



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

EXTENSIÓN LA MANÁ

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES**

CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“PRODUCCIÓN DE HUMUS DE LOMBRIZ MEDIANTE EL
APROVECHAMIENTO DEL RAQUIS DEL ORITO (*Musa acuminata*) EN EL
CANTÓN LA MANÁ RECINTO SAN JOSÉ DEL ESTERO”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero/a
Agrónomo/a

Autores:

Chugchilan Baraja Genaro Orlando

Zambrano Caisaguano Kevin Andrés

Tutor:

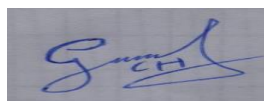
Ing. Macias Pettao Ramón Klever MSc.

**LA MANÁ – ECUADOR
AGOSTO - 2021**

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, Chugchilan Baraja Genaro Orlando y Zambrano Caisaguano Kevin Andrés declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: **Producción de humus de lombriz mediante el aprovechamiento del raquis del orito (*Musa acuminata*) en el cantón La Maná recinto San José del Estero** siendo el Ing. Ramón Klever Macías Pettao MSc. tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.



Chugchilan Baraja Genaro Orlando
C.I: 0503367146



Zambrano Caisaguano Kevin Andrés
C.I: 0929126696

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte: Chugchilan Baraja Genaro Orlando con C.C. 0503367146 y Zambrano Caisaguano Kevin Andres con C.C. 0929126696, de estado civil soltera/os y con domicilio en La Mana, a quien en lo sucesivo se denominará **LOS CEDENTES**; y, de otra parte, el Ing. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez Ph. D., en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - LAS CEDENTES es una persona natural estudiante de la carrera de **Ingeniería Agronómica**, titulares de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado: **“Producción de humus de lombriz mediante el aprovechamiento del raquis del orito (*Musa acuminata*) en el cantón La Maná recinto San José del Estero”** la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico. Abril 2016 – febrero 2021.

Aprobación HCA. -

Tutor. - Ing. Ramón Macías Pettao MSc.

Tema: **“Producción de humus de lombriz mediante el aprovechamiento del raquis del orito (*Musa acuminata*) en el cantón La Maná recinto San José del Estero”**

CLÁUSULA SEGUNDA. - LA CESIONARIA es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **LOS CEDENTES** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **LOS CEDENTES**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LOS CEDENTES** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LOS CEDENTES** podrá utilizarla.

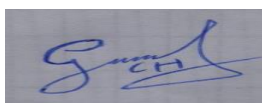
CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LAS CEDENTES** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga a los 24 días del mes de septiembre del 2020.



Chugchilan Baraja Genaro Orlando
EL CEDENTE



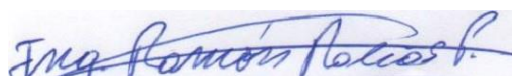
Zambrano Caisaguano Kevin Andrés
LA CEDENTE

Ing. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez PhD.
EL CESIONARIO

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título: “**Producción de humus de lombriz mediante el aprovechamiento del raquis del orito (*Musa acuminata*) en el cantón La Maná recinto San José del Estero**” de la Carrera de Ingeniería Agronómica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Facultad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

La Maná, agosto 2021



Ing. Ramón Macías Pettao MSc.
C.I: 0910743285
TUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente informe de investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, por cuanto los postulantes: Chugchilan Baraja Genaro Orlando y Zambrano Caisaguano Kevin Andrés con el título de Proyecto de Investigación: **Producción de humus de lombriz mediante el aprovechamiento del raquis del orito (*Musa acuminata*) en el cantón La Maná recinto San José del Estero**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

La Maná, agosto del 2021

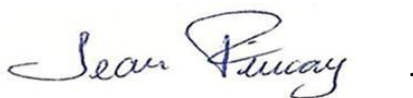
Para constancia firman:



Ing. Ricardo Luna Murillo
C.I: 0912969227
LECTOR (PRESIDENTE)



Ing. Tatiana Gavilánez Buñay
C.I: 1600398190
LECTOR 1 (MIEMBRO)



Ing. Wellington Pincay Ronquillo
C.I: 1206384586
LECTOR 2 (SECRETARIO)

AGRADECIMIENTO

A mi mamá, por ser siempre quien apoyó mi deseo de obtener este logro y a veces ella desearlo más que yo, por ser mi amiga y confidente desde muy pequeño, y por enseñarme el valor de las cosas, pero aún más el valor de las personas que son quienes nos apoyan día a día.

A mi querida universidad, a los profesores que tienen verdaderamente arraigado el sentimiento de la enseñanza como un estilo de vida y se dedican a enseñar y en algunos casos a aprender día a día. Dentro de este grupo tengo que dar agradecimiento especial al ING. Luna a quien considero un amigo, por compartir sus conocimientos y siempre tener la predisposición de enseñar, sin importar el día ni el momento.

Y mi último agradecimiento y tal vez el más especial a mi esposa, por todo su apoyo durante estos 5 años, por ser una amiga y compañera, por no dejarme caer en los días en los cuales quería tirar la toalla, por los consejos y la paciencia, por estar en momentos duros que queremos olvidar y también en los mejores momentos que son los que más atesoramos.

Kevin

*Agradezco por todos mis logros obtenidos a Dios por la vida, la fortaleza y la persistencia para lograr cumplir mis objetivos a mis padres, docentes y a mis compañeros a lo largo de mi formación académica, en especial a mis padres, mi madre **Maruja Baraja** y a mi padre **Manuel Chugchilan** por desde pequeño encaminarme por el camino del bien y del estudio, a mis docentes por sus cátedras que fomentaron mis conocimientos y a mis compañeros por compartir este largo camino de nuestra carrera.*

Genaro

DEDICATORIA

Dedico todo mi esfuerzo y trabajo a mi esposa Clara y a mi hijo: Joshua que son el tesoro más valioso que tengo. Sin ustedes no hubiese alcanzado este sueño.

La presente investigación está dedicada con todo mi cariño a Dios, a mis queridos padres Ana Caisaguano y Juan Zambrano, a mis hermanos Liseth Zambrano, Escarlet Zambrano y Meyling Zambrano, a mi tía Victoria Caisaguano, que de una u otra manera siempre estuvieron a mi lado apoyándome para que alcance mis metas.

Kevin

Dedico este logro en especial a mis padres, a mi madre Maruja Baraja y a mi padre Manuel Chugchilan por ser las personas que me han acompañado a lo largo de mi formación académica desde que era un niño hasta ahora que soy un adulto, esforzándose día a día por brindarme la oportunidad de ser una persona preparada y ser ese apoyo emocional que día a día me empuja hacia adelante para llegar a mis metas planteadas.

Genaro

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “PRODUCCIÓN DE HUMUS DE LOMBRIZ MEDIANTE EL APROVECHAMIENTO DEL RAQUIS DEL ORITO (*Musa acuminata*) EN EL CANTÓN LA MANÁ RECINTO SAN JOSÉ DEL ESTERO”

Autores: Chugchilan Baraja Genaro Orlando
Zambrano Caisaguano Kevin Andrés

RESUMEN

La producción de humus a través de la lombriz roja californiana es una biotecnología que utiliza a esta especie domesticada como herramienta de trabajo para reciclar todo tipo de materia orgánica, de esta forma se pretende evaluar la producción humus de lombriz mediante el aprovechamiento del raquis del orito (*Musa acuminata*) en el cantón La Maná recinto San José del Estero para ello se emplearon cuatro tratamientos a base de tierra de huerto, raquis de banano orito, estiércol bovino y hojarasca, cada tratamiento contó cinco repeticiones, se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) y se aplicó la prueba de rangos múltiples de Duncan al 5% de probabilidad, las variables se evaluaron durante 18 semanas y fueron: temperatura, humedad, p H, rendimiento del compostaje y calidad nutricional del abono y de los componentes. La mayor temperatura, p H y peso de humus se registró en el tratamiento Tierra de huerto 6,81 kg+ Raquis de orito 11,36 kg + Estiércol bovino 25,00 kg + hojarasca 4,54 kg con 23,44 °C; 8,08 y 37,50 kg respectivamente. La mayor concentración de nitrógeno y fósforo se registró en el tratamiento Tierra de huerto 6,81 + Raquis de orito 25,00 kg +estiércol bovino 11,36 kg +hojarasca 4,54 kg con 0,90 y 0,20 %, en el caso de potasio se registró con el tratamiento Tierra de huerto 6,81 + Raquis de orito 20,45 kg +estiércol bovino 15,90 kg +hojarasca 4,54 kg con 0,76%. Los mayores ingresos y relación beneficio/costo se registraron en el tratamiento Tierra de huerto 6,81 + Raquis de orito 11,36 kg +estiércol bovino 25,00 kg + hojarasca 4,54 kg con 56,25 USD y 0,12. Esta tecnología permite reciclar nutrientes al suelo y ayudar al desarrollo y crecimiento de los vegetales.

Palabras clave: estiércol bovino, raquis de orito, hojarasca, humus

ABSTRACT

The production of humus through the Californian red worm is a biotechnology that uses this domesticated species as a work tool to recycle all types of organic matter, in this way it is intended to evaluate the production of earthworm humus by taking advantage of the rachis of the orito (*Musa acuminata*) in La Maná canton, San José del Estero area, for this, four treatments were used based on garden soil, rachis of banana orito, bovine manure and litter, each treatment had five repetitions, a completely random design was used. (DCA) and Duncan multiple range test was applied at 5% probability, the variables were evaluated during 18 weeks and were: temperature, humidity, p H, composting performance and nutritional quality of the compost and the components. The highest temperature, p H and weight of humus was recorded in the treatment Soil from orchard 6.81 kg + Orito rachis 11.36 kg + Bovine manure 25.00 kg + litter 4.54 kg at 23.44 ° C; 8.08 and 37.50 kg respectively. The highest concentration of nitrogen and phosphorus was recorded in the Soil from orchard treatment 6.81 + Orito raquis 25.00 kg + bovine manure 11.36 kg + litter 4.54 kg with 0.90 and 0.20%, in the case of potassium was registered with the Soil from orchard treatment 6.81 + Orito rachis 20.45 kg + bovine manure 15.90 kg + 4.54 kg litter with 0.76%. The highest income and benefit / cost ratio were registered in the Soil from orchard treatment 6.81 + Orito raquis 11.36 kg + bovine manure 25.00 kg + litter 4.54 kg with 56.25 USD and 0.12. This technology allows the recycling of nutrients to the soil and helps the development and growth of vegetables.

Key words: bovine manure, orito rachis, litter, humus



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al idioma Inglés presentado por los estudiantes Egresados de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales: Chugchilan Baraja Genaro Orlando y Zambrano Caisaguano Kevin Andrés, cuyo título versa “**Producción de humus de lombriz mediante el aprovechamiento del raquis del orito (*Musa acuminata*) en el cantón La Maná recinto San José del Estero**”, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo las peticiones hacer uso del presente certificado de la manera ética que considere conveniente.

La Maná, agosto del 2021

Atentamente

Mg. José Fernando Toaquiza

C.I: 0502229677

DOCENTE DEL CENTRO DE IDIOMAS

ÍNDICE

Contenido	Pág.
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	vii
DEDICATORIA.....	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
AVAL DE TRADUCCIÓN.....	xii
ÍNDICE.....	xiii
ÍNDICE DE TABLAS	xvi
ÍNDICE DE FIGURAS	xvii
ÍNDICE DE ANEXOS	xviii
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	3
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	3
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	4
6. OBJETIVOS.....	4
6.1. Objetivo general.....	4
6.2. Objetivos Específicos	5
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	5
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	6
8.1. Biomasa	6
8.2. Abonos orgánicos	6
8.3. Compostaje	6
8.4. Raquis de banano	7
8.5. Tipo de raquis	7
8.6. Composición química del raquis del banano	8

8.7. Uso del raquis del banano en la agricultura.....	8
8.8. Estiércol bovino.....	9
8.8. Lombriz roja californiana (<i>Eisenia spp</i>).....	10
8.8.1. Características de la lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i>).....	10
8.8.2. Humus de lombriz.....	11
8.9. Investigaciones en elaboración de humus.....	11
9. PREGUNTA CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS.....	13
10. METODOLOGÍA.....	13
10.1. Ubicación y duración del ensayo.....	13
10.2. Condiciones agro meteorológicas.....	13
10.3. Tipos de investigación.....	14
10.3.1. Experimental.....	14
10.3.2. Documental.....	14
10.3.3. De campo.....	14
10.4. Materiales y equipos.....	15
10.4.1. Característica de lombriz roja californiana.....	15
10.5. Tratamientos.....	15
10.6. Esquema del experimento.....	16
10.7. Diseño experimental.....	16
10.8. Variables evaluadas.....	17
10.8.1. Temperatura, humedad y p H.....	17
10.8.2. Rendimiento del compostaje (kg).....	17
10.8.3. Contenido nutricional.....	17
10.8.4. Análisis económico.....	18
10.8.4.1. Ingresos brutos por tratamiento.....	18
10.8.4.2. Costos totales.....	18
10.8.4.3. Utilidad ó Beneficio.....	18
10.8.4.4. Relación beneficio/costo.....	19

10.9. Manejo de la investigación	19
11. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
11.1. Temperatura.....	20
11.2. Humedad.....	22
11.3. p H	24
11.4. Rendimiento de compostaje.....	26
11.5. Contenido nutricional	27
11.6. Relación beneficio/costo.....	28
12. IMPACTOS	29
13. PRESUPUESTO	30
14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	30
14.1. Conclusiones.....	30
14.2. Recomendaciones	31
15. BIBLIOGRAFÍA.....	31
16. ANEXOS.....	36

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados.....	5
Tabla 2. Composición del estiércol vacuno.....	10
Tabla 3. Condiciones agro meteorológicas.....	14
Tabla 4. Materiales y equipos empleados.....	15
Tabla 5. Tratamientos bajo estudio	16
Tabla 6. Esquema del experimento.....	16
Tabla 7. Esquema del análisis de varianza	17
Tabla 8. Promedios de temperatura °C en la Producción de humus de lombriz mediante el aprovechamiento del raquis del orito (<i>Musa acuminata</i>) en el cantón La Maná recinto San José del Estero	21
Tabla 9. Promedios de humedad (%) en la Producción de humus de lombriz mediante el aprovechamiento del raquis del orito (<i>Musa acuminata</i>) en el cantón La Maná recinto San José del Estero.....	23
Tabla 10. Promedios de p H en la Producción de humus de lombriz mediante el aprovechamiento del raquis del orito (<i>Musa acuminata</i>) en el cantón La Maná recinto San José del Estero.....	25
Tabla 11. Rendimiento en la Producción de humus de lombriz mediante el aprovechamiento del raquis del orito (<i>Musa acuminata</i>) en el cantón La Maná recinto San José del Estero.....	26
Tabla 12. Contenido nutricional de los materiales en la Producción de humus de lombriz mediante el aprovechamiento del raquis del orito (<i>Musa acuminata</i>) en el cantón La Maná recinto San José del Estero.....	27
Tabla 13. Contenido nutricional de los tratamientos en la Producción de humus de lombriz mediante el aprovechamiento del raquis del orito (<i>Musa acuminata</i>) en el cantón La Maná recinto San José del Estero.....	28
Tabla 14. Relación beneficio/costo en la Producción de humus de lombriz mediante el aprovechamiento del raquis del orito (<i>Musa acuminata</i>) en el cantón La Maná recinto San José del Estero.....	29
Tabla 15. Presupuesto de la investigación.....	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Temperatura °C en la producción de humus mediante el aprovechamiento del raquis del orito (<i>Musa acuminata</i>) en el cantón La Maná recinto San José del Estero	20
Figura 2. Humedad (%) en la Producción de humus de lombriz mediante el aprovechamiento del raquis del orito (<i>Musa acuminata</i>) en el cantón La Maná recinto San José del Estero.....	22
Figura 3. pH en la Producción de humus de lombriz mediante el aprovechamiento del raquis del orito (<i>Musa acuminata</i>) en el cantón La Maná recinto San José del Estero	24

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Hoja de vida del tutor del proyecto.....	36
Anexo 2: Hoja de vida de los estudiantes investigadores.....	37
Anexo 3: Hoja de vida de los estudiantes investigadores.....	38
Anexo 4: Evidencias fotográficas.....	39
Anexo 5: Resultado del contenido nutricional de los componentes del humus	42
Anexo 6: Resultado del contenido nutricional de cada uno de los tratamientos	42

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto: Producción de humus de lombriz mediante el aprovechamiento del raquis del orito (*Musa acuminata*) en el cantón La Maná recinto San José del Estero

Tipo de proyecto: Investigación experimental

Fecha de inicio: 05 de abril -2021

Fecha de finalización: 20 de agosto-2021

Lugar de ejecución: Recinto San José del Estero

Facultad que auspicia: Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera que auspicia: Ingeniería Agronómica

Proyecto de investigación vinculado: Fomento Productivo

Equipo de Trabajo: Chugchilan Baraja Genaro Orlando
Zambrano Caisaguano Kevin Andrés
Macías Pettao Ramón Klever

Área de Conocimiento: Agricultura, silvicultura y pesca

Línea de investigación: Desarrollo y Seguridad alimentaria

Sub línea de investigación: Producción Agrícola Sostenible

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Los abonos orgánicos son todos aquellos que se preparan principalmente a partir de residuos de origen vegetal (hojas verdes, restos de cosecha, hojarasca, descompuesta, ramas, etc), animal (estiércol de diferentes especies animales, orina, etc), otros materiales (como residuos de cocina, melaza, semolina); a partir de éstos las plantas pueden obtener importantes cantidades de nutrientes. Cuando estos abonos se descomponen, el suelo se ve enriquecido con materia orgánica y mejora sus características (físicas, químicas y biológicas) (Ramos & Terry, 2014).

La descomposición de los materiales es de forma natural y es realizada por microorganismos presentes en el suelo como lombrices de tierra, hormigas, caracoles, ciempiés, bacterias entre otros. Es necesario devolver al suelo la mayor cantidad de los nutrientes que se sacan, así el suelo podrá seguir alimentando a las plantas existentes y las que vienen. (Méndez, 2015).

La lombricultura consiste en el cultivo intensivo de la lombriz roja californiana (*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 conoce 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).

En total en el mundo existen 178 países tienen cultivos orgánicos, lo que significa un incremento del 15% según datos del Instituto de Investigación de Agricultura Orgánica de Suiza. Por continentes, Oceanía es el que mayor área orgánica cultivada tiene con 27,3 millones de ha, le siguen Europa con 13,5 millones de ha, Norteamérica 3,1 millones de ha y África 1,8 millones de ha (Telégrafo, 2020).

El cultivo de las musáceas en el Ecuador el banano, plátano y guineo orito; los tres cultivos se constituyen en pilares significativos de la economía del país. Estos cultivos no solamente se exportan y así representan una fuente importante de divisas, sino que también juegan un papel central en la dieta diaria de miles de familias ecuatorianas y los subproductos son muy apreciados en la agroindustria (Herrera, 2016).

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Desde el comienzo de la agricultura pudo conocerse que las plantas que crecían sobre las acumulaciones y desperdicios orgánicos, adquirirían un mayor desarrollo y productividad. Por este motivo, ya en épocas lejanas se planteaba que era necesario conservar la materia orgánica del suelo para hacer de este un medio más productivo (Cruz, *et al* 2016).

Actualmente se requiere incorporar criterios de manejo sostenible, integrando sistemas y prácticas orgánicas y de reciclaje, que satisfagan las necesidades de consumo de la población, sin degradar los recursos naturales que la hacen posible

Esta investigación se justifica debido a que la producción de humus de lombriz roja californiana es un proyecto que abarca tres elementos: Ambiental, económico y social mencionan García et al., (2013), ambiental porque se reducirán las cantidades de residuos o subproductos de la ganadería y agricultura y serán usados como sustrato en la elaboración del humus, económico porque es rentable y no requerirá de una gran inversión y social porque generará empleo, esto está contemplado dentro de los tres ejes (los derechos para todos durante toda la vida, la economía al servicio de la sociedad y más sociedad, mejor estado) del Plan Nacional de Desarrollo “Toda una Vida” para el periodo 2017 – 2021 (SENPLADES, 2017).

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Beneficiarios Directos:

Los principales beneficiarios directos con la ejecución de este proyecto serán los pequeños y medianos agricultores del cultivo del orito con fin de poder utilizar el rating de la poscosecha.

Beneficiarios Indirectos:

Este proyecto beneficiará indirectamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a los agricultores en general

5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Hace algunos años atrás, con el uso de los abonos orgánicos, la productividad de los suelos era elevada debido a que la producción que se realizaba no era de tipo comercial sino de subsistencia, por lo tanto, los nutrientes que las plantas extraían no incidían en este sistema de producción, de modo que no era necesario la adición de fertilizantes, peor aún realizar análisis de suelos o estudios de fertilización en cultivos.

Actualmente, la agricultura se encamina a la producción comercial. La fertilidad del suelo en la agricultura moderna es parte de un sistema dinámico. Los nutrientes son continuamente exportados en los productos vegetales y animales que salen de la finca, también los nutrientes se pierden por lixiviación y erosión, otros son retenidos por ciertas arcillas o inmovilizados por la materia orgánica y sus organismos

Si la agricultura de producción fuese un sistema cerrado, el balance nutricional sería relativamente estable. Sin embargo, el balance no es estable y esta es la razón por la cual es esencial entender los principios de la fertilidad del suelo para lograr una producción eficiente.

Entre los varios problemas que existe en las haciendas bananeras es la falta de conocimiento de la reutilización del raquis de banano, que se ve reflejado en que la mayoría autoriza o dispone botar en las orillas de los caminos o carreteras internas de las bananeras, el raquis del racimo posterior al corte de la fruta de banano, desaprovechando la posibilidad de constituir una fuente de biofertilizante orgánico para las mismas plantas, aportando grandes cantidades de nutrientes como: aminoácidos, azúcares, antibióticos y hormonas de crecimiento (Anchundia, 2020).

6. OBJETIVOS

6.1. Objetivo general

Evaluar la producción humus de lombriz mediante el aprovechamiento del raquis del orito (*Musa acuminata*) en el cantón La Maná recinto San José del Estero

6.2. Objetivos Específicos

- Determinar la mejor combinación de raquis de banano orito más estiércol bovino que mantenga una producción aceptable.
- Evaluar los parámetros físico-químicos (temperatura, humedad y pH) del proceso de descomposición en la elaboración del humus.
- Conocer la composición de los macro y micronutrientes en el abono y en cada uno de los componentes.
- Realizar el análisis económico de los tratamientos bajo estudio.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.

Tabla 1. Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados.

Objetivo 1	Actividad	Resultado de la actividad	Descripción de la actividad (técnicas e instrumentos)
Determinar cuál es la mejor combinación de raquis de banano orito más estiércol bovino que mantenga una producción aceptable	Recolección del material de raquis de banano orito y estiércol bovino Preparación de las parcelas experimentales	Parcelas con los tratamientos establecidos para la investigación	Análisis de laboratorio cada uno de los componentes
Objetivo 2 Evaluar los días de descomposición de los desechos de la postcosecha hasta la transformación del humus.	Actividad Remoción de las camas con los materiales bajo estudio	Resultado de la actividad Toma de datos de temperatura, p H y producción de humus	Descripción de la actividad (técnicas e instrumentos) Material de campo Instrumentos de campo
Objetivo 3 Conocer la composición de los macro y micronutrientes en el abono de raquis de banano orito más estiércol bovino.	Actividad Toma de muestras para enviar al laboratorio	Resultado de la actividad Valores de macro y micronutrientes	Descripción de la actividad (técnicas e instrumentos) Análisis de laboratorio para conocer los macros y micro nutrientes

Fuente: Los autores 2021

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

8.1. Biomasa

Se define biomasa como la “materia orgánica generada en un proceso biológico espontáneo o provocado, utilizable como fuente de energía”, es decir, cualquier sustancia orgánica de origen vegetal o animal incluyendo los materiales que resultan de su transformación natural o artificial. En la actualidad la biomasa engloba al grupo de productos energéticos y materias primas de tipo renovable que se originan a partir de la materia orgánica, quedando por tanto excluidos los combustibles fósiles o los productos orgánicos derivados de ellos, aunque también tuvieron un origen biológico en épocas remotas (Palacios, 2016).

8.2. Abonos orgánicos

Según (Carrera, 2015), el abono orgánico es un fertilizante que proviene de animales, humanos, restos vegetales de alimentos, restos de cultivos, de hongos comestibles u otra fuente orgánica y natural. El uso de abono orgánico en las cosechas ha aumentado mucho debido a la demanda de alimentos frescos y sanos para el consumo humano. Existe una gran variedad de abonos entre los que se mencionan:

- **Humus de lombriz.** - Materia orgánica descompuesta por lombrices.
- **Cenizas.** - Si proceden de madera, huesos de frutas u otro origen completamente orgánico, contienen mucho potasio y carecen de metales pesados y otros contaminantes.
- **Lodos de depuradora.** - Muy ricos en materia orgánica, pero es difícil controlar si contienen alguna sustancia perjudicial, como los metales pesados y en algunos sitios está prohibido usarlos para alimentos humanos, se pueden usar en bosques.
- **Abono verde.** - Cultivo vegetal, generalmente de leguminosas que se cortan y dejan descomponer en el propio campo a fertilizar
- **Biol.**- Líquido resultante de la producción de biogás

8.3.Compostaje

Es un proceso de fermentación sólida espontánea basado en el aumento de la temperatura

producido por la actividad de los microorganismos, la fuente de nutrientes, el inóculo, la fuente de agua y el producto final. El propio material retiene el calor producido por los microorganismos y esto causa el aumento en la temperatura del proceso. Para esto es necesario que la cantidad de material a comportar supere un mínimo crítico (Goya, 2013).

El compostaje es un proceso biológico en el cual las materias orgánicas se transforman en tierra de humus (abono orgánico) bajo el impacto de microorganismos. De tal manera que sean aseguradas las condiciones necesarias (especialmente temperatura, C/N tasa, aireación y humedad), se realiza la fermentación aeróbica de estas materias. En las plantas de compostaje este proceso natural es optimizado con ayuda de ingeniería, después del compostaje completo, el producto o la tierra humus que pasa a llamarse “compost” o “abono” es impecable desde el punto de vista de la higiene y se puede utilizar para la horticultura, agricultura, silvicultura, el mejoramiento del suelo o la arquitectura del paisaje (Goya, 2013).

8.4. Raquis de banano

El raquis del racimo de banano (es la parte que sostiene el manojito de los frutos) localmente conocido como pinzote, es otro sobre producto de la cosecha del banano, se compara con los pastos tropicales (Albán & Del Rosario, 2014).

El pinzote de banano morfológicamente está constituido por una corteza delgada de 0,25 mm aproximadamente, de color verde, cuenta con pelos microscópicos en su superficie, la corteza se distribuye con un espesor constante a lo largo de todo el raquis. En su parte interna está constituido por largas filas maderizas, ordenadas de manera longitudinal de color blanco; cuando no está en estado de putrefacción, las fibras poseen gran cantidad de humedad. Las características de la corteza pueden facilitar la operación de descortezado, pero es posible de las características internas del raquis de banano dificulten las operaciones del trozado y triturado (Gómez, 2015).

8.5. Tipo de raquis

Dentro de los tipos de raquis tenemos a) Runcado, sin cicatriz bracteal debajo de la última mano del fruto. b) Completa y la yema masculina puede estar degenerada o persistente

Por la posición del raquis tenemos: a) Pendular verticalmente, b) Inclinado, c) Con una curva, d) Horizontal, e) erecto (Gómez, 2015).

8.6. Composición química del raquis del banano

El raquis tiene una composición química superior a la de la pulpa y la cáscara de todos sus componentes menos en almidón, lo que permite pensar que es un producto comestible portador de fibra, vitamina y minerales. El raquis se ha convertido en harina, para lo cual se ha retirado su parte externa, tajándolo finamente y secándolo a 60 grados centígrados por 24 horas; la harina de este proceso se analizó químicamente y se mezcló con harina de trigo, azúcar y esencias de frutas y agua. La mezcla convertida en hojuelas se analizó químicamente y se sometió a prueba de degustación. Al comparar la composición química de la harina de raquis con las hojuelas y con los productos comerciales se lograron resultados similares (Albán & Del Rosario, 2014).

8.7. Uso del raquis del banano en la agricultura

El raquis de banano es un residuo tanto rural, como agroindustrial en Ecuador, el cual no se le ha dado la importancia necesaria. Su uso se encuentra direccionado en la agricultura como fuente de abono orgánico y en la industria alimenticia como materia prima para la elaboración de alimentos para animales o productos alimenticios. Morfológicamente está constituido por una corteza delgadas de aproximadamente 0,25 mm de color verde, cuenta con pelos microscópicos en su superficie, la corteza se distribuye con un espesor constante a lo largo de todo el raquis (Paladines, 2019).

A nivel mundial, los materiales orgánicos provenientes de los procesos de cosecha y poscosecha son considerados como una fuente alternativa para la producción de productos como el bioetanol, que para su generación a partir de residuos orgánicos es llevado a cabo un conjunto de reacciones químicas para la transformación de carbohidratos fermentables a moléculas de etanol, debido a esto se han realizado trabajos a partir del raquis de banano (*Musa paradisiaca* L) y la cepa de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) para la producción de productos naturales como el etanol (Carranza, *et al* 2015).

Algunos autores mencionan que el vástago o raquis, comúnmente se utiliza como alimento para ganado y también puede ser fuente de materiales fibrosos como papel, materiales de construcción y artesanías. El raquis está constituido por 93% de agua, 7% de materia sólida, de la cual el 40%, es fibra y un contenido de lignina de 11,7% y de celulosa un 53%, existe la factibilidad técnica para producir papel y aglomerados de fibra de raquis (Zamora, 2017).

8.8. Estiércol bovino

Uso de estiércol animal como abono orgánico con la finalidad de acondicionar el suelo mejorando su contenido de humus y estructura, estimulando la vida micro y meso biológica del suelo. Al mismo tiempo se fertiliza el suelo con micro y macro nutrientes. Contiene 1.1-3% de N; 0,3 -1% de P y 0.8 – 2% de K. Estos nutrientes se liberan paulatinamente (al contraste con el fertilizante químico). El estiércol bovino libera aproximadamente la mitad de sus nutrientes en el primer año. El contenido de nutrientes en el estiércol varía dependiendo de clase de animal, su dieta y el método de almacenamiento y aplicación. Estiércol vacuno y de aves es la clase más utilizada, el estiércol porcino tiene desventaja de ser foco de lombrices y otros parásitos capaces de infectar al hombre. En laderas es esencial combinar la aplicación de estiércol para mejorar la fertilidad del suelo con otras prácticas de control de erosión (Valdez, 2013).

Los estiércoles son la mezcla entre la cama de los animales y sus deyecciones, que han sufrido transformaciones más o menos avanzadas en el establo o galpón y después en el estercolero. La actividad de los microorganismos del estiércol aumenta, cuando se mezcla con paja, rastrojos y/o forraje desperdiciado, porque de esta manera contiene más carbono orgánico como fuente de energía. En sistemas campesinos de los Andes, una forma común de aplicación de estiércol relativamente fresco son los corrales móviles para animales pequeños y medianos, y pastoreo en animales grandes. La aplicación de estiércol fresco puede provocar un considerable incremento de la actividad biológica del suelo (Jácome, 2015).

En la utilización de los residuos pecuarios como fertilizante se puede apreciar en la tabla 1 los aporte de macro elementos por kg /t (Parera, 2014).

Tabla 2. Composición del estiércol vacuno.

Fase productiva	MS (%)	MO Kg/t	N amoniacal	N org Kg/t	N (%)	P (%)	K (%)
Cría	30	247	1,70	9,20	10,90	2,40	9,40
Engorde	33	250	2,10	9,90	12,00	3,20	10,90
Madres	28	210	1,70	6,40	8,10	2,10	8,50
Madres- Leche	25	193	1,50	6,60	8,10	1,60	5,80
Reposición	28	226	1,40	7,10	8,60	2,00	9,50
Ovino	46	316	6,70	11,10	17,70	3,10	20,20

Fuente: Departament d' Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Med Natural 2014

8.8. Lombriz roja californiana (*Eisenia spp*)

Las lombrices constituyen un recurso potencial de gran interés en la sostenibilidad de la agricultura, pues participan activamente en la regulación de las propiedades físicas del suelo, la dinámica de la materia orgánica del entorno y el crecimiento de las plantas, junto a otros organismos macrodescomponedores forman parte de la fauna del suelo. esto se debe a su capacidad de descomponer la materia orgánica, reciclar nutrientes y la formación de suelo, actividad que puede ser afectada en presencia de elementos tóxicos en el suelo. Además, forma parte de las herramientas biotecnológicas actuales para el reciclaje de desechos orgánicos, obteniéndose como beneficio el vermicompost (abono orgánico) y carne, fuente óptima para la alimentación animal. Este anélido caracterizado por ser hermafrodita puede llegar a producir grandes cantidades de lombrices por año, el abono producto de sus deyecciones contiene una gran riqueza bacteriana (2×10^{12} bacterias/g), desarrollando su ciclo biológico en pequeños espacios ($50 \times 10^3 \text{ cm}^3$ de sustrato), se adapta a un amplio rango de condiciones edafoclimáticas (Paco, *et al*, 2011).

8.8.1. 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 grados centígrados, cualquier lugar con climas templados (Méndez, 2015).

La lombriz californiana (*Eisenia foetida*), madura sexualmente a los dos meses de vida, lo cual viene indicado por el apareamiento del clitelo. La copulación de dos lombrices se efectúa con no menos de 7 días entre uno y otra, teniendo 1 ó 2 capullos por cada lombriz por copulación. Si las condiciones son las óptimas después de 14 a 21 días de incubación, eclosiona el capullo y nacen las nuevas crías, entre 2 y 9 lombricillas de color rosado pálido translucido por capullo, en condiciones de moverse y nutrirse de inmediato. Las nuevas lombrices alcanzan su madurez sexual entre 45 y 90 días de su nacimiento dependiendo de las condiciones del cultivo (Larco, 2004).

8.8.2. Humus de lombriz

Las deyecciones de la lombriz poseen una riqueza en flora bacteriana muy grande, con cerca de 2×10^{12} colonias g^{-1} de humus producido, en vez de los pocos centenares de millones presentes en la misma cantidad de estiércol fermentado. Ello permite la producción de enzimas importantes para la evolución de la materia orgánica cuando este material es aplicado al suelo. El humus está compuesto por C, O₂, N, así como macro y micro nutrientes en diferentes proporciones, tales como Ca, K, Fe, Mn y Zn entre otros. El contenido final por tonelada de material dependerá básicamente de la fuente de origen y la humedad del material cuando el proceso finaliza (Durán & Henríquez, 2007).

8.9. Investigaciones en elaboración de humus

Al evaluarse el uso de subproductos de cosecha de cacao, palma aceitera y raquis de banano en la producción del humus con lombriz roja californiana se emplearon cuatro tratamientos T1= 50% Estiércol Bovino + 25% de aserrín de balsa; 25% de cascará de cacao; T2= 50% Estiércol Bovino + 25% de aserrín de balsa+ 25% de raquis de palma T3= 50% Estiércol Bovino + 25% de aserrín de balsa+ 25% de raquis de banano; T4= 50% Estiércol Bovino + 25% de aserrín de

balsa+8,33% Cáscara de cacao+8,33 raquis de palma+8,33% de raquis de banano, las variables evaluadas fueron altura de cama; temperatura del sustrato; p H del humus; conductividad eléctrica y cantidad y calidad de humus. 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% (Méndez, 2015).

En la elaboración de vermicompost con residuos de cosecha y producción de rábano (*Raphanus sativus*) se emplearon cuatro tratamientos T1= Estiércol bovino 40% + raquis de banano 60% T2= Estiércol bovino 40% + residuos vegetales 60%; T3= Estiércol bovino 40% + residuos de pastos 60%; T4= Estiércol bovino 40% + raquis de banano 20%+residuos vegetales 20%+residuos de pastos 20%. Las variables evaluadas fueron producción de humus y análisis de macro y micro nutrientes. La producción de humus en kilogramos fue de 50,00 kg, producción de humus en estiércol bovino 40%+residuo de pastos 60% con 20,80 kg; conversión de producción/humus en estiércol bovino 40%+raquis banano 20%+residuo vegetal 20%+residuo de pastos 20% con 2,77. En el análisis de suelo de las concentraciones nitrógeno y fósforo en EB 40%+ RB 60% con 2,30 y 0,37% en su orden, potasio EB 40%+ RB 60% y EB 40%+60% RV indicaron el mismo valor con 1,04%; EB 40%+60% RV en calcio y magnesio con 1,98 y 0,53% respectivamente; azufre todos los tratamientos 0,20%. En PPM, boro indicó en EB 40%+RB 60% y EB 40%+RP 60% con 32 ppm; Zinc e Hierro con 103 y 933 ppm en su orden en EB 40%+RB 60%; en Cobre y Manganeso EB 40%+60%RV con 32 y 219 ppm (Ortiz, 2015).

En el ensayo determinación de la producción de humus con la combinación de residuos orgánicos vegetales y animales para alimentación de lombrices realizado en la ciudad de Santo Domingo se emplearon los tratamientos 100% estiércol bovino; 80% estiércol bovino + 20% desechos de mercado, 60% estiércol bovino + 40% desechos de mercado, 40% estiércol bovino + 60% desechos de mercado, 20% estiércol bovino + 80% desechos de mercado y 0% estiércol bovino + 100% desechos de mercado. Los resultados más relevantes fueron: El mejor índice de transformación de materia orgánica a humus de registro en el tratamiento 100% estiércol bovino (1.43). La mayor producción de humus se encontró en el tratamiento 100% estiércol bovino (109.3 kg /m²) (Dávila, 2006).

9. PREGUNTA CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS

Ho: La producción de humus de lombriz mediante el aprovechamiento del raquis del orito (*Musa acumilata*) no presentan una aceptable conformación de macro y micronutrientes.

Ha: La producción de humus de lombriz mediante el aprovechamiento del raquis del orito (*Musa acumilata*) presentan una aceptable conformación de macro y micronutrientes.

10. METODOLOGÍA

10.1. Ubicación y duración del ensayo

La investigación se realizará en la finca de la familia Chugchilán cuyo propietario es el señor Manuel Gerardo Chugchilan Baraja en la comuna San José de El Estero del cantón la Maná, las coordenadas geográficas son latitud -0.980905by longitud -79.166418. La investigación tuvo una duración de trabajo de campo 22 semanas (4 semanas de preparación del material y 18 semanas de ensayo)

10.2. Condiciones agro meteorológicas

Las condiciones agro meteorológicas de la zona bajo estudio se detallan en la tabla 3.

Tabla 3. Condiciones agro meteorológicas

Parámetros	Promedios
Altitud m.s.n.m	474.00
Temperatura media anual °C	24.50
Humedad Relativa, %	87.00
Heliofanía, horas/luz/año	640,30
Precipitación, mm/año	2761.00
Topografía	Regular
Textura	Franco arenoso

Fuente: Estación del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI)

10.3. Tipos de investigación

10.3.1. Experimental

La investigación es de tipo experimental ya que se establecen diversas combinaciones de material orgánico (raquis de banano, estiércol bovino, hojarasca y tierra de sembrado) para que a través de la lombriz roja californiana sean transformados a humus.

10.3.2. Documental

Se recolecto información técnica para realizar la fundamentación teórica y poder contrastar los resultados de otros autores como: tesis, artículos científicos, folletos u otros, que están relacionados con la problemática de esta investigación, así como también en el tema tratado.

10.3.3. De campo

La investigación es de campo puesto que se extrajeron los datos directamente de la realidad, valiéndose del establecimiento de un ensayo de campo donde mediante técnicas de observación se registró el efecto de la descomposición de los residuos agropecuarios y ver su transformación a humus.

10.4. Materiales y equipos

Los materiales y equipos utilizados en la investigación se describen en la tabla 4.

Tabla 4. Materiales y equipos empleados

Descripción	Cantidad
Raquis de banano orito kg	3000,00
Estiércol bovino kg	1800,00
Lombriz roja californiana kg	25,00
Palas	2
Caña guadua	30
Clavos kg	2
Madera	30
Bomba de mochila	1
Manguera m	50
Material de oficina	1
Computadora	1
Impresora	1
Análisis de abonos orgánicos	4
Análisis del material agropecuario	3

Fuente: Los autores

10.4.1. Característica de lombriz roja californiana

La lombriz roja californiana posee boca, pero no tiene dientes, succiona los alimentos para lograr su alimentación, su cuerpo es cilíndrico, anillado y presenta de 120 a 175 segmentos, y está recubierta de una fina cutícula, con una longitud en estado adulto de 6 a 8 cm, y un diámetro de 3 a 5 mm, su color va de blanco rosa y ya adulta color rojo oscuro. Respira a través de la epidermis, depositando el humus en un 1/3 de su recorrido, por lo que la cutícula debe mantenerse adecuadamente húmeda. La madurez sexual la adquieren a los tres meses y a partir que se forma el Clitelo están aptas sexualmente para el apareamiento el cual se produce con un intervalo mínimo de 7 días, tienen una elevada prolificidad 2 a 21 lombrices que en condiciones óptimas dan lugar hasta 1500 descendientes lombrices /año (Somarriba & Guzmán, 2015)

10.5. Tratamientos

Los tratamientos que se emplearon se presentan en la tabla 5

Tabla 5. Tratamientos bajo estudio

Código	Tratamiento
T1 = TH+ RO1 + EB1 + H	Tierra de huerto 6,81 kg+ Raquis de orito 25,00 kg + Estiércol bovino 11,36 kg + hojarasca 4,54 kg
T2 = TH + RO2 + EB2 + H	Tierra de huerto 6,81 kg+ Raquis de orito 20,45 kg + Estiércol bovino 15,90 kg + hojarasca 4,54 kg
T3 = TH + RO3 + EB3 + H	Tierra de huerto 6,81 kg+ Raquis de orito 15,90 kg + Estiércol bovino 20,45 kg + hojarasca 4,54 kg
T4 = TH + RO4 + EB4 + H	Tierra de huerto 6,81 kg+ Raquis de orito 11,36 kg + Estiércol bovino 25,00 kg + hojarasca 4,54 kg

Fuente: Los autores 2021

10.6. Esquema del experimento

En la tabla 6 se presenta el esquema del experimento de la investigación

Tabla 6. Esquema del experimento

Tratamientos	Repeticiones	U. E	Total
T1 = TH+ RO1 + EB1 + H	5	1	5
T2 = TH + RO2 + EB2 + H	5	1	5
T3 = TH + RO3 + EB3 + H	5	1	5
T4 = TH + RO4 + EB4 + H	5	1	5
Total			20

Fuente: Los autores

10.7. Diseño experimental

El diseño que se empleó fue un Diseño Completamente al azar (DCA) con cuatro tratamientos y cinco repeticiones. Se utilizó la prueba de rangos múltiples de Duncan al 5% de probabilidad para la significancia estadística. Tabla 7.

Tabla 7. Esquema del análisis de varianza

F de V		Grados de libertad
Tratamientos	t-1	3
Error	t (r-1)	16
Total	t.r-1	19

10.8. Variables evaluadas

10.8.1. Temperatura, humedad y p H

Se realizó el monitoreo de la temperatura diariamente y por las 18 semanas que duro la investigación en cada uno de los tratamientos y repeticiones, para esto se utilizó un termómetro que se colocaba en medio de la cama y se registraba la temperatura en grados centígrados.

Para la humedad y pH se evaluó empleando el equipo de la empresa Tecnoescala que tiene incorporado las dos funciones, la humedad se expresó en porcentajes y el potencial de hidrógeno (pH) en números reales, además se corrobore el p H con la cinta peachimetrica

10.8.2. Rendimiento del compostaje (kg)

Se cosechó todo el material del compostaje y se estableció por regla de tres simple la relación entre lo ingresado (raquis, estiércol, hojarasca y tierra de sembrado) versus lo cosechado (humus) en cada uno de los tratamientos y repetición.

10.8.3. Contenido nutricional

De cada uno de los elementos del compostaje y del resultado de la descomposición de la materia orgánica por tratamiento y repetición se envió a los laboratorios de INIAP – Pichilingue para que se realice el análisis de abonos y conocer la riqueza nutritiva en macro y micronutrientes.

10.8.4. Análisis económico

Para la determinación del análisis económico para cada uno de los tratamientos se detalla de la siguiente forma

10.8.4.1. Ingresos brutos por tratamiento

Son los valores totales de los tratamientos que se obtuvieron multiplicando el rendimiento del compost por el precio de venta

IT= Ingresos totales

P = Producto (compost)

Vp = Valor monetario del producto

10.8.4.2. Costos totales

Los costos totales es la suma de los costos fijos y de los costos variables de cada uno de los tratamientos en estudio.

CT = CF + CV de donde

CT = Costos totales

CF = Costos fijos

CV = Costos variables

10.8.4.3. Utilidad ó Beneficio

La utilidad se estableció entre la diferencia de los costos totales con los ingresos

UN = IT – CT

UN = Utilidad o Beneficio

IT = Ingresos totales

CT = Costos totales

10.8.4.4. Relación beneficio/costo

La relación beneficio se estableció mediante la siguiente formula:

$$\text{Relación B/C} = \frac{\text{Beneficio neto}}{\text{Costos totales}}$$

10.9. Manejo de la investigación

Previo al inicio de la investigación se realizó la limpieza y medición del terreno, para la construcción de los lechos de lombricultura. Se construyeron un total de 20 lechos para cada uno de los tratamientos y repeticiones.

Se procedió a la recolecta del material de estiércol bovino de una ganadería de la zona, el raquis se procedió a obtener de bananeras de orito y se efectuó un picado, se recolecto la tierra de huerta y la hojarasca. Se envió 500 g de muestras de hojarasca, estiércol bovino y raquis a los laboratorios del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) Estación Pichilingue para conocer la composición de macro y micronutrientes.

El material recolectado se procedió a descomponerlo durante cuatro semanas y se monitoreaba el pH, luego se realizaron los cálculos para el llenado de cada uno de los tratamientos, una vez obtenido el pH óptimo de 6,5 a 7,5 que necesita la lombriz roja californiana para sobrevivir en el sustrato se procedió al llenado de los lechos y se colocaron 4 kg de lombriz por cada tratamiento y repetición

Durante 18 semanas se monitoreo la temperatura, la humedad y el p H y se registraron estos datos para evaluar los cambios que se producían dentro de los componentes hasta convertirse en humus, una vez que ya se encontraba maduro o listo para cosechar el humus se enviaron muestras al laboratorio de INIAP para realizar un análisis de cada uno de los tratamientos y obtener la riqueza nutritiva.

11. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

11.1. Temperatura

En la figura 1 se aprecia que la mayor temperatura se presenta en el tratamiento tierra de huerto 6,81 kg + raquis de orito 11,36 kg + estiércol bovino 25,00 Kg + hojarasca 4,54 kg con 23,44 °C y la menor temperatura en el tratamiento tierra de huerto 6,81 kg + raquis de orito 25,00 kg + estiércol bovino 11,36 Kg + hojarasca 4,54 kg con 22,26 °C valores inferiores a los reportados por (Méndez, 2015) quien obtiene temperaturas de 48,00 a 54,00 °C en la fabricación de humus empleando subproductos como estiércol bovino, aserrín de balsa, cáscara de cacao, raquis de palma y raquis de banano.

En la tabla 8 se observa cómo ha evolucionado la temperatura en cada uno de los tratamientos desde la semana 2 hasta la semana 18 presentando en varios de los tratamientos diferencias estadísticas existiendo temperaturas mínimas de 22 °C y máximas de 26°C, lo que coincide con (Robles, 2015) al disponerse el material a compostar en pilas si las condiciones son las adecuadas comienza la actividad microbiana. Inicialmente todo material está a la misma temperatura, pero al crecer los microorganismos se genera un calor aumentando la temperatura del material.

Figura 1. Promedios de temperatura °C en la producción de humus mediante el aprovechamiento del raquis del orito (*Musa acuminata*) en el cantón La Maná recinto San José del Estero

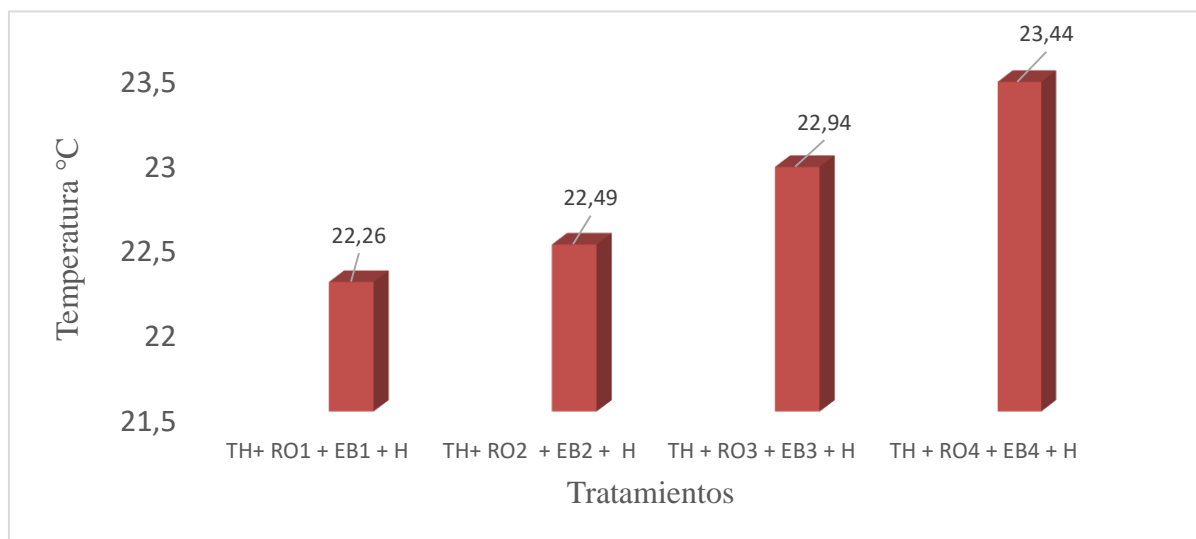


Tabla 8. Temperatura (°C) semanal en la producción de humus de lombriz mediante el aprovechamiento del raquis del orito (*Musa acuminata*) en el cantón La Maná recinto San José del Estero

Semanas	Tratamientos				CV (%)
	TH+ RO1 + EB1 + H	TH + RO2 + EB2 + H	TH + RO3 + EB3 + H	TH + RO4 + EB4 + H	
2	24,75 a	25,50 a	25,50 a	25,75 a	2,37
3	23,25 b	23,75 b	24,00 b	26,00 a	2,38
4	22,00 b	21,75 b	22,50 b	24,25 a	3,04
5	21,75 b	22,00 b	23,00 a	23,00 a	2,13
6	22,00 a	22,00 a	23,00 a	22,50 a	3,72
7	22,00 b	23,00 ab	23,00 ab	24,00 a	3,55
8	22,00 b	23,00 b	23,00 b	26,00 a	3,47
9	22,00 c	22,00 c	24,00 b	25,50 a	2,14
10	22,00 c	22,00 c	23,00 b	24,00 a	2,54
11	22,00 a	22,00 a	22,00 a	22,50 a	2,26
12	22,00 a	22,00 a	22,50 a	22,00 a	2,26
13	22,00 a	22,00 a	22,50 a	22,00 a	2,26
14	22,00 a	22,00 a	22,50 a	22,00 a	2,26
15	22,00 a	22,50 a	22,50 a	22,75 a	2,13
16	22,50 a	22,50 a	22,25 a	22,00 a	2,39
17	22,25 a	22,25 a	22,25 a	22,25 a	2,12
18	22,00 a	22,00 a	22,50 a	22,00 a	2,26

Medias con letras iguales no presentan diferencias estadísticas según la prueba de Duncan al 0,05% de probabilidad

11.2. Humedad

El mayor porcentaje de humedad se reportó en el tratamiento tierra de huerto 6,81 kg + raquis de orito 25,00 kg + estiércol bovino 11,36 Kg + hojarasca 4,54 kg con 77,10% y el menor valor en el tratamiento tierra de huerto 6,81 kg + raquis de orito 11,36 kg + estiércol bovino 25,00 kg + hojarasca 4,54 kg con 74,47% valores superiores a los reportados por (Minta, 2010) quien obtiene humedades de 53,81 y 47,32% al evaluar diferentes densidades de siembra de lombrices. Figura 2.

Durante las 18 semanas que se evaluó la investigación todos los tratamientos presentaron diferencias estadísticas, los límites de humedad oscilaron desde 70 a 80% en los cuatro tratamientos lo que concuerda con (Álvarez, 2010) que indica que la humedad es uno de los aspectos más críticos para lograr un excelente compostaje, ya que este es un proceso biológico de descomposición de la materia orgánica, la presencia de agua es imprescindible para las necesidades fisiológicas de los microorganismos que intervienen en este proceso. La humedad óptima para el crecimiento microbiano se encuentra entre el 50 al 70%, Tabla 9

Figura 2. Promedios de humedad (%) en la Producción de humus de lombriz mediante el aprovechamiento del raquis del orito (*Musa acuminata*) en el cantón La Maná recinto San José del Estero

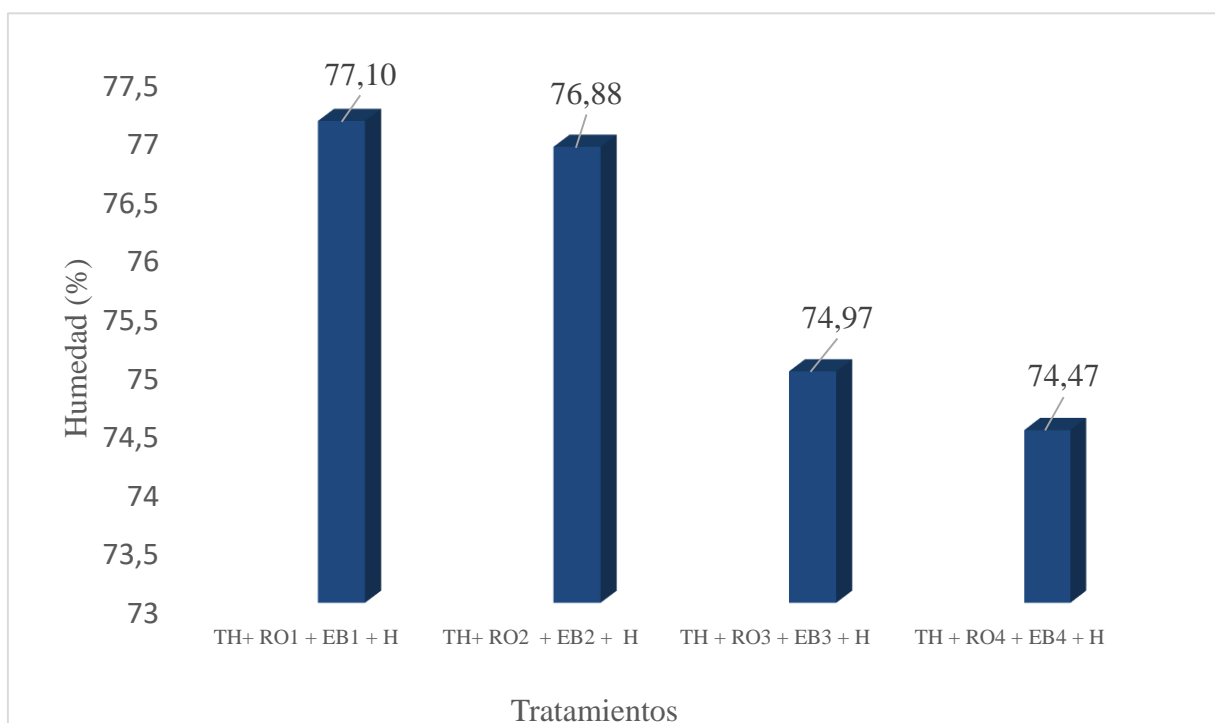


Tabla 9. Humedad (%) semanal en la Producción de humus de lombriz mediante el aprovechamiento del raquis del orito (*Musa acuminata*) en el cantón La Maná recinto San José del Estero

Semanas	Tratamientos				CV (%)
	TH+ RO1 + EB1 + H	TH + RO2 + EB2 + H	TH + RO3 + EB3 + H	TH + RO4 + EB4 + H	
2	78,00 a	78,50 a	74,75 b	72,00 c	0,45
3	80,00 a	79,50 a	72,25 b	70,00 c	0,83
4	77,75 a	76,75 a	75,00 b	75,00 b	1,00
5	75,50 ab	76,00 a	74,50 bc	74,00 c	0,89
6	77,50 a	78,00 a	74,00 b	74,00 b	0,66
7	78,00 a	78,00 a	76,00 a	76,00 a	0,23
8	80,00 a	78,00 b	78,00 b	77,50 b	0,64
9	76,00 b	76,00 b	76,00 b	77,50 a	0,65
10	76,00 a	75,50 ab	74,50 b	76,00 a	0,88
11	78,00 a	76,00 b	75,00 bc	74,00 c	1,32
12	76,00 a	76,00 a	75,00 ab	74,00 b	1,33
13	78,00 a	78,00 a	76,50 a	74,00 b	1,64
14	76,00 b	77,00 a	75,00 c	74,00 d	0,76
15	78,00 a	78,00 a	74,50 b	74,00 c	0,38
16	76,00 a	76,25 a	75,00 b	75,00 b	0,33
17	76,00 a	76,00 a	75,50 b	76,00 a	0,38
18	74,00 a	73,50 b	73,00 c	73,00 c	0,39

Medias con letras iguales no presentan diferencias estadísticas según la prueba de Duncan al 0,05% de probabilidad

11.3. pH

El pH más alto se presentó en el tratamiento tierra de huerto 6,81 kg + raquis de orito 11,36 kg + estiércol bovino 25,00 Kg + hojarasca 4,54 kg con 8,08 y el menor valor en el tratamiento tierra de huerto 6,81 kg + raquis de orito 25,00 kg + estiércol bovino 11,36 Kg + hojarasca 4,54 kg con 7,18 valores inferiores a los reportados (Goya, 2013) que obtiene 9,85 a 10,07 al trabajar con microorganismos eficientes en la elaboración de compost a partir de raquis y pseudotallo de banano y muy similares a los reportados por (Méndez, 2015) quien reporta pH de 7,18 a 7,75

En la tabla 10 se reporta la evolución del pH durante las 18 semanas en cada uno de los tratamientos bajo reportando pH de 7 a 8,50, lo que concuerda con (Jaramillo & Zapata, 2008) quienes indican que el compostaje permite un amplio intervalo de pH (3,0 – 7,0), sin embargo los valores óptimos están entre 5,5 y 7,00, porque las bacterias prefieren un medio casi neutro, mientras los hongos se desarrollan mejor en un medio ligeramente ácido. El valor de pH cae ligeramente durante la etapa de enfriamiento llegando aun valor fr 6 a 7 en el compost maduro.

Figura 3. Promedios de pH en la Producción de humus de lombriz mediante el aprovechamiento del raquis del orito (*Musa acuminata*) en el cantón La Maná recinto San José del Estero

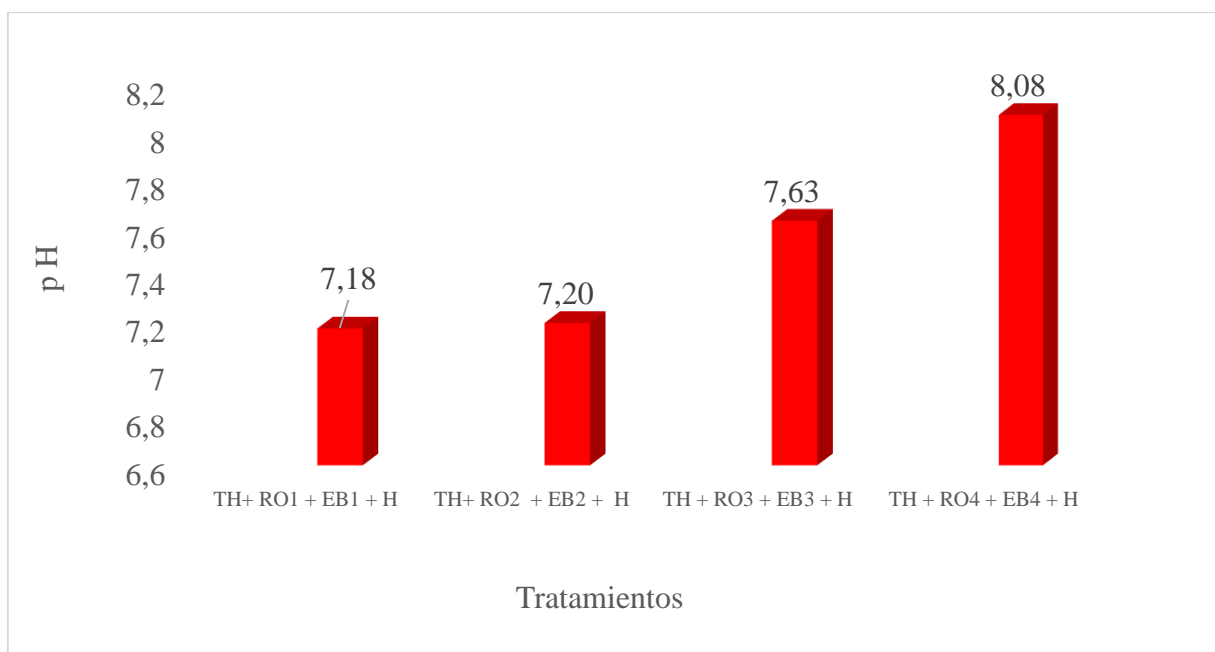


Tabla 10. pH semanal en la Producción de humus de lombriz mediante el aprovechamiento del raquis del orito (*Musa acuminata*) en el cantón La Maná recinto San José del Estero

Semanas	Tratamientos				CV (%)
	TH+ RO1 + EB1 + H	TH + RO2 + EB2 + H	TH + RO3 + EB3 + H	TH + RO4 + EB4 + H	
2	8,00 d	8,20 c	8,38 b	8,50 a	0,30
3	8,00 c	8,20 b	8,18 b	8,50 a	1,25
4	8,00 c	8,00 c	8,15 b	8,50 a	0,61
5	7,00 c	7,00 c	7,50 b	7,78 a	0,34
6	7,00 c	7,00 c	7,50 b	8,00 a	0,30
7	7,00 c	7,00 c	7,50 b	8,00 a	0,30
8	7,00 c	7,00 c	7,50 b	8,00 a	0,30
9	7,00 c	7,00 c	7,50 b	8,00 a	0,30
10	7,00 c	7,00 c	7,50 b	8,00 a	0,30
11	7,00 c	7,00 c	7,50 b	8,00 a	0,30
12	7,00 c	7,00 c	7,50 b	8,00 a	0,30
13	7,00 c	7,00 c	7,50 b	8,00 a	0,30
14	7,00 c	7,00 c	7,50 b	8,00 a	0,30
15	7,00 c	7,00 c	7,50 b	8,00 a	0,30
16	7,00 c	7,00 c	7,50 b	8,00 a	0,30
17	7,00 c	7,00 c	7,50 b	8,00 a	0,30
18	7,00 c	7,00 c	7,50 b	8,00 a	0,30

Medias con letras iguales no presentan diferencias estadísticas según la prueba de Duncan al 0,05% de probabilidad

11.4. Rendimiento de compostaje

Para el rendimiento de compostaje todos los tratamientos partieron de una mezcla de 52,27 que incluía la tierra de huerto; raquis de banano; estiércol bovino; hojarasca y lombriz roja californiana, una vez transcurrida las 18 semanas se procedió a recoger el producto final obteniendo la mayor cantidad de humus en el tratamiento tierra de huerto 6,81 kg + estiércol bovino 25,00 Kg + raquis de orito 11,36 kg + hojarasca 4,54 kg con 37,50 kg obteniendo una transformación de la materia orgánica del 71,74% valor superior al reportado por (Ortiz, 2015) quien obtiene por 50 kg de material orgánico 20,80 kg de humus (41,60%) y (Carrera, 2015) quien en 50 kg obtiene 24,72 kg al emplear residuos vegetales y animales . Tabla 11

Tabla 11. Rendimiento en la Producción de humus de lombriz mediante el aprovechamiento del raquis del orito (*Musa acuminata*) en el cantón La Maná recinto San José del Estero

Orden	Tratamientos	P. Total mezcla kg	P. Total Humus kg	Porcentaje de Transformación
T1	TH+ RO1 + EB1 + H	52,27	34,20	65,43
T2	TH+ RO2+ EB2+H	52,27	35,45	67,83
T3	TH+ RO3 + EB3+ H	52,27	36,36	69,57
T4	TH+ RO4 + EB4 + H	52,27	37,50	71,74

Lombriz roja californiana 4,54 kg por tratamiento

11.5. Contenido nutricional

En la tabla 12 se puede observar los elementos y la concentración que estos poseen, destacándose el raquis de banano orito en nitrógeno y potasio con 2,80 y 7,67%, el estiércol bovino en fósforo con 0,14% y el calcio en la hojarasca con 1,02%

Tabla 12. Contenido nutricional de los materiales en la Producción de humus de lombriz mediante el aprovechamiento del raquis del orito (*Musa acuminata*) en el cantón La Maná recinto San José del Estero

Elementos /Concentración	Hojarasca	Estiércol bovino	Raquis de B. orito
Nitrógeno %	2,70	2,50	2,80
Fósforo %	0,08	0,14	0,13
Potasio %	0,29	0,96	7,67
Calcio %	1,02	0,87	0,89
Magnesio %	0,22	0,27	0,21
Azufre %	0,14	0,14	0,14
Boro ppm	21,00	28,00	32,00
Zinc ppm	108,00	49,00	11,00
Cobre ppm	15,00	9,00	3,00
Hierro ppm	808,00	570,00	162,00
Manganeso ppm	113,00	125,00	26,00

Fuente: Laboratorio de Suelos, Tejidos Vegetales y Aguas INIAP 2021

Al analizar el humus de cada uno de los tratamientos podemos darnos cuenta que existe una mayor concentración de nitrógeno y fósforo en el tratamiento Tierra de huerta 6,81 + Raquis de orito 25,00 kg +estiércol bovino 11,36 kg +hojarasca 4,54 kg con 0,90 y 0,20 % valores que son inferiores a los repostados por (Méndez, 2015) quien en nitrógeno presenta valores de 1,37 a 1,54% y para fósforo valores de 2,04 a 3,06 lo mismo que (Carrera, 2015) que obtiene 1,20 y 1,80% para nitrógeno y 0,25 y 1,25 para fósforo.

En relación al potasio el mayor valor se registró con el tratamiento Tierra de huerta 6,81 + Raquis de orito 20,45 kg +estiércol bovino 15,90 kg +hojarasca 4,54 kg con 0,76% valor inferior al reportado por (Carrera, 2015) que registro 1,22 y 2,43% y (Ortiz, 2015) con 0,93 a 1,04%.

Tabla 13. Contenido nutricional de los tratamientos en la Producción de humus de lombriz mediante el aprovechamiento del raquis del orito (*Musa acuminata*) en el cantón La Maná recinto San José del Estero

Elementos /Concentración	TH+ RO1 + EB1 + H	TH+ RO2 + EB2 + H	TH + RO3 + EB3 + H	TH+ RO4 + EB4 + H
Nitrógeno %	0,90	0,80	0,70	0,80
Fósforo %	0,20	0,06	0,13	0,15
Potasio %	0,72	0,76	0,68	0,59
Calcio %	1,02	1,07	1,06	1,08
Magnesio %	0,30	0,29	0,31	0,28
Azufre %	0,08	0,08	0,09	0,09
Boro ppm	17,00	22,00	19,00	27,00
Zinc ppm	53,00	49,00	48,00	48,00
Cobre ppm	15,00	15,00	14,00	13,00
Hierro ppm	902,00	896,00	909,00	905,00

Fuente: Laboratorio de Suelos, Tejidos Vegetales y Aguas INIAP 2021

11.6. Relación beneficio/costo

Para efectuar la relación beneficio/costo se procedió a obtener los costos del abono registrando los mayores costos Tierra de huerta 6,81 + Raquis de orito 11,36 kg + estiércol bovino 25,00 kg + hojarasca 4,54 kg con 50,23 dólares americanos.

Los mayores ingresos y relación beneficio/costo se registraron en el tratamiento Tierra de huerta 6,81 + Raquis de orito 11,36 kg + estiércol bovino 25,00 kg + hojarasca 4,54 kg con 56,25 y 0,12, valor inferior al reportado por (Carrera, 2015) quien obtiene en la relación beneficio/costo 0,31 y (Ortiz, 2015) con 2,13 Tabla 14.

Tabla 14. Relación beneficio/costo en la Producción de humus de lombriz mediante el aprovechamiento del raquis del orito (*Musa acuminata*) en el cantón La Maná recinto San José del Estero

Costos	T1	T2	T3	T4
Dep de construcción	9,29	9,29	9,29	9,29
Dep de equipos	2,29	2,29	2,29	2,29
Mano de obra	10,00	10,00	10,00	10,00
Agua	2,00	2,00	2,00	2,00
Tierra de huerto kg	2,25	2,25	2,25	2,25
Raquis de orito kg	2,20	1,80	1,40	1,00
Estiércol bovino kg	1,50	2,10	2,70	3,30
Hojasca kg	0,10	0,10	0,10	0,10
Lombriz roja californiana Kg	20,00	20,00	20,00	20,00
Total costos	49,63	49,83	50,03	50,23
Mezcla kg	52,27	52,27	52,27	52,27
Valor por kg	0,95	0,95	0,96	0,96
Ingresos				
Humus kg	34,20	35,45	36,36	37,50
Valor kg	1,50	1,50	1,50	1,50
Total ingresos	51,30	53,18	54,54	56,25
Utilidad	1,67	3,35	4,51	6,02
Relación beneficio/costo	0,03	0,07	0,09	0,12

Fuente: Los autores 2021

12. IMPACTOS

Ambientales. - Al desarrollar este tipo de tecnología se apoya a la agricultura para brindar una alimentación equilibrada al suelo, aportando nutrientes que permitan el crecimiento y desarrollo de muchos cultivos, además se mitigan los impactos ambientales de los desechos como el estiércol y el raquis de banano.

Económicos. - Producir humus de lombriz permite tener un ingreso económico extra al agricultor por la venta del humus, por el pie de cría de las lombrices y por los lixiviados que se pueden obtener.

Sociales. - La implicación social que tiene producir humus de lombriz es que se enseña a las generaciones presentes y futuras a reciclar todos los componentes que se encuentran en la naturaleza y aprovechar todo lo que se considera desperdicio.

13. PRESUPUESTO

El presupuesto de la investigación fue financiado por los estudiantes Genaro Chugchilan y Kevin Zambrano con un monto total de 1753, 85 dólares americanos

Tabla 15. Presupuesto de la investigación

Descripción	Cantidad	Unidad	Valor Unit USD	Valor total USD
Clavos	3	kg	2,20	6,60
Flexómetro	1	unidad	5,00	5,00
Piola	1	kg	6,00	6,00
Moledora	1	unidad	60,00	60,00
Plástico	30	metros	4,00	120,00
Sarán	55	metros	2,25	123,75
Martillo	1	unidad	3,50	3,50
Tachuelas	1	caja	2,25	2,25
Tijeras	1	unidad	1,25	1,25
Cañas guadua	23	cañas	2,50	57,50
Tablas	35	4 metros	4,00	140,00
Varengas	22	2 metros	2,00	44,00
Raquis de orito	1000	kg	0,04	40,00
Estiércol bovino	600	kg	0,09	54,00
Pie de cría de lombriz	80	kg	8,00	640,00
Termómetro	1	unidad	49,00	49,00
Cajas de p H	2	unidad	3,00	6,00
Mano de obra	10	jornales	15,00	150,00
Análisis de laboratorio	7	análisis	35,00	245,00
Total				1753,85

Fuente: Los autores 2021

14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

14.1. Conclusiones

- La mayor temperatura, p H y peso de humus se registró en el tratamiento Tierra de huerto 6,81 kg+ Raquis de orito 11,36 kg + Estiércol bovino 25,00 kg + hojarasca 4,54 kg
- El mayor porcentaje de humedad se encontró en el tratamiento Tierra de huerto 6,81 kg

+ Raquis de orito 25,00 kg + Estiércol bovino 11,36 kg + hojarasca 4,54 kg

- La mayor concentración de los elementos N, P, K y calcio se reportaron en los Tierra de huerto 6,81 kg + Raquis de orito 25,00 y 20,45 kg + Estiércol bovino 11,36 y 15,90 kg + hojarasca 4,54 kg
- La mayor relación beneficio/costo se reportó con el tratamiento Tierra de huerto 6,81 kg+ Raquis de orito 11,36 kg + Estiércol bovino 25,00 kg + hojarasca 4,54 kg
- Con los resultados obtenidos se acepta la hipótesis “La utilización de tierra de huerto + raquis de banano de orito + de estiércol bovino + hojarasca no presentan una aceptable producción de abono con una buena conformación de macro y micronutrientes”

14.2. Recomendaciones

- Sensibilizar y divulgar a través de charlas, días de campo, ferias las ventajas del uso del humus de lombriz roja californiana con el empleo de subproductos pecuarios y productos agrícolas para una buena producción.
- Validar la investigación del humus obtenido con la producción en cultivos de ciclo corto u hortalizas.

15. BIBLIOGRAFÍA

- Albán, D., & Del Rosario, L. (2014). Obtención de aceite lubricante a partir de residuos de banano. Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Mecánica, Escuela de Ingeniería Automotriz , Riobamba .
- Álvarez, J. (2010). Manual de compostaje para agricultura ecológica. Andalucía , Colombia: Consejería de Agricultura y Pesca .
- Anchundia, A. (2020). Aprovechamiento de raquis de banano mediante bioestabilización de *Trichoderma harzianum* para reducir contaminación de suelos por fertilizantes químicos sintéticos. Trabajo de Titulación , Universidad Agraria del

Ecuador , Facultad de Ciencias Agrarias Carrera de Ingeniería Ambiental, Guayaquil.
 Obtenido de https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ANCHUNDIA%20VELIZ%20ARIANA%20ASTRID.%201_compressed.pdf

- Carranza, D., Alvarado, J., Méndez, D., Valenzuela, C., & Solanilla, J. (Enero- Junio de 2015). Pretratamiento de residuos de plátano (*Musa paradisiaca* L AAB) y arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) para la obtención de azúcares fermentables. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, Vol 6 (No. 1), 19-35. Obtenido de <https://sites.google.com/site/1rvcta>
- Carrera, J. (2015). Respuesta agronómica del cultivo de rábano (*Raphanus sativus*) a la aplicación de abonos orgánicos. Tesis de grado , Universidad Técnica de Cotopaxi, Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales Carrera Agronomía, La Maná .
- Dávila, S. (2006). Residuos Vegetales y animales en la alimentación de lombrices de tierra (*Eisenia foetida*) para obtener humus. Tesis de grado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo , Unidad de Estudios a Distancia, Carrera Ingeniería Agropecuaria , Quevedo.
- Durán, L., & Henríquez, C. (2007). Caracterización química, física y microbiológica de vermicompostes producidos a partir de cinco sustratos orgánicos. *Agronomía Costarricense*, Vol 31(No. 1), Pp 41-51. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43631105>
- Gómez, K. (2015). Estudio preliminar del zumo obtenido del raquis (Pinzote) de *Musa cavendishii*. Trabajo de titulación , Universidad de Guayaquil , Facultad de Ciencias Químicas, Guayaquil .
- Goya, E. (2013). Microorganismos eficientes (EM), en la elaboración de compost a partir del raquis y pseudotallo de banano (*Musa spp*). Tesis de grado , Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Unidad de Estudios a Distancia Carrera Agropecuaria, Quevedo .
- Herrera, K. (2016). Ajuste de tecnología en el manejo integrado d e plagas y enfermedades en el cultivo de banano orito(*Musa sp*) en el cantón La Maná, provincia de Cotopaxi. Proyecto de Investigación, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Agrarias Carrera de Ingeniería Agronómica , Quevedo.

- Jácome, M. (2015). Aprovechamiento del estiércol de ganado vacuno como abono líquido. Trabajo de grado , Universidad Central del Ecuador , Facultad de Ingeniería Química , Quito . Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/3789/1/T-UCE-0017-98.pdf>
- Jaramillo, G., & Zapata, L. (2008). Aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos en Colombia. Trabajo de maestría, Universidad de Antioquia , Posgrado, Antioquia.
- Larco, E. (2004). Desarrollo y evaluación de lixiviados de compost y lombricompost para el manejo de sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) en plátano. Tesis de Magister Scientiae , Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) , Programa de Educación para el desarrollo y la conservación. Escuela de Posgrado, Turrialba . Obtenido de http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/4776/Desarrollo_y_evaluacion_de_lixiviados.pdf;jsessionid=2B87E18F791087457990B23B11CC1900?sequence=1
- León, P. (2010). Estudio de diferentes sistemas de aceleración para la descomposición orgánica y producción de humus de lombriz roja. Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias , Riobamba.
- Méndez, H. (2015). Uso de subproductos de cosecha de cacao, palma aceitera y raquis de banano en la producción del humus con lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*). Tesis de grado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Unidad de Estudios a Distancia Carrera de Ingeniería Agropecuaria , Quevedo. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/2365/1/T-UTEQ-0277.pdf>
- Minta, M. (2010). Evaluación de diferentes densidades de siembra de lombrices en la producción de abono orgánico casting. Tesis de grado , Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias , Riobamba . Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1292/1/17T0936.pdf>
- Ortiz, R. (2015). Elaboración de vermicompost con residuo de cosecha y producción de rábano. Tesis de grado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Unidad de Estudios a Distancia Ingeniería Agropecuaria , Quevedo.
- Palacios, M. (2016). Caracterización química de la biomasa procedente de las hojas, pseudotallo, raquis y pseudopeciolo de la planta de banano y su relación con el poder calorífico. Trabajo de titulación , Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias

Químicas, Escuela de Ingeniería Química, Cuenca .

- Paladines, D. (2019). Obtención de celulosa a partir de raquis de banano aplicado a la remoción de plomo y cadmio en solución acuosa. Universidad Técnica de Machala , Unidad Académica de Ciencias Químicas y de la Salud Carrera de Ingeniería Química , Machala . Obtenido de http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/14097/1/T-2907_PALADINES%20CONDOY%20DARWIN%20FABIAN.pdf
- Parera, J. (2014). Utilización de los residuos pecuarios como fertilizante. 2da Jornada Nacional de Gestión de residuos , INTA, Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural . Obtenido de <https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-utilizacin-residuos-pecuarios-como-fertilizante.pdf>
- Ramos, D., & Terry, E. (octubre - diciembre de 2014). Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. Cultivos tropicales, Vol 35 (No. 4), 52-59. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362014000400007
- Roben, E. (2002). Manual de Compostaje para municipios. Ilustre Municipalidad de Loja, Loja.
- Robles, M. (2015). Evaluación de parámetros de temperatura, pH y humedad para el proceso de compostaje en la planta de tratamiento de residuos sólidos orgánicos de la municipalidad provincial de Leoncio Prado. Práctica pre profesional , Universidad Nacional Agraria de la Selva , Facultad de Recursos Naturales Renovables Departamento académico de Ciencias Ambientales , Tingo María.
- Somarriba, R., & Guzmán, F. (2015). Guía de Lombricultura (Vol. Guía Técnica No. 4). Managua , Nicaragua: Universidad Nacional Agraria . Obtenido de <http://www.una.ed.ni>
- Telégrafo, D. E. (octubre de 2020). Cultivos orgánicos crecieron en 15%. Guayaquil, Guayas, Ecuador. Obtenido de <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/economia/4/cultivos-organicos-crecimiento-ecuador>
- Valdez, R. (2013). Niveles de estiércol de bovinaza más cáscara de cacao en la producción de humus de lombriz (*Eisenia foetida*). Tesis de grado , Universidad Técnica Estatal de Quevedo , Unidad de Estudios a Distancia Ingeniería Agropecuaria, Quevedo

- . Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/537/1/T-UTEQ-0117.pdf>
- Zamora, J. (2017). Evaluación de la calidad del cartón obtenido del pseudotallo y raquis de la *musa acuminata cavendish*. Proyecto de Investigación , Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias de la Ingeniería Carrera Ingeniería Agroindustrial, Quevedo. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/4110/1/T-UTEQ-0095.pdf>

16. ANEXOS

Anexo 1: Hoja de vida del tutor del proyecto



DATOS PERSONALES

APELLIDOS: MACÍAS PETTAO

NOMBRES: RAMÓN KLEVER

ESTADO CIVIL: CASADO

CEDULA DE CIUDADANÍA: 0910743285

NÚMERO DE CARGAS FAMILIARES: CINCO

LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO: MOCACHE, 16 DE ENERO DE 1966

DIRECCIÓN DOMICILIARIA: MOCACHE, 16 DE JULIO Y ABDÓN CALDERÓN

TELÉFONO CONVENCIONAL: 0502707071 **TELÉFONO CELULAR:** 0993830407

EMAIL INSTITUCIONAL: ramón.macias@utc.edu.ec

ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS

NIVEL	TITULO OBTENIDO	FECHA DE REGISTRO	CÓDIGO DEL REGISTRO CONESUP O SENESCYT
TERCER	INGENIERO AGRÓNOMO	21 De Diciembre De 1992	1018-02-1222-1
TERCER	LICENCIADO EN EDUCACIÓN FÍSICO MATEMÁTICO	17 De Septiembre Del 2002	1013-04-530779
CUARTO	MAGISTER EN AGROECOLOGÍA Y AGRICULTURA SOSTENIBLE	26 De Mayo Del 2014	1018-14-86048265

HISTORIAL PROFESIONAL

UNIDAD ADMINISTRATIVA O ACADÉMICA EN LA QUE LABORA:

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

ÁREA DEL CONOCIMIENTO EN LA CUAL SE DESEMPEÑA:

INVESTIGACION Y PRACTICA DE REDISEÑO.

FECHA DE INGRESO A LA UTC: OCTUBRE 2017

Ing. Ramón Macías Pettao

DOCENTE TITULAR

Anexo 2: Hoja de vida de los estudiantes investigadores



CURRICULUM VITAE

DATOS PERSONALES:

Nombres : Genaro Orlando
Apellidos : Chugchilán Baraja
Cédula de Ciudadanía : 0503367146
Estado civil : Soltero
Dirección : Comuna San José del Estero
Teléfono : 0993756407
Correo electrónico : genaro.chugchilan7146@utc.edu.ec

ESTUDIOS REALIZADOS:

PRIMARIOS: Escuela Pedro Francisco Dávila.

SECUNDARIOS: Colegio Monseñor Leónidas Proaño

UNIVERSITARIOS: Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná

SEMINARIOS REALIZADOS:

- II Jornada Agronómica UTC-La Maná 2017
Dictado: Universidad Técnica de Cotopaxi
Lugar y fecha: La Maná 19 al 21 de junio del 2017
Tiempo: 40 horas
- III Jornadas Agronómica Universidad Técnica de Cotopaxi La Maná 2018
Dictado: Universidad Técnica de Cotopaxi
Lugar y fecha: La Maná 20 al 22 de junio del 2018

Anexo 3: Hoja de vida de los estudiantes investigadores**DATOS PERSONALES:**

Nombres: Kevin Andrés
Apellidos: Zambrano Caisaguano
Cédula de Ciudadanía: 0929126696
Estado civil: Casado
Dirección: Valencia lotización San Agustín
Teléfono: 0997064698
Correo electrónico: kevin.zambrano6696@utc.edu.ec

ESTUDIOS REALIZADOS:

PRIMARIOS: Unidad educativa Víctor Manuel Rendón

SECUNDARIOS: Comandante Rafael Moran Valverde

UNIVERSITARIOS: Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná

SEMINARIOS REALIZADOS:

- II Jornada Agronómica UTC-La Maná 2017
Dictado: Universidad Técnica de Cotopaxi
Lugar y fecha: La Maná 19 al 21 de junio del 2017
Tiempo: 40 horas

Anexo 4: Evidencias fotográficas

Recolección de estiércol de ganado bovino



Raquis de banano orito (Baby banana)



Lombriz roja californiana y medidor de temperatura y humedad



Lecho para la transformación de materia orgánica



Investigación de producción de humus aprovechando el raquis de banana orito



Envío de muestras de humus al laboratorio de INIAP-Pichilingue



Anexo 5: Resultado del contenido nutricional de los componentes del humus



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km 5 Carretera Quevedo - El Empalme
 Mocache - Ecuador Teléfono: 2783044 Ext. 201

Nombre del Propietario :	ZAMBRANO CAISAGUANO KEVIN ANDRES	Telf	0997064698	Reporte N° :	8272
Nombre de la Propiedad :	S/N	Cultivo:	Abonos	Fecha de muestreo :	22-04-2021
Localización :	Valencia	Los Ríos		Fecha de ingreso:	04-05-2021
	Parroquia	Cantón	Provincia	Fecha salida resultados:	10/05/2021

RESULTADOS E INTERPRETACION DE ANÁLISIS ESPECIAL DE ABONOS ORGÁNICOS

Número de Laboratorio	Identificación de las Muestras	Concentración %						ppm					
		N	P	K	Ca	Mg	S	B	Zn	Cu	Fe	Mn	
75808	Kevin Zambrano Lote Hojarasca	2.7	0.08	0.29	1.02	0.22	0.14	21	108	15	808	133	
75809	Kevin Zambrano Lote Estiércol	2.5	0.14	0.96	0.87	0.27	0.14	28	49	9	570	125	
75810	Kevin Zambrano Lote Raquis	2.8	0.13	7.67	0.89	0.21	0.14	32	11	3	162	26	

Observaciones:

x. W. [Signature]
 Dr. Manuel Carrillo Zenteno
 RESPONSABLE DPTO.



[Signature]
 LABORATORISTA

La muestra sera guardada en el laboratorio por tres meses. Tiempo excedido se devuelve en los resultados.

Anexo 6: Resultado del contenido nutricional de cada uno de los tratamientos



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km 5 Carretera Quevedo - El Empalme
 Mocache - Ecuador Teléfono: 2783044 Ext. 201

Nombre del Propietario :	ZAMBRANO CAISAGUANO KEVIN ANDRES	Telf	0929126696	Reporte N° :	8476
Nombre de la Propiedad :	Finca 3 Hermanos	Cultivo:	Abonos	Fecha de muestreo :	23-06-2021
Localización :	Valencia	Los Ríos		Fecha de ingreso:	06-07-2021
	Parroquia	Cantón	Provincia	Fecha salida resultados:	13/07/2021

RESULTADOS E INTERPRETACION DE ANÁLISIS ESPECIAL DE ABONOS ORGÁNICOS

Número de Laboratorio	Identificación de las Muestras	Concentración %						ppm					
		N	P	K	Ca	Mg	S	B	Zn	Cu	Fe	Mn	
76838	T1	0.9	0.20	0.72	1.02	0.30	0.08	17	53	15	902	347	
76839	T2	0.8	0.06	0.76	1.07	0.29	0.08	22	49	15	896	349	
76840	T3	0.7	0.13	0.68	1.06	0.31	0.09	19	48	14	909	368	
76841	T4	0.8	0.15	0.59	1.08	0.28	0.09	27	48	13	905	350	

Observaciones:

x. W. [Signature]

[Signature]