reinés, 2005).

Estas lombrices, a 21°C tienen la máxima capacidad de reproducción, por lo tanto, se reproducirán más durante los meses cálidos. Cuando la

temperatura es inferior a 7°C, las lombrices no se reproducen, pero siguen produciendo abono, aunque en menor cantidad las lombrices adultas pesan aproximadamente 1 gramo y producen 1 gramo diario de abono, es decir, que comen una cantidad equivalente a su propio peso diariamente, lo cual hace muy interesante a la lombricultura. Separarlas del lombricompuesto es un proceso muy sencillo, solo hay que dejarlas uno o dos días sin alimento (no agregar alimento), y después poner alimento nuevo a un lado del lugar donde se encuentran (Romero, 2009).

Las lombrices en busca de alimento irán a su nuevo lugar rápidamente (el 50% de las lombrices llegará en solo unas horas) Pero quedarán en el lombricompuesto los capullos y las pequeñas lombrices, para que lleguen a trasladarse las pequeñas lombrices y las que nacerán después es necesario esperar al menos 30 días. Si solo se desea vender lombrices puedes extraer una gran cantidad solo colocando alimento nuevo y extraerlo al día siguiente. De esa manera quedara capullos, pequeñas lombrices, y un porcentaje de adultos para continuar con la producción. La lombricultura es un negocio que está en expansión, y en un futuro será indispensable para la supervivencia de los campos” (Romero, 2009),

2.1.3. Perspectivas de la producción de humus y lombrices.

Un sistema ecológicamente sostenible que hace parte importante del agroecosistema. En los países tropicales este tipo de estrategia son necesarias para el desarrollo de la producción pecuaria del futuro en sistemas integrados y compatibles en la producción animal agrícola, que buscan conservar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo; minimizar la compra de insumos química reducir la contaminación y preservar los recursos naturales (Frager *et al.*, 2002).

Este mismo autor dice que se puede preparar colocando un simple tacho o una caja hecha con chapa o madera sin fondo para que se pueda levantar. Se separa insertando en la caja o tacho una malla de alambre con orificios que permitan pasar el vermicompuesto hacia abajo tiene la consistencia del bagazo del café, se tira la basura orgánica descompuesta o semi descompuesta para que no levante niveles de temperatura que maten a las lombrices por la parte superior también allí se depositan las lombrices. El humus se saca por debajo. Las lombrices no son un problema para la extracción del compuesto ya que tienden a ir hacia arriba, donde está la comida. Hay que variar el lugar donde se pone el alimento un día a la derecha y al siguiente a la izquierda por el tema de la temperatura.

En un lugar no inundable y se debe cubrir con una malla del tipo media sombra para evitar que entren pájaros y otros predadores. Mientras tengan alimento, las lombrices no escapan. Ingeren grandes cantidades de materia orgánica descompuesta y las transforman en lombricompost o vermicompuesto en una proporción del 60%. Transforman los minerales no asimilables presentes en los desechos y residuos animales, en nitratos y fosfatos directamente asimilables por las plantas (Fajardo, 2007).

2.1.4. Composición físico – química del compost

Este proceso dura alrededor de quince días, lapso en el cual está listo el sustrato para ser depositado en los lechos o camas. Cuando el sustrato ha sido procesado por las lombrices y humificado (humus sólido), en un lapso de noventa días el excedente es considerado abono orgánico y recolectado en saquillos para luego transportarlo a bodega de almacenamiento para su posterior uso, ya que podría ser comercializado o usado internamente por el productor. La compostera tiene que estar a la sombra, en un lugar no inundable y se debe cubrir con una malla del tipo media sombra para evitar

que entren pájaros y otros predadores. Mientras tengan alimento, las lombrices no escapan (Fajardo, 2007).

El humus de lombriz es el mejor fertilizante orgánico conocido en el mundo hasta el momento. El humus de lombriz es el producto resultante de la transformación digestiva en forma de excretas que ejerce este pequeño anélido sobre la materia orgánica que consume. Aunque como abono orgánico puede decirse que tiene un excelente valor en macro nutrientes, también habría que mencionar la gama de compuestos orgánicos presentes en él, su disponibilidad en el consumo por las plantas, su resistencia a la fijación y al lavado (Bioagro, s/f).

Cuadro 1. Composición físico-química media del compost

Parámetros analizados	Resultados.
pH H ₂ O 7-8,8	7-8,8
pH KCL 7-7,3	7-7,3
M.O. (materia orgánica) 35-40 %	35-40 %
C/N 12-14	12-14
Humedad 40-45 %	40-45 %
C.I.C. 167 me/100g	167 me/100g
Nitrógeno total 2-2,6	2-2,6
Fósforo P ₂ O ₅ 1,5-2 %	1,5-2 %
Potasio (K) 1,5 %	1,5 %
Calcio (Ca) 2 %	2 %
Magnesio (Mg) 1-1,3 %	1-1,3 %
Cobre (Cu) 0,5 ppm	0,5 ppm
Zinc (Zn) 160 ppm	160 ppm
Manganeso (Mn) 500 ppm	500 ppm
Ácidos Húmicos 3-4 %	3-4 %
Bacterias totales 133 x 10 ⁷ (UFC./g)	133 x 10 ⁷ (UFC./g)
Actinomycetos 41x10 ⁴ (UFC/g)	41x10 ⁴ (UFC/g)
Hongos 48x10 ³ (UFC/g)	48x10 ³ (UFC/g)

Actividad Biológica Global	0,93u g/ml	0,93u g/ml (INFT/g)
(INFT/g)		
Germinación	Inferior al 8 %	Inferior al 8 %
Presentación	Gránulos de aprox 2 mm	Gránulos de aprox 2 mm
Densidad	0,6-0,65 t/m3	0,6-0,65 t/m3

Fuente: Fajardo (2007)

La fabricación de abonos orgánicos fermentados, se puede entender como un proceso de descomposición aeróbica y termofílica, de residuos orgánicos por medio de poblaciones de microorganismos químico organotróficos, que existen en los propios residuos, bajo condiciones controladas, y que producen un material parcialmente estable de lenta descomposición en condiciones favorables (Restrepo, 2001).

Cuadro 2. Composición físico - químico del humus de lombriz roja

Componentes	Valores medios
Nitrógeno	1.95 - 2.2%
Fósforo	0.23 - 1.8%
Potasio	1.07 - 1.5%
Calcio	2.70 - 4.8%
Magnesio	0.3 - 0.81%
Hierro disponible	75 mg/l
Cobre	89 mg/kg
Zinc	125 mg/kg
Manganeso	455 mg/kg
Boro	57.8 mg/kg
Carbono Orgánico	22.53 %

C/N	11.55 %
Ácidos Húmicos	2.57 g Eq/100g
Hongos	1500 c/g
Levaduras	10 c/g
Actinomicetos total	170.000.000 c/g
Act. Quitinasa	100 c/g
Bacterias aeróbicas	460.000.000 c/g
Bact. Anaeróbicas	450.000 c/g
Relaciòn aer/anaerob.	1.:1000

Fuente: Centro de Investigación y Desarrollo. Lombricultura S.C.I.C, 2010.

2.1.5. Elementos que aporta el humus en el suelo

Los biofertilizantes o abonos orgánicos ejercen una acción favorable sobre el suelo así:

- Aporta minerales que son nutrientes del suelo, como: nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, etc.
- Los biofertilizantes incrementan la capacidad de retención de agua del suelo, de esta manera guarda humedad.
- Disminuye la compactación del suelo.
- Mejora las propiedades físicas del suelo, al ejercer una acción favorable sobre la estructura, lo que permite una buena circulación del agua, del aire y de las raíces.
- Aumenta la actividad biológica del suelo, porque sirve de alimento, a una multitud de microorganismos y lombrices que hacen del suelo un ser vivo.

- Regula y estimula la nutrición mineral, porque aumenta la capacidad de intercambio de iones.
- Fisiológicamente, estimula el desarrollo metabólico de las plantas, por la intensificación de la absorción de CO₂.

Eleva la capacidad de producción del suelo, por cuanto mejora las propiedades físicas, químicas, biológicas y de fertilidad del mismo (Patria, 2011).

2.1.6. La lombricultura y producción de humus en el Ecuador

Menciona que El Ministerio de Agricultura y Ganadería se encuentra interesado en desarrollar la lombricultura en el Ecuador; con el impulso de esta biotecnología y la incorporación del humus los suelos agrícolas podrán recuperar los nutrientes que se van perdiendo por las cosechas anuales o perennes de los cultivos, además de la incorporación de los microorganismos que son indispensables para la absorción radical del vegetal, agregó el técnico. Se puntualizó que la agricultura intensiva produce un acusado empobrecimiento de las reservas orgánico-biológicas; este fenómeno afecta de modo particular a los monocultivos persistentes (Diario Hoy., 2008).

En estos casos la extracción de nutrientes que hacen las plantas es altamente importante mientras que las aportaciones orgánicas para restituir la materia acumulada por las plantas termina siendo prácticamente nula. Esto genera un agotamiento de los suelos expresado en un descenso progresivo de la productividad. El vegetal mal nutrido o mal cultivado enferma, por lo que es más provechoso practicar una medicina preventiva que una curativa.

Los sumerios fueron los primeros en descubrir las bondades de este pequeño animalito hace cinco mil años; más tarde, los antiguos egipcios aprovecharon de su presencia en el fértil valle del Nilo y Aristóteles lo denominó "intestino de la tierra" (Diario Hoy., 2008).

La lombricultura, como actividad agroindustrial, ha alcanzado un gran desarrollo en las últimas tres décadas, principalmente en los países de Estados Unidos, Japón, Canadá, Europa y en Chile. Actualmente es reconocida la gran importancia que tiene el reciclaje de los residuos orgánicos, sin embargo la tecnología aún no es bien aplicada sobre todo a nivel urbano donde se desperdician a diario muchos residuos (Diario Hoy., 2008).

En Ecuador, la actividad se inició en 1985 por iniciativa privada, entre ellas por el Centro Nacional 4-F de Conocoto, que dispone de varios lechos de multiplicación en forma experimental y demostrativa para brindar información y capacitación a organizaciones campesinas, comunidades, técnicos y socios de la fundación (Diario Hoy., 2008).

2.1.7. Investigaciones Relacionadas

Se llevó a cabo un ensayo con diferentes sustratos como alimento de lombriz roja californiana *Eiseinia foetida* con el fin de evaluar cuál de los diferentes sustratos ofrecía un mejor producto (lombricompuesto) final y a la vez se pretendió obtener una forma fácil de determinar cuando el lombricompuesto estaba listo para ser utilizado. El trabajo se realizó en el Municipio de Codazzi, Cesar, Colombia situado a 180 m.s.n.m, temperatura promedio de 28 °C y una humedad relativa entre 60 a 65%.

Los resultados obtenidos mostraron que los sustratos no muestran diferencia entre ellos en cuanto a la calidad del producto final pero si evidencian una gran influencia sobre el comportamiento y la supervivencia de las lombrices, ya que algunos de estos sustratos afectan el normal desarrollo de las mismas, especialmente en la reproducción. Tal vez, una forma de determinar si el lombricompostado está listo, es el contenido de CO₂ del producto final obtenido, obviamente unido a temperaturas bajas estables (Castillo, 2010).

En la provincia de Chimborazo, Unidad de Lombricultura y Abonos Orgánicos, Facultad de Ciencias Pecuarias, ESPOCH, se evaluó el efecto de la utilización de aserrín combinado con estiércol bovino como alimento para producir humus de lombriz Eisenia foetida (lombriz roja californiana). Las unidades experimentales estuvieron constituidas por 12 lechos de 1m x 1m x 0,5m distribuidas bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar en las que se experimentó el efecto de 4 tratamientos con 3 repeticiones incluyendo un tratamiento testigo.

Los niveles de Aserrín aplicados fueron: Aserrín 100% + Estiércol Bovino 0%, Aserrín 75% + Estiércol Bovino 25%, Aserrín 50% + Estiércol bovino 50%, Materia Orgánica común o Aserrín 0% (testigo). Los resultados permiten concluir que el efecto del aserrín pulverizado en la alimentación de lombrices fue positivo a partir de emplear una combinación de 50 % Aserrín + 50 % Estiércol, ya que este mejoró parámetros como reproducción, biomasa, calidad del humus, tiempo conversión sustrato fertilizante (Según Cajas., 2009).

Así también se demostró que al utilizar Aserrín al 100% estos anélidos se reprodujeron de forma lenta, la Conversión Sustrato - Fertilizante se alargó a 150 días como producto humus de baja calidad, baja reproducción

considerando el tiempo, menor biomasa y no existió rentabilidad; por lo cual se recomienda el uso de Aserrín pulverizado para sustratos en lombricultura hasta una proporción 50 % Aserrín y combinado con estiércoles el otro 50% debido a que se logran buenos parámetros productivos, los sustratos mejoran su relación C/N, el estiércol aumenta la degradación del aserrín y se facilita el manejo y cosecha (Cajas, 2009).

CAPÍTULO III
MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Materiales y métodos

3.1.1. Localización y duración de la investigación

El lugar en donde se desarrolló la investigación, se encuentra ubicada en la provincia de Los Ríos, Cantón Valencia en el Km. 32 en la vía Quevedo - El Vergel con coordenadas S 00°47'12.2" W079°18'36.7" viento máximo de 11m/seg. SW mínimo de 2m/seg. SW. La investigación tuvo una duración de 4 meses,

3.1.2. Condiciones meteorológicas.

Las condiciones meteorológicas del sitio en donde se desarrolló la investigación son las que se presentan en el Cuadro 3.

Cuadro 3: Condiciones meteorológicas en Uso de subproductos de cosecha de cacao, palma aceitera y raquis de banano en la producción del humus con lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) del cantón Valencia, sitio El Vergel. 2014

Parámetros	Promedios
Altura (m.s.n.m.)	229
Temperatura (°C)	22
Humedad relativa (%)	84
Precipitación (mm/año)	941
Heliofanía (horas luz/año)	965
Evaporación promedio anual	738
Zona ecológica	Bh-T
Topografía	Irregular

Fuente: Estación agrometeorológica INIAMHI. Estación Experimental Pichilingue INIAP 2014

3.1.3. Materiales y equipos

Cuadro 4. Los materiales y equipos en Uso de subproductos de cosecha de cacao, palma aceitera y raquis de banano en la producción del humus con lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) 2014.

MATERIALES	CANTIDAD
Lombrices rojas californianas (Kg)	40
Unidades de investigación	16
Rótulos	17
Bomba manual CP-3	1
Guantes	2
Palas	2
Baldes	4
Gafas protectoras	2
Agua (litros)	1600
Yogurt (litros)	6
Melaza (litros)	8
Levadura de pan (kg)	2
Estiércol de ganado bovino (kg)	3200
Aserrín de balsa (kg)	330
Cascara de cacao (kg)	580
Raquis de banano (kg)	470

Raquis de palma aceitera (kg)	170
Sacos plásticos (unidades)	30

EQUIPOS

Computadora, Impresora, Pendrive.	1
Termómetro	1
Medidor de pH electrónico	1
Medidor de pH láminas	1
Cámara fotográfica	1

3.1.4. Tratamientos

La siguiente investigación experimental tuvo los siguientes tratamientos:

Cuadro 5. Tratamientos en Uso de subproductos de cosecha de cacao, palma aceitera y raquis de banano en la producción del humus con lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) 2014.

Tratamiento	Estiércol bovino	Aserrín de balsa	Cascara de cacao	Raquis palma	Raquis banano	%
T1	50	25	25			100
T2	50	25		25		100
T3	50	25			25	100
T4	50	25	8,33	8,33	8,33	100

3.1.5. Diseño experimental

Esta investigación tuvo un Diseño Completamente al Azar (DCA), con 4 tratamientos y 4 repeticiones. Para determinar las diferencias entre medias se aplicó la prueba de rangos múltiples de Tukey al 5%.

Cuadro 6. Esquema del análisis de varianza en Uso de subproductos de cosecha de cacao, palma aceitera y raquis de banano en la producción del humus con lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) 2014.

Fuentes de variación		Grados de Libertad	
Tratamientos	T-1	(4-1)	3
Error	T(R-1)	4(4-1)	12
Total	TxR-1	4x4-1	15

3.1.6. Variables Evaluadas

3.1.6.1. Altura de la cama

Esta variable la tomamos cada quince días, midiendo la profundidad del sustrato en la cama para valorar el volumen de la materia orgánica en descomposición. Esta medición se tomó con la ayuda de una regla métrica transparente de 60 cm.

3.1.6.2. Temperatura del sustrato

Se tomó del promedio cada quince días con un termómetro de interiores en el sustrato de cada tratamiento.

3.1.6.3. pH del humus

Se midió con un peachímetro de lámina (papel tornasol) cada quince días, este proceso consistió en colocar las láminas indicadoras de pH en el humus y comparar con una tabla indicadora.

3.1.6.4. Conductividad eléctrica

Estos datos se tomaron cada quince días en los sustratos de cada tratamiento en estudio, para lo cual se utilizó el conductímetro portátil del laboratorio de suelos y aguas de la UTEQ.

3.1.6.5. Cantidad de humus

La obtuvimos al final de la investigación pesando el sustrato en cada tratamiento. Medido en kilogramos.

3.1.6.6. Calidad del humus

Se obtuvo en los resultados del análisis químico de cada tratamiento y del pH del humus obtenido.

3.1.7. Análisis económico

El costo de los tratamientos se lo calculó con el total de egresos.

3.1.7.1. Utilidad

Se obtuvo mediante la fórmula:

$$U = IB - CT$$

IB = Ingreso bruto

CT= Costos totales

3.1.7.2. Relación costo/beneficio

Se obtuvo utilizando la fórmula:

$$\text{Relación beneficio/costo} = \frac{\text{Ingresos totales}}{\text{Costos totales}}$$

3.1.8. Manejo de la investigación

Para iniciar esta investigación se construyó un área para la preparación del alimento de las lombrices, el mismo que se les suministró compost, las camas estuvieron distribuidas en cuatro partes con un volumen de 2,4 m³ para cada uno de los tratamientos, el compostaje por un periodo de cuatro semanas en donde se inocularon las diferentes bacterias y hongos, elementos que ayudaron en el proceso de descomposición y luego sirvió de alimento a las lombrices.

La infraestructura utilizada en esta investigación de lombricultura fue de cemento con cubierta de zinc y consistió en: cuatro camas de 5 metros de largo cada una, con 1 metro de ancho y 0,50 metros de alto; el sustrato se llenó 0,40 metros de alto, lo que dio un volumen de 0,2 m³ de materia orgánica en cada tratamiento.

En el tratamiento 1 se utilizó: 50% de estiércol de ganado, 25% de aserrín de balsa, 25% de cascara de cacao picado, 0,25 kg de levadura de pan, 0,5 litros de yogurt (*Lactus vacilus*), 2 litros de melaza, 400 litros de agua (dependiendo de la capacidad de campo) por cada tratamiento.

En el tratamiento 2 se utilizó: 50% de estiércol de ganado, 25% de aserrín de balsa, 25% de raquis de banano picado, 0,25 kg de levadura de pan, 0,5 litros de yogurt (*Lactus vacilus*), 2 litros de melaza, 400 litros de agua (dependiendo de la capacidad de campo) por cada tratamiento.

En el tratamiento 3 se utilizó: 50% de estiércol de ganado, 25% de aserrín de balsa, 25% de raquis de palma aceitera picada, 0,25 kg de levadura de pan, 0,5 litros de yogurt (*Lactus vacilus*), 2 litros de melaza, 400 litros de agua (dependiendo de la capacidad de campo) por cada tratamiento.

En el tratamiento 4 se utilizó: 50% de estiércol de ganado, 25% de aserrín de balsa y 25% entre residuos de cascara de cacao, raquis de banano y raquis de palma aceitera todo picado, 0,25 kg de levadura de pan, 0,5 litros de yogurt (*Lactus vacilus*), 2 litros de melaza, 400 litros de agua (dependiendo de la capacidad de campo) por cada tratamiento.

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados y Discusión

4.1.1. Altura de la cama a la recolección del humus

El tratamiento (T4) 50% EB+25%AB+8,3%CC+8,3%RB+8,3%RP presentó el valor más alto de los promedios de altura de cama con un valor de 30 cm, valor que resultó ser estadísticamente igual al promedio del (T1) 50% EB+25%AB+25% CC, con un valor de 25,8 cm, en cambio el menor promedio de altura de cama fue mostrado por el tratamiento T3 50% EB+25%AB+25%RP con un valor de 12,21 cm (Cuadro 7). Estos resultados son como consecuencia de la relación Carbono-Nitrógeno en relación a estos resultados obtenido en cada uno de los tratamientos podemos indicar son inferiores a los publicados por Álava (2010).

Cuadro 7. Altura de cama a la recolección de humus en Uso de subproductos de cosecha de cacao, palma aceitera y raquis de banano en la producción del humus con lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) 2014.

Tratamientos	Altura de la cama
T1 50% EB+25%AB+25%CC	25,80 a
T2 50% EB+25%AB+25%RB	13,20 b
T3 50% EB+25%AB+25%RP	12,21 b
T4 50% EB+25%AB+8,3%CC+8,3%RB+8,3%RP	30,00 a
CV (%)	15,75

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

4.1.2 Temperatura de sustrato (°C)

La mayor generación de temperatura la produjo el tratamiento (T2) 50% EB+25%AB+25%RB con una temperatura promedio de 52 °C y la menor temperatura promedio se obtuvo en el tratamiento (T4) con 48 °C sin diferir estadísticamente entre si y los demás promedios Cuadro 8, los valores aquí mostrados en cuanto la generación de temperatura en la elaboración de humus, están dentro de los parámetros reportados por Tenecela (2012), quien reporta que la temperatura adecuada está entre 40 y 50 °C.

Cuadro 8. Temperatura (°C) del humus en Uso de subproductos de cosecha de cacao, palma aceitera y raquis de banano en la producción del humus con lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) 2014.

Tratamientos	Temperatura de humus °C
T1 50% EB+25%AB+25%CC	54.00 b
T2 50% EB+25%AB+25%RB	52.00 a
T3 50% EB+25% AB+25%RP	49.00 c
T4 50% EB+25%AB+8,3%CC+8,3%RB+ 8,3%RP	48.00 c
CV (%)	14,75

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

4.1.3. pH del humus

El valor promedio más alto de pH se registró en el tratamiento (T4) 50%EB+25%AB+8,3%CC+8,3%RB+8,3%RP con 7,75, siendo este valor estadísticamente el más alto a los demás tratamientos cuyos valores

presentaron diferencia para el (T2) 50% EB+25%AB+25%RB, 7,39 para tratamiento T3 50% EB+25%AB+25%RP, 7.37 y (T1) 50% EB+25%AB+25%CC con el valor más bajo 7,18 estas variaciones entre tratamientos se deben a la diversidad en cantidad y calidad de materia orgánica presente en el suelo. Cuadro 9. Los resultados de potencial de hidrógeno resultaron ser superiores a los reportados por Yagual (2007) con 3,91 y ESPOL (2010) con 7,12.

Cuadro 9. pH del humus en Uso de subproductos de cosecha de cacao, palma aceitera y raquis de banano en la producción del humus con lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) 2014.

Tratamientos	p H
T1 50% EB+25%AB+25%CC	7,18 a
T2 50% EB+25%AB+25%RB	7,39 a
T3 50% EB+25%AB+25%RP	7,37a
T4 50% EB+25%AB+8,3%CC+8,3%RB+8,3%RP	7,75 a
CV(%)	14,73

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

4.1.4 Kilogramos de humus

La mayor producción de humus se presentó en el tratamiento (T4) EB+25%AB+8,3%CC+8,3%RB+8,3%RP con un valor de 1500,00 kg, resultado que no difiere y es estadísticamente igual al tratamiento (T1) 50% EB+25%AB+25%CC y la menor cantidad se obtuvo en el tratamiento (T2) 50% EB+25%AB+25%RB con 660,00 kg. Cuadro 10. La cantidad de humus está relacionada con la cantidad de lixiviado producido, así lo reporta Tenecela (2012).

Cuadro 10. Cantidad del humus en Uso de subproductos de cosecha de cacao, palma aceitera y raquis de banano en la producción del humus con lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) 2014.

Tratamientos	Cantidad de humus (kg)
T1 50% EB+25%AB+25%CC	1290.00 a
T2 50% EB+25%AB+25%RB	660.00 b
T3 50% EB+25%AB+25%RP	610,50 b
T4 50% EB+25%AB+8,3%CC+8,3%RB+8,3%RP	1500.00 a
CV (%)	13,04

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

4.1.5. Composición química de humus

En esta investigación los mayores niveles de nitrógeno y potasio se lograron con el tratamiento (T3) quien obtiene 1,54% de nitrógeno y 1,81% para potasio, el tratamiento (T4) 50%EB+25%AB+8,3%CC + 8,3%RB+8,3%RP reporto el mayor valor en fosforo con 3,06% y azufre con 1,27%.

El tratamiento (T1) EB50%+25%AB+25%CC presenta el mayor valor en los elementos calcio con 4,21% y magnesio con 1,07%, en relación a la materia orgánica el mayor valor lo registra el tratamiento (T3) con 45,6% Cuadro 11. Los valores no difieren mucho de los reportados por la literatura (Martínez, Fuentes y Yáñez, 2005).

Cuadro 11. Calidad del humus en Uso de subproductos de cosecha de cacao, palma aceitera y raquis de banano en la producción del humus con lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) 2014.

Parámetros	T1	T2	T3	T4
N (%)	1,41	1,37	1,54	1,41
P (%)	2,05	2,05	2,04	3,06
K (%)	1,73	1,67	1,81	1,59
Ca (%)	4,23	4,12	4,14	4,08
Mg (%)	1,07	1,05	1,05	1,04
S (%)	1,25	1,24	1,23	1,27
p H	7,35	7,49	7,75	7,97
CE ds/m	6,58	6,48	8,21	5,82
Cu ppm	23,32	27,56	24,38	22,26
B ppm	61,59	30,61	53,32	44,34
Fe ppm	83,74	83,74	81,62	78,44
Zn ppm	26,50	26,50	25,44	24,38
Mn ppm	15,90	18,02	19,08	16,96
MO (%)	33,80	34,20	45,60	41,40
N/K	0,82	0,82	0,85	0,89
K/P	0,84	0,81	0,88	0,52
Mg/K	0,62	0,63	0,58	0,65
Ca/Mg	3,93	3,91	3,93	3,91
(Ca+Mg)/K	3,06	3,10	2,88	3,21
C/N	13,15	13,72	16,28	16,11

Fuente: AGROLAB Laboratorio de Análisis Químico Agropecuario

T1 = 50% EB+25%AB+25%CC

T2 =50% EB+25%AB+25% RB

T3 = 50% EB+25%AB+25%RP T4=50%EB+25%AB+8,3%CC+8,3%RB+8,3%RP

4.1.6. Conductividad Eléctrica

El tratamiento (T3) EB50%+25%AB+25%RP presentó la conductividad eléctrica más con un valor de 8,21 ds/m valor igual al tratamiento (T1) 50% EB+25%AB+25%CC con un valor de 6,97 ds/m, sin embargo estos valores son inferiores al encontrado por la ESPOL (2010) con 10,70 mS/cm.

Cuadro 12. Conductividad eléctrica en Uso de subproductos de cosecha de cacao, palma aceitera y raquis de banano en la producción del humus con lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) 2014.

Tratamientos	CE
T1 50% EB+25%AB+25%CC	6,97a
T2 50% EB+25%AB+25%RB	6,87a
T3 50% EB+25% AB+25%RP	8,69a
T4 50% EB+25%AB+8,3%CC+8,3%RB+ 8,3%RP	6,17b
CV (%)	28,78

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

4.1.7. Análisis económico

El tratamiento (T4) 50% EB + 25%AB + 8,3%CC + 8,3%RB + 8,3%RP presentó los mayores costos con 134,31 USD y los menores costos se obtuvieron en el tratamiento (T1) EB+25%AB+25%CC con 127,31 USD. El tratamiento que reporto el mayor ingreso fue (T4) 50% EB + 25%AB + 8,3%CC + 8,3%RB + 8,3%RP con 375,00 USD y el menor ingreso el tratamiento (T3) 50% EB + 25% AB + 25%RP con 152,62 USD. La mayor relación Beneficio/Costo se presentó en el tratamiento (T4) 50% EB + 25%AB + 8,3%CC + 8,3%RB + 8,3%RP con 1,79 y la menor relación en el tratamiento (T3) 50% EB + 25% AB + 25%RP, con 0,19 Cuadro 13.

Cuadro 13. Análisis económico en Uso de subproductos de cosecha de cacao, palma aceitera y raquis de banano en la producción del humus con lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) 2014.

Costos	T1	T2	T3	T4
Mano de obra	20	20	20	20
Camas	13,43	13,43	13,43	13,43
Cisternas	4,17	4,17	4,17	4,17
Materiales	5,63	5,63	5,63	5,63
Lombriz roja	50	50	50	50
Estiércol bovino	20	20	20	20
Agua	2	2	2	2
Aserrín de balsa	5	5	5	5
Cascara de cacao	2,5	-	-	2,5
Raquis de banano	-	4	-	4
Raquis de palma aceitera	-	-	2,5	2,5
Melaza	2	2	2	2
Levadura de pan	1,38	1,38	1,38	1,38
Yogurt natural	1,2	1,2	1,2	1,2
Total USD/Trat.	127,31	128,81	127,31	133,81
Ingresos				
Producción de humus (kg)	1290	660	610,5	1500
Precio de Venta USD/Kg.	0,25	0,25	0,25	0,25
Ingreso Total USD	322,5	165	152,6	375
Beneficio	195,19	36,19	25,3	241,19
Relación B/C	1,53	0,28	0,20	1,80

$$T1 = 50\% EB + 25\% AB + 25\% CC$$

$$T2 = 50\% EB + 25\% AB + 25\% RB$$

$$T3 = 50\% EB + 25\% AB + 25\% RP$$

$$T4 = 50\% EB + 25\% AB + 8,3\% CC + 8,3\% RB + 8,3\% RP$$

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

1. La mayor cantidad de humus y los niveles más altos de N (%) y K (%) registraron con el tratamiento (T3) 50% Estiércol bovino + 25% Aserrín de balsa + 25% Raquis de palma.
2. Los mayores ingresos por venta y relación benéfico/costo del humus se alcanzaron con el tratamiento (T4) 50% EB + 25%AB + 8,3%CC + 8,3%RB + 8,3%RP, siendo este el tratamiento más rentable.
3. En base al análisis de las variables evaluadas se rechaza la hipótesis planteada en la presente investigación.

5.2. Recomendaciones

1. Emplear el tratamiento (T4) 50% EB+25%AB+8,3%CC+8,3%RB+8,3%RP por su producción de humus, presencia de nitrógeno, potasio y rentabilidad.
2. Utilizar humus de lombriz roja californiana en los diferentes cultivos para garantizar una adecuada producción orgánica y obtener mejores resultados en productividad.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

6.1. Literatura citada

Alava, C. 2010. Composición del blol a base de estiércol de bovino con diferentes períodos de fermentación. Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Unidad de Estudios a Distancia, Carrera de Ingeniería Agropecuaris.

Cajas, S. 2009. Efecto de la utilización de aserrín en combinación con estiércol bovino como sustrato en la producción de humus (lombriz roja californiana). Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Riobamba. 79 p

Castillo, J. 2010. “Análisis de lombricompuestos a partir de diferentes sustratos”. Facultad de agronomía - escuela de postgrados especialización en cultivos perennes industriales. 61 p

Diario Hoy, 2008. La lombricultura en el Ecuador. [http://www.Bk/hoy.com.ec/\(2008\).](http://www.Bk/hoy.com.ec/(2008).)

ESPOL. (Mayo de 2010). Análisis físico-químico de contenido de macro y micro nutrientes de biofertilizante con azolla. 4. Escuela Superior Politécnica del Litoral.

Fajardo, V. 2007. Manual Agropecuario. 1a ed. Bogotá, Colombia. Edit Limerín. pp. 481-502.

García M., 2005. Fundación Hogares Juveniles. Manual Cría de lombriz de tierra, una alternativa ecológica y rentable. Pág. 95-99

León, P. 2010. Estudio de Diferentes Sistemas de Aceleración para la Descomposición Orgánica y Producción de Humus de Lombriz Roja. Tesis de Grado. ESPOCH. Riobamba Ecuador. pp. 45-57.

Martínez E, Fuentes O, Yanes A. 2008. Uso de la lombricultura. Aplicación en el tratamiento de lodos de plantas depuradoras. Transporte Desarrollo Y Medio Ambiente.

Moscoso, M. 2011. Evaluación de la Melaza *Streptomises* sp y Diferentes Densidades de Siembra de Lombriz Roja Californiana en la Obtención de Humus. Tesis de Maestría en Ciencias. p.51.

Patria, Z. 2011. Cultivemos la Lombriz y Humus. Coleccionables. Manizales, Colombia. pp. 17-18.

Reinés, R. 2005. Avances en la lombricultura. Nuevos avances en la biotecnología de la Lombricultura (1) Facultad de biología universidad de la habana (2) Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara. 8792 Palabras, 36 Páginas.

Restrepo, J. 2001. Elaboración de abonos orgánicos fermentados y biofertilizantes foliares. Costa Rica, Instituto Interamericano de cooperación para la agricultura (IICA). Capítulo 1. p. 17-22.

Romero, F. 2009. Estudio Productivo de la Lombriz Roja Alimentada con Residuos de Cocina. Tesis de Grado. ESPOCH. Riobamba, Ecuador. pp. 52-56.

Tenecela, X. 2012. Producción de humus de lombriz mediante el aprovechamiento y manejo de los residuos orgánicos. Monografía, previo a la obtención del título de ingeniero agrónomo. Universidad de Cuenca.

Yagual, J. (2007). Estudio de la composición y efectos de la aplicación del biol, con diferentes períodos de fermentación en el cultivo de pepino. Universidad de Guayaquil Instituto Tecnológico Agropecuario de Vinces Ingeniería Agronómica.

CAPÍTULO VII

ANEXOS

7.1. Anexos

Anexo 1. Análisis de altura de plantas en Uso de subproductos de cosecha de cacao, palma aceitera y raquis de banano en la producción del humus con lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) 2014.

Fuente V.	GI	SC	CM	F	p-valor
Tratamientos	3	960,79	320,26	31,30	0,0001
Error	12	122,77	10,23		
Total	15	1083,56			

CV = 15,75 %

Anexo 2. Análisis de temperatura °C en Uso de subproductos de cosecha de cacao, palma aceitera y raquis de banano en la producción del humus con lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) 2014.

Fuente V.	GI	SC	CM	F	p-valor
Tratamientos	3	155,00	51,67	0,90	0,4675
Error	12	685,43	57,12		
Total	15	840,43			

CV = 14,75 %

Anexo 3. Análisis de pH en Uso de subproductos de cosecha de cacao, palma aceitera y raquis de banano en la producción del humus con lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) 2014.

Fuente V.	GI	SC	CM	F	p-valor
Tratamientos	3	0,67	0,22	0,19	0,9026
Error	12	14,34	1,20		

Total	15	15,01
-------	----	-------

CV = 14,73 %

Anexo 4. Análisis de cantidad de humus en Uso de subproductos de cosecha de cacao, palma aceitera y raquis de banano en la producción del humus con lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) 2014.

Fuente V.	GI	SC	CM	F	p-valor
Tratamientos	3	2401972,66	800657,55	31,30	0,0001
Error	12	306955,45	25579,62		
Total	15	2708928,11			

CV = 15,76 %

Anexo 5. Análisis de conductividad eléctrica en Uso de subproductos de cosecha de cacao, palma aceitera y raquis de banano en la producción del humus con lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) 2014.

Fuente V.	GI	SC	CM	F	p-valor
Tratamientos	3	13,84	4,61	4,07	0,0329
Error	12	13,59	1,13		
Total	15	27,43			

CV = 14,84 %

Anexos. 6. Análisis químico de los subproductos de cosecha de cacao, palma aceitera y raquis de banano en la producción del humus con lombriz roja californiana (*eisenia foetida*)”

RESULTADOS: ANALISIS DE ABONO ORGANICO

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	Ing. Ismael Mendez	Numero de muestra:	4140
Identificación:	80% estiércol 0-20% lombriz + 20% casaca de cacao	Fecha de Ingreso:	29/10/2014
Muestra:	Humus de lombriz	Fecha de Entrega:	13/11/2014
Edad :		No. Laboratorio: Desde 0001 Hasta:	

MATERIA SECA (%)							pH	C.E
VALORES	N	P	K	Ca	Mg	S		
Tiene	3.53	0.57	1.60	5.14	0.82	0.27	6.46	2.15
Interpretación:							Me Al	L.S

ppm						M.O	HUMEDAD	Materia seca
VALORES	Cu	B	Fe	Zn	Mn	%	%	%
Tiene	38.00	46.81	943.0	137.00	354.00	30.83	75.78	24.22
Interpretación:						A		

RELACIONES							BASES (%)	
VALORES	N/k	K/P	Mg/k	Ca/Mg	(Ca+Mg)/k	C/N	(K+Ca+Mg)	
	R1	R2	R4	R3	R3	R	SUMATORIA	
Tiene	2.21	2.81	0.51	6.27	3.73	17.88/3.53	7.56	

Interpretación:
D: Deficiente
N: Normal
E: Exceso


 Dra. Luz María Medina
 LABORATORISTA

Dirección:
 Calle Río Chambira N° 602 y Zamora. (A dos cuadras
 de la Clínica Araujo margen izquierdo)
 Teléfono: 2752-607 Cel. 0993 095 309 / 0999 164 889

e-mail: lmartinez@ute.edu.ec
 enjar6@yahoo.com

Anexos.7. Análisis químico de los subproductos de cosecha de cacao, palma aceitera y raquis de banano en la producción del humus con lombriz roja californiana (*eisenia foetida*)”



AGROLAB
LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICOS AGROPECUARIO

RESULTADOS: ANÁLISIS DE ABONO ORGÁNICO


Datos del cliente				Referencia			
Cliente :	Ing. Ismael Mendez			Numero de muestra:	4141		
Identificación:	Humus de lombriz			Fecha de Ingreso:	29/10/2014		
Muestra:	Humus de lombriz			Fecha de Entrega:	13/11/2014		
Edad :				No. Laboratorio: Desde	0001Hasta:		

MATERIA SECA (%)							pH	C.E
VALORES	N	P	K	Ca	Mg	S		
Tiene	3.67	0.57	5.05	7.05	0.78	0.43	9.07	3.74
Interpretación							A	L.S

ppm						M.O	HUMEDAD	Materia seca
VALORES	Cu	B	Fe	Zn	Mn	%	%	%
Tiene	34.00	74.20	90.0	148.00	359.00	27.13	74.31	25.69
Interpretación							A	

RELACIONES							BASES (%)	
VALORES	N/k	K/P	Mg/k	Ca/Mg	(Ca+Mg)/k	C/N	(K+Ca+Mg)	SUMATORIA
Tiene	0.73	8.86	0.15	9.04	1.55	15.74/3.67	12.88	

Interpretación
D: Deficiente
N: Normal
E: Exceso



Dra. Luz Mgla Martínez
LABORATORISTA

Dirección:
 Calle Río Chambira N° 602 y Zamora. (A dos cuadras de la Clínica Araujo margen izquierdo)
 Teléfono: 2752-607 Cel. 0993 095 309 / 0999 164 889

e-mail: lmartinez@ute.edu.ec
enjarba@yahoo.com

Anexos.8. Análisis químico de los subproductos de cosecha de cacao, palma aceitera y raquis de banano en la producción del humus con lombriz roja californiana (*eisenia foetida*)”



AGROLAB
LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO AGROPECUARIO

RESULTADOS: ANÁLISIS DE ABONO ORGÁNICO

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	Ing. Ismael Mendez	Numero de muestra:	4142
Identificación:	Humus de lombriz	Fecha de Ingreso:	29/10/2014
Muestra:	Humus de lombriz	Fecha de Entrega:	13/11/2014
Edad :		No. Laboratorio: Desde	0001Hasta:

MATERIA SECA (%)							pH	C.E ds/m
VALORES	N	P	K	Ca	Mg	S		
Tiene	3.84	0.83	1.56	5.14	0.88	0.32	8.6	2.36
Interpretación							AI	LS

ppm						M.O	HUMEDAD	Materia seca
VALORES	Cu	B	Fe	Zn	Mn	%	%	%
Tiene	39.00	54.78	897.0	146.00	331.00	26.51	79.46	20.54
Interpretación						A		

RELACIONES							BASES (%)	
VALORES	N/k	K/P	Mg/k	Ca/Mg	(Ca+Mg)/k	C/N	(K+Ca+Mg)	
	R1	R2	R4	R3	R3	R	SUMATORIA	
Tiene	2.33	1.88	0.56	5.84	3.86	15.38/3.64	7.58	

Interpretación

D: Deficiente
N: Normal
E: Exceso

Dra. Luz María Martínez
LABORATORISTA

Dirección:
Calle Río Chamba N° 602 y Zamora. (A dos cuadras
de la Clínica Araujo margen izquierdo)
Teléfono: 2752-607 Cel. 0993 095 309 / 0999 164 889

e-mail: lmartinez@utg.edu.ec
enjarf6@yahoo.com

Anexos.9. Análisis químico de los subproductos de cosecha de cacao, palma aceitera y raquis de banano en la producción del humus con lombriz roja californiana (*eisenia foetida*)”



RESULTADOS: ANÁLISIS DE ABONO ORGÁNICO

Datos del cliente		Referencia	
Cliente	Ing. Ismael Mendez	Numero de muestra:	4143
Identificación:	#Humus001-0-10Humus001-10Raquis de plátano	Fecha de Ingreso:	29/10/2014
Muestra:	Humus de lombriz	Fecha de Entrega:	13/11/2014
Edad		No. Laboratorio: Desde	0001Hasta:

MATERIA SECA (%)							pH	C.E ds/m
VALORES	N	P	K	Ca	Mg	S		
Tiene	2.58	0.88	1.79	5.26	0.93	0.58	7.95	2.97
Interpretación							L. AI	L.S

ppm						M.O	HUMEDAD	Materia seca
VALORES	Cu	B	Fe	Zn	Mn	%	%	%
Tiene	42.00	52.29	942.0	138.00	358.00	28.51	73.74	28.26
Interpretación						A		

RELACIONES							BASES (%)	
VALORES	N/k	K/P	Mg/k	Ca/Mg	(Ca+Mg)/k	C/N	(K+Ca+Mg)	
	R1	R2	R4	R3	R3	R	SUMATORIA	
Tiene	1.44	2.08	0.52	5.66	3.46	15.38/2.58	7.98	

Interpretación
D: Deficiente
N: Normal
E: Exceso

Dra. Luz María Martínez
 LABORATORISTA

Dirección:
 Calle Río Chambira N° 602 y Zamora. (A dos cuadras
 de la Clínica Araújo margen izquierdo)
 Teléfono: 2712-607 Cel. 0993 095 309 / 0999 164 889

e-mail: lmartinez@ute.edu.ec
 enjarfb@yahoo.com

s.10. Fotográficos

Construcción de acamado para la compostera.



Fotos. Recolección de estiércol y raquis de las cosechas.

Fotos. Construcción de compostera de cemento y llenada de



compostaje.

Fotos. Listo el acamado para la obtención del humus



Fotos. Cogiendo las muestras y evidenciando las lombrices.



Fotos. Peso del humus, visita del Ing. Francisco Espinoza M.Sc. de UED/UTEQ

