UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIA AGRARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

TEMA DE TESIS:

"Evaluar las propiedades del purín de humus de lombriz *(Eisenia Foetida)* obtenido a partir de diferentes raquis".

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR:

GALO ISRRAEL MUÑOZ SÁNCHEZ

DIRECTOR DE TESIS:

ING. M. Sc. RAMIRO GAIBOR FERNÁNDEZ

Quevedo– Ecuador

2015

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y SESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Galo Isrrael Muñoz Sánchez** 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.

_____

Galo Isrrael Muñoz Sánchez

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

El suscrito, Ing. MSc Ramiro Gaibor Fernández, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el Egresado Galo Isrrael Muñoz Sánchez realizó la tesis de grado previo a la obtención del título de Ing. Agrónomo titulada **"EVALUAR LAS PROPIEDADES DEL PURÍN DE HUMUS DE LOMBRIZ (*Eisenia foetida*) OBTENIDO A PARTIR DE DIFERENTES RAQUIS"**, bajo mi dirección, haber cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

_____

Ing. MSc Ramiro Gaibor Fernández
Director de Tesis

UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Tesis de grado presentada al honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Agrarias como requisito previo a la obtención del título de ingeniero agrónomo.

Aprobado:

_____

Ing. Agr. M. Sc. Hayron Canchignia

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE TESIS

_____ _____

Ing. Cesar Bermeo Toledo
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS

Ing. Agr. M. Sc. Ignacio Sotomayor
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS

QUEVEDO - LOS RÍOS - ECUADOR

AÑO 2015

AGRADECIMIENTO

El autor de la presente investigación quiere dejar constancia de su sincero agradecimiento a las personas que hicieron posible la culminación de la misma.
A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, institución digna y grande que me acogió como estudiante.

Le agradezco a mi asesor Ing. MSc Ramiro Gaibor Fernández por su apoyo incondicional, orientación, paciencia, dedicación y su amistad para la realización de este trabajo investigativo que me acreditará como Ingeniero Agrónomo.

Al Eco. Flavio Ramos por su disposición de ayudarnos siempre y por su apoyo en el análisis de datos.

A mis Abuelos, Tíos y Primos que de una u otra manera me han apoyado en estos cinco años de lucha para llegar a este momento tan esperado.

A mis compañeros de grupo ya que con ellos compartimos buenos y malos momentos en nuestra formación como profesionales.

DEDICATORIA

A DIOS, por darme la vida, fuerza de voluntad, inteligencia y dedicación para salir adelante en cada etapa de mi vida, aprendiendo algo nuevo de cada experiencia.

A MIS PADRES, Lency y Galo, quienes durante toda mi vida se han esforzado para que no me falte lo necesario para vivir, me han guiado por el camino correcto haciendo de mí un hombre de bien y que sin su apoyo no hubiese podido lograr este objetivo. Hoy les puedo decir que se sientan orgullosos porque lo he logrado en esta etapa.

A mis hermanos por todo su apoyo y motivación para seguir adelante.

A todos ellos por ser pilares fundamentales en este proyecto de mi vida y compartir el sueño de obtener el título de Ingeniero Agrónomo.

El Autor

ÍNDICE DE CONTENIDO

PORTADA I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y SESIÓN DE DERECHOS II
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS III
TIBUNAL DE TESIS IV
AGRADECIMIENTO V
DEDICATORIA VI
ÍNDICE DE CONTENIDO VII
ÍNDICE DE CUADROS X
ÍNDICE DE ANEXOS XI
RESUMEN EJECUTIVO XII
ABSTRACT XIV

CAPÍTULO I MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN 1
1.1 Introducción 2
1.2 Objetivos 5
1.2.1 General 5
1.2.2 Específicos 5
1.3 Hipótesis 5
CAPÍTULO II FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA 6
2.1 Fundamentación Teórica 7
2.1.1 Agricultura Orgánica 7
2.1.2 La Lombricultura 7
2.1.3 Características de la Lombriz Californiana 8
2.1.4 Factores Importantes en el manejo de las lombrices 8
2.1.4.1 Humedad y Aireación 8
2.1.4.2 Temperatura 9
2.1.4.3 Luz 9
2.1.4.4 pH 9
2.1.5 Plagas o Enemigos de las Lombrices 10
2.1.6 Importancia Económica de la Producción de Lombrices 10
2.1.7 El Humus de Lombriz Líquido 10

2.1.7.1 Como Actúa en Humus Líquido de Lombriz.....12
2.1.7.2 Ventajas del Humus Líquido de Lombriz.....13
2.1.7.3 Beneficios del Humus Líquido de Lombriz.....14
2.1.8 Materia Prima Utilizada Para La Alimentación de Llombrices.....14
2.1.9 Producción del Humus Híquido.....15
2.1.10 Cosecha del Humus Líquido.....15
2.1.11 Aplicación del Humus Líquido.....16
2.1.12 Propiedades más Frecuentes en los Humus Líquidos.....16
2.1.12.1 Ácido Húmico.....16
2.1.12.2 Ácido Fúlvico.....17
CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....19
3.1 Materiales y Métodos.....20
3.1.1 Localización.....20
3.1.2 Características Agroclimáticas.....20
3.1.3 Materiales y Equipos.....20
3.1.3.1 Materiales de Oficina.....20
3.1.3.2 Materiales para Registro de Datos.....20
3.1.3.3 Materiales para Establecimiento del Ensayo en el Campo.....21
3.2 Tipo de Investigación.....21
3.2.1 Descriptiva.....21
3.2.2 Explicativa.....21
3.3 Tratamientos.....21
3.3.1 Diseño Experimental.....22
3.3.2 Manejo del Ensayo.....22
3.3.3 Variables Registradas.....24
3.3.4 Análisis Económico.....25
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....26
4.1 Resultados.....27
4.1.1 Temperatura en la Preparación del Purín.....27
4.1.2 Humedad en la Preparación del Purín.....28
4.1.3 pH en la Obtención del Purín del Humus de Lombriz.....29
4.1.4 Ácidos Húmicos.....30
4.1.5 Ácidos Fúlvicos.....31

4.1.6 Macro y Micronutrientes.....32
4.1.7 Relación Carbono-Nitrógeno.....35
4.1.8 Producción de Humus Líquido.....36
4.1.9 Presencia de Microorganismos en el Humus Líquido de Lombriz 37
4.1.10 Costo de Tratamientos.....39
4.2 Discusión 41
CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....45
5.1 Conclusiones 46
5.2 Recomendaciones 47
CAPITULO VI BIBLIOGRAFÍA 52
6.1 Literatura Citada 53
CAPITULO VII ANEXOS.....58

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Diseño Experimental 22
Cuadro 2 Temperatura Registrada.....27
Cuadro 3 Humedad Obtenida. 28
Cuadro 4 pH registrado.....29
Cuadro 5 Acido Húmico Registrado. 30
Cuadro 6 Ácidos Fúlvicos Registrados. 31
Cuadro 7 Concentraciones de Macro y Micronutrientes. 33
Cuadro 8 Partes Por Millón de Micronutrientes. 34
Cuadro 9 Relación de C/N. 35
Cuadro 10 Producción de Purin. 36
Cuadro 11 Organismos – UFC*gr. 38
Cuadro 12 Costo de los Tratamientos.....40

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexos 1 Construcción de estructura 59
Anexos 2 Raquis y preparación de sustratos.....60
Anexos 3 Recolección de datos.....61
Anexos 4 Obtención del purín y muestras para laboratorio 62

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación denominada “Evaluar las propiedades del purín de humus de lombriz (***Eisenia foetida***) obtenido a partir de diferentes raquis” se la realizó en la Finca Experimental “La Represa” de propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), la cual se encuentra situada en el km 6 de la vía Quevedo-San Carlos, provincia de Los Ríos. Su ubicación geográfica es de 01° 06” de latitud Sur y 79° 29” de longitud Occidental, localizada a una altura de 120 metros sobre el nivel del mar.

El objetivo general que se deseó alcanzar fue:

Analizar la calidad del purín de humus de lombriz obtenido a partir de diferentes raquis en la zona de Quevedo.

Para lograr dicho objetivo se platearon los objetivos específicos: 1) evaluar las propiedades químicas de los tratamientos del purín de lombrices, 2) determinar las concentraciones de ácidos húmicos y fúlvicos presentes en el purín de lombriz, 3) establecer la presencia de microorganismos en los tratamientos en estudios, 4) analizar los costos de producción del purín de lombriz.

Los resultados obtenidos indican que todos los tratamientos propuestos para este estudio tales como: raquis de palma; raquis de banano y raquis de coco más el estiércol de ganado en proporciones de 75% – 25%; 50% - 50% y 25% - 75% respectivamente, determinaron que la mayor temperatura alcanzada en la preparación del humus fue de 24 °C y no menor a los 19 °C, al igual que la humedad que se manejó dentro de los valores óptimos (70-80 %) y el pH que tuvo un grado de acides de 8.1, relacionado a los valores óptimos sugeridos por los investigadores para la transformación de los desechos vegetales en humus realizada por las lombrices.

La mayor concentración de macronutrientes se obtuvo con la composición de raquis de palma africana al 25% y estiércol de ganado al 75% mientras que a nivel de microelementos el tratamiento de mayor respuesta fue en la combinación de raquis de palma africana al 75% y estiércol de ganado al 25%.

El purín también contiene una buena relación de C/N con un promedio de 23,2 estadísticamente superior a los demás tratamientos con promedios entre 8,9 y 21,46. Los ácidos húmicos y fúlvicos presentándose (p/p) entre 0, 87 a 0,56 y 0,45 a 0,37 respectivamente.

La mayor presencia de microorganismos se obtuvo en los tratamientos que incluyeron raquis de Palma Africana en combinación de estiércol de ganado. Los microorganismos de mayor presencia fueron *Trichoderma, Penicillium, Cladosporium*, *Aspergillus* sp y una carga bacteriana de $5.65X10^4$ a $1,91X10^5$ con lo que se comprueba la calidad del purín de lombriz que es realmente provechosa su utilización por las características y la calidad de sus componentes y que a través de la presente investigación se ponen en conocimiento, recomendándose realizar investigaciones en varios cultivos para determinar la efectividad del purín en su desarrollo.

ABSTRACT

This research entitled "Assessing the properties of manure vermicompost (*Eisenia foetida*) obtained from different spine" will be the place in the Experimental Farm "Dam" property of the State Technical University of Quevedo (UTEQ), the which it is located at km 6-San Carlos Quevedo, province of Los Rios route. Its geographical location is 01 ° 06 'south latitude and 79 ° 29' West longitude, located at a height of 120 meters above sea level.

The general objective was wanted to achieve:

Analyze quality vermicompost manure obtained from different spine area Quevedo.

To achieve this objective plated Specific objectives: 1) to evaluate the chemical properties of the worm manure treatments, 2) determine the concentrations of humic and fulvic acids present in the manure worm, 3) establish the presence of microorganisms in treatments in studios, 4) analyze the production costs of manure worm.

The results indicate that all treatments proposed for this study such as palm rachis; rachis of banana and coconut rachis more cattle manure at rates of 75% - 25%; 50% - 50% and 25% - 75% respectively determined that the highest temperature reached in the preparation of humus was 24 ° C and not less than 19 ° C, as the moisture that is handled within the values optimal (70-80%) and had a pH of 8.1 degree of acidity, related to optimal values suggested by researchers for transforming into humus plant waste by earthworms.

The highest concentration of macronutrients was obtained with the composition of African palm rachis 25% and livestock manure 75% while at the level of microelements treatment response was higher in the combination of palm rachis 75% and manure Cattle 25%.

The slurry also contains a good ratio of C/N with an average of 23.2 statistically superior to the other treatments with averages between 8.9 and 21.46. Humic and fulvic acids presenting (w/w) between 0, 87 to 0.56 and from 0.45 to 0.37 respectively.

The increased presence of microorganisms was obtained in treatments involving African palm spine in combination with cattle manure. The increased presence of microorganisms were *Trichoderma, Penicillium, Cladosporium, Aspergillus sp* and bacterial load $1,91X10^5$ $5.65X10^4$ to bringing quality worm manure is really profitable use by the characteristics and quality of its checks components and through this research are made known, recommending conduct research in various cultures to determine the effectiveness of manure in its development.

CAPÍTULO I

MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN

En la actualidad, las mayores preocupaciones tienen relación con el abastecimiento de alimentos, motivado por un rápido crecimiento de la población, mientras que las tierras cultivables decrecen a un ritmo acelerado (6.8% por década) como consecuencia de una política agrícola descontrolada. Para el año 2025 la producción agrícola requerirá un incremento de un 40 a un 50%, para mantener el nivel actual de producción de alimentos. De acuerdo con los criterios de expertos en cuestiones agrícolas, uno de los factores que está incidiendo en los bajos rendimientos que se vienen obteniendo en muchos lugares del mundo, particularmente en países del Tercer Mundo, es la pérdida de riqueza de los suelos cultivados, por lo que se hace necesario incrementar la fertilidad de los mismos **(Rodríguez, 2008).**

La Agricultura debe minimizar los potenciales daños al medio ambiente, satisfaciendo las demandas alimenticias de la población. No hay alternativa, o los agricultores respetan y conservan el ecosistema o lo degradan ateniéndose a las consecuencias **(Muñoz, 2003).**

Dentro de la enormidad del universo, lo orgánico solo existe en una fracción pequeñísima de la tierra, en su superficie las tres cuartas partes están ocupadas por agua. De los 14 000 Km de diámetro que tiene el planeta, solo algunos continentes de la corteza terrestre, contienen minúsculas cantidades de materia orgánica. La mayoría de los suelos ecuatorianos son muy pobres en materia orgánica principalmente los tropicales. En estas condiciones la utilización de materia orgánica es indispensable y obligatoria para así incrementar, o por lo menos mantener su contenido en el suelo, el que protege la fertilidad, gracias a las diversas cualidades benéficas que posee. Como consecuencia de la práctica de la Agricultura Orgánica, es posible mantener un buen nivel de fertilidad de los suelos, La conciencia pública mundial, frente a la contaminación del medio ambiente está hoy a favor de la Agricultura Orgánica.

En las últimas décadas del presente siglo, el uso irracional de los recursos renovables ha provocado alteraciones graves a los ecosistemas. La agricultura orgánica es una visión sistemática de la producción agrícola que usa como guía los procesos biológicos de los ecosistemas naturales, es decir es una práctica de la agricultura, que se acerca lo más posible a las realidades que se desencadenan en la naturaleza, con el uso adecuado de los recursos naturales que intervienen en los procesos productivos, sin alterar su armonía **(Muñoz, 2003).**

En la búsqueda de altos rendimientos y una agricultura ecológica, la aplicación de humus líquido (HL) como estimulador del crecimiento, desarrollo y del rendimiento, es sustancia variada, que resulta de la descomposición de la materia orgánica de origen animal y vegetal bajo la acción de los microorganismos, por lo que el proceso de transformación realizado por la lombriz de tierra se hace prácticamente insustituible **(INCA, 2003).**

El efecto del humus como bioestimulante se relaciona con la contribución a la eficiencia en el proceso de nutrición, ya que fisiológicamente mejora la absorción de los nutrientes, mayor índice de aprovechamiento, potencia la extracción de nutrientes del suelo y estimula los procesos fisiológicos de crecimiento y desarrollo vegetativo. Este es un fertilizante biológico que contiene hormonas estimuladoras y reguladoras del crecimiento de raíces y de las plantas **(INCA, 2003).**

Con el objetivo de evaluar y buscar nuevas alternativas de fertilización con productos que brinden una rentable producción, una muy buena calidad de productos y que sobre todo sea amigable con el medio ambiente, el suelo y el hombre, se pretende analizar el purín de la producción del humus de lombriz con raquis da palma africana, raquis de banano y el raquis de coco mezclados con el estiércol de ganado.

Formas inadecuadas de producción, uso indiscriminado de pesticidas e incorporación de tecnologías inapropiadas, llevan a la degradación de los

recursos naturales los que asociados a la baja remuneración del producto, pueden poner en riesgo la base productiva y de reproducción de la agricultura **(Olmans, 2000).**

Se conoce que hoy en día la lombricultura se ha expandido a nivel mundial ya que brinda muchas características para mejorar el suelo y el crecimiento de las plantas convirtiéndose en una de las alternativas más viable para el aprovechamiento de residuos vegetales, animales y agroindustriales. Sin embargo, muchos de los productores o explotadores de este cultivo no aprovechan al máximo las bondades que brindan esto anélidos y simplemente se dedican a la producción del humus sólido y no toman en cuenta el humus líquido que a más de contener ácidos húmicos, contiene macro y micro nutrientes esenciales para la planta y que además vuelve más rentable el proceso de producción y obtención de productos para aplicar a los cultivos **(Suquilanda, 2004).**

El humus líquido es un fertilizante orgánico, bioregulador del suelo, se lo puede utilizar como enraizador, como abono foliar y en ocasiones como Bioinsecticida. Su característica fundamental es la bioestabilidad, pues no da lugar a fermentación o putrefacción. Su elevada solubilidad debido a las descomposición enzimática y bacteriana, proporciona una rápida asimilación por las raíces de las plantas, podemos decir que aumenta un aporte para las plantas, árboles, arbustos y también protege de enfermedades bruscas a las mismas; además este humus contiene un elevado porcentaje de ácido húmico y fúlvico **(Rodríguez, 2008).**

El humus líquido es un fertilizante de primer orden, protege el suelo de la erosión, siendo mejorable las características físico químicas del suelo y su estructura aumentando la retención hídrica, regulando las actividades de los nutrientes del suelo y la capacidad de almacenarlo. El humus de lombriz también fortalece al sistema foliar de la planta cuando se lo utiliza como abono foliar pero eso depende del material que se haya utilizado en la alimentacion de las lombrices **(Rodríguez, 2008).**

Con la presente investigación se trató identificar los componentes que tiene el humus líquido, además de crear una nueva alternativa ya que se pretende obtenerlo a partir de otros materiales pocos usuales en la producción del humus de lombriz como son el raquis de palma africana, banano y coco.

1.2 Objetivos

1.2.1 General

Analizar la calidad del purín de humus de lombriz obtenido a partir de diferentes raquis en la zona de Quevedo.

1.2.2 Específicos

- ✓ Evaluar las propiedades químicas de los tratamientos del purín de lombrices.
- ✓ Determinar las concentraciones de ácidos húmicos y fúlvicos presentes en el purín de lombriz.
- ✓ Establecer la presencia de microorganismos en el purín obtenido de fuentes biológicas en el proceso de transformación de residuos vegetales a humus líquido de lombriz
- ✓ Analizar los costos de producción del purín de lombriz.

1.3 Hipótesis

El purín del humus de lombriz obtenido de diferentes raquis presenta varios elementos esenciales para el desarrollo de las plantas.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1.1 Agricultura Orgánica

La agricultura orgánica es un sistema productivo alternativo al uso irracional y a la dependencia excesiva de insumos externos sintéticos en los agroecosistemas. Este tipo de agricultura propone: (a) reemplazar las fuentes externas tales como sustancias químicas sintéticas y combustibles con productos o desechos del mismo ecosistema; (b) la utilización del control biológico de plagas y (c) la utilización del nitrógeno fijado biológicamente y otros nutrientes que son liberados a partir de la elaboración de abonos orgánicos (**Gliessman, 2002).**

Entre los abonos orgánicos, se mencionan: bocashi, compost y lombricompost. Su obtención es relativamente fácil con el empleo de materiales de desecho como: gallinaza, cascarilla de arroz, melaza de caña, estiércol de animales y residuos orgánicos de cosechas o provenientes de procesos industriales, entre otros (**Altieri, 1999).**

2.1.2 La Lombricultura

Es el proceso en el que intervienen las lombrices que durante su digestión transforman la materia orgánica aprovechando desechos biodegradables de origen vegetal y animal para obtener un abono de alta calidad: el humus y el purín un mejorador natural de las características físicas, químicas y biológicas del suelo **(Barbado, 2003).**

La lombricultura es una biotecnología que utiliza a una especie domesticada de lombriz, como una herramienta de trabajo, recicla todo tipo de materia orgánica obteniendo como fruto de este trabajo humus, carne y harina de lombriz. Se trata de una interesante actividad zootécnica, que permite perfeccionar todos los sistemas de producción agrícola. Es una aplicación de la biotecnología, ya

que se usa un organismo vivo (la lombriz), para lograr una producción masiva de carne y humus de lombriz como productos principales **(Bollo, 2001).**

2.1.3 Características de la Lombriz Californiana

La Lombriz Roja Californiana se adapta en zonas con clima templado. La temperatura corporal de la lombriz esta entre 19 y 20ºC y humedad del 82%. En estado adulto mide entre 7 y 10cm de longitud con un diámetro de 3 a 5 mm, el peso aproximado es de un gramo. Una lombriz consume diariamente una cantidad de residuos orgánicos equivalente a su peso: el 60% se convierte en abono y el resto lo utiliza en su metabolismo y para generar tejidos corporales.

Su ciclo de vida es de 16 años, durante los cuales se acopla regularmente cada 17 días (45 días lombriz común), desde los tres meses de edad si la temperatura y humedad del medio son adecuadas. **(Fajardo, (2002), citado por Cajas, 2009).**

2.1.4 Factores Importantes en el Manejo de las Lombrices

2.1.4.1 Humedad y Aireación

La humedad y la aireación del sustrato están muy relacionadas. En un terreno empapado, las gotas de agua desplazan las burbujas de aire, y se produce falta de oxígeno y ventilación. Ambos factores influyen tanto en la ingesta de alimento como en la respiración y la reproducción **(Compostadores, 2015).**

Para la supervivencia de las lombrices, la humedad debe estar entre el 70 y 80%. Si el sustrato está empapado, con una humedad superior al 85 % la oxigenación es insuficiente. La falta de aireación, hace que el consumo de alimento se reduzca, y que las lombrices entren en un período de latencia. Una humedad por debajo de 70 % constituye una condición desfavorable. Al estar el sustrato seco, se dificulta el deslizamiento del animal a través del medio, así

como la ingestión del alimento. Niveles de humedad inferior al 55 % o superior al 95%, resultan mortales para las lombrices **(Compostadores, 2015).**

2.1.4.2 Temperatura

La temperatura considerada óptima para el desarrollo de las lombrices, oscila entre 18º a 25ºC (su temperatura corporal es de 19-20ºC). Cuando la temperatura desciende por debajo de 15ºC las lombrices entran en un período de latencia, disminuyendo su actividad. Van dejando de reproducirse y crecer, y los espermatóforos no eclosionan hasta que se presentan condiciones favorables.

Temperaturas por encima de los 35º-40ºC o por debajo de los 4ºC le resultan mortales para el animal **(Compostadores, 2015).**

2.1.4.3 Luz

La lombriz de tierra es fotofóbica (huye de la luz del sol), pues los rayos ultravioleta matan a los animales en pocos segundos. Posee unos sensores en la epidermis, que les ayudan a detectar la procedencia de la luz y huir de ella. Por otro lado, la luz directa del sol, aumenta la temperatura del medio, llegando a alcanzarse temperaturas mortales si el animal no tiene posibilidad de huir **(Compostadores, 2015).**

2.1.4.4 pH

La lombriz vive en sustratos con pH de 5 a 8,4. Fuera de esta escala, la lombriz entra en una etapa de latencia. Con pH ácido en el sustrato (<7) puede desarrollarse una plaga conocida en el mundo de la lombricultura como planaria **(Compostadores, 2015).**

Barois (1992) citado por **(López, 2003)** enfatizó que la temperatura, humedad y pH, tiene un efecto directo sobre la actividad microbiológica en el contenido

del tracto digestivo de la lombriz. Este hecho ya había sido reportado por **(Allieli et al., 1987)** quienes encontraron mayor actividad microbiana en el tracto digestivo de las lombrices a 28 °C; humedad entre 60 a 80 y pH neutro o que se encuentran máximo entre 6.5 a 7.5. Con lo que (López, 2003) en su investigación Evaluación de la densidad de población de la lombriz compostera (*Eisena Andreisavigni*) concluye diciendo que la temperatura, humedad y pH son factores determinantes en la producción de lombriz, pro presentar valores relativos.

2.1.5 Plagas o Enemigos de las Lombrices

Entre las plagas más fuertes que atacan a las lombrices se mencionan: los depredadores directos las aves, ya que excavan la tierra con sus patas y pico, otro de los enemigos son las ratas y ratones, gallinas, la babosa y la planaria **(Brechelt 2008).**

2.1.6 Importancia Económica de la Producción de Lombrices

Entre los países donde se realiza la mayor producción este tipo de cultivo son: Colombia, Argentina, Brasil, ecuador y chile, claro está utilizando la lombriz roja californiana. Filipinas es uno de los países en todo el mundo que más producen harina de lombriz debido a su bajo costo **(Crespo, Romero y Gonzales, 2012).**

2.1.7 El Humus de Lombriz Líquido

El humus de lombriz líquido es una forma de llamarlo, realmente son los lixiviados de las lombrices. Este líquido lo producen al alimentarse de los desechos orgánicos que se va incorporando a la vermicompostera. Todo eso sumado también a los líquidos que sueltan los desechos orgánicos que se meten en la vermicompostera, hacen de esta mezcla una interesante e inigualable propuesta para regar nuestras plantas, que se sabra aprovechar para el huerto o para nuestros semilleros **(Bollo, 2001).**

Los lixiviados, tienen una gran abundancia y diversidad de microorganismos benéficos, por lo que no son considerados pesticidas, cuyo objetivo, es el de competir con otros microorganismos por espacio, alimentación y su sitio de infección en caso de patógenos **(Ingham, 2001).**

Otros contienen químicos antimicrobianos que producen la inhibición del crecimiento de hongos. Dada la gran variedad de lixiviados es muy difícil determinar el número de microorganismos benéficos presentes **(Chalker, 2001).**

Una vez aplicado el lixiviado a la superficie de la hoja, los microorganismos benéficos ocupan los nichos esenciales y consumen los exudados que los microorganismos patogénicos deberían consumir, interfiriendo directamente en su desarrollo **(Diver, 2002).**

El humus de lombriz líquido es un fertilizante orgánico bioestable resultado del lixiviado de la producción de humus de lombriz (roja californiana-*Eisenia foetida*) sólido. El humus sólido es el producto de la digestión de la lombriz al pasar por su tracto digestivo sustancias orgánicas en descomposición **(Bollo**, **2001).**

El humus líquido de lombriz es sin duda el mejor fertilizante orgánico conocido en el mundo hasta el momento por contener macro y micronutrientes. Existen en el mercado diferentes tipos de humus de lombriz, los cuales se diferencian básicamente por el sustrato utilizado para alimentar a las lombrices; Los provenientes de materia vegetal fermentada y estiércol de animal **(Bollo, 2001).**

Es un fertilizante ecológico resultante de las transformaciones bioquímicas y microbiológicas que sufren los residuales sólidos orgánicos, durante el proceso de ingestión y digestión por parte de las lombrices de tierra californianas. Este se obtiene mediante un proceso biotecnológico avanzado transformándolo en un líquido orgánico de excelente calidad para mejorar y nutrir los suelos gracias

a su alto contenido de ácidos húmicos y fúlvicos fácilmente asimilables por los cultivos **(Xaxeni, 2014).**

2.1.7.1 Como Actúa en Humus Líquido de Lombriz

Según los ingredientes, los purines tienen diversas aplicaciones básicamente aportan enzimas, aminoácidos y otras sustancias al suelo y a las plantas, aumentando la diversidad y disponibilidad de nutrientes para las mismas **(Ecoagricultor, 2015).**

Los purines aportan microorganismos ya que en él se crea un cultivo de microorganismos, en especial de bacterias. Cada purín es un cultivo específico donde se reproducen rápidamente determinados tipos de bacterias en un ámbito propicio para su desarrollo **(Ecoagricultor, 2015).**

Aplicado al suelo o a la planta actúa como racionalizante de fertilización ya que hace asimilables en todo su espectro a los macro y micro nutrientes, evitando la concentración de sales. Crea además un medio ideal para la proliferación de organismos benéficos, bacterias, hongos, etc. que impiden el desarrollo de patógenos, reduciendo sensiblemente el riesgo en el desarrollo de enfermedades. Además, estimula la humificación propia del suelo ya que incorpora y descompone los residuos vegetales presentes en el suelo **(Agroforestal, 2015).**

Los purines contienen microorganismos que trasforman los materiales orgánicos como el estiércol, el suero, la leche, la melaza, jugo de caña, las pajas y cenizas, en vitaminas, ácidos y minerales complejos e indispensables para el metabolismo y equilibrio nutricional de la planta **(Restrepo, 2001).**

Los abonos orgánicos líquidos son ricos en nitrógeno amoniacal, hormonas, vitaminas, aminoácidos y una gran cantidad de microorganismos benéficos que permiten regular el metabolismo vegetal y además pueden ser un buen

complemento a la fertilización integral aplicada al suelo **(Suquilanda, 1998, citado por Chávez, 2009).**

El Purín es un abono de asimilable rápidamente por la planta, ya que los nutrimentos que contiene se encuentran en su mayor parte en forma fácilmente disponible. La aplicación en dosis elevadas de residuos líquidos puede conducir a la salinización del suelo **(García, 2008).**

2.1.7.2 Ventajas del Humus Líquido de Lombriz

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. El Humus de Lombriz líquido contiene la concentración de los elementos solubles más importantes presentes en el humus de lombriz (sólido), entre los que se incluyen los humatos más importante como son: los ácidos húmicos, fúlvicos, úlmicos, entre otros **(Maldonado, 2004).**

El Humus líquido aplicándolo al suelo o a la planta, actúa como racionalizante de fertilización ya que hace asimilables en todo su espectro a los macro y micro nutrientes, evitando la concentración de sales. Crea además un medio ideal para la proliferación de organismos benéficos, bacterias, hongos, etc. que impiden el desarrollo de patógenos, reduciendo sensiblemente el riesgo en el desarrollo de enfermedades. Además, estimula la humificación propia del suelo ya que incorpora y descompone los residuos vegetales presentes en el suelo, Por lo antes descrito se puede mencionar que el humus líquido de lombriz:

- ✓ Incrementa la biomasa de microorganismos presentes en el suelo.
- ✓ Estimula un mayor desarrollo radicular.
- ✓ Retiene la humedad en el suelo por mayor tiempo.
- ✓ Incrementa la producción de clorofila en las plantas.
- ✓ Reduce la conductividad eléctrica característica de los suelos salinos.
- ✓ Mejora el pH en suelos ácidos.
- ✓ Equilibra el desarrollo de hongos presentes en el suelo.

- ✓ Aumenta la producción en los cultivos.
- ✓ Disminuye la actividad de chupadores como áfidos.
- ✓ Actúa como potenciador de la actividad de muchos pesticidas y fertilizantes del mercado.
- ✓ Su aplicación disminuye la contaminación de químicos en los suelos. Es asimilado por la raíz y por los estomas **(Xaxeni, 2014).**

2.1.7.3 Beneficios del Humus Líquido de Lombriz

- ✓ Favorece el incremento de microorganismos del suelo.
- ✓ Incrementa la disponibilidad de macro y micro nutrientes.
- ✓ Inhibe el crecimiento y desarrollo de patógenos que atacan a los cultivos.
- ✓ Mejora las características químicas de los suelos.
- ✓ Aumenta la capacidad de intercambio catiónico.
- ✓ Disminuye la contaminación de los suelos en donde el uso de pesticidas químicos es permanente.
- ✓ Estimula el desarrollo radicular.
- ✓ Influye en el aumento de la productividad.

2.1.8 Materia Prima Utilizada Para la Alimentación de Lombrices

Como materia prima para la preparación de los sustratos y base de la alimentación de las lombrices, se emplea estiércoles de varias especies de animales: vacunos, ovinos, equinos, cuyes, conejos, entre otros. En el manejo y alimentación de estos animales no se emplea productos químicos, lo que garantiza la mínima contaminación de los sustratos **(Maldonado, 2004).**

Para alimentar las lombrices se puede utilizar este sustrato producto de una mezcla de residuos orgánicos vegetales (desechos de las cosechas, basura doméstica, residuos de la agroindustria, etc.) y de residuos animales (estiércoles), en una relación 1 a 3. Es importante que esta mezcla sea fermentada/ descompuesta entre 15 a 30 días, antes de aplicarla a las lombrices. La materia fresca tiende a acidificarse y calentarse durante la fase de descomposición, lo que puede causar daño a las lombrices. Las condiciones

óptimas son las siguientes: pH 6.5-7.5, humedad 75%, temperatura 15-25°C, proteína 13% **(Brechelt 2008).**

2.1.9 Producción del Humus Líquido

Cuando el sustrato ha sido procesado por las lombrices y humificado (humus sólido), el excedente líquido (lixiviado) es recolectado a través de drenes internos y enviado a los tanques de recolección y luego transportado a los tanques de almacenamiento para su posterior llenado de envases, embalado y comercializado **(Bollo, 2001).**

La mayor parte de los humus líquidos que se comercializan en el mundo se obtienen a partir del humus de lombriz, cuyo contenido nutritivo depende de la composición química de los residuos utilizados en la alimentación de las lombrices (**Bollo, 2001).**

2.1.10 Cosecha del Humus Líquido

Durante el proceso de producción y con la aplicación de agua a las camas se estará colectando un líquido de color oscuro. Es muy importante volver a humedecer la cama con este líquido hasta por tres ocasiones más, el cual ayudará a obtener un líquido. Una vez terminado los tres ciclos de humedecimiento se puede aplicar el producto o bien almacenarlo en botellas o recipientes cerrados y guardarlos en un lugar donde no le lleguen los rayos directos del sol **(Fernández, et al, 2011).**

Dependiendo del material con las que se las alimenta va a depender el tiempo de cosecha que por lo general está entre 3-4 meses, La cosecha implica la separación de las lombrices del humus y para ello hay varios procedimientos:

- ✓ Alimentar con una capa de 10 cm de la parte superior del cantero y cuando se aprecie que gran cantidad de lombrices lo han colonizado, extraerlo y llevarlo a otro cantero previamente preparado.

- ✓ Colocar en la parte superior del cantero una malla, alimentar con una capa de residual de 10 cm y regar. Al cabo de 3-4 días se retira la malla llevándose la gran parte de las lombrices **(Ecured, 2015).**

2.1.11 Aplicación del Humus Líquido

El humus líquido se puede utilizar como fertilizante foliar, con una bomba de mochila en dosis de 1 a 2 litros por bomba con capacidad de 20 litros de agua, dirigiendo la aplicación al follaje **(Fernández, et al, 2011).**

2.1.12 Propiedades más Frecuentes en los Humus Líquidos

Es un hecho que actualmente los ácidos húmicos-fúlvicos (AAHHFF) se encuentran en el mercado como elementos fertilizantes del suelo y por lo tanto de la planta; y no es menos real que técnicos y productores se decepcionen o se opongan a su uso, bien porque creen que la materia orgánica no es necesaria para la actividad vegetal, o por que sean partidarios exclusivos del estiércol como único aporte orgánico complementario al suelo **(Maldonado, 2004).**

Hay que aceptar de antemano que la comercialización de ácidos húmicos y fúlvicos o como normalmente se los denomina por agricultores “estiércol líquido”, se viene realizando en Europa, principalmente en España, de forma masiva desde 1980. Esto indica que se lo vende desde hace 23 años, extendiéndose rápidamente al resto de naciones, de tal forma que en la actualidad, prácticamente todas las comarcas agrícolas utilizan estos productos o los están probando y ensayando **(Terranova, 2001).**

El humus, compuestos o sustancias húmicas constituyen el producto final de la descomposición de la materia orgánica, junto con los elementos mineralizados. Los compuestos húmicos son sustancias de color amarillento a negro estables frente a la descomposición que no se hallan en los organismos vivos y tienen naturaleza coloidal. Su origen parece que se debe a la presencia de polifenoles

derivados de la lignina o sintetizados por los microorganismos a partir de compuestos orgánicos que se convierten mediante la acción de enzimas, que después se polimerizan para formar los polímeros que constituyen el humus. Delgado (2000), citado por **(Estévez, 2006).**

2.1.12.1 Ácido Húmico

Es soluble en una solución alcalina, pero precipita cuando se acidifica el extracto. Es de color café oscuro, de alto peso molecular (5.000 –300.000 dalton), altamente polimerizado, íntimamente ligado a arcillas y resistente a la degradación. Contiene alrededor de 50 – 62 % de carbono, **(Florenza y Martínez, 1991; Bollo, 1999; Schnitzer, 2001; Atlántica Agrícola S.A, 2002. citados por Fernández, 2003).**

2.1.12.2 Ácido Fúlvico

Es la fracción húmica que permanece en la solución acuosa acidificada; soluble en ácidos y bases. Es de color pardo - amarillento, de menor peso molecular (900 – 5.000 dalton) y posee cerca de 43 – 52 % de carbono **(Florenza y Martínez, 1991; Bollo, 1999; Atlántica Agrícola S.A, 2002, citados por Fernández, 2003).**

Las húmicas son sustancias sintetizadas principalmente en el suelo por microorganismos, dando como resultado unas moléculas grandes y complejas. Proceden de la fracción anterior, siendo su desaparición gradual, y es la parte que se denomina “humus estable”; comprende principalmente ácidos húmicos, la humina, ácidos fúlvicos y los ácidos hymatomelánicos **(Terranova, 2001).**

En la caracterización fisicoquímica y bacteriológica de lixiviados provenientes de la granja lombricola en Tlajomulco, Jalisco. Departamento de ciencias ambientales. Centro universitario de ciencias biológicas y agropecuarias. Universidad de Guadalajara. Los lixiviados de la lombricultura se pueden encontrar fosfatos, sulfatos, nitrógenos carbonatos, iones nitritos solubles,

hormonas vegetales (giberelinas y auxinas), antibióticos y fungicidas partículas sólidas de humus y oligoelementos Reines et al., (2006) citado por (**Calderón et al., 2009).**

Con base en la caracterización realizada se plantea que se tome en cuenta para la normativa propuesta para lixiviados, los parámetros siguientes: Nitrógeno total, Fósforo total, Potasio, Calcio, Magnesio, Hierro, Cobre, Zinc, Plomo, Arsénico, Cromo, Cadmio, Mercurio, Ácidos húmicos, Ácidos fúlvicos, Materia orgánica, Conductividad eléctrica pH, Capacidad de Intercambio de Cationes, Color aparente, Turbiedad, Sólidos Disueltos Totales y Carga microbiana **(Calderón, et al., 2009).**

En la determinación de algunas propiedades físico-mecánicas, químicas y biológicas del humus de lombriz en condiciones de la vaquería de la finca guayabal, san José de las lajas, la habana, cuba La composición de microorganismos obtenida del humus de lombriz estudiado registró un alto predominio de bacterias por encima de hongos y actinomicetos, cuyos valores son admisibles para la descomposición de la materia orgánica y así aumentar la diversidad biológica y estabilidad del suelo Pérez, N (2003) Citado por **(Mulet del Pozo, 2007).**

Las Giberelinas, son compuestos isoprenoides procedentes del ácido mevalónico. Se sintetizan básicamente en las hojas jóvenes y en las semillas **(Medina, 2002).**

La aplicación externa de las giberelinas, exigen el mismo tratamiento de las fitohormonas de crecimiento tipo natural, ya que presentan los siguientes efectos fisiológicos **(Suquilanda, 2004):**

- ✓ Estimulan el crecimiento, especialmente en las de tipo innato.
- ✓ Estimulan la germinación de las semillas y la terminación del reposo.
- ✓ Alargamiento del tallo.
- ✓ La división celular.

En un experimento con fréjol en el que aplicó giberelinas se produjeron plantas largas, delgadas y cloróticas. Las Auxinas, es, término genérico con que se designa a los compuestos caracterizados por su capacidad para inducir el alargamiento de las células del brote. En general las auxinas o son ácidos con un núcleo cíclico saturado, o derivados de tales ácidos **(Suquilanda, 2004).**

El ácido indoacético (A.I.A) es la principal auxina natural presente en la mayoría de las plantas. Se sintetiza a partir del triptófano principalmente en primordios foliares, hojas jóvenes y semillas en desarrollo. Las auxinas se producen en las partes aéreas de las plantas y se hallan en mínimas cantidades o concentraciones en las células. Las auxinas participan en los fenómenos de dominancia apical, de morfogénesis, de cuajado de frutos, de partenocarpia y otros **(INCA, 2003).**

Los efectos fisiológicos de las auxinas son:
- Alargamiento celular.
- Dominancia apical.
- Iniciación radicular.
- Partenocarpia.
- Abscisión.
- Formación de callo.
- Respiración **(INCA, 2003).**

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.1 Localización

La presente investigación se realizó en la Finca Experimental “La Represa” de propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, la cual se encuentra situada en el km 6 de la vía Quevedo - San Carlos, Provincia de Los Ríos. Su ubicación geográfica es de 01° 06” de latitud Sur y 79° 29” de longitud occidental, localizada a una altura de 120 metros sobre el nivel del mar.

3.1.2 Características Agroclimáticas

El clima de la zona es tropical húmedo, temperatura media anual de 24.8°C, precipitación anual de 2252.5 mm, humedad relativa del 84% y 894.0 horas de heliofanía de promedio anual [1)]. El suelo es de textura franco-arcillosa, topografía y drenaje irregular y pH de 5.8.

3.1.3 Materiales y Equipos

3.1.3.1 Materiales de Oficina

- Computadora
- Calculadora
- Hojas
- Lapiceros

3.1.3.2 Materiales para Registro de Datos

- Balanza
- Cámara fotográfica
- Registros
- Peachímetro

[1]Datos registrados en la Estación Agrometeorólogica “Pichilingue” del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI. Serie Multianual 2000.

- Termómetro

3.1.3.3 Materiales para Establecimiento del Ensayo en el Campo

- Sacos
- Carretilla metálica
- Plástico
- Palas
- Regaderas

3.2 Tipo de Investigación

3.2.1 Descriptiva

La investigación es descriptiva porque en ella se manifiestan los procesos de transformación de la materia orgánica, en este caso los raquis de palma africana, coco y banano por acción de las lombrices hasta obtener el humus liquido de lombriz (purín).

3.2.2 Explicativa

Es explicativo porque va más allá de lo descriptivo del proceso natural como es la transformación de residuos vegetales en humus líquido (purín) y responde a las causas por la cual las lombrices interactúan y la relación de las variables.

3.3 Diseño de Investigación

- ✓ Raquis de palma africana 75% + Estiércol de ganado 25%
- ✓ Raquis de palma africana 50% + Estiércol de ganado 50%
- ✓ Raquis de palma africana 25% + Estiércol de ganado 75%
- ✓ Raquis de banano 75% + Estiércol de ganado 25%
- ✓ Raquis de banano 50% + Estiércol de ganado 50%
- ✓ Raquis de banano 25% + Estiércol de ganado 75%

- ✓ Raquis de coco 75% + Estiércol de ganado 25%
- ✓ Raquis de coco 50% + Estiércol de ganado 50%
- ✓ Raquis de coco 25% + Estiércol de ganado 75%

3.3.1 Diseño Experimental

Se empleó el diseño completamente al azar (DCA) en 9 tratamientos 2 repeticiones. Las variables se sometieron al análisis de varianza y a la prueba de Tukey.

Cuadro 1. Diseño experimental (ADEVA)

ADEVA	
FUENTE DE VARIACIÓN	**G.L**
Repeticiones	**1**
Raquis	**2**
Dosis	**2**
Interacción	**4**
Error experimental	**9**
Total	**18**

3.4 Manejo del ensayo

Construcción de Estructuras para la Cría de Lombrices

Se construyó un cobertizo de caña cubierta de plástico negro para evitar la incidencia de los rayos solares y lluvias que se presentaron durante el desarrollo de la investigación.

Construcción de Cajoneras

Se establecieron las camas de manera aérea para poder recolectar el humus líquido que se genere de cada uno de los tratamientos en estudio. Para lo cual se utilizaron cañas a una altura de 80 centímetros con una pendiente del 50% donde se asentaron los cajones que tuvieron un diámetro de 1metro de ancho

por 2 metros de largo y 50cm de alto. El cajón se lo protegió con plástico y se le realizó un orificio de salida, donde se colocó un balde para recolectar todo el purín. Al cajón se le colocó una tapa para proteger de depredadores y crear más oscuridad para mejorar el trabajo de las lombrices.

Recolección y Transporte del Material en Estudio

Se recolectaron los materiales y se los transportaron hasta la finca donde se estableció el ensayo.

Triturado y Picado de los Raquis de Palma, Coco y Banano.

Se picó y trituró los materiales para mejorar la fermentación del sustrato.

Elaboración del Sustrato

Se realizó bajo cubierta para crear un microclima favorable para los microorganismos que efectuaron el proceso de transformación durante 15 días, se realizó montículos con mezcla del 50% de cada uno de los raquis más 50% de estiércol. Se controló la temperatura, humedad, y pH del sustrato y se realizaron volteos diarios y se mantuvo una humedad del 50%.

Siembra De Lombrices

Primero se pesó el sustrato y se colocó una capa de 10cm dentro del cajón, se aplicó un riego para elevar la humedad a un 80% y posteriormente se colocaron 1000 lombrices por metro cuadrado. Todas las raciones aplicadas se registraron para sumar al final de la investigación.

Aireación, Alimentación y Riego

Estas tres actividades se las realizó conjuntamente cada 8 días donde primero se realizó la aireación para desprender los materiales e ingresar aire.

Posteriormente, se realizó la colocación de la ración de alimento la cual estuvo determinada por la cantidad de lombrices presentes y el peso de ellas. (1.4g), inmediatamente se realizó el riego en el cual se tomó en cuenta los litros de agua aplicados seguidamente se tomó una muestra del sustrato para determinar la humedad y así no se desperdiciar agua manejando la humedad recomendada.

Cosecha del Humus Líquido

La cosecha del humus líquido se la realizó al mes de establecido el ensayo las primeras cantidades se devolvieron al interior de los lechos de las lombrices.

3.5 Variables Registradas

La investigación tuvo dos etapas antes y después de la cosecha. Las variables registradas fueron:

Antes de la Cosecha

a) **Temperatura:** Se registraron datos de temperatura cada 8 días.

b) **Humedad:** Para el control de la humedad se tomaron muestras cada 8 días y se las llevó al laboratorio de suelo de la UTEQ se utilizó el método de la estufa.

c) **pH:** La observación del pH se la efectuó cada 8 días conjuntamente con la humedad y temperatura.

Después de la Cosecha:

a) **Producción Total de Humus Líquido por Tratamientos:** Esta variable se determinó de la producción total de humus líquido que se recogió durante un mes de establecido el ensayo.

b) **Análisis de Ácidos Húmicos y Fúlvicos:** Se colocaron muestras en botellas plásticas y se realizaron los análisis de ácidos húmicos y fúlvicos en el laboratorio del Departamento de Manejo de Suelo y Agua (DMSA) del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) para determinar las concentraciones de los elementos presentes en el material final.

c) **Análisis Biológico:** Se tomó una muestra, se llevó al laboratorio del Departamento de Protección Vegetal de la Estación Experimental Pichilingue INIAP donde se determinaron las colonias presentes de organismos en UFC.

d) **Análisis de Macro y Micronutrientes:** Se tomaron muestras en botellas plásticas para análisis especial físico químico de macro y micronutrientes al laboratorio del Departamento de Manejo de Suelos y Aguas de la Estación Experimental Pichilingue INIAP para determinar las concentraciones de los elementos presentes en el material final.

e) **Relación Carbono/Nitrógeno:** Para obtener la relación carbono/nitrógeno se cogió muestras para llevar al laboratorio del Departamento de Manejo de Suelos y de la Estación Experimental Pichilingue INIAP y se realizó un análisis especial para obtener el porcentaje de la relación.

3.6 Análisis Económico

El análisis económico se realizó en función del nivel de rendimiento y costos de cada uno de los tratamientos mediante la fórmula siguiente:

$$\mathbf{Rentabilidad} = \frac{\mathbf{Beneficio\ neto}}{\mathbf{Costos}} \times \mathbf{100}$$

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

4.1.1 Temperatura en la Preparación del Purín

La mayor temperatura registrada de 24 °C para la producción del purín se verificó en los tratamientos 2 y 4, estadísticamente superiores a los demás tratamientos y la menor temperatura en el tratamiento 9 con 19°C, lo que ubica dichos promedios dentro del rango de las temperaturas ideales que son de 15 a 25 °C para el desarrollo de las lombrices y demuestra que la mezcla y el manejo del sustrato fue bien realizado.

Cuadro 1 Temperatura registrada en la evaluación las propiedades del purín de humus de lombriz (*Eisenia foetida*) obtenido a partir de diferentes raquis.

TRATAMIENTOS	TEMPERATURA °C
T1 Rp75% + Eg25%	23 b
T2 Rp50% + Eg50%	24 a
T3 Rp25% + Eg75%	21 d
T4 Rb75% + Eg25%	24 a
T5 Rb50% + Eg50%	22 c
T6 Rb25% + Eg75%	20 e
T7 Rc75% + Eg25%	23 b
T8 Rc50% + Eg50%	22 c
T9 Rc25% + Eg75%	19 f
PROMEDIO	22
COEFICIENTE DE VARIACION %	7,63 %

*Medias con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey ($P<0.05$). Rp= Raquis de Palma Africana; Rc= Raquis de Coco; Rb= Raquis de Banano; Eg= Estiércol de ganado.

4.1.2 Humedad en la Preparación del Purín

La mayor humedad se registró en el tratamiento 2 con 83,1%, sin embargo dicha humedad se mantiene dentro de los parámetros idóneos para que exista la oxigenación requerida por las lombrices y se lleve a cabo con normalidad el proceso de transformación de los residuos, los tratamientos restantes presentan promedios ideales entre 82 y 56,8 % para el desarrollo de las lombrices.

Cuadro 2 Humedad obtenida durante la evaluación las propiedades del purín de humus de lombriz (*Eisenia foetida*) obtenido a partir de diferentes raquis.

TRATAMIENTOS	HUMEDAD
T1 Rp75% + Eg25%	77,3 a
T2 Rp50% + Eg50%	83,1 a
T3 Rp25% + Eg75%	81,6 a
T4 Rb75% + Eg25%	60,3 bc
T5 Rb50% + Eg50%	56,8 c
T6 Rb25% + Eg75%	60,9 bc
T7 Rc75% + Eg25%	80,7 a
T8 Rc50% + Eg50%	73,3 ab
T9 Rc25% + Eg75%	82 a
PROMEDIO	72,9
COEFICIENTE DE VARIACION %	17,62 %

*Medias con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey ($P<0.05$). Rp= Raquis de Palma Africana; Rc= Raquis de Coco; Rb= Raquis de Banano; Eg= Estiércol de ganado.

4.1.3 pH en la Obtención del Purín del Humus de Lombriz

El nivel de acidez (pH) debe ser neutro es decir 7 para el buen desarrollo de las lombrices y poder producir un purín de calidad el tratamiento que se aproxima es el 8 con 7,3 mientras que mayor acidez se logró en el T4 con 8,1 estadísticamente superior a los demás tratamientos considerándolo acido, sin embargo tolerado por las lombrices durante el ensayo.

Cuadro 3 pH registrado durante la evaluación las propiedades del purín de humus de lombriz (*Eisenia foetida*) obtenido a partir de diferentes raquis

TRATAMIENTOS	**pH**
T1 Rp75% + Eg25%	7,6 f
T2 Rp50% + Eg50%	7,6 g
T3 Rp25% + Eg75%	7,9 c
T4 Rb75% + Eg25%	8,1 a
T5 Rb50% + Eg50%	8,0 b
T6 Rb25% + Eg75%	7,9 c
T7 Rc75% + Eg25%	7,6 e
T8 Rc50% + Eg50%	7,3 h
T9 Rc25% + Eg75%	7,9 d
PROMEDIO	7,8
COEFICIENTE DE VARIACION %	2,74 %

*Medias con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey (P<0.05). Rp= Raquis de Palma Africana; Rc= Raquis de Coco; Rb= Raquis de Banano; Eg= Estiércol de ganado.

4.1.4 Ácidos Húmicos

En el tratamiento 1 del humus liquido de lombriz analizado se tiene un promedio de ácido húmico que se registra como mejor con el 0,87p/p (porcentaje peso de soluto/peso) estadísticamente superior a los demás, asumiendo dicho valor por la presencia del raquis de palma africana ya que en los tratamientos donde se usó este raquis se registran los mejores valores, siendo 0,56 el menor valor registrado por el tratamiento 8 y 9 respectivamente.

Cuadro 4 Acido Húmico registrado en la evaluación las propiedades del purín de humus de lombriz (*Eisenia foetida*) obtenido a partir de diferentes raquis.

TRATAMIENTOS	ACIDO HÚMICO p/p
T1 Rp75% + Eg25%	0,87a
T2 Rp50% + Eg50%	0,83 b
T3 Rp25% + Eg75%	0,83 b
T4 Rb75% + Eg25%	0,78 c
T5 Rb50% + Eg50%	0,76 d
T6 Rb25% + Eg75%	0,75 e
T7 Rc75% + Eg25%	0,57 f
T8 Rc50% + Eg50%	0,56 g
T9 Rc25% + Eg75%	0,56 g
PROMEDIO	**0,72**
COEFICIENTE DE VARIACION %	**16,86 %**

*Medias con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey ($P<0.05$). Rp= Raquis de Palma Africana; Rc= Raquis de Coco; Rb= Raquis de Banano; Eg= Estiércol de ganado.

4.1.5 Ácidos Fúlvicos

El promedio de ácido fúlvico proporcionado por el análisis del purín lo presenta el tratamiento 1 con 0,45 p/p corroborando con el ácido húmico a mayor presencia del raquis de palma mayor porcentaje, y el menor con 0,37 p/p (porcentaje peso de soluto) se dio en el tratamiento 9 estadísticamente inferior a los demás tratamientos. La presencia de los materiales en estudio se da ya que el origen de los ácidos parece que se debe a la presencia de polifenoles derivados de la lignina o sintetizados por los microorganismos y las lombrices a partir de compuestos orgánicos que se convierten mediante la acción de enzimas, que después se polimerizan para formar los polímeros que constituyen así el humus.

Cuadro 5 Ácidos Fúlvicos registrados en la evaluación las propiedades del purín de humus de lombriz (*Eisenia foetida*) obtenido a partir de diferentes raquis.

TRATAMIENTOS	Ácido Fúlvicos p/p
T1 Rp75% + Eg25%	0,45 a
T2 Rp50% + Eg50%	0,42 b
T3 Rp25% + Eg75%	0,40 c
T4 Rb75% + Eg25%	0,41 d
T5 Rb50% + Eg50%	0,39 e
T6 Rb25% + Eg75%	0,39 e
T7 Rc75% + Eg25%	0,39 e
T8 Rc50% + Eg50%	0,38 f
T9 Rc25% + Eg75%	0,37 g
PROMEDIO	0,40
COEFICIENTE DE VARIACION %	5,82 %

*Medias con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey (P<0.05). Rp= Raquis de Palma Africana; Rc= Raquis de Coco; Rb= Raquis de Banano; Eg= Estiércol de ganado.

4.1.6 Macro y Micronutrientes

Los mejores niveles de concentración de N (0,8); F (0,09); P (1,56); Ca (0,89); Mg (0,09). Se observó en los tratamientos con las mezclas que contienen el 75% de estiércol de ganado y el S (0,06) en el tratamiento 1 y 2 que contienen mayor cantidad de raquis de palma africana lo que se podría atribuir que a mayor cantidad de estiércol mejores niveles de concentración de Nitrógeno; Fosforo; Potasio y Calcio; y a mayor porcentaje de raquis de palma mayor nivel de Azufre y los menores niveles se dieron en los tratamientos con las mezcla utilizadas de raquis de coco.

Las mejores niveles de microelementos se presentan con promedios de B (4,0); Cu (7,0); Fe (47,5) Mn (6,0) partes por millón respectivamente, dichos promedios se registraron en el tratamiento 1 y el Zn (3,0) en el tratamiento 3, lo que se asume se debería a la presencia del raquis de palma africana aunque se encontraron valores estadísticamente iguales de Zn en el T5 y Mn en el T4 posiblemente debido a presencia de la fibra que contiene el raquis de banano mientras que las menores concentraciones se dieron en el T9 con valores de B (1,5); Zn (1,5); Cu (2,5); Fe (16,5) Mn (2,0) partes por millón.

Cuadro 6 Concentraciones de macro y micronutrientes en la evaluación las propiedades del purín de humus de lombriz (*Eisenia foetida*) obtenido a partir de diferentes raquis.

CONCENTRACIONES DE MACRO Y MICRONUTRIENTES (%)						
TRATAMIENTOS	**Nitrógeno**	**Fosforo**	**Potasio**	**Calcio**	**Magnesio**	**Azufre**
T1 Rp75% + Eg25%	0,2 b	0,02 c	1,51 b	0,32 g	0,04 d	0,06 a
T2 Rp50% + Eg50%	0,2 b	0,02 c	1,16 e	0,32 g	0,06 c	0,06 a
T3 Rp25% + Eg75%	0,8 a	0,09 a	1,56 a	0,68 b	0,07 b	0,04 c
T4 Rb75% + Eg25%	0,1 b	0,04 b	1,51 b	0,41 f	0,04 d	0,06 a
T5 Rb50% + Eg50%	0,2 b	0,04 b	1,01 f	0,46 e	0,06 c	0,05 b
T6 Rb25% + Eg75%	0,6 a	0,05 b	1,23 d	0,67 c	0,08 b	0,04 c
T7 Rc75% + Eg25%	0,1 b	0,01 c	0,82 g	0,64 d	0,04 d	0,05 b
T8 Rc50% + Eg50%	0,1 b	0,01 c	0,87 h	0,68 b	0,06 c	0,05 b
T9 Rc25% + Eg75%	0,8 a	0,08 a	1,45 c	0,89 a	0,09 a	0,04 c
PROMEDIO	0,36	0,04	1,23	0,56	0,06	0,05
COEFICIENTE DE VARIACION %	86,08	72,76	22,64	33,56	29,68	16,80

*Medias con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey (P<0.05). Rp= Raquis de Palma Africana; Rc= Raquis de Coco; Rb= Raquis de Banano; Eg= Estiércol de ganado.

Cuadro 7 Partes por millón de micronutrientes en la evaluación las propiedades del purín de humus de lombriz (*Eisenia foetida*) obtenido a partir de diferentes raquis.

PARTES POR MILLÓN DE MICRONUTRIENTES (ppm)					
TRATAMIENTOS	**Boro**	**Zinc**	**Cobre**	**Hierro**	**Manganeso**
T1 Rp75% + Eg25%	4,0 a	1,9 b	7,0 a	47,5 a	6,0 a
T2 Rp50% + Eg50%	3,0 b	2,0 b	6,0 a	47,0 a	4,0 c
T3 Rp25% + Eg75%	2,0 c	3,0 a	4,0 b	35,0 b	2,0 c
T4 Rb75% + Eg25%	3,0 b	2,0 b	6,0 a	37,0 b	6,0 a
T5 Rb50% + Eg50%	3,0 b	3,0 a	3,0 c	27,5 c	4.0 c
T6 Rb25% + Eg75%	2,25 c	3,0 a	3,5 bc	20,0 de	2,0 e
T7 Rc75% + Eg25%	2,0 c	2,0 b	6,0 a	24,5 cd	5,0 b
T8 Rc50% + Eg50%	2,0 c	2,0 b	4,0 b	19,0 e	3,0 d
T9 Rc25% + Eg75%	1,5 d	1,5 c	2,5 bc	16,5 e	2,0 e
PROMEDIO	2,53	2,27	4,77	30,44	3,77
COEFICIENTE DE VARIACION %	29,94	24,54	33,68	37,61	42,15

*Medias con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey (P<0.05). Rp= Raquis de Palma Africana; Rc= Raquis de Coco; Rb= Raquis de Banano; Eg= Estiércol de ganado.

4.1.7 Relación Carbono-Nitrógeno

En la evaluación de las propiedades del Purín 23,2 es la mayor relación de C/N la misma que se registró en le T6 lo que se podría atribuir a la cantidad de nitrógeno y al raquis de banano ya que en todas las relaciones donde se utilizó este material registran las mejor relación y las más bajas en las que contienen el raquis de palma africana regostándose valor entre 16,45 a 13,49 % relacionando estos resultados porcentajes adecuados de humedad y la presencias de micronutrientes en las mezclas.

Cuadro 8 Relación de C/N obtenida en la evaluación las propiedades del purín de humus de lombriz (*Eisenia foetida*) obtenido a partir de diferentes raquis.

RELACIÓN C/N	
TRATAMIENTOS	**C/N**
T1 Rp75% + Eg25%	10,32 h
T2 Rp50% + Eg50%	11,17 g
T3 Rp25% + Eg75%	8,9 i
T4 Rb75% + Eg25%	18,7 c
T5 Rb50% + Eg50%	21,46 b
T6 Rb25% + Eg75%	23,2 a
T7 Rc75% + Eg25%	13,49 f
T8 Rc50% + Eg50%	15,61 e
T9 Rc25% + Eg75%	16,45 d
PROMEDIO	15,48
COEFICIENTE DE VARIACION %	31,27

*Medias con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey (P<0.05). Rp= Raquis de Palma Africana; Rc= Raquis de Coco; Rb= Raquis de Banano; Eg= Estiércol de ganado.

4.1.8 Producción de Humus líquido

Los mejores rendimientos de purín de lombriz se obtuvieron en los tratamientos 4 y 5 con 23 lts cada uno, compuestos por la combinación de raquis de banano y estiércol de ganado, según lo observado estas cantidades se obtiene debido a la capacidad de absorción que tiene el raquis de banano, los tratamientos de menor producción llegando a los 13 lts se registra en las mezclas con un 75% de residuos fibrosos.

Cuadro 9 Producción de purina alcanzada en la evaluación las propiedades del purín de humus de lombriz (*Eisenia foetida*) obtenido a partir de diferentes raquis.

TRATAMIENTOS	PRODUCCION DE PURIN lts
T1 Rp75% + Eg25%	13,0 e
T2 Rp50% + Eg50%	15,0 d
T3 Rp25% + Eg75%	22,0 b
T4 Rb75% + Eg25%	23,0 a
T5 Rb50% + Eg50%	23,0 a
T6 Rb25% + Eg75%	16,0 c
T7 Rc75% + Eg25%	13,0 e
T8 Rc50% + Eg50%	15,0 d
T9 Rc25% + Eg75%	16,0 c
PROMEDIO	17, 33
COEFICIENTE DE VARIACION %	23,25 %

*Medias con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey (P<0.05). Rp= Raquis de Palma Africana; Rc= Raquis de Coco; Rb= Raquis de Banano; Eg= Estiércol de ganado.

4.1.9 Presencia de Microorganismos en el Humus Líquido de Lombriz

El presente análisis del laboratorio de las muestras del Purín, se realizó utilizando un medio de cultivo Papa Dextrosa Agar (PDA); a través de la técnica de dilución seriada en plato Petri. La identificación de los organismos se realizó a los ocho días, Los organismos fúngicos y bacterias UFC* ml por abono observados en el purín con mayor variabilidad de hongos *Trichoderma, Penicillium, Clasdosporium* sp y $1,91X10^5$ de bacterias se identificaron en las tratamientos con raquis de palma africana y estiércol de ganado lo que se le podría atribuir a la presencia de material vegetal utilizado y las propiedades de la excreción de las lombrices mientras que los tratamientos con raquis de coco presentaron *Penicillium, Aspergillius* sp y bacterias $1,18X10^4$, las mezclas de raquis de banano solo presentaron *Penicillium* sp en $5,6X10^4$ con lo que se podría decir que de acuerdo al material y su composición existe la presencia de los microorganismo.

Cuadro10 Organismos – UFC*g. purín reportados en la evaluación las propiedades del purín de humus de lombriz (*Eisenia foetida*) obtenido a partir de diferentes raquis.

Tratamientos	Organismos Fúngicos UFC* ml por abono	Bacterias UFC* ml por abono
T1 Rp75% + Eg25%	*Trichoderma, Penicillium, Cladosporium sp*	$1{,}91X10^{5}$
T2 Rp50% + Eg50%	*Trichoderma, Penicillium, Cladosporium sp*	$1{,}91X10^{5}$
T3 Rp25% + Eg75%	*Trichoderma, Penicillium, Cladosporium sp*	$1{,}91X10^{5}$
T4 Rb75% + Eg25%	*Penicillium sp*	$5.65X10^{4}$
T5 Rb50% + Eg50%	*Penicillium sp*	$5.65X10^{4}$
T6 Rb25% + Eg75%	*Penicillium sp*	$5.65X10^{4}$
T7 Rc75% + Eg25%	*Penicillium, Aspergillus sp.*	$1{,}18X10^{4}$
T8 Rc50% + Eg50%	*Penicillium, Aspergillus sp.*	$1{,}18X10^{4}$
T9 Rc25% + Eg75%	*Penicillium, Aspergillus sp.*	$1{,}18X10^{4}$

*Medias con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey ($P<0.05$). Rp= Raquis de Palma Africana; Rc= Raquis de Coco; Rb= Raquis de Banano; Eg= Estiércol de ganado.

4.1.10 Costo de Tratamientos

En el cuadro 11 se presentan los costos de los tratamientos estudiados en la evaluación de las propiedades del purín de humus de lombriz (*Eisenia foetida*) obtenido a partir de diferentes raquis los tratamientos 4 y 5 presentaron el mismo y mejor ingreso, beneficio neto y la relación beneficio costo con 828; 428,40 y 2,07 dólares, respectivamente, siendo los de menor e igual ingreso, beneficio neto y relación beneficio costo, los tratamientos 1 y 7 con 468; 67 y 1,17dólares, su orden.

Cuadro 11 Costo de los tratamientos estudiados en la evaluación las propiedades del purín de humus de lombriz (*Eisenia foetida*) obtenido a partir de diferentes raquis.

ANÁLISIS DE COSTOS

TRATAMIENTOS	Producción total/litros/año	Ingreso $	Costo Tratamiento	Costo variable	Costo total	Beneficio Neto	Relación Beneficio neto /costo
T1 Rp75% + Eg25%	156	468,00	103,00	298,00	401,00	67,00	1,17
T2 Rp50% + Eg50%	180	540,00	102,00	297,00	399,00	141,00	1,35
T3 Rp25% + Eg75%	264	792,00	101,00	296,00	397,00	395,00	1,99
T4 Rb75% + Eg25%	276	828,00	102,30	297,30	399,60	428,40	2,07
T5 Rb50% + Eg50%	276	828,00	102,30	297,30	399,60	428,40	2,07
T6 Rb25% + Eg75%	192	576,00	100,00	295,00	395,00	181,00	1,46
T7 Rc75% + Eg25%	156	468,00	103,00	298,00	401,00	67,00	1,17
T8 Rc50% + Eg50%	180	540,00	101,00	296,00	397,00	143,00	1,36
T9 Rc25% + Eg75%	192	576,00	100,00	295,00	395,00	181,00	1,46

DESCRIPCION	VALOR $	UM	DESCRIPCION	VALOR $ POR LITROS
RAQUIS PALMA AFRICANA	0.003	KG	PRECIO DE VENTA	3
RAQUIS COCO	0.002	KG	COSECHA+TRANSPORTE	0.05
RAQUIS BANANO	0.003	KG	**DESCRIPCION**	**INFRAESTRUCTURA**
ESTIERCOL DE GANADO	0.09	KG	COSTO FIJO	1725

4.2 DISCUSIÓN

En el cuadro 1 se muestran los resultados de las temperaturas registradas en el estudio de los raquis de palma africana, banano y coco mezclados con estiércol de ganado los tratamientos mostraron promedios entre 24 a 19°C mientras que en el cuadro 2, se pueden observar los promedios porcentuales de Humedad relativa donde el Análisis de Variancia mostro alta significancia estadística entre los tratamientos, siendo el T2 (Raquis de Palma 50%+estiércol de ganado 50%) registró la mayor humedad en la producción de purín con el 83.1%, estadísticamente igual al restantes de tratamientos que presentaron promedios entre 73.3 y 82%, superior a los tratamientos T4, T6 y T5, que presentaron los menores promedios de humedad con 56.8 y 60.3%. Así mismos los resultados expuestos el cuadro 3, donde se registran los promedios de acidez (pH) del purín del humus de lombriz se determinó que existe alta significancia estadística donde el tratamiento T4 compuesto por raquis de palma al 75% + Estiércol de ganado al 25%, presenta el mayor promedio de pH con 8.1, estadísticamente superior a los demás tratamientos que obtuvieron promedios entre 7.6 y 8, siendo el T8 formado por raquis de coco 50% + estiércol de ganado 50% el que registró menor promedio de acidez con 7.3. Estos valores obtenidos se encuentra dentro de los rangos óptimos lo que se le atribuye al buen manejo durante la producción de humus y a los materiales en estudio, son tres parámetro considerados de mucha importancia para **Barois (1992) citado por (López, 2003)** quien enfatizó que la temperatura, humedad y pH, tienen un efecto directo sobre la actividad macro y microbiológica en la trasformación de los residuos vegetales. Este hecho ya había sido reportado por **Allieli et al., 1987** quienes encontraron mayor actividad microbiana en el tracto digestivo de las lombrices a 28 °C; humedad entre 60 a 80% de humedad y el pH neutro que se encuentran máximo entre 6.5 a 7.5. Con lo que **López, 2003** en su investigación Evaluación de la densidad de población de la lombriz compostera *(Eisena andreiSavigni)* concluye diciendo que la temperatura, humedad y pH son factores determinantes en la producción de humus de lombriz de calidad.

Los resultados registrados para la variable de Ácido Húmico (cuadro 4), muestra alta significancia estadística entre los tratamientos. El tratamiento T1 (Raquis de Palma 75%+Estiércol de Ganado 25%) obtuvo un promedio de 0.87p/p (porcentaje peso de soluto/peso) estadísticamente superior a los demás tratamientos que dieron promedios entre 0.56 y 0.83 p/p. de la misma manera análisis de varianza muestra que existe alta significancia estadística entre los tratamientos para la variable Ácido Fulvico (cuadro 5), siendo el tratamiento T1 (Raquis de palma 75% + Estiércol de ganado 25%) que alcanzó la media más alta con 0,45p/p (porcentaje peso de soluto/peso), de una solución, estadísticamente superior a los demás tratamientos que presentaron promedios entre 0,37 y 0,42 p/p. estos factores se los debe no solo a la presencia de los materiales sino también a los microorganismos presentes durante el procesamiento de la materia prima y como es de conocimiento general en todo material vegetal o animal que cumplan un proceso de trasformación va haber muchos elementos aun sea en bajas cantidades con lo indica **Reines et al., (2006)** citado por **(Calderón et al., 2009)**. En los lixiviados de la lombricultura se pueden encantar fosfatos, sulfatos, nitrógenos carbonatos, iones nitritos solubles, hormonas vegetales (giberelinas y auxinas), antibióticos y fungicidas partículas sólidas de humus y oligoelementos, de la misma manera **(Gasco et al., 2005)** respecto a las sustancia húmicas (ácido húmico, ácido fúlvico u huminas) son el producto de la transformación de los residuos animales y vegetales.

En el cuadro 6 se dan los resultados de las concentraciones porcentuales para el Nitrógeno, Fosforo, Potasio, Calcio, Magnesio y Azufre. La mayor concentración de **N** (0,8) se observó en los tratamientos 3 y 9 compuestos de Raquis de palma 25% + Estiércol ganado 75% y Raquis de coco 25% + Estiércol de ganado 75% estadísticamente superior a los demás tratamientos que presentaron promedios entre 0,1 y 0,6 % de concentración. El menor promedio lo presentan los tratamientos T7 Rc75% + Eg25%; T4 Rb75% + Eg25%; T8 Rc50% + Eg50%. El **P** en el tratamiento N° 3 compuesto de Raquis de palma 25% + Estiércol de ganado 75% con un promedio de 0,09%, el **K** en el sustrato compuesto por Raquis de palma 25% + Estiércol de ganado 75%

con un promedio de 1,56%, el **Ca** en el tratamiento N°9 formado por Raquis de coco 25% + Estiércol de ganado 75% con el 0.89%, el **Mg** 0,09% se observa en el tratamiento 9 compuesto de Raquis de coco 25% + Estiércol ganado 75% y **S** para el tratamientos 1, 2 y 4 siendo estos estadísticamente superior a los demás tratamientos que presentan promedios entre 0,04 y 0,05% resultados que pueden atribuirse por los contenidos propios de cada material vegetal y animal y lógicamente por la presencia de microorganismos existentes en la producción según **(Blandon 1999),** al analizar la composición química de este sustrato se puede observar que se presentaron diferencias significativas, según el análisis de varianza en las variables N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, B, cenizas, proteína y pH (en las cuales se presentó un incremento); humedad, materia orgánica, relación C/N, grasas y carbohidratos solubles (en las cuales se presentó un decremento), es debido a la propia actividad de los macro y microorganismos presentes en la transformación de los materiales los mismos que en muchas ocasiones disminuyen ciertos valores que poseen los materiales vegetales o animales.

Los promedios registrados del humus líquido en el cuadro 7, se presentan en partes por millón (ppm) la presencia del Boro, Zinc, Cobre, Hiero y Manganeso. Las mayores concentraciones de **B** se obtuvo en el tratamiento 1 compuesto de Raquis de palma 75% + Estiércol ganado 50% con porcentaje de 4,0, el **Zn** los tratamientos 3, 5, y 6 con un promedio de 0,3 ppm, **Cu** 7,0 ppm en el compuesto por Raquis de palma africana 75% + Estiércol de ganado 25%, **Mg** con (0,6) se observa en los tratamientos 1 (compuestos de Raquis de palma 75% + Estiércol ganado 25%) y el tratamiento 4 (compuesto por Raquis de banano 75% + Estiércol de ganado 25%), corroborando con **Calderón, et al., (2009).** quienes dicen que en base a la caracterización realizada se toma en cuenta para la normativa propuesta para lixiviados, los parámetros siguientes: Nitrógeno total, Fósforo total, Potasio, Calcio, Magnesio, Hierro, Cobre, Zinc, Plomo, Arsénico, Cromo, Cadmio, Mercurio, Ácidos húmicos, Ácidos fúlvicos, Materia orgánica, Conductividad eléctrica pH, Capacidad de Intercambio de Cationes, Color aparente, Turbiedad, Sólidos Disueltos Totales y Carga microbiana registra valores para cada parámetro propuesto y concluye diciendo

que aunque no son valores alto comparados con los químicos pueden cumplir con las necesidad de los cultivos que además son elementos orgánicos.

Respecto a la variable Relación Carbono-Nitrógeno Los resultados mostrado en el cuadro 8, registra alta significancia estadística en el cual la mayor relación de C/N se obtuvo el T7 a base de (Raquis de coco 75% + Estiércol de ganado 25%) con 23,2, estadísticamente superior al resto de tratamientos que presentaron promedios entre 8,9 y 21,46. Según o expuesto por **(Acosta et al, 2004) citado por (Silva 2014)**, señala que la relación C/N superiores a 30 producen niveles de oxidaciones de carbono, y por lo tanto perdida de material, los resultados obtenidos en el purín de los raquis de palma, banano y coco se encuentran en los rangos ideales para ser aplicado al suelo y absorbidos por la planta ya que se encuentra en los rangos identificados por **(Henríquez, 2007)** donde muestra valores ente 5, 6, 9,2 en diferente tipos de humus.

La presencia de microorganismos en el humus liquido de lombriz se expresan en el cuadro 10 donde se presenta el análisis del laboratorio de las nueve muestras del Purín, utilizando un medio de cultivo Papa Dextrosa Agar (PDA); a través de la técnica de dilución seriada en plato Petri. La identificación de los organismos se realizó a los ocho días, presentando para los tratamientos a base de Raquis de palma,+ Estiércol de ganado en sus tres composiciones Organismos Fúngicos UFC* ml por abono entre ellos *Trichoderma, Penicillium, Cladosporium sp* y Bacterias UFC* ml por abono. Los tratamientos compuestos por Raquis de banano + Estiércol de ganado en sus tres preparaciones presentaron Organismos tales como *Penicillium sp* y Bacterias $5.65X10^4$ y para los preparados compuestos del raquis de coco + Estiércol de ganado, los organismos identificados fueron *Penicillium, Aspergillus sp* y Bacterias $1,18X10^4$. Atribuyendo estas poblaciones al buen manejo de proceso, como temperatura, humedad, acidez, y sobre todo la aireación. **Soto, (2003), citado por (Pérez 2008)** indica que las poblaciones de microorganismos involucrados en el proceso de descomposición de residuos es favorecida por las condiciones como: presencia de oxígeno (en el caso de los aerobios), temperatura, agua, una nutrición balanceada, pH, fuentes energéticas de fácil solubilización como azúcares simples, y superficie de contacto o tamaño de partícula.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Una vez analizados los resultados de la investigación respecto a las propiedades del purín de humus de lombriz *(Eisenia foetida)* obtenido a partir de diferentes raquis se puede concluir lo siguiente:

- ✓ Los promedios de Temperatura, Humedad y pH que se presentaron en los tratamientos fueron ideales para el desarrollo de las lombrices y la obtención del purín.

- ✓ La mayor concentración de Macronutrientes se obtuvo con la composición de raquis de Palma Africana al 25% y Estiércol de Ganado al 75%, mientras que a nivel de Microelementos el tratamiento de mayor respuesta fue la combinación de raquis de Palma africana al 75% y Estiércol de Ganado al 25%

- ✓ El purín también contiene una buena relación de C/N con un promedio de 23,2 estadísticamente superior a los demás tratamientos con promedios entre 8,9 y 21,46. Los ácidos húmicos y fúlvicos presentándose (p/p) entre 0, 87 a 0,56 y 0,45 a 0,37 respectivamente.

- ✓ La mayor presencia de microorganismos se obtuvo en los tratamientos que incluyeron raquis de Palma Africana en combinación de estiércol de ganado los microorganismos de mayor presencia fueron *Trichoderma, Penicillium, Cladosporium, Aspergillus* sp y una carga bacteriana de $5.65X10^4$ a $1,91X10^5$

5.2 RECOMENDACIONES

En base a las conclusiones se formulan las siguientes recomendaciones:

- ✓ Elaborar humus de lombriz en base a raquis de palma y estiércol de ganado en concentraciones de 25 y 75 %, en su orden y realizar pruebas en cultivos hortícolas y frutales por su condición orgánica.

- ✓ Difundir los resultados de la presente investigación en las comunidades como un medio de propender a la implementación de huertos orgánicos.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

6.1 LITERATURA CITADA

Altieri, M. 1999. Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable. New York, US. Editorial Nordan-Comunidad. 338 p.

Álvarez, M. M. R., Eguiarte, D. G., Llamas, J. A. L., Velasco, J. G., & Plascencia, C. J. Caracterización Fisicoquímica y Bacteriológica de Lixiviados Provenientes de Granja Lombricola en Tlajomulco, Jalisco. José Francisco Calderón Calderòn[1] Ramón Rodríguez Macías[1].

Barbado, J. (2003). Cría de Lombrices, Primera Edición, Editorial Albatros, Buenos Aires-Argentina.

Blandón-Castaño, G., Dávila-Arias, M. T., & Rodríguez-Valencia, N. (1999). Caracterización microbiológica y físico-química de la pulpa de café sola y con mucílago, en proceso de lombricompostaje. *Cenicafé*, *50*(1), 5-23.

Bollo T. 2001. "lombricultura, una alternativa de reciclaje". Segunda Edición. Viña del Mar-Chile. 56-57p.

Cajas, S. (2009) Efecto de la utilización de aserrín en combinación con estiércol bovino como sustrato en la producción de humus de lombriz *Eisenea foétida* (lombriz roja californiana), Tesis de grado Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Chalker, L. 2001. Compost. Utilization-Compost tea. Consultado 07 de Junio 2003. Disponible en: www.whatcom.wsu.edu/ag/compost/cascadecuts.html.

Chávez, E. (2009). Determinación de la calidad de biofertilizantes líquidos y estudio del potencial para la inhibición de *Mycosphaerella fijiensis* (morelet) en condiciones controladas y como alternativa en el manejo de

sigatoka negra en sistemas de producción orgánica. Tesis de grado Escuela Superior Politécnica del Litoral. Ecuador.

Compostadores, (2015). Anatomía y fisiología de la lombriz roja, Consultado el 8 de abril 2015, Disponible en: http://www.compostadores.com/descubre-el-compostaje/biodiversidad-en-mi-compostador/anatomia-y-fisiologia-de-la-lombriz-roja.html

Diver, S. 2002. Notes on Compost Teas: A supplement to the ATTRA Publication "Compost Teas for Plant Disease Control". (En línea).Fayetteville, US. Universidad of Arkansas. 02 de Junio 2003. Disponible en: http://attra.ncat.org/attra-pub/PDF/compost-tea-notes.pdf.

Ecoagricultor, 2015. Purines orgánicos: qué son, cómo actúan, elaboración y su conservación consultado el 28 de Mayo disponible en: http://www.ecoagricultor.com/los-purines-organicos/.

Ecured, 2015 Humus de lombriz disponible en: http://www.ecured.cu/index.php/Humus_de_lombriz consultado el 20 de mayo 2015

Estévez, O. (2006). Efectos de la aplicación de tres ácidos húmicos comerciales con diferentes dosis en el cultivo de brócoli ***(Brassica oleracea var. italica)*** en la hacienda Pastaví, cantón Otavalo, Parroquia Quichinche Tesis de grado. Pontificia Universidad Católica de Ecuador Sede Ibarra. Consultado el 5 de Agosto 2015. Disponible en: http://dspace.pucesi.edu.ec/bitstream/11010/265/1/T71649.pdf

Fernández, I; Cadena, P y Rangel, 2011. Elaboración de humus sólido y líquido a partir de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*). Desplegable para productores, N° 07.

Fernández, M (2003). Evaluación Agronómica de Sustancias Húmicas Derivadas de Humus de Lombriz Tesis de grado Universidad Católica de Chile disponible en: http://www.inventati.org/columnanegra/ecoagricultura/wordpress/wp-content/uploads/2010/10/Humus.pdf

García, I. (s.f.) Tema 14: contaminación por fertilizantes. Disponible: (http://edafologia.ugr.es/conta/Tema14/5 org.htm). Consulta: 22 de Mayo, 2015).

Gascó, G., Blanco, C. G., Guerrero, F., & Lazaro, A. M. (2005). The influence of organic matter on sewage sludge pyrolysis. *Journal of analytical and applied pyrolysis*, *74*(1), 413-420.

Gliessman, S. 2002. Agroecología. Procesos ecológicos en Agricultura sostenible. Turrialba, CR. CATIE, 2002.

Gómez Tovar (2002), Desafíos de la agricultura orgánica mundi-prensa. Universidad Autónoma de Chapingo. http://www.inventati.org/columnanegra/ecoagricultura/wordpress/wp-content/uploads/2010/10/Humus.pdf

Hernández, J., Mármol, L., Guerrero, F., Salas, E., Bárcenas, J., Polo, V., & Colmenares, C. (2010). Caracterización química, según granulometría, de dos vermicompost derivados de estiércol bovino puro y mezclado con residuos de fruto de la palma aceitera. *Revista de la Facultad de Agronomía*, *27*(4).

INCA (2003). Caracterización agroquímica del humus de lombriz. Informe del laboratorio a suelos y agroquímica a la UBPC Agro Jardín.

Ingham, E. 2001. Compost Tea: Promises and Practicalities article: Part 1. (En línea). Oregón, US. Soil Foodweb Incorporated. 10 de Junio 2003. Disponible en: www.soilfoodweb.com/phpweb/userpage.php?op=view&uid=179.

López-Jiménez, María Alejandra; Hernández-Sánchez, María y Elorza Martínez, Pablo (2003) Evaluación de la Densidad de Población de La Lombriz Compostera (*Eisena Andreisavigni*) Departamento de Recursos Naturales. Facultad de Ciencias Biológicas Y Agropecuarias. Universidad Veracruzana Km. 7,5 Carretera Tuxpan-Tampico, Tuxpan, Veracruz, México. E-Mail: Pelorzam@Prodigy.Net.M Disponible en:Https://Tspace.Library.Utoronto.Ca/Bitstream/1807/5230/1/Cg03002.Pdf

Maldonado, B. 2004. Proyecto de pre factibilidad para la exportación de humus de lombriz roja californiana a la República de Chile en el período 2004 – 2014". Tesis de grado. Quito- Ecuador.

Medina, J. W. S., Pérez, W. R., & Patiño, G. R. (2015). Caracterización Física y Química de Bokashi Y Lombricompost y su Evaluación Agronómica en Plantas de Maíz. *Ingenierías & Amazonia*, *7*(1).

Medina, V.A. 2002. BIOL y BIOSOL en la agricultura. Programa especial de Energías. UMSS-GTZ. Cochabamba, Bolivia.

Mulet Del Pozo, Yanely; Díaz Álvarez, Maximino E.; Vilches León, Eneida E. Determinación De Algunas Propiedades Físico-Mecánicas, Químicas y Biológicas del Humus de Lombriz en Condiciones de la Vaquería de la Finca Guayabal, San José de las Lajas, La Habana, Cuba Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, Vol. 17, Núm. 1, 2008, Pp. 27-30.

Muñoz, C. 2003. Guía de estudio de Agricultura Orgánica. Universidad Politécnica Salesiana. Cayambe-Ecuador. p.2.

Olmans, E.; Vásquez, D. 2000. Manual de Agricultura Ecológica. Managua - Nicaragua. CENSO ANCUPA – SIGAGRO – MAG, 2006.

Pérez, A., Céspedes, C., & Núñez, P. (2008). Caracterización física-química y biológica de enmiendas orgánicas aplicadas en la producción de cultivos en República Dominicana. *Revista de la ciencia del suelo y nutrición vegetal*, *8*(3), 10-29.

Restrepo, R. (2001). Elaboración de Abonos orgánicos fermentados y biofertilizantes foliares, IICA, San José, Costa Rica.

Rodríguez, Y. 2008. Efecto del humus de lombriz foliar sobre algunos indicadores morfoagronómicos del cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum*. MILL) var. Vyta. TESIS en opción al título de Máster en Ciencias Agrícolas. Universidad de Granma. Cuba. p23.

Suquilanda, M. 2004, La Agricultura Orgánica: alternativa tecnológica del futuro, Ecuador. P 36.

Terranova, E. 2001. Enciclopedia Agropecuaria Ecológica. Segunda edición. Bogotá – Colombia.34-45p.

Xaxeni S. 2014. Cosechando natural- Garrafa de lixiviado de Humus de lombriz. México. Consultado el 27 de mayo del 2014. Disponible en http://www.cosechandonatural.com.mx/humus_liquido_lombriz_porron_20_L_fml4_sfm28_prd208.html

CAPÍTULO VII
ANEXOS

Anexos 1. Construcción de Estructura

Foto1: Hoyos para base de Estructura

Foto2: Bases de estructura

Foto3: Bases para cajones

Foto4: Construcción de cajones.

Foto5: Cajones listos para obtención de humus.

Foto6: Estructura

Anexos 2. Raquis y Preparación de Sustratos

Foto7: Raquis de Banano

Foto8: Raquis de palma africana y coco

Foto9: Raquis en picadora

Foto10: Raquis picados.

Foto11: Transporte de estiércol

Foto12: Preparación de Sustrato

Anexos 3. Registro de Datos

Foto13: Medición de temperatura

Foto14: Registro de datos

Foto15: Datos de humedad

Foto16: Muestras en estufa

Foto17: Muestras para determinación de pH

Foto18: Registro de pH de las muestras

Anexos 4. Obtención del Purín y Muestras para Laboratorio

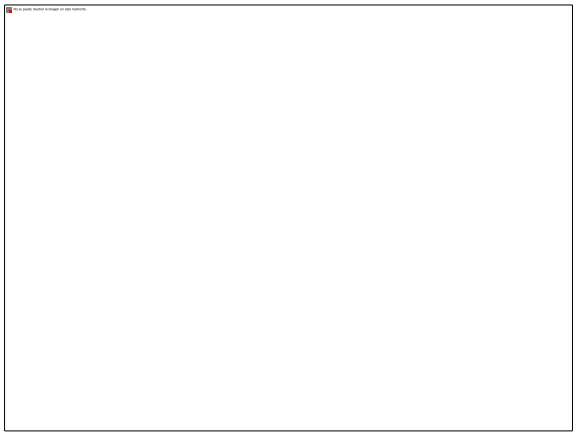

Foto19: Humus Líquido

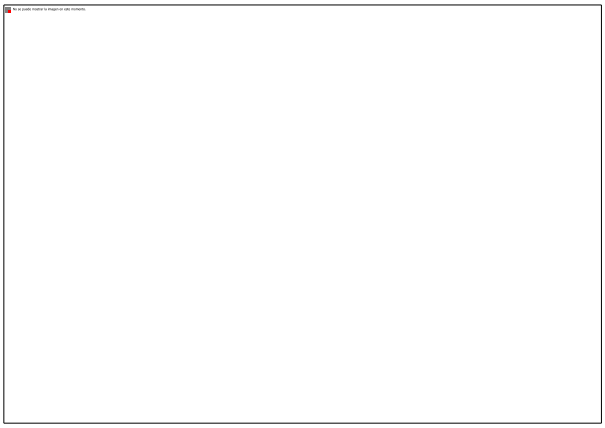

Foto20: Riego de humus

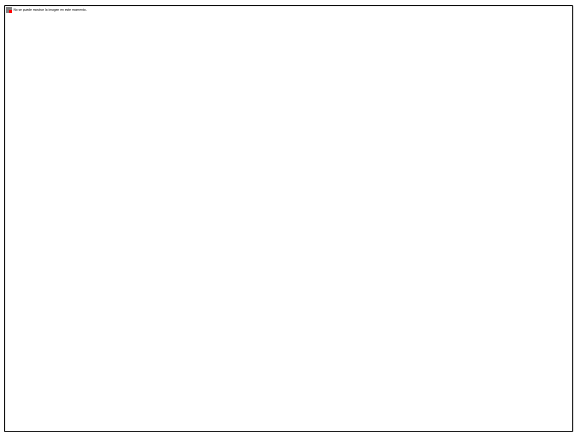

Foto21: Recolección de Humus

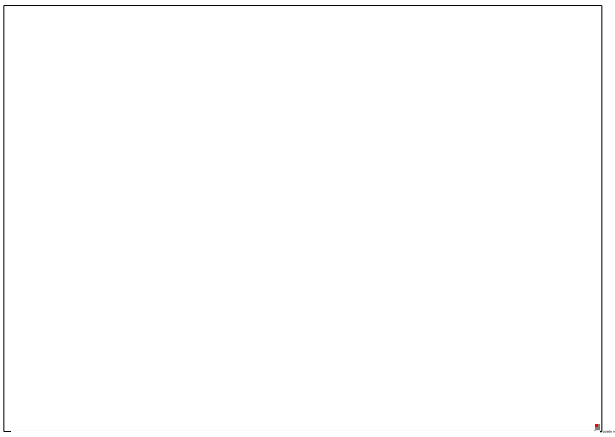

Foto22: Recipientes con humus

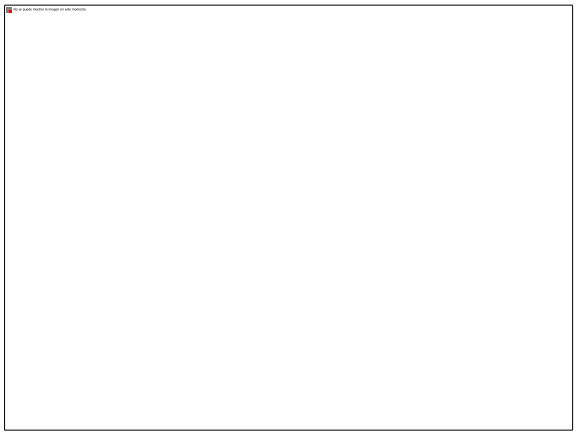

Foto23: Purín listo para usar

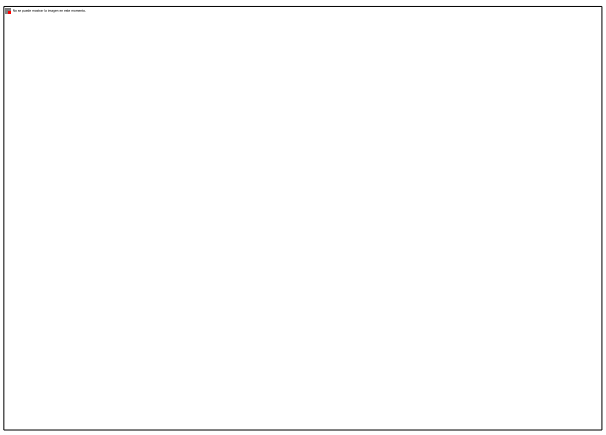

Foto24: Muestra para laboratorio