

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE
DIVISION DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE AGRONOMÍA

**“EVALUACION DEL EFECTO DE CUATRO COMBINACIONES DE TRES
SUSTRATOS PARA LOMBRICOMPOSTERAS, EN LA RELACION
CARBONO/NITROGENO, EN LA ALDEA EL MANANTIAL CARRETERA, DEL
MUNICIPIO DE BARILLAS DEL DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO”.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

Presentado a las autoridades de la División de Ciencia y Tecnología del Centro
Universitario de Occidente, Universidad de San Carlos de Guatemala.

POR:

CARLOS ROBERTO ALVARADO CASTILLO

Previo a conferírsele el título de

**INGENIERO AGRONOMO
EN SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA**

En el grado académico de

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

QUETZALTENANGO, MAYO DE 2012

UNIVERSIDAD SAN CALOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE

AUTORIDADES

Rector Magnífico: Dr. Carlos Estuardo Gálvez Barrios.
Secretario General: Dr. Carlos G. Alvarado Cerezo

CONSEJO DIRECTIVO

Directora General CUNOC: Licda. María del Rosario Paz Cabrera
Secretario Administrativo: Lic. César Haroldo Milian Raquena

REPRESENTANTES DE LOS DOCENTES

Dr. Oscar Arango B.
Lic. Teódulo Cifuentes

REPRESENTANTES DE LOS ESTUDIANTES

Br. Luís E. Rojas Menchú
Br. Víctor Lawrence Díaz Herrera

**UNIVERSIDAD SAN CALOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE**

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN
TÉCNICO PROFESIONAL**

PRESIDENTE

Ing. Agr. MSc. Carlos Gutiérrez L.

EXAMINADORES

Ing. Agr. MSc. Carlos Gutiérrez L.

Ing. Agr. Nèstor Gilberto Alvarado Castillo

Ing. Agr. MSc. Henry López Galindo

SECRETARIO

Ing. Agr. MSc. Henry López Galindo

DIRECTOR DE LA DIVISION DE CIENCIA Y TECNOLOGIA

Ing. Agr. MSc. Héctor Alvarado Quiroa.

COORDINADOR DE LA CARRERA DE AGRONOMIA

Ing. Agr. MSc. Imer Vinicio Vásquez Velásquez

NOTA: “Únicamente el autor es responsable de las doctrinas y opiniones sustentadas en el presente trabajo de graduación”. (Artículo 31 del reglamento de Exámenes Técnicos Profesionales del Centro Universitario de Occidente de la Universidad de San Carlos de Guatemala).

Quetzaltenango, mayo de 2012

HONORABLE CONSEJO DIRECTIVO
HONORABLE MESA DE PROTOCOLO Y ACTO DE JURAMENTACIÓN

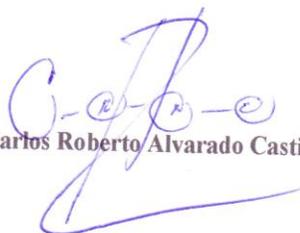
De conformidad con las normas que establece la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo titulado:

**“EVALUACION DEL EFECTO DE CUATRO COMBINACIONES DE TRES
SISTRATOS PARA LOMBRICOMPOSTERAS, EN LA RELACION
CARBONO/NITROGENO, EN LA ALDEA EL MANANTIAL CARRETERA,
DEL MUNICIPIO DE BARILLAS DEL DEPARTAMENTO DE
HUEHUETENANGO”.**

Como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Atentamente

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Carlos Roberto Alvarado Castillo



Quetzaltenango, 17 de mayo de 2012.

Ing. Agr. MSc. Héctor Alvarado Q.
Director de División de Ciencia y Tecnología
Centro Universitario de Occidente CUNOC
Su Despacho

Señor Director:

Me dirijo a Usted para hacer de su conocimiento que en cumplimiento de la asignación que esa Dirección me hiciera, he proporcionado al Estudiante **Carlos Roberto Alvarado Castillo**, la asesoría requerida para su investigación titulada:

EVALUACION DEL EFECTO DE CUATRO COMBINACIONES DE TRES SUSTRATOS PARA LOMBRICOMPOSTERAS, EN LA RELACION CARBONO/NITROGENO, EN LA ALDEA EL MANANTIAL CARRETERA, DEL MUNICIPIO DE BARILLAS DEL DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO, DURANTE EL PERIODO 2011 – 2012.

Al haber concluido ésta, tanto en su etapa de campo como de gabinete, me permito hacer constar a Usted, que considero que dicho trabajo es merecedor de su APROBACION, para su PUBLICACION, pues constituye un valioso aporte para el sector Cafetalero del país y por ende de nuestra Nación.

“ID Y ENSEÑAN A TODOS”

Atentamente.



Ing. Agr. Néstor Gilberto Alvarado Castillo
Colegiado Activo 3,633

A S E S O R

Néstor Gilberto Alvarado Castillo
INGENIERO AGRONOMO
COLEGIADO No. 3.633



Quetzaltenango, 31 de mayo de 2012.

Ing. Agr. M. Sc. Héctor Alvarado Quiroa.
Director de la División de Ciencia y Tecnología.
Centro Universitario de Occidente.

Apreciable Señor Director:

Atendiendo al nombramiento que la Dirección a su cargo me confiriera, me permito informarle que he concluido la revisión del trabajo de graduación del estudiante universitario, CARLOS ROBERTO ALVARADO CASTILLO titulado:

“ EVALUACIÓN DEL EFECTO DE CUATRO COMBINACIONES DE TRES SUSTRATOS PARA LOMBRICOMPOSTERAS, EN LA RELACIÓN CARBONO/NITROGENO, EN LA ALDEA EL MANANTIAL CARRETERA, DEL MUNICIPIO DE BARILLAS DEL DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO.”.

Aprovecho la oportunidad para indicarle la importancia del trabajo, el cual cumple con los requisitos para su aprobación.

Atentamente.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Agr. M. Sc. Carlos E. Gutiérrez L.
Colegiado 372
REVISOR.



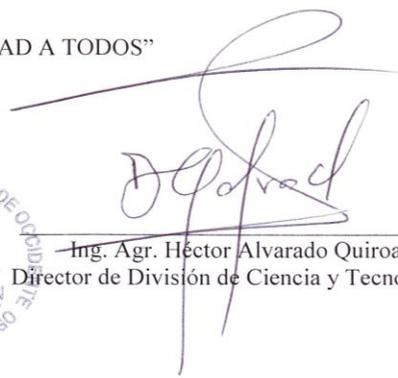
Universidad de San Carlos de Guatemala
Centro Universitario de Occidente

El infrascrito **DIRECTOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGIA** _____
Del Centro Universitario de Occidente ha tenido a la vista la **CERTIFICACIÓN DEL ACTA DE GRADUACIÓN** No. 006-AGR-2012 de fecha dos de julio del año dos mil doce del (la) estudiante: CARLOS ROBERTO ALVARADO CASTILLO con Carné No 200031432 emitida por el Coordinador de la Carrera de AGRONOMIA _____, por lo que se **AUTORIZA LA IMPRESIÓN DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN** titulado: “ **EVALUACIÓN DEL EFECTO DE CUATRO COMBINACIONES DE TRES SUSTRATOS PARA LOMBRICOMPOSTERAS EN LA RELACIÓN CARBONO/NITRÓGENO, EN LA ALDEA EL MANANTIAL CARRETERA, MUNICIPIO DE BARILLAS, HUEHUETENANGO.** ”

Quetzaltenango, 02 de julio de 2012.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”




Ing. Agr. Héctor Alvarado Quiroa
Director de División de Ciencia y Tecnología

ACTO QUE DEDICO:

A DIOS

Por ser siempre la fuerza de mi vida y que me ha brindado la gracia, la sabiduría y la paciencia a lo largo de éste camino; enseñándome que con Fe, esfuerzo, voluntad y dedicación nada es imposible y podemos llegar a alcanzar todo aquello que soñemos. A ti sea la honra y gloria.

A MI PADRE Y MADRE

Gilberto Ricardo Alvarado Villatoro y Miriam Eluvina Castillo Méndez de Alvarado, por sus grandes esfuerzos y perseverancia para mi formación profesional, que ha sido la mejor herencia que me ha dejado. Seres insustituibles a quien agradezco su vida y todo su amor, quienes me impulsaron a lograr mis sueños y anhelos. Gracias a los dos por educarme con amor y guiarme por el buen camino. Los Amo.

A MIS HERMANOS

Alex Wilfredo, Néstor Gilberto, con quienes he compartido tantos momentos felices, y juntos siempre vamos hacia adelante. De cada uno de ellos tengo algo que admirar y un ejemplo que seguir. También los amo.

A MI ESPOSA

Lucía Melina Villatoro Molina, por tu amor, por tu apoyo en todo lo que realizo y sobre todo, gracias por ayudarme a guiar por el camino del bien a esos dos hijos maravillosos que Dios nos dio. Te amo.

A MIS HIJOS

José Carlos, Ana Lucía, por ser mi fuente de inspiración, ya que todo lo que realizo lo hago pensando en ustedes, y quienes me recuerdan el niño que aún llevo dentro y me hacen ver lo bello que es la vida con su inocencia, su gracia, sus travesuras y sus ocurrencias. Los llevo en el corazón, los amo.

A MIS SOBRINOS

Aldo Wilfredo, Brandon Josué, Eduardo Yehosúa, María Cecilia, Néstor Santiago, Alex Joseb, a quienes llevo en el corazón.

A MIS CUÑADAS

Rocío y Cecilia, de quienes siempre recibí una ayuda, un sabio consejo, muestras de cariño, que han sido de bendición para mi vida.

A MIS ABUELOS

Lorenzo Alvarado y Ramiro Castillo (QEPD), hombres sabios que siempre estarán presente en mi vida, Raquel Villatoro, Catalina Méndez, de quienes he recibido tanto amor. Por sus consejos y ejemplos palpables en mi vida.

A MIS TIOS Y TIAS

De quienes siempre recibí una ayuda, un sabio consejo, un apretón de manos, un abrazo o un beso, que han sido de bendición para mi vida. Los quiero a todos.

A MIS PRIMOS Y PRIMAS

Por los que siento un cariño muy especial y me han brindado momentos muy bellos en mi vida que nunca olvidaré.

A MIS AMIGOS

Que han estado conmigo en las buenas y malas, y hemos vivido momentos inolvidables en nuestra juventud. En especial a: Pablo Zac; que pase lo que pase y esté donde esté, sé que siempre podre contar con ustedes.

A PERSONAS ESPECIALES EN MI VIDA

Ing. Agr. MSc. Héctor Alvarado Quiroa, Ing. Agr. Armando De León, a quienes agradezco y admiro por su apoyo incondicional y su ayuda para la culminación de mi carrera.

ESPECIAL AGRADECIMIENTO

A UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Mi alma mater quien me cobijo en su seno para formarme como profesional.

A ASOBAGRI

Por haberme abierto las puertas para la realización de esta investigación, así también por el apoyo incondicional brindado en todo sentido a mi persona.

A MI ASESOR Y HERMANO

Ingeniero Agr. Néstor Gilberto Alvarado Castillo, por brindarme todo su apoyo y por haber compartido todos sus conocimientos en la realización de éste trabajo de investigación, siempre estaré profundamente agradecido.

A MI REVISOR

Ingeniero Carlos Gutiérrez, por su profesionalismo, amabilidad y valioso aporte logístico en la revisión de éste documento.

A LOS DISTINGUIDOS PROFESIONALES

Ing. Héctor Alvarado, Ing. Henry López, Ing. Juan Bolaños, Ing. Jorge Trápaga, Inga. Floridalma Jacobs, Ing. Rony de Paz, Ing. Carlos Gutiérrez, Ing. Jesús Ronquillo, Ing. Julio López, Lic. Roberto Méndez. Quienes compartieron sus experiencias y conocimientos conmigo para desarrollarme profesionalmente.

A USTED, AMIGO LECTOR. CON MUCHO RESPETO.

INDICE

TITULO	Pag.
1. TEMA DE INVESTIGACION	1
2. RESUMEN	2
3. INTRODUCCION	3
4. OBJETIVOS	5
1.1.1 OBJETIVO GENERAL	5
1.1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	5
5 HIPOTESIS	6
6 MARCO TEORICO	7
2.1 CARBONO	7
2.2 NITROGENO	7
2.3 RELACION CARBONO/NITROGENO	7
2.4 LOMBRICULTURA	9
7 MARCO REFERENCIAL	18
3.1.1 DIVISION POLITICO ADMINISTRATIVA DE BARILLAS	18
3.1.2 VIAS DE ACCESO A BARILLAS	18
3.1.3 CROQUIS DE LA LOCALIZACION DE LA INVESTIGACION	19
8 METODOLOGIA	19
3.2.1 DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO	20
3.2.2 DESCRIPCION DE LA INVESTIGACION	20
3.2.3 DESCRIPCION DEL DISEÑO EXPERIMENTAL	21
3.2.4 DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS	21
3.2.5 MODELO MATEMATICO	22
3.2.6 DESCRIPCION DEL CROQUIS DEL ENSAYO	23
3.2.7 UNIDAD EXPERIMENTAL	23
3.2.8 VARIABLES DE RESPUESTA	23
3.2.9 MANEJO DEL EXPERIMENTO	24
3.2.10 ANALISIS ESTADISTICO DE LA INFORMACION	25
3.2.11 RECURSOS	26
9 ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS	28
10 CONCLUSIONES	38
11 RECOMENDACIONES	39
12 BIBLIOGRAFIA	40

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

TITULO	Pag.
1. Cuadro 1: Costos de producción de la investigación de lombricompost y relación C/N	27
2. Cuadro 2: Análisis de laboratorio de la variable relación C/N.	28
3. Cuadro 3: Análisis de varianza de la variable relación C/N.	28
4. Cuadro 4: Medias de la variable relación C/N.	28
5. Figura 1: Análisis de regresión entre las variables % de materia seca y la relación C/N.	31
6. Cuadro 5: Peso de abono en Kg de la variable rendimiento de la producción de lombricompost por unidad experimental (0.09 m ³).	32
7. Cuadro 6: Peso de abono en Kg de la variable rendimiento de la producción de lombricompost por unidad experimental en metros cúbicos (m ³).	32
8. Cuadro 6: Análisis de varianza de la variable rendimiento de la producción de lombricompost por unidad experimental (0.09 m ³).	32
9. Cuadro 7: Medias de la variable rendimiento de la producción de lombricompost por unidad experimental (0.09 m ³).	33
10. Figura 2: Análisis de regresión entre las variables: % de materia seca y Rendimiento de lombricompost por 0.09 m ³ .	33
11. Cuadro 8: Promedio de las variables pH y relación C/N de los cuatro tratamientos evaluados.	34
12. Cuadro 9: Promedio de las variables % N, % P ₂ O ₅ , % K ₂ O, % CaO y % MgO, de los cuatro tratamientos evaluados.	34
13. Cuadro 10: Promedio de las variables Cobre, Hierro, Manganeso y Zinc, de los cuatro tratamientos evaluados.	35
14. Cuadro 11: Promedio de las variables Carbono Orgánico, materia orgánica y Ceniza, de los cuatro tratamientos evaluados.	35
15. Cuadro 12: análisis económico de producción de lombricompost y lombriz coqueta roja (<i>Eisenia foetida</i>) en 0.09 m ³ .	36
16. Figura 3. Rendimiento en kg de humus (lombricompost) producido por tratamiento evaluado.	37

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

TITULO	Pag.
17. Cuadro 1: Costos de producción de la investigación de lombricompost y relación C/N	27
18. Cuadro 2: Análisis de laboratorio de la variable relación C/N.	28
19. Cuadro 3: Análisis de varianza de la variable relación C/N.	28
20. Cuadro 4: Medias de la variable relación C/N.	28
21. Figura 1: Análisis de regresión entre las variables % de materia seca y la relación C/N.	31
22. Cuadro 5: Peso de abono en Kg de la variable rendimiento de la producción de lombricompost por unidad experimental (0.09 m ³).	32
23. Cuadro 6: Peso de abono en Kg de la variable rendimiento de la producción de lombricompost por unidad experimental en metros cúbicos (m ³).	32
24. Cuadro 6: Análisis de varianza de la variable rendimiento de la producción de lombricompost por unidad experimental (0.09 m ³).	32
25. Cuadro 6: Análisis de varianza de la variable rendimiento de la producción de lombricompost por unidad experimental (0.09 m ³).	32
26. Cuadro 7: Medias de la variable rendimiento de la producción de Lombricompost por unidad experimental (0.09 m ³).	33
27. Figura 2: Análisis de regresión entre las variables: % de materia seca y Rendimiento de lombricompost por 0.09 m ³ .	33
28. Cuadro 8: Promedio de las variables pH y relación C/N de los cuatro tratamientos evaluados.	34
29. Cuadro 9: Promedio de las variables % N, % P ₂ O ₅ , % K ₂ O, % CaO y % MgO, de los cuatro tratamientos evaluados.	34
30. Cuadro 10: Promedio de las variables Cobre, Hierro, Manganeso y Zinc, de los cuatro tratamientos evaluados.	35
31. Cuadro 11: Promedio de las variables Carbono Orgánico, materia orgánica y Ceniza, de los cuatro tratamientos evaluados.	35
32. Cuadro 12: análisis económico de producción de lombricompost y lombriz coqueta roja (<i>Eisenia foetida</i>) en 0.09 m ³ .	36
33. Figura 3. Rendimiento en kg de humus (lombricompost)	

TEMA DE INVESTIGACION

“EVALUACION DEL EFECTO DE CUATRO COMBINACIONES DE TRES SUSTRATOS PARA LOMBRICOMPOSTERAS, EN LA RELACION CARBONO/NITROGENO, EN LA ALDEA EL MANANTIAL CARRETERA, DEL MUNICIPIO DE BARILLAS DEL DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO”.

RESUMEN.

En el año 1,998 la Asociación Barillense de Agricultores (ASOBAGRI) inició actividades orientadas a la producción de café orgánico certificado. Catorce años después cuenta 1000 productores asociados, exportando la producción hacia Europa, Asia, Estados Unidos y Canadá. A pesar de la experiencia adquirida existen factores que se deben mejorar, tal es el caso de los abonos orgánicos, y específicamente con la relación C/N de los mismos, que es una variable que verifican las empresas certificadoras. Para contribuir al incremento de ésta relación se planteó el presente trabajo de investigación, evaluando cuatro combinaciones de tres sustratos de fácil adquisición local (pulpa de café, materia seca “hojarasca” y estiércol de equino), en lombricomposteras, con el propósito de identificar el tratamiento que proporcione la mejor relación C/N, el mejor rendimiento por unidad de volumen, la calidad y la respuesta económica. Para el efecto se estableció un ensayo en la aldea el Manantial Carretera del municipio de Barillas, departamento de Huehuetenango, a una altitud de 1450 msnm, en los meses de Julio a noviembre del 2012. Se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro tratamientos y cinco repeticiones. Luego de finalizado el estudio se tomó una muestra de 1,000 gramos por tratamiento y fue enviado al laboratorio “ANALAB” para el análisis de catorce variables, dentro de ellas la relación C/N; se determinó el rendimiento de lombricompost y la respuesta económica. Se pudo concluir que los tratamientos evaluados (combinaciones de materia seca, pulpa de café y estiércol de equino) como sustrato para la transformación en lombricompost, reportaron estadísticamente la misma relación C/N, con un promedio de 16.12. Por lo que se acepta la hipótesis nula planteada. El tratamiento 1 (30% de materia seca, más 35% de pulpa de café y 35% de estiércol de equino) fue superior estadísticamente con 30.56 kg/0.09m³ de rendimiento de lombricompost respecto al resto de tratamientos evaluados, que oscilaron entre 28.19 y 24.99 kg/0.09m³. Los cuatro tratamientos evaluados presentaron similar calidad, obteniendo entre 10 y 11 variables dentro de un rango adecuado (según parámetros del laboratorio), respecto a 14 variables analizadas. El tratamiento que presentó las mejores ventajas económicas fue el 1. Se recomienda evaluar el tratamiento 1, comparándolo con el manejo tradicional del productor, en al menos 30 fincas, en donde se valoren las mismas variables del presente estudio y se conozca la opinión del productor; así como valorar otros tratamientos orientados a disminuir la materia seca e incrementar la pulpa de café y estiércol de equino.

INTRODUCCION

La agricultura orgánica nace en Gran Bretaña después de la segunda guerra mundial teniendo como base la conservación de suelos, la fertilización orgánica y la conservación de la diversidad. La agricultura orgánica comparte mucho con la agricultura tradicional pues esta no contamina y además garantiza una vida digna y ofrece posibilidades para la comercialización.

Actualmente, de acuerdo a las circunstancias del desarrollo de la agricultura orgánica, es importante saber qué tan eficientes pueden ser algunas técnicas (aboneras tipo Compost) para la fertilización de los cultivos. La elaboración de aboneras orgánicas ha sido realizada desde siglos atrás, sin embargo, no se le ha dado mucha importancia, ya que las aboneras que se trabajan tienen escasos rendimientos de nutrientes y baja relación carbono nitrógeno (C/N); por ello es necesario darse cuenta de qué tan importante es la elaboración de aboneras orgánicas y los efectos que estas pueden provocar a largo plazo.

En el municipio de Barillas del departamento de Huehuetenango esta actividad (elaboración de aboneras tipo lombricompost) es escasa, porque los agricultores en general no han sido capacitados e ignoran la importancia que esta práctica genera al prolongar una mejor fertilidad a sus terrenos y consecuentemente lo económico que estas pueden ser ya que son hechas de materiales locales. La producción de aboneras orgánicas en nuestro medio, es una actividad realizada por agricultores de escasos recursos económicos y sujetos a condiciones ambientales de producción que en su mayoría son generalmente adversas. En la actualidad se puede observar que estos agricultores han desarrollado varios métodos empíricos para mejorar sus aboneras; a la vez con el afán de mejorar la calidad de las mismas, mezclan los diferentes sustratos en proporciones no adecuadas y por lo tanto no obtienen un alto porcentaje de nutrientes, los cuales sus cultivos necesitan y se refleja en el bajo rendimiento. Por esta razón se hace necesario realizar experimentos donde se determine qué tipo de abonera es la recomendada para la obtención de un mayor porcentaje de nutrientes, que satisfagan las necesidades de los cultivos ya que la norma NOP/USDA con numero de párrafo 205.203 dice que se debe establecer una proporción inicial de la relación C/N entre 25:1 y 40:1 en aboneras orgánicas.

Dentro del municipio de Barillas, se encuentran organizaciones trabajando el tema productivo, algunas trabajan con el cultivo de cardamomo, otras con el cultivo de caña de azúcar y está específicamente la Asociación Barillense de Agricultores (ASOBAGRI) trabajando el cultivo de café orgánico certificado, desde el año 1,998, contando con 1000 productores asociados en la actualidad, exportando la cosecha hacia Europa, Asia, Estados Unidos y Canadá, teniendo requerimientos cada día más específicos llegando a la diferenciación del producto. Esto provoca que la producción de café sea netamente orgánica, ya que se cuenta con normas orgánicas internacionales que se deben cumplir y dentro de estas está la que se menciona en el párrafo anterior, la cual se debe cumplir en el proceso de producción de abonos. Además, se cuenta con la supervisión de Inspectores Orgánicos Internacionales cada año, quienes realizan visitas periódicas, quienes verifican cada una de las normas y dentro de las recomendaciones que han dado, se encuentran las de mejoramiento de aboneras donde se debe de incrementar la relación carbono-nitrógeno (C/N) y que es lo que incentiva a realizar tal investigación.

Así, para la Asociación Barillense de Agricultores –ASOBAGRI- el tema en mención es de importancia, la cual está certificada por MAYACERT S. A. acreditada por National Organic Program/United Status Departament Of Agricultura y la agencia de Control Verein Zur Begutachtung Von Prüfstellen de la ISO65/EN 45011, con Escritura Pública No. 122, inscrita en el

libro 124, folio 386, No. 35756 del Registro Mercantil del Ministerio de Economía de la República de Guatemala. Entonces, el objetivo principal de la asociación es la producción de café orgánico, debiendo mejorar la calidad del abono, ya que en la actualidad no satisfacen las necesidades de nutrientes que requieren las plantaciones de café y los requerimientos internacionales. Se han realizado muestreos en aboneras con los asociados de ASOBAGRI y la relación C/N no llega al nivel adecuado y requerido (25:1 y 40:1), se ha llegado a un nivel máximo de 10:1-

Por lo expuesto con anterioridad, se planteó el presente trabajo de investigación evaluando cuatro combinaciones de tres sustratos de fácil adquisición local (pulpa de café, materia seca (hojarasca) y estiércol de equino) en lombricomposteras, con la intención de identificar el tratamiento que proporcione la mejor relación C/N, así como medir el efecto de los tratamientos sobre otros nutrientes y variables de laboratorio analizadas.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

Generar tecnología de aboneras tipo lombricompost para la producción de cultivos y conservación de suelos en el área rural del Municipio de Barillas del Departamento de Huehuetenango a través de 4 aboneras locales.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- ✓ Determinar la respuesta de los tratamientos respecto a la relación carbono nitrógeno.
- ✓ Establecer la producción de lombricompost de los tratamientos evaluados.
- ✓ Determinar la calidad del lombricompost con base en parámetros del laboratorio.
- ✓ Establecer la respuesta económica de los tratamientos evaluados.

HIPOTESIS

- Ho. 1.** Estadísticamente ninguno de los tratamientos incrementa la relación carbono/nitrógeno (C/N) al aumentar el % la materia seca (hojarasca).
- Ha. 2.** La relación carbono/nitrógeno (C/N) aumentará, al aumentar la materia seca (hojarasca) en el sustrato.

MARCO TEORICO

CARBONO.

El carbono es un elemento químico de número atómico 6 y símbolo C. Es sólido a temperatura ambiente. Es el pilar básico de la química orgánica; se conocen cerca de 16 millones de compuestos de carbono, aumentando este número en unos 500.000 compuestos por año, y forma parte de todos los seres vivos conocidos. Forma el 0,2 % de la corteza terrestre.

El carbono es un elemento notable por varias razones. Sus formas alotrópicas incluyen, sorprendentemente, una de las sustancias más blandas (el grafito) y la más dura (el diamante) y, desde el punto de vista económico, uno de los materiales más baratos (carbón) y uno de los más caros (diamante). Más aún, presenta una gran afinidad para enlazarse químicamente con otros átomos pequeños, incluyendo otros átomos de carbono con los que puede formar largas cadenas, y su pequeño radio atómico le permite formar enlaces múltiples. Así, con el oxígeno forma el óxido de carbono, vital para el crecimiento de las plantas, lo cual se afirma al estudiar el ciclo del carbono; con el hidrógeno forma numerosos compuestos denominados genéricamente hidrocarburos, esenciales para la industria y el transporte en la forma de combustibles fósiles, y combinado con oxígeno e hidrógeno forma gran variedad de compuestos, como por ejemplo, los ácidos grasos, esenciales para la vida, y los ésteres que dan sabor a las frutas; además es vector, a través del ciclo carbono-nitrógeno, de parte de la energía producida por el Sol. (11)

NITROGENO.

El nitrógeno es componente esencial de los aminoácidos y los ácidos nucleicos, vitales para la vida y los seres vivos. Las legumbres son capaces de absorber el nitrógeno directamente del aire, siendo éste transformado en amoníaco y luego en nitrato por bacterias que viven en simbiosis con la planta en sus raíces. El nitrato es posteriormente utilizado por la planta para formar el grupo amino de los aminoácidos de las proteínas que finalmente se incorporan a la cadena trófica

El nitrógeno es un elemento químico, de número atómico 7, símbolo N y que en condiciones normales forma un gas diatómico (nitrógeno diatómico o molecular) que constituye del orden del 78% del aire atmosférico. En ocasiones es llamado azoe —antiguamente se usó también Az como símbolo del nitrógeno. La aplicación comercial más importante del nitrógeno diatómico es la obtención de amoníaco por el proceso de Haber. El amoníaco se emplea con posterioridad en la fabricación de fertilizantes y ácido nítrico.

El ciclo de este elemento es bastante más complejo que el del carbono, dado que está presente en la atmósfera no sólo como N_2 (78%) sino también en una gran diversidad de compuestos. Se puede encontrar principalmente como N_2O , NO y NO_2 , los llamados NO_x . También forma otras combinaciones con oxígeno tales como N_2O_3 y N_2O_5 (anhídridos), "precursores" de los ácidos nitroso y nítrico. Con hidrógeno forma amoníaco (NH_3), compuesto gaseoso en condiciones normales. (11)

RELACION CARBONO/NITROGENO.

La relación Carbono/Nitrógeno es un valor numérico que determina la proporción que podemos encontrar en un suelo. El carbono y el nitrógeno son dos elementos indispensables para el

desarrollo de la vida ya que afectan directa o indirectamente a todos los procesos biológicos. El carbono fijado por la biomasa proviene del CO₂ atmosférico, reducido durante el proceso de fotosíntesis por las plantas, y suele oscilar en torno a un 50-60% de la materia orgánica. Sin embargo, el porcentaje de nitrógeno es muchísimo menor que el porcentaje de carbono. Debido a este y a la competencia que ejercen los distintos seres vivos para la obtención del elemento, puede ser un factor limitante. La relación C/N se utiliza para medir la biomasa y la evolución de la materia orgánica en los estudios de fertilidad del suelo. (13)

LA HUMIFICACIÓN Y LA RELACIÓN C/N:

Para una buena humificación de la materia orgánica, es muy importante que la riqueza en Carbono y Nitrógeno esté situada entre unos determinados valores, debido a que la microflora edáfica, que actúa en la descomposición y mineralización de la materia orgánica, requiere Carbono como fuente de energía, y Nitrógeno como intermediario en la síntesis de proteínas. Si no disponen de alguno de estos elementos, la mineralización se ralentiza y por consiguiente la producción vegetal no dispone de suficientes nutrientes para su desarrollo y a su vez, el suelo puede perder parte de su estructura.

VALORES:

La relación C/N del suelo varía fundamentalmente en función de la relación C/N de la materia orgánica vegetal existente. Las leguminosas, por ejemplo, poseen una relación C/N de 9-10, lo que es muy beneficioso para el suelo. De este modo podemos determinar que un suelo se considera fértil si el valor numérico de esta relación se encuentra en torno a 10 y en niveles óptimos de 25 a 40.

RELACIÓN CARBONO/NITRÓGENO EN LA FERMENTACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA:

Los procesos de fermentación de materia orgánica contenida en los residuos sólidos generados en cualquier población cumplen con el doble objetivo de tratar convenientemente los citados residuos, así como revalorizarlos obteniendo un producto final útil para la agricultura. Este producto, el compost, debe cumplir una serie de propiedades que garanticen su calidad, entre ellas, temperatura, granulometría, cantidad de elementos extraños, etc., pero es la relación **carbono/nitrógeno** del compost una de las más importantes, ya que tanto el carbono como el nitrógeno son dos elementos esenciales para la nutrición de cualquier organismo, en este caso las especies vegetales, por lo que para una correcta fermentación deben encontrarse en las proporciones idóneas.

Esta relación indica la fracción de carbono orgánico frente a la de nitrógeno. Prácticamente la totalidad del nitrógeno orgánico presente en un residuo orgánico es biodegradable y, por tanto disponible. Con el carbono orgánico ocurre lo contrario ya que una gran parte se engloba en compuestos no biodegradables que impiden su disponibilidad en la agricultura.

El rango óptimo en los residuos orgánicos para un correcto compostaje se encuentra entre 20 y 40 a 1. Los excesos de cualquiera de los dos componentes con lleva a una situación de carencia. Si el residuo de partida es rico en carbono y pobre en nitrógeno, la fermentación será lenta, las temperaturas no serán altas y el carbono se perderá en forma de dióxido de carbono. Para el caso

contrario, en altas concentraciones relativas de nitrógeno, éste se transformará en amoníaco, impidiendo la correcta actividad biológica.

En tabla adjunta se muestran valores de relación C/N para diversos residuos orgánicos. (Datos de Nitrógeno y Carbono total de la fracción seca). Según el tipo de residuo orgánico, el cálculo de la relación C/N no es muy fiable ya que, aunque todo el Nitrógeno esté disponible, o sea biodegradable, solamente una fracción de Carbono puede serlo. De este modo, la relación C/N puede variar (incluso duplicarse) según se considere el Carbono Orgánico Total o el Carbono Orgánico Disponible.

NITRÓGENO Y RELACIÓN C/N EN VARIAS MATERIAS			
MATERIAL		% N₂	C/N
Residuos de comida	Fruta	1,52	34,80
	Mataderos	7,0-10	2
Estiércoles	Vaca	1,70	18
	Cerdo	3,75	20
	Aves	6,30	15
	Oveja	3,75	22
Fangos activados	Digeridos	1,88	15,70
	Crudos	5,60	6,30
Madera y paja	Serrín	0,10	200-500
	Paja trigo	0,30	128
	Madera pino	0,07	723
Papel	Mezclado	0,25	173
	Periódico	0,05	983
	Revistas	0,07	470
Residuos de jardín	Césped	2,15	20,10
	Hojas caídas	0,5-1	40-80
Biomasa	General	1,96	20,90

Enciclopedia Ambientum de España (www.ambientum.com)

Un proceso de fermentación de materia orgánica procedente de residuos sólidos realizado correctamente tiene un índice C/N en la masa fermentable entre 25 y 35. Para valores menores, deben agregarse materiales ricos en carbono (paja, virutas de madera, etc...), y en el caso contrario, materiales ricos en nitrógeno (estiércoles, lodos de depuradora, etc...). Durante el proceso de fermentación, la relación C/N disminuye hasta valores entre 12 y 18 por pérdidas de carbono como dióxido de carbono.

Si el material final obtenido, tras la fermentación, tiene un valor C/N alto, indica que no ha sufrido una descomposición completa y, si el índice es muy bajo, puede ser por una excesiva mineralización, aunque todo ello depende de las características del material de partida. (8)

LOMBRICULTURA.

La lombricultura es una tecnología “moderna”, que presenta grandes perspectivas para los sistemas de producción agropecuarios e industriales, donde el manejo de los desechos orgánicos se ha convertido en un grave problema para los productores y agudiza el desequilibrio ecológico del mundo.

La lombricultura es una tecnología moderna, basada en la cría intensiva y controlada de lombrices seleccionadas, con uno o varios objetivos:

- Biodegradación de todo tipo de materia orgánica.
- Producción intensiva de humus de lombriz.
- Producción intensiva de lombrices.
- Obtención de subproductos (Industrialización).

Puede ser definida como un proceso de biodegradación natural, similar al compostaje, con la diferencia importante que el material además de ser atacado por toda la carga microbial (hongos, bacteria, entre otros) existente en el medio natural, pasa por el complejo sistema digestivo de la lombriz, donde ocurren procesos de fraccionamiento, desdoblamiento, síntesis, saneamientos y enriquecimiento enzimático microbial, lo cual trae como consecuencia un aumento sustancial en la velocidad de degradación y mineralización del desecho, obteniendo un producto final de alta calidad química, física y sobre todo microbiológica.

El tiempo de duración del proceso depende directamente de la densidad poblacional existente en los lechos, la humedad y del tipo de material. Un ejemplo práctico, supongamos que se comienza el 1 de agosto con un núcleo de 5 Kg. de lombriz, (unas 6.000 lombrices adultas) en un espacio de 1 metro cuadrado. Para satisfacer las necesidades alimenticias de esta población, le alcanzarán unos 4,5 Kg. diarios de alimento (cualquier desecho orgánico: cáscaras, papeles, aserrín, cartones, estiércoles, pasto, hojas, entre otros). Es importante destacar que nos referimos a alimento humedecido, o sea que gran parte de este peso es agua. Las lombrices comenzarán a reproducirse semanalmente y la población se duplicará cada 60/90 días. Para agosto del siguiente año, no se sorprenda, su población será de aproximadamente 30.000 a 60.000 individuos (de las cuales 25.000 serán adultos). De igual modo, ya tendrá una significativa cantidad de humus.

Si se es productor o productora del agro, sea el establecimiento una finca, una granja, un criadero, se verá doblemente beneficiado. Los desechos orgánicos (estiércoles, barros, restos de alimentos), que sin duda hoy acarrearán problemas, serán la "comida" que las lombrices transformarán en humus. Entonces, no sólo terminará con un problema sino que se ganará dinero con la venta de lombrices y humus. Si la actividad está orientada a la horticultura o floricultura, puede utilizar el humus para fertilizar sus tierras (8, 11,14)

FACTORES DETERMINANTES DE LA LOMBRICULTURA.

Los factores determinantes que se deben tener en cuenta en la lombricultura son:

- Humedad.
- Alimentación.
- Manejo.

HUMEDAD.

Las lombrices no toleran humedades por debajo del 70%, depende del tipo de sustrato. Si los lechos se encuentran a campo abierto, es fundamental que el suelo donde están soportados, presente un buen drenaje. El agua destinada para el riego de los lechos debe ser de origen natural, que no haya sido tratada con productos químicos. La humedad es importante para disminuir las altas temperaturas que pudieran existir en módulos expertos al sol.

ALIMENTACIÓN.

Toda la comida que se le vaya a suministrar a las lombrices debe ser previamente fermentada en forma completa ya que si la ingiere con fermentación parcial estallarían los esófagos por inflamación de las cavidades celomáticas; ya que las lombrices no están fisiológicamente preparadas para realizar su proceso.

En caso de suministrarse material fresco como elemento para las lombrices, las capas no deben superar los 10 centímetros de espesor con el fin de evitar fermentaciones. Al igual que el resto de animales, la lombriz es selectiva cuando la dieta ofrecida es variada, escogiendo siempre el material de mayor riqueza nutricional y de más fácil consumo, lo cual repercute en el desarrollo reproductivo de la lombriz.

En este orden de ideas, se pueden dividir los materiales en dos grandes grupos, según su origen:

➤ **Desechos de Animales:**

Son los preferidos por las lombrices, debido a que en su mayoría presentan mayor riqueza nutritiva y consumo, gracias a que ya ha sufrido una primera digestión, por lo cual se hace presente unas características físicas, perdiendo un mínimo de energía la lombriz en su labor. Presentan mayores expresiones reproductivas.

➤ **Desechos Vegetales:**

Dentro de este grupo encontramos que la lombriz prefiere y presentan menores expresiones reproductivas consumiendo frutas cremosas como el banano, guayaba, pulpa de café, lechosa, etc., seguida por frutas acuosa como la cítrica. Los tallos, rosas, follajes presentan una respuesta positiva sin ser óptima, debido principalmente a su característica física, donde la lombriz pierde mucha energía vital en consumir el alimento, que pudiese ser destinada de la producción. (12)

MANEJO.

Es aquí donde en la mayoría de los casos se han presentado los grandes errores en la adaptación de esta tecnología. Al igual que en las demás explotaciones pecuarias (cerdos, aves, vacunos, etc.), la lombricultura tiene una parte de manejo en sus diferentes actividades que deben ser bien administradas y controladas para lograr tener éxito. Con buen manejo, un proyecto lombrícola de solo 100 metros cuadrados, puede lograr en su fase estable, producir hasta dos toneladas de humus mensuales.

Dentro de este orden, las partes más importantes que se deben tener en cuenta son:

- Diseño
- Tiempos y movimiento de personal
- Siembra y extensiones
- Alimentaciones
- Riegos y drenajes
- Cosechas
- Control escritos (registros)

En lombricultura estos factores no son fijos sino dinámicos, es decir, que su aplicación es variable de acuerdo a condiciones tales como temperatura, pluviometría, piso térmico, topografía,

localización y tipo de desecho. A continuación se definen algunos lineamientos útiles, en el establecimiento de la lombricultura.

➤ **Diseño:**

La lombricultura se ha desarrollado a diferentes escalas, así se tiene que en las fincas productoras de lombrices para utilizar la carne y en algunas fincas productoras de humus existen módulos de concreto de 1 metro de ancho por 80 centímetro de alto y de 80 a 100 metros de largo, presentándose estas mismas dimensiones en módulos enterrados.

Se han probado diferentes tipos de módulos, las cuales se citan a continuación:

- Cajones de madera levantados a 1 metro sobre el suelo
- Lechos directamente sobre el suelo
- Módulos excavado

➤ **Tiempo y movimiento de personal:**

Como se indica al inicio la lombriz roja californiana presenta un promedio de vida de 14-18 años, una frecuencia de apareamiento de aproximadamente 7 a 8 días, a los tres meses alcanza su madurez sexual y a los 7 meses su máximo tamaño. En cuanto al personal se considera un proyecto de 100 m² de lombricero puede ser bien manejado por un obrero, ahora bien si se incorpora el envasado y cualquier otra labor que impliquen incorporar más valor al producto se puede considerar la incorporación de otro personal.

➤ **Siembras y Extensiones:**

Para la siembra se recomienda una densidad aproximada de 5 Kg. de lombrices por metro cuadrado de lecho. Antes de proceder a la siembra se hace necesario realizar una serie de pruebas al sustrato entre las cuales se encuentran:

Prueba de supervivencia de 80 Lombrices (P50L): Se coloca el sustrato previamente preparado con un pH de aproximadamente 6,8-7,2 y se colocan en una caja de madera o cartón de una dimensión que puede ser de 50 x 50 x 15 centímetros. El sustrato debe tener una capa de 5 a 6 centímetros luego se cuentan, se miden y se pesan 80 lombrices, se depositan en la superficie y se observan si se introducen o no en el compost, al cabo de 8 días se observan de nuevo para verificar la presencia de huevos lo mismo que su posible crecimiento y engorde, si a propio criterio las lombrices de prueba han tenido progreso, procedemos entonces a llenar los lechos de producción.

Prueba de Pureza (4 a 5 puntos): Antes de suministrar el alimento que es utilizado por primera vez del cual no se conoce su origen o de exacta composición, se recomienda colocar en 4 ó 5 puntos distintos de la cama o lecho de 5 a 10 lombrices señalando el punto con un pitillo, estas se hunden rápidamente en el sustrato y transcurridas 24 horas se busca excavando debajo de los pitillos. Si aún permanecen vivas significa que se puede utilizar el alimento, si están muertas debemos determinar las causas.

Prueba de pH: Puede ser realizada con un peachimetro o con una cinta de papel tornasol, con cualquiera de estos dos métodos deberá tenerse un pH alrededor de 7, esta prueba debe ser realizada cada vez que se incorpore alimento o material orgánico a fin de controlar su envejecimiento y su estado de descomposición.

Alimentación: El sustrato constituye la base de lecho y se forma con sustancias orgánicas el cual debe tener entre 20 y 25% de celulosa y un espesor a ser incorporado de 10-20 centímetros y debe estar descompuesto, a una temperatura de 25° C ya que si son superiores pueden causar la muerte de las lombrices. La cantidad y maneras de suministrar el alimento

dependen de varios factores entre ellos tenemos: número de lombrices presentes, tipo de alimento y temperatura ambiental.

Consideraciones necesarias en el proceso de alimentación:

La cantidad de alimento por metro cuadrado de lecho debe ser de 20 a 25 Kg. cada 10 días aproximadamente. Sin embargo se recomienda alimentar cada vez que se observe que las lombrices han consumido todo el alimento distribuido anteriormente. No se debe suministrar más alimento del necesario (sobrealimentar) cuando aún el anterior no ha sido consumido ya que se eleva la fermentación, aumentando la temperatura, lo cual conlleva a la muerte de las lombrices. Se debe distribuir el alimento esparciéndolo sobre la superficie en capas finas.

La comida debe tener una mezcla aproximada de 60% de excretos y 40% de desechos vegetales, así mismo debe tener una humedad adecuada de 70 a 80%. La comida a suministrar debe estar libre de sustancias tóxicas, como de aditivos químicos, así mismo no debe tener exceso de minerales. Si se determina que existe un elevado contenido proteico en el alimento se recomienda diluirlo, bien sea añadiendo heno o cartón finamente triturado a fin de reducir la concentración proteica por unidad de volumen. Se recomienda variar el menú cada 7 días ya que se obtiene mayor crecimiento en menor tiempo, mayor actividad, mayor número y por ende mayor cantidad de humus.

➤ **Riego y drenaje:**

Las lombrices no toleran humedad por debajo de 70% por lo tanto uno de los cuidados que se debe tener en los módulos es el de la humedad y regar los lechos adecuadamente a fin de proveer al sustrato la humedad necesaria para que pueda ser dirigida por las lombrices. Así mismo el riego necesario para disminuir las altas temperaturas que pueden existir en los lechos expuestos directamente al sol. Se debe tener el cuidado de exceso de humedad y tener un buen drenaje en los módulos. El líquido que sale de los lechos es aprovechable como abono líquido.

➤ **Cosecha:**

La recolección de lombrices para la venta o cualquier otra actividad se puede efectuar en forma manual aumentando los costos pero evitando daños en estas, es una tarea dispendiosa pero que la puede realizar cualquier persona, hay que recordar que para ser cultivador solo se requiere de buena voluntad y algún conocimiento el cual se adquiere principalmente con la práctica. La tierra óptima para vender como lombricompost es muy ligera, oscura, suelta, porosa y suave; es inodora y solo se requiere un poco de sol para quitar los excesos de humedad y empacar en bolsas de plásticos, la humedad del lombricompost para su venta es de un 30% aproximadamente, este puede permanecer almacenado el tiempo que sea necesario. Las lombrices tienen mucho tipo de utilidad y por consiguiente de empaque. Existen innumerables métodos para cosechar el humus, bien sea sólido o líquido, y para cosechar las lombrices.

Método de la Extracción del Humus: Consiste en proceder a raspar la superficie del módulo, en un día de sol, con una herramienta que permita ir sacando el humus, mientras las lombrices se van profundizando en el módulo, huyendo de los rayos solares, hasta que las lombrices se apilontonan en el fondo. Una vez extraído casi todo el humus, se echa una capa de alimento encima de las lombrices y se empieza de nuevo el proceso de producción de humus. El inconveniente de este sistema de cosechar el humus es que se extraen también los huevos, sacrificando momentáneamente la tasa reproductiva.

Método de la Extracción de Lombrices: Consiste en preparar alimento fresco o sustancias orgánicas de distinta naturaleza a la suministrada la última vez. Se somete a las lombrices a un estrés de hambre de entre 2 y 7 días sin suministrarles alimento. La comida se distribuirá, luego

de este periodo, en una capa de unos 5-10 cm. de espesor, sobre el módulo o sobre tela metálica o sacos, se esperan 5-7 días y se retira la capa de alimento fresco la cual estará llena de lombrices. Repitiendo esta operación se logrará extraer más del 90% de las lombrices de todos los tamaños y sus huevos. Si vamos a utilizar las lombrices como pie de cría las sembramos sobre el sustrato previamente preparado de los módulos nuevos y se inicia un nuevo ciclo de producción. Si, por el contrario, vamos a utilizar las lombrices o su carne las procesamos directamente según se explicará más adelante. En todo caso, extraídas las lombrices del módulo quedan las literas listas para cosechar el humus.

Método de Descargas Eléctricas: Consiste en aplicar descargas eléctricas de bajo voltaje consecutivamente, en el sustrato a lo cual las lombrices responderán subiendo hacia la superficie del lecho, lo cual es aprovechado para ser cosechadas. (12)

LOMBRICOMPOSTA (HUMUS DE LOMBRIZ).

El humus es el producto resultante de todos los procesos químicos y biológicos sufridos por la materia orgánica. El humus de lombriz es el producto resultante de la transformación digestiva que ejerce este pequeño animal sobre la materia orgánica. Es decir, que la lombriz tiene la facultad de biodegradar la materia orgánica en cuestión de horas, lo que en forma natural se demora meses, gracias a la poderosa acción de su aparato digestivo, generando un producto de textura granular uniforme, forma cilíndrica, coloración café o negro oscuro y con un agradable aroma a tierra fresca.

El humus de lombriz está compuesto por el carbono, el oxígeno, nitrógeno, todos los macro y micro elementos que se utiliza para darle origen. Además, la microflora benéfica contenida en el humus de lombriz, no es igualada por ningún abono similar presentando un contenido bacteriano de hasta dos billones de colonias por gramo de muestra; lo cual lo convierte en el mejor inoculador de vida en los suelos que lo utilizan. El humus presenta una acción de imán, el cual hace posible que los suelos que lo contienen presenten una mejor estructura, debido a que actúa como cemento de unión entre las partículas del suelo, dando origen a estructuras granulares que permiten un óptimo desarrollo radicular, mejorar el intercambio gaseoso, activar a los microorganismos del suelo, aumentar la oxidación de la materia orgánica y por ende la entrega de nutrientes en formas químicas asimiladas por las plantas, estimulando de esta forma el crecimiento vegetal. Por otra parte, presenta un efecto homeostático (tampón), ya que modera los cambios de acidez y neutraliza los compuestos orgánicos tóxicos que llegan a él por contaminación, proporcionándole al suelo mayores defensas frente a invasiones bacterianas y fúngicas, peligrosas para las plantas.

Otra característica importante del humus, es su capacidad de comportarse como hormona estimuladora del crecimiento vegetal, ya que se conoce que 1 mg/lit de humus, equivale en actividad a 0.01 mg/lit de A.I.A; factor importante en la propagación clonal de las plantas. En ensayos desarrollados en cultivo de flores de exportación, se estableció que el humus de lombriz alcanza a sustituir hasta en un 100% la fertilización química habitual, obteniendo similares y en algunos casos mejores rendimientos productivos. Proporciona al suelo una estabilidad en el pH cerca a la neutralidad, donde los procesos químicos y microbiológicos se desarrollan con mayor intensidad, traduciéndose en una mejor nutrición y sanidad de la planta. (17)

En síntesis el humus de lombriz (lombricompost):

- Mejora las condiciones estructurales de los suelos.
- Inocula grandes cantidades de microorganismo benéficos al suelo, es decir que siembra vida.
- Ofrece a las plantas una fertilización completa y sana.
- Desintoxica los suelos contaminados con productos químicos.
- Aumenta las defensas contra plagas y enfermedades en los cultivos.
- Es el mejor medio de enrizamiento natural.
- Activa los procesos biológicos del suelo.

VENTAJAS Y BENEFICIOS.

IMAGEN:

El mercado extranjero cada vez es más exigente con los productores agrícolas, sobre todo de nuestro hemisferio, en cuanto a la utilización de agroquímicos en los cultivos. Es una realidad que los productos agrícolas que se producen en forma biológica u orgánica, se pagan en la actualidad dos y tres veces más caros que los tradicionales, como el café y las frutas.

ECOLOGÍA:

Al establecer este tipo de tecnología, se soluciona en forma rápida y eficiente el grave problema sanitario que constituye la acumulación de los desechos orgánicos producido en los procesos agroindustriales y potencialmente en las ciudades y pequeños municipios. Además, el humus de lombriz es la mejor alternativa en la recuperación, renovación y desintoxicación de suelos agotados por el continuo laboreo y uso excesivo de químicos. De acuerdo a la experimentación, somos testigos del agotamiento que producen los químicos (fertilizantes, fungicidas, insecticidas, etc.) en suelos de 12 años de cultivo, donde plantas jóvenes sembradas en él, responden de manera tardía con respecto a años anteriores, fenómeno que comienza a afectar económicamente a este tipo de explotaciones. Por eso es importante, no olvidar nunca que la “Tierra, es el motor generador y la base fundamental de todas las producciones agrícolas”, y que por lo tanto es el recurso que más debemos cuidar y proteger.

ECONÓMICOS:

Es un proceso que se desarrolla en forma rápida y eficiente, con un mínimo de mano de obra y en espacios significativamente reducidos; un operario alcanza a manejar hasta 300 metros cuadrados de lechos efectivos, con una producción promedio de 10 toneladas de humus por mes.

Se disminuyen costos significativos al sustituir, ya sea en forma parcial o total dependiendo del cultivo, la fertilización química habitual, la cual cada día es más costosa y perjudicial para los suelos. El efecto renovador de la capa vegetal que aporta el humus, nos asegura el enriquecimiento continuo de la fertilidad natural de nuestros suelos, evitando así su agotamiento y posterior recuperación.

BIOLOGIA DE LA COQUETA ROJA (*Eisenia foetida*).

Clasificación Taxonómica:

Reino:	animal
Subreino:	Metazoos
Phylum:	Protogonia
Grupo:	annelida
Orden:	Oligochaeta
Familia:	Lumbricidae
Especies:	>8.000 especies Lumbricid territoria Lumbricid rebellun Dendrobaena octaedra Eisenia foetida Tipo Red Hybrid Eisenia rosca, entre otras.

CARACTERÍSTICAS DE LAS LOMBRICES.

- Tiene boca, pero no tiene dientes.
- No dañan las raíces de las plantas.
- Respiran a través de la piel.
- Transforman grandes cantidades de materiales orgánicos.
- Les afecta la luz solar, los rayos ultravioletas que las pueden matar en poco tiempo.
- Son hermafroditas (tienen ambos sexos), por lo que se pueden aparear indistintamente.

La lombriz se alimenta principalmente de hojas muertas, hierbas, pedazos de brosa o carne, gusanos muertos, desechos ruminales en fin materia orgánica la cual humedecen con secreciones semejantes a la saliva que segrega la región de la boca y por acción muscular engullen el alimento. Las glándulas calcíferas del esófago neutralizan con el carbonato de calcio, la acidez del alimento, se almacena por poco tiempo en el buche y luego penetra a la molleja donde es triturado con la ayuda de granos de arena. El tubo digestivo segrega enzima que actúan sobre proteínas, lípidos, celulosas, almidones; de esta manera los minerales digeridos son absorbidos en el intestino y los residuos (Humus) son expulsados, con el ano. (14)

IMPORTANCIA DE LA EISENIA FOETIDA EN PROCESO DE DESCOMPOSICION.

En el Suelo: Darwin demostró que las lombrices pueden llegar a mover grandes cantidades de tierra, hasta 20 toneladas anualmente, haciéndola pasar a través de su intestino y depositándola posteriormente sobre la superficie del suelo.

En el suelo, las lombrices van construyendo galerías que mejoran las condiciones de aireación y contribuyen a que la raíz de las plantas tenga un mejor enraizamiento y anclaje. La *Eisenia foetida* en forma natural, ejerce una función fundamental en los primeros 80 cm. del suelo y más que todo en la incorporación y degradación de la materia orgánica depositada en la superficie, al transformarlas “Humus”.

En la transformación de Compuestos Orgánico: La Eisenia foetida tiene la capacidad de biodegradar cualquier tipo de material orgánico en descomposición. Al igual que la mayoría de los animales, la lombriz es selectiva, es decir, que tiene preferencia por ciertos tipos de materiales, debido a su riqueza nutritiva y a su forma física. La lombriz consume diariamente su propio peso en alimento y excreta en forma de humus en promedio el 60%. Su asombrosa capacidad digestiva efectúa en cuestión de horas el proceso de degradación y mineralización de la materia orgánica, que en compostación controlada se demora semanas o meses. Esta rápida transformación de la materia orgánica, hace que los niveles de pérdidas de nutrimentos como nitrógenos y potasio entre otros, sea mínima con relación a los sistemas de compostación habituales.

Las características reproductivas de la lombriz roja californiana se resumen a continuación:

- Tiempo de vida 15 años, en cambio la lombriz criolla tiene una longevidad de 4 años.
- La copula se produce cada 7 días, la lombriz criolla copula cada 45 días.
- El posible numero de crillas varia entre 2 a 21, n la lombriz criolla el numero de crias posible varia de 1 a 4.
- La tasa potencial de multiplicación anual es de 1500, y en la lombriz criolla es de 50.

Composicion de la Lombriz

- 80% de agua.
- 20% de materia seca (60 – 65 de Proteina).
- 100 lombrices contienen entre 45 a 90 gramos de proteína.

Capacidad de conversión de estiércol en abono:

- 1 lombriz adulta produce 0,6 gramos de abono por día en consecuencia:
 - 100 lombrices producen 60 gramos de abono por día.
 - 10000 lombrices producen 6000 gramos, es decir 6 kilogramos por día, equivalente a 2190 kilogramos de abono por año.

MATERIALES Y METODOS

Ubicación del área de estudio.

La Cabecera Municipal de Barillas está ubicada en una pequeña planicie de la Sierra de los Cuchumatanes, en una localización geográfica de 15° 48' 05" latitud Norte y 91° 18' 45" longitud Oeste, la altitud es de 1,450 metros sobre el nivel del mar al norte de Huehuetenango y noroccidente de Guatemala, tiene una extensión territorial de 1,112 kilómetros cuadrados.

Los límites territoriales del municipio son:

- Al Norte con México;
- Al Este con Chajul, Nebaj e Ixcán (Quiché);
- Al Sur con Santa Eulalia, Soloma y Chiantla (Huehuetenango); y
- Al Oeste con San Mateo Ixtatán (Huehuetenango)

División político administrativa de Barillas.

Barillas es un municipio que a pesar de su reciente fundación ha alcanzado gran desarrollo no sólo socio-económico sino demográfico pues a poco más de cien años de su fundación posee alrededor de ciento veintisiete mil habitantes todos ellos poblando diferentes comunidades que llegan a trescientas una, distribuidas en: aldeas, caseríos, cantones y fincas.

3.1.2 Vías de acceso:

➤ Vía terrestre

Barillas cuenta con dos vías de acceso terrestres, las cuales conducen a la cabecera departamental de Huehuetenango. Desde la ubicación de la cabecera municipal de Barillas por la Ruta nacional N-9 (vía Chiantla), hay 60 kilómetros de terracería transitable en todo tiempo, aunque con algunas dificultades en época lluviosa y 90 kilómetros de asfalto. Existe también una comunicación alternativa vía Nentón con una distancia aproximada de 180 kilómetros, en aceptables condiciones.

El acceso de la cabecera municipal hacia las comunidades se hace por medio de una red vial informal y en malas condiciones, algunas comunidades sólo disponen de caminos de herradura; algunos otros tienen caminos alternos a través de brechas rústicas.

Para llegar al área de estudio, existe una vía de acceso y es a través de la carretera que conduce al área de Ixcán. Al recorrer un kilómetro y 200 m se desvía hacia el lado derecho y a 300 m se encuentra el vivero agroforestal y pecuario.

➤ Vía aérea

En la cabecera municipal, existen dos pistas de aterrizaje de las cuales una se encuentra en servicio, la otra se encuentra en desuso por las malas condiciones; además existen tres pistas de aterrizaje en el área rural, las cuales no se utilizan debido a las malas condiciones en que se encuentran. Estas pistas se utilizaron para transportar el producto de las comunidades y en casos de emergencia, movilizar personas enfermas.

Croquis de localización de la investigación.

A continuación se presenta el mapa donde se localiza el casco urbano del municipio de Barillas, Huehuetenango y se identifica el lugar donde se llevó a cabo la investigación, con una estrella de color rojo.



Croquis detallado del recorrido del Casco Urbano de Barillas al vivero agroforestal y pecuario de la municipalidad de Barillas. Se encuentra a 1.5 kms del área urbana, lugar donde se realizó la investigación.



Metodología.

Descripción del área de estudio.

El experimento se llevó a cabo en una sola localidad: en la aldea Manantial Carretera del municipio de Barillas, Huehuetenango, específicamente en el área que ocupa el vivero agroforestal y pecuario de la municipalidad de Barillas.

La aldea Manantial Carretera se encuentra ubicada en las coordenadas: Latitud: 15° 48' 34.65'' Longitud: 91° 17' 50.39'' 1.5 kms de la cabecera municipal de Barillas y a 150 kms de la cabecera departamental de Huehuetenango. El clima de la aldea Manantial Carretera se clasifica dentro del tipo de clima templado, y se encuentra a una altitud promedio de 1500 msnm. Presenta una temperatura media anual de 23 °C entre temperaturas mínima de 12 °C y máxima de 34 °C. La vía de acceso a la comunidad es por medio de un camino de terracería que conduce al noreste del municipio.

Descripción de la investigación:

La investigación sobre la evaluación de 4 combinaciones de 3 sustratos del porcentaje de la relación carbono/nitrógeno en aboneras orgánicas tipo lombricompost, se estableció en una sola localidad, en este caso es la aldea Manantial Carretera del municipio de Barillas, Huehuetenango, con el objetivo de evaluar el porcentaje de la relación carbono/nitrógeno para así poder generar tecnologías de elaboración de aboneras para los asociados de ASOBAGRI y los agricultores de la región en general. Identificar qué abonera orgánica tipo lombricompost reúne o se aproxima a los estándares de calidad requeridos por la Certificadora Orgánica MAYACERT S. A. Con los datos obtenidos se pretende que los técnicos extensionistas de ASOBAGRI y de la región realicen capacitaciones sobre la elaboración de una abonera que permita incrementar los nutrientes y elevar la relación C/N para la producción de sus cultivos, en este caso el cultivo de café orgánico certificado.

Se utilizó el diseño de bloques al azar y la investigación contó con 4 tratamientos o combinaciones de 3 sustratos y 5 repeticiones, esto obligó a construir 20 cajones de madera (se utilizaron cajones de madera para que fuese artesanal el manejo, ya que la tecnología que se generó va dirigida a productores del área rural de Barillas, uno para cada tratamiento y repeticiones). Estos cajones fueron construidos con las dimensiones de 0.30 m de alto, por 0.60 m de ancho y 1 m de largo.

Se bloquearon variables externas, en este caso fueron medioambientales, como: La temperatura, humedad, viento, luz solar; ésto, debido al manejo que se realiza a nivel de campo a las lombricomposteras que elaboran los agricultores del área; los agricultores establecen la lombricomposta a la intemperie donde les afecta todos estos factores, lo cual obligó a bloquear tal investigación.

Se suministró la lombriz Coqueta Roja (*Eisenia foetida*), a razón de 3 kg/m³. Los diferentes sustratos determinados para esta investigación ocuparon un volumen de 0.09 m³ en cada caja o cajón utilizado, llenando una capa de 0.15 m de alto por 1 m de largo y 0.60 m de ancho. Teniendo estas dimensiones, la cantidad de lombriz que se aplicó a cada cajón fue de 450 lombrices en estado de madurez plena. Esta lombriz se obtuvo de la producción y manejo de lombricompost del Vivero Agroforestal y Pecuario de la municipalidad de Barillas, donde se produce este tipo de abonera desde hace años, contando con individuos adaptados al medio y que no se han degenerado o cruzado con lombriz criolla.

Los sustratos utilizados en cada tratamiento fueron los siguientes:

- Pulpa de café.
- Materia seca (hojarasca)
- Estiércol de Equinos.

Se tomaron en cuenta en esta investigación los materiales antes mencionados, por el hecho de que son de fácil recolección en las parcelas de los asociados de ASOBAGRI y de los productores en general, también porque se considera que se puede obtener una buena relación Carbono/Nitrógeno.

Los materiales que se utilizaron para esta investigación fueron recolectados de una zona homogénea, es decir, que fueron recolectados de una misma finca o parcelas de un área específica.

Los cajones de madera estuvieron resguardados con techo de lámina acanalada de zinc y a los lados con madera. Al iniciar el estudio se mezcló cada uno de los materiales de los tratamientos establecidos en sus proporciones, se colocaron en un lugar específico por 21 días, a cada semana se dio vuelta, para que el sustrato se sometiera a cierta fermentación reduciendo el calor que genera, a esto se le llama precomposta, sustrato adecuado para iniciar el proceso de lombricompostaje; al utilizar los materiales como se recolectan, directamente como sustrato para coqueta roja, la población de lombrices se reduce por el incremento de temperatura generado por la fermentación que sufren los materiales y por la alta producción de CO₂ y/o amoníaco, llegando a la muerte total de la población de coqueta roja. Luego en cada cajón de madera se colocó polietileno negro (nylon negro) al fondo, se llenó con la precomposta del sustrato establecido a una altura de 0.15 m y posteriormente se le incorporó 450 lombrices coqueta roja. Los cajones de madera se colocaron a un desnivel de 6% para evacuar el exudado de las lombrices. Posterior a esto, se realizó todo el manejo establecido, adecuándolo al manejo artesanal que llevan a cabo los productores, incorporando innovaciones al mismo.

Esta investigación duró 70 días, de la fecha 06 de agosto al 07 de noviembre de 2011, en su fase de campo, desde la mezcla de precomposta hasta la obtención de lombricompost o humus.

Diseño experimental.

Se utilizó el diseño de bloques al azar, es el más simple y quizás el ampliamente usado de los diseños de bloques al azar que es definido por Hinkelmann (1994) así:

El material experimental es dividido en b grupos de t unidades experimentales (UE) cada uno, donde t es el número de tratamientos, tales que las UE dentro de cada grupo son lo más homogéneo posible y las diferencias entre las UE sea dada por estar en diferentes grupos. Los conjuntos son llamados bloques. Dentro de cada bloque las UE son asignadas aleatoriamente, cada tratamiento ocurre exactamente una vez en un bloque.

Si la variación entre las UE dentro de los bloques es apreciablemente pequeña en comparación con la variación entre bloques, un diseño de bloque completo al azar es más potente que un diseño completo al azar. (15)

Descripción de los tratamientos.

La investigación contó con 4 tratamientos, combinaciones de 3 sustratos y 5 repeticiones. Los bloques se establecieron del 1 al 4, de acuerdo al número de tratamientos. Cada uno de los tratamientos tuvo 5 repeticiones. Estas se dispusieron en el campo al azar, según, el sorteo que se realizó al iniciar el estudio.

Cuando se prepara un sustrato para compostaje o lombricompostaje se analizan los materiales que se van a utilizar para conformarlo; el utilizado en este estudio se justifica por dos razones, la primera por ser materiales de fácil obtención en la parcela familiar de productores de café del área rural del norte de Huehuetenango y la segunda y justificada razón por balancear y obtener un porcentaje de la relación C/N en niveles adecuados.

Entre los técnicos y asociados/productores de café de ASOBAGRI (Asociación Barillense de Agricultores) se han realizado experimentos empíricos con los mismos materiales utilizados en este estudio, de manera aislada, obteniendo resultados similares para la relación C/N (12/1 para pulpa de café, 18/1 para estiércol de equinos y entre 20/1 a 25/1 para materia seca o broza de parcela de café). Lo anterior, confirma y justifica los materiales utilizados en esta investigación y los resultados.

La pulpa de café es rica en nitrógeno, la hojarasca mejorante (de parcela de café) rica en carbono y el estiércol balanceado en cada uno de los elementos de nitrógeno y carbono, hacen de este lombricompost un abono procesado con nutrientes en niveles óptimos y una relación C/N aceptable.

Se presenta a continuación la tabla donde se dan a conocer los tratamientos que se evaluaron:

No. DE TRATAMIENTO	SUSTRATOS	Cantidades en %*
1	Pulpa de café	35
	Materia seca	30
	Estiércol de ganado equino	35
2	Pulpa de café	30
	Materia seca	40
	Estiércol de ganado equino	30
3	Pulpa de café	25
	Materia seca	50
	Estiércol de ganado equino	25
4	Pulpa de café	20
	Materia seca	60
	Estiércol de ganado equino	20

*el recipiente utilizado para medir cantidades contiene 0.01088 m³

Modelo matemático.

Para este diseño el modelo lineal está dado por

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij} \begin{cases} i = 1, 2, \dots, t \\ j = 1, 2, \dots, b \end{cases}$$

Donde μ es la media global de los tratamientos, τ_i es el efecto del i -ésimo tratamiento el cual es constante para todas las observaciones dentro del i -ésimo tratamiento, β_j es el efecto del j -ésimo bloque, ε_{ij} es el término del error aleatorio, el cual se distribuye normal e independiente con media 0 y varianza σ_ε^2 . Las restricciones del modelo son:

$$\sum_i \tau_i = 0$$
$$\sum_j \beta_j = 0$$

Croquis del ensayo.

		TRATAMIENTOS			
		T1	T4	T2	T3
REPETICIONES	I	T1	T4	T2	T3
	II	T4	T2	T1	T3
	III	T1	T3	T2	T4
	IV	T2	T3	T1	T4
	V	T2	T4	T1	T3

T 1= Tratamiento 1, T 2= Tratamiento 2,
T 3= Tratamiento 3, T 4= Tratamiento 4.

Unidad experimental.

La unidad experimental fue un cajón de madera con las dimensiones de 0.30 m de alto, por 0.60 m de ancho y 1 m de largo, donde se aplicó el sustrato pre establecido y 4.5 kg/m³ de lombrices (450 lombrices por unidad experimental).

Variable de respuesta.

a. Porcentaje de la Relación Carbono/Nitrógeno:

Para determinar el porcentaje de la relación Carbono/Nitrógeno, se realizó la toman de muestras de las aboneras ya procesadas. El tiempo fue de 60 días para la obtención de las muestras, desde la incorporación de sustrato precompostado y la aplicación de lombrices; luego se enviaron al laboratorio de ANALAB (Laboratorio de Anacafe Central, Guatemala Ciudad) que fue el encargado de realizar los estudios correspondientes para la determinación de los resultados.

Procedimiento: para realizar esta actividad se tomó 1 muestra de cada abonera en este caso fueron 20 aboneras a evaluar llevando un registro sobre las muestras. Luego cada muestra fue enviada al laboratorio para determinar los estudios requeridos de esta investigación.

b. Costos directos:

Se evaluaron los costos directos de los insumos y los jornales que cada tratamiento conlleva para la elaboración de las aboneras.

Procedimiento: Se elaboró un presupuesto para determinar cuánto capital se invierte para la elaboración de cada una de las aboneras propuestas.

Manejo del experimento.

Definición del área para la elaboración del experimento

La investigación se realizó en un terreno, que es de fácil acceso y que tiene una fuente de agua cercana y además está fuera del alcance de animales. Se encuentra debidamente techada y circulada.

Recolección de materiales

Se recolectaron los materiales en un área representativa de la aldea, los cuales son de fácil obtención en las parcelas de productores de la región.

Control de temperatura

La temperatura reviste importante atención en el manejo de lombricomposteras para la sobrevivencia de la coqueta roja y su buen funcionamiento en el proceso de conversión de materia orgánica a humus, por lo que se realizaron visitas periódicas tomando la temperatura ambiental, la cual se mantuvo en los rangos normales obteniéndose el humus en el tiempo esperado, 70 días.

Toma de muestras

Se tomaron al azar 4 submuestras de cada una de las aboneras (20 aboneras), para luego mezclarlas y obtener una muestra representativa del experimento.

Otras consideraciones

En el numeral 3.2.2, descripción de la investigación, se detallan los pasos a seguir para llevar a cabo esta investigación. Además, se puede agregar lo siguiente: Al tener los cajones de madera (módulos) con sus sustratos y lombrices se les colocó un cobertor a cada una, en este caso fue un costal de yute de color café, para que tengan mejor aireación. Se realizaron visitas diarias controlando temperatura, humedad y trabajo de las lombrices.

Análisis estadístico de la información.

Estimación de parámetros

Al aplicar el método de mínimos cuadrados, se obtiene como estimador de los parámetros

$$\begin{aligned}\hat{\mu} &= \bar{y}_{..} \\ \hat{\tau}_i &= \bar{y}_{i.} - \bar{y}_{..} \quad i = 1, 2, \dots, t \\ \hat{\beta}_j &= \bar{y}_{.j} - \bar{y}_{..} \quad j = 1, 2, \dots, b\end{aligned}$$

Validación de los supuestos del modelo.

La tabla de análisis de varianza para este diseño se presenta a continuación:

Tabla 2. Análisis de varianza para un diseño de bloques completos al azar

Causa de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Valor esperado de cuadrados medios
Tratamientos	$t - 1$	$\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^b ((y_{ij} - \bar{y}_{i.})^2)$	$\frac{SC_{ttos}}{t - 1}$	$\sigma_s^2 + \frac{b}{t - 1} \sum_{i=1}^t \tau_i^2$
Bloques	$b - 1$	$\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^b (y_{ij} - \bar{y}_{.j})^2$	$\frac{SC_{bloques}}{b - 1}$	$\sigma_s^2 + \frac{t}{b - 1} \sum_{j=1}^b \beta_j^2$
Error	$(b - 1)(t - 1)$	$\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^b (y_{ij} - \bar{y}_{i.} - \bar{y}_{.j} + \bar{y}_{..})^2$	$\frac{SC_{error}}{(b - 1)(t - 1)}$	σ_s^2
Total	$bt - 1$	$\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^b (y_{ij} - \bar{y}_{..})^2$		

Recursos.

Recursos físicos

- **materiales de oficina:**
 - ✓ Libreta de campo
 - ✓ Cámara fotográfica
 - ✓ Equipo de cómputo
 - ✓ Papelería

- **insumos y herramientas**
 - ✓ Hojas secas
 - ✓ Pulpa de café
 - ✓ Estiércol de equino
 - ✓ Cinta métrica
 - ✓ Palas
 - ✓ Azadones
 - ✓ Nylon
 - ✓ Cajones de madera
 - ✓ Balanza
 - ✓ Tablas de 2 ½ varas
 - ✓ Costales de 150 libras.

Recursos humanos

- ✓ Supervisor del Sub-área integrada del Ejercicio Profesional Supervisado Agrícola (EPSA).
- ✓ Asesor del Punto de Investigación.
- ✓ Departamento Proyectos Productivos, Municipalidad de Barillas, Huehuetenango.
- ✓ Técnico de producción y Gestión de Calidad (ASOBAGRI).
- ✓ Mano de obra.

Recursos económicos

Cuadro 1: Costos de producción de la investigación de lombricompost y la relación C/N.

DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1. MATERIALES				
PULPA DE CAFÉ	SACOS	29	Q5.00	Q145.00
HOJAS SECAS	SACOS	29	Q5.00	Q145.00
ESTIERCOL DE EQUINOS	SACOS	29	Q12.00	Q348.00
TABLA 2 ½ VARAS	UNIDAD	50	Q18.00	Q900.00
CLAVO DE 3"	LIBRAS	3	Q9.00	Q27.00
COSTALES	UNIDAD	40	Q4.00	Q160.00
LOMBRICES	LIBRAS	20	Q40.00	Q800.00
NYLON NEGRO	YARDAS	23	Q14.00	Q322.00
RESULTADOS DE LABORATORIO	MUESTRAS	20	Q50.00	Q1,000.00
2. MANO DE OBRA				
CONSTRUCCIÓN DE MODULOS	MANO DE OBRA	2	Q50.00	Q100.00
PREPARACION DEL PRECOMPOSTAJE	MANO DE OBRA	1	Q50.00	Q50.00
PREPARACIÓN DE ABONERAS	MANO DE OBRA	2	Q50.00	Q100.00
MANEJO AGRONOMICO	MANO DE OBRA	8	Q50.00	Q400.00
TOMA DE MUESTRAS	MANO DE OBRA	1	Q50.00	Q50.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS				Q4,547.00

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

Luego de la obtención de los resultados emanados del trabajo realizado en campo y del trabajo de laboratorio, a continuación se presentan el análisis y discusión de los mismos.

Relación Carbono – Nitrógeno (C/N).

Cuadro 2: Análisis de laboratorio de la variable relación C/N.

Tratamientos	I	II	III	IV	V	Promedio
1	16.53	16.67	14.69	15.18	24.09	17.43
2	21.73	14.37	14.89	14.63	15.13	16.15
3	15.59	15.78	14.84	16.35	15.11	15.53
4	18.09	13.49	14.28	15.87	15.04	15.35
Promedio						16.12

Cuadro 3: Análisis de varianza de la variable relación C/N.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{cal}	F ₀₀₅	F ₀₀₁	P > F
Tratamientos	03	13.261230	4.420410	0.6859	3.49	5.95	0.580
Repeticiones	04	34.090332	8.522583	1.3224	3.26	5.41	0.317
Error	12	77.335938	6.444662				
Total	19	124.68750					

C.V. = 15.75%

Cuadro 4: Medias de la variable relación C/N.

Tratamientos			C/N
1	Pulpa de café	35 %	17.43
	Materia Seca	30 %	
	Estiércol de equino	35 %	
2	Pulpa de café	30 %	16.15
	Materia Seca	40 %	
	Estiércol de equino	30 %	
3	Pulpa de café	25 %	15.53
	Materia Seca	50 %	
	Estiércol de equino	25 %	
4	Pulpa de café	20 %	15.35
	Materia Seca	60 %	
	Estiércol de equino	20 %	

El análisis de varianza (cuadro 3) efectuado para la variable C/N reveló que no existe diferencia significativa entre los tratamientos evaluados. Lo que indica que las combinaciones evaluadas no afectaron estadísticamente la relación C/N.

Con relación a los niveles adecuados (según ANALAB para abonos orgánicos), los límites se encuentran entre 9.5 y 16.5, ubicándose el promedio del presente estudio cerca del límite superior con un valor de 16.12.

Según las normas internacionales del departamento de agricultura orgánica de Estados Unidos NOP/USDA, los estándares se encuentran entre 25:1 a 40:1, por lo cual, la investigación realizada no llegó a los niveles requeridos, el más alto se ubicó en 17.43 y el más bajo en 13.49, dando un promedio de 16.12, por tanto se acepta la hipótesis nula, ya que se pretendía llegar a 25:1.

Se aprecia en el cuadro 2 que a medida que se incrementa el porcentaje de materia seca y los niveles de pulpa de café y estiércol de equino disminuyen, los niveles de C/N se reducen, lo que se refleja en el coeficiente de correlación ($r = - 0.941$) entre materia seca y el nivel de C/N, por lo que se deduce que si se quiere aumentar la relación C/N debe disminuirse el porcentaje de materia seca e incrementar los porcentajes de pulpa de café y estiércol de equino.

El carbono y el nitrógeno son los elementos más importantes para el crecimiento bacteriano. Para proveer cantidades apropiadas de estos elementos la relación C / N debe ser aproximadamente de 25:1 a 40:1. A mayores relaciones de carbono, la provisión de nitrógeno es insuficiente para un óptimo crecimiento de las poblaciones microbianas, el lombricompostaje se mantiene frío y la descomposición ocurre lentamente. Por el contrario si en el lombricompostaje la provisión de carbono es insuficiente y el nitrógeno alto, ocurrirá una nula actividad biológica, una alta formación de amoníaco, por lo que no habrá una adecuada fermentación y por consiguiente muerte de la población de lombrices.

A medida que se incrementó la materia seca (hojarasca), existió una alta concentración de carbono, lo que provocó bajas temperaturas, la fermentación fue lenta, formación de CO₂, la población de lombrices no aumento y si disminuyó, lo que produjo una lenta formación de lombricomposta. La materia seca ralentizo la descomposición.

Según CEADU – Centro de Estudios, Análisis y Documentación del Uruguay - “la relación C/N en el caso del estiércol de caballo es de aproximadamente 18/1”.

Lo anterior, lo respalda PROYECTO BRA (w.w.w.proyectobra.com) afirmando que la relación C/N es de 18/1 en estiércol de equinos y se puede verificar en el siguiente cuadro:

Valores de C/N en diferentes residuos

TIPO DE RESIDUO O ESTIÉRCOL	C/N
estiércol de equinos	18
estiércol de bovinos	32
estiércol de ovinos	32
estiércol de cerdos	16
estiércol de aves	4-10
Basura	30-40
residuos de poda	40

Para el caso de la pulpa de café la relación C/N en promedio, de acuerdo a investigaciones realizadas, es de 12/1 y se verifica con estudios que se han realizado, como el que efectuó el proyecto desarrollo de tecnologías para la producción de café arábigo orgánico. A la vez, lo confirma Gabriela Soto y Claudia Muñoz, del proyecto Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica) No. 65 p. 123 - 129, 2002 en el estudio de compostaje y lombricompostaje de la pulpa de café obteniendo valores de 11/1 y 13/1 promediando el 12/1 ya procesado. Así mismo Werner y Cuevas (1996), citado por Jackeline Siles

Calvo, CATIE, Turrialva, Costa Rica, 1997, en la investigación de lombricompost utilizando pulpa de café obtuvo 11/1 en C/N.

Por último se tiene la materia seca o broza de parcela de café que está caracterizada dentro de la hojarasca mejorante y sus niveles de C/N están de 25/1 hasta 15/1 según Duchaufor (1987) citado por Salvador González Caicedo, y a su vez citado por Juan José Ibáñez en su Blog Madrid (w.w.w.madrimasd.org).

Resumiendo lo expuesto y descrito tenemos los siguientes valores para la relación C/N de los materiales utilizados en la investigación, según estudios realizados en otros espacios.

Materiales utilizados para sustrato	C/N
Pulpa de café	12/1
Materia seca (hojarasca)	25/1
estiércol de equinos	18/1

El promedio de estos tres materiales mezclados procesados es de 18/1, según los promedios descritos en la tabla anterior.

Desde este punto de vista se justifican los resultados obtenidos en la investigación que se está presentando, la cual tiene de promedio de relación C/N de 15.23 (15/1), obteniendo valores de 16.10 a 14.80, como producto final o procesado. A la vez se puede establecer que al mezclar estos materiales en diferentes porcentajes cada uno, estarán dentro del rango obtenido en esta y otras investigaciones.

Los resultados obtenidos están de cierta manera influenciados por el manejo cultural de las lombricomposteras, las cuales fueron manejadas desde el punto de vista artesanal, es decir, que se le dio el manejo que cualquier productor aplica en su lombricompostera, sin embargo, la presente investigación mantuvo su carácter científico.

Cuando se prepara un sustrato para compostaje o lombricompostaje se analizan los materiales que se van a utilizar para conformarlo; el utilizado en este estudio estuvo justificado por dos razones, la primera por ser materiales de fácil obtención en la parcela familiar de productores de café del área rural del norte de Huehuetenango y la segunda y justificada razón por balancear y obtener un porcentaje de la relación C/N en niveles adecuados.

Entre los técnicos y asociados/productores de café de ASOBAGRI (Asociación Barillense de Agricultores) se han realizado experimentos empíricos con los mismos materiales utilizados en este estudio, de manera aislada, obteniendo resultados similares para la relación C/N (12/1 para pulpa de café, 18/1 para estiércol de equinos y entre 20/1 a 25/1 para materia seca o broza de parcela de café). Lo anterior, confirma y justifica los materiales utilizados en esta investigación y los resultados.

La pulpa de café es rica en nitrógeno, la hojarasca mejorante (de parcela de café) rica en carbono y el estiércol balanceado en cada uno de los elementos de nitrógeno y carbono, hacen de este lombricompost un abono procesado con nutrientes en niveles óptimos y una relación C/N aceptable.

El presente estudio se llevó a cabo, para determinar específicamente la relación C/N y llegar o superar el nivel 25/1, ya que en diferentes sustratos que se han utilizado no se ha llegado a tal nivel. Por ello, se

aplicaron a cada tratamiento los materiales en porcentajes diferentes, considerando que entre más alto era el porcentaje de carbono (hojarasca), la relación C/N se llegaría al nivel buscado. Sin embargo, se obtuvo un promedio que no varía en los promedios que se han obtenido en otras investigaciones con estos materiales.

En los sustratos de aboneras (con lombriz o no) no se usan materiales con buena disponibilidad de carbono, para elevar esa relación, como es el caso de restos de madera como aserrín o viruta, porque no son aceptados por las normas de certificación de café orgánico y porque es de difícil absorción o procesamiento para la lombriz coqueta roja.

En relación a los niveles de pH, N, P₂O₅, K₂O, CaO, MgO, Cobre, Hierro, Manganeso, Zinc, C. O., M. O. y Ceniza obtenidos en la presente investigación, se encuentran en condiciones óptimas. El pH tiende a elevarse en el producto o lombricompost obtenido por la fisiología de la lombriz, según lo corrobora Aranda (1988), citado por Jackeline Siles Calvo. El pH que se obtuvo fue levemente alto a los niveles óptimos establecidos por el laboratorio ANALAB. La pulpa de café representa aproximadamente el 40% del peso total del fruto de café, esto representa un alto nivel de nutrientes contenidos en la misma; de acuerdo a esto, la pulpa es la que aporta la mayor cantidad de elementos a la lombricompost. El estiércol de equinos es un material no procesado en su totalidad, presentando alto grado de temperatura en su descomposición, y un nivel de elementos balanceado en su composición. El material hojarasca presenta altos niveles de carbono y varía dependiendo de qué especie vegetal proviene, la cual aportó a este sustrato el carbono. En general, se obtuvieron niveles adecuados de nutrientes.

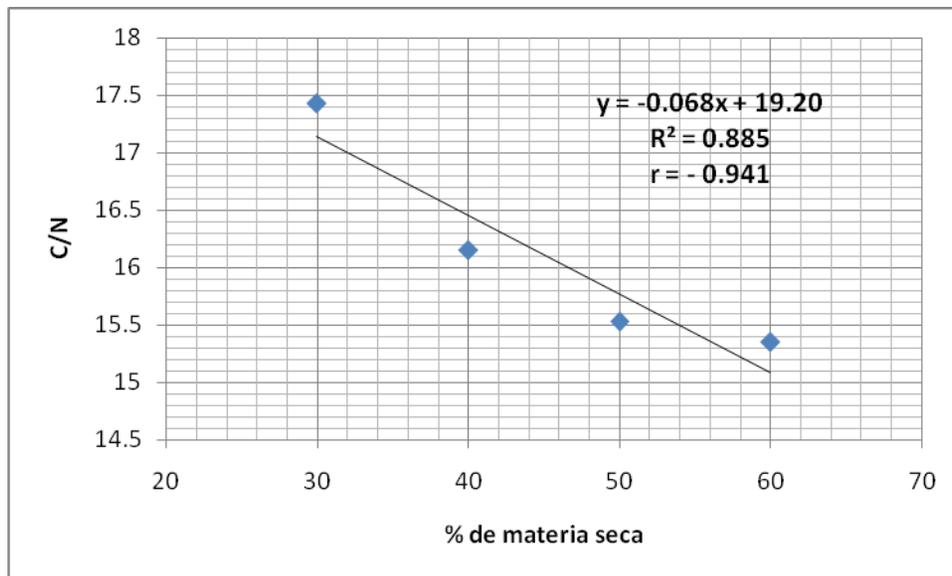


Figura 1: Análisis de regresión entre las variables % de materia seca y la relación C/N.

Rendimiento de la producción de lombricompost.

Cuadro 5: Peso de abono en Kg de la variable rendimiento de la producción de lombricompost por unidad experimental (0.09 m³).

Tratamientos	I	II	III	IV	V	Promedio
1	30.09	30.59	30.36	31.09	30.68	30.56
2	29.14	28.95	28.27	27.64	26.95	28.19
3	27.86	25.50	25.86	26.73	26.27	26.44
4	24.23	24.32	25.64	25.59	25.18	24.99
Promedio						27.55

Cuadro 6: Peso de abono en Kg de la variable rendimiento de la producción de lombricompost por unidad experimental en metros cúbicos (m³).

Tratamientos	I	II	III	IV	V	Promedio
1	334.34	339.90	337.37	345.45	340.91	339.60
2	323.74	321.72	314.14	307.07	299.49	313.23
3	309.60	283.33	287.37	296.97	291.92	293.84
4	269.19	270.20	284.85	284.34	279.80	277.68
Promedio						306.09

Cuadro 7: Análisis de varianza de la variable rendimiento de la producción de lombricompost por unidad experimental (0.09 m³).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fcal	F ₀₀₅	F ₀₀₁	P>F
Tratamientos	3	86.241211	28.74707	42.6263	3.49	5.95	0.000
Repeticiones	4	0.984375	0.246094	0.3649	3.26	5.41	0.830
Error	12	8.092773	0.674398				
Total	19	95.318359					
C.V. = 2.98%							

El análisis de varianza (Cuadro 7) efectuado para la variable rendimiento de producción de lombricompost reportó que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos evaluados, por lo que se efectúa la prueba de medias.

En el cuadro 8 y figura 2, se aprecia que existe alta relación entre el % de materia seca y el rendimiento de lombricompost por 0.09 m³, ya que al incrementarse el porcentaje de materia seca y los niveles de pulpa de café y estiércol de equino disminuyen, el rendimiento en kg de abono o lombricompost disminuye.

Esto se debe a que al incrementar la materia seca (hojarasca) este produce volumen pero no peso, es allí donde disminuye la relación del peso ya que a cada tratamiento se le aumentaba más materia seca (hojarasca) por consecuencia disminuyó el peso por kilogramo de lombricompost cosechado.

Cuadro 8: Medias de la variable rendimiento de la producción de lombricompost por unidad experimental (0.09 m³).

Tratamientos			Peso en Kg de abono
1	Pulpa de café	35 %	30.56 A
	Materia Seca	30 %	
	Estiércol de equino	35 %	
2	Pulpa de café	30 %	28.19 B
	Materia Seca	40 %	
	Estiércol de equino	30 %	
3	Pulpa de café	25 %	26.44 C
	Materia Seca	50 %	
	Estiércol de equino	25 %	
4	Pulpa de café	20 %	24.99 D
	Materia Seca	60 %	
	Estiércol de equino	20 %	
Promedio			27.55

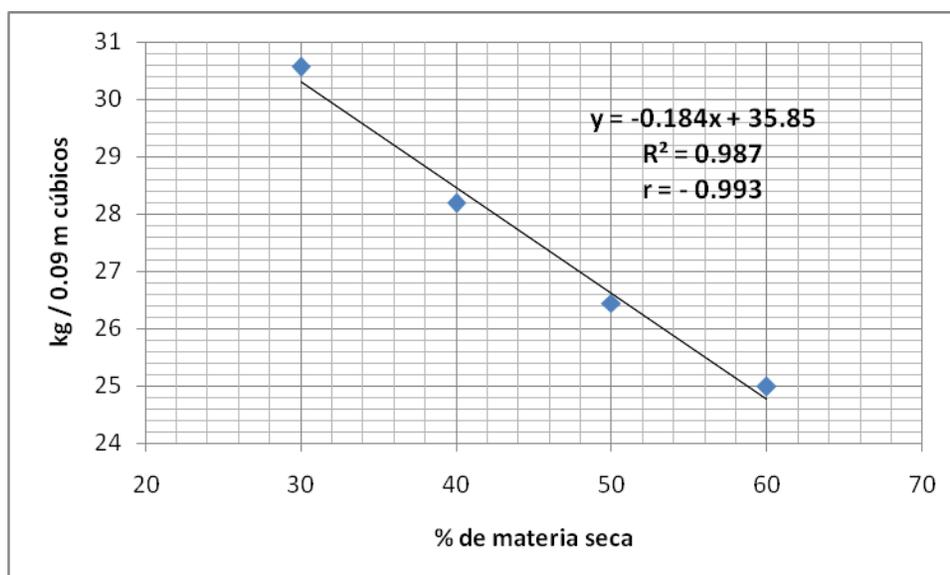


Figura 2: Análisis de regresión entre las variables: % de materia seca y rendimiento de lombricompost por 0.09 m³.

Calidad de lombricompost:

Cuadro 9: Promedio de las variables pH y relación C/N de los cuatro tratamientos evaluados.

Tratamientos			pH	C/N
Niveles adecuados ANALAB			7.3 – 9.1	9.5 – 16.5
1	Pulpa de café	35 %	7.56	17.43
	Materia Seca	30 %		
	Estiércol de equino	35 %		
2	Pulpa de café	30 %	7.42	16.15
	Materia Seca	40 %		
	Estiércol de equino	30 %		
3	Pulpa de café	25 %	7.08	15.53
	Materia Seca	50 %		
	Estiércol de equino	25 %		
4	Pulpa de café	20 %	6.82	15.35
	Materia Seca	60 %		
	Estiércol de equino	20 %		
Promedio			7.22	16.12

Cuadro 10: Promedio de las variables % N, % P₂O₅, % K₂O, % CaO y % MgO, de los cuatro tratamientos evaluados.

Tratamientos			% N	% P ₂ O ₅	% K ₂ O	% CaO	% MgO
Niveles adecuados ANALAB			0.8-2.8	0.3-1.7	0.5-1.9	0.8-6.9	0.4-1.4
1	Pulpa de café	35 %	2.322	0.812	2.462	6.036	1.620
	Materia Seca	30 %					
	Estiércol de equino	35 %					
2	Pulpa de café	30 %	2.320	0.812	1.966	5.566	1.648
	Materia Seca	40 %					
	Estiércol de equino	30 %					
3	Pulpa de café	25 %	2.440	0.718	1.956	4.582	1.714
	Materia Seca	50 %					
	Estiércol de equino	25 %					
4	Pulpa de café	20 %	2.508	0.680	1.626	4.558	1.672
	Materia Seca	60 %					
	Estiércol de equino	20 %					
Promedio			2.40	0.756	2.002	5.186	1.664

Cuadro 11: Promedio de las variables Cobre, Hierro, Manganeso y Zinc, de los cuatro tratamientos evaluados.

Tratamientos			Cobre - Cu ppm	Hierro – Fe ppm	Manganeso – Mn ppm	Zinc – Zn ppm
Niveles adecuados ANALAB ppm			8.9-35.9	1470-9123	58-997	23-180
1	Pulpa de café	35 %	12.760	1786.08	494.20	98.24
	Materia Seca	30 %				
	Estiércol de equino	35 %				
2	Pulpa de café	30 %	11.850	1743.44	446.00	107.52
	Materia Seca	40 %				
	Estiércol de equino	30 %				
3	Pulpa de café	25 %	11.736	1763.04	574.40	103.92
	Materia Seca	50 %				
	Estiércol de equino	25 %				
4	Pulpa de café	20 %	09.824	1578.56	467.20	90.48
	Materia Seca	60 %				
	Estiércol de equino	20 %				
Promedio			11.544	1717.78	495.46	100.04

Cuadro 12: Promedio de las variables Carbono Orgánico, materia orgánica y Ceniza, de los cuatro tratamientos evaluados.

Tratamientos			Carbono Orgánico	Materia orgánica	Ceniza
Niveles adecuados ANALAB ppm			11-34	37-78	21-62
1	Pulpa de café	35 %	39.55	71.20	28.80
	Materia Seca	30 %			
	Estiércol de equino	35 %			
2	Pulpa de café	30 %	36.78	66.20	33.80
	Materia Seca	40 %			
	Estiércol de equino	30 %			
3	Pulpa de café	25 %	37.89	68.20	31.80
	Materia Seca	50 %			
	Estiércol de equino	25 %			
4	Pulpa de café	20 %	38.22	68.80	31.20
	Materia Seca	60 %			
	Estiércol de equino	20 %			
Promedio			38.11	68.60	31.40

En los cuadros 9, 10, 11 y 12 se aprecian los valores obtenidos por el lombricompost proveniente de cuatro tratamientos, de acuerdo al análisis de laboratorio.

El tratamiento 1 presenta 10 variables dentro del rango adecuado sugerido por el laboratorio y 4 arriba del límite superior. Los tratamientos 2 y 3 presentan 11 variables dentro del rango sugerido por el laboratorio y 3 arriba del mismo. El tratamiento 4 obtuvo una variable debajo de los niveles adecuados, 11 dentro y 2 arriba de estos límites.

De manera general tomando como base estos análisis, los cuatro abonos se consideran de buena calidad.

Análisis económico:

Cuadro 13: análisis económico de producción de lombricompost y lombriz coqueta roja (*Eisenia foetida*) en 0.09 m³

Tratamiento	Rendimiento en Kg de 0.09 m ³		Ingreso bruto en Q.	Costo de producción en Q.	Ingreso neto Q.	Rentabilidad %
	humus	lombriz				
1	30,56	10,00	927,07	94,17	832,90	884,46
2	28,19	8,00	747,41	92,06	655,35	711,87
3	26,45	5,00	480,73	89,96	390,77	434,38
4	24,99	2,00	214,49	87,85	126,64	144,15

Se evaluaron los costos directos de los insumos y los jornales que cada tratamiento conlleva para la elaboración de las aboneras y la obtención del producto final, lo cual se puede verificar en el cuadro 1A de anexos. El costo total de cada tratamiento varía de acuerdo a como la material materia seca (hojarasca); cuando la materia seca tiende a incrementarse y la pulpa de café y estiércol de equinos disminuye el costo del sustrato se reduce o minimiza.

La materia seca (hojarasca de parcela de café) es de fácil obtención en cualquier época del año, de precio más bajo que los otros dos materiales, en anexos cuadros 1A y 2A se observa el precio real de cada uno de los materiales utilizados en esta investigación. Se observa que el tratamiento 4 es más económico, lo que conduciría a recomendarlo, sin embargo, la producción de kg por unidad de volumen y la relación C/N no lo justifica, lo que puede corroborarse en el cuadro 2A de anexos, al igual de lo que se analizó con la relación C/N, donde a mayor materia seca y menor pulpa de café y estiércol de equinos, la relación disminuye.

Como se verifica en el cuadro 2A, la producción se encuentra enmarcada dentro de los parámetros que sugiere la literatura. Cada lombriz digiere el total de su peso (1 gr) por día y deposita el 60% de ese peso en forma de humus, es decir, 0.6 gr. Los rendimientos obtenidos por kg de lombricompost se ajustan a esta norma. La calidad del lombricompost se deduce de los resultados obtenidos en el laboratorio que sugieren que es un fertilizante orgánico en o dentro de los niveles adecuados u óptimos según Analab.

De acuerdo a la siguiente gráfica se observa que cuando el porcentaje de materia seca se incrementa en la pre composta (sustrato) los rendimientos en peso se reducen, debido a que la materia seca tiene más volumen aparente que los otros dos materiales y menos peso.

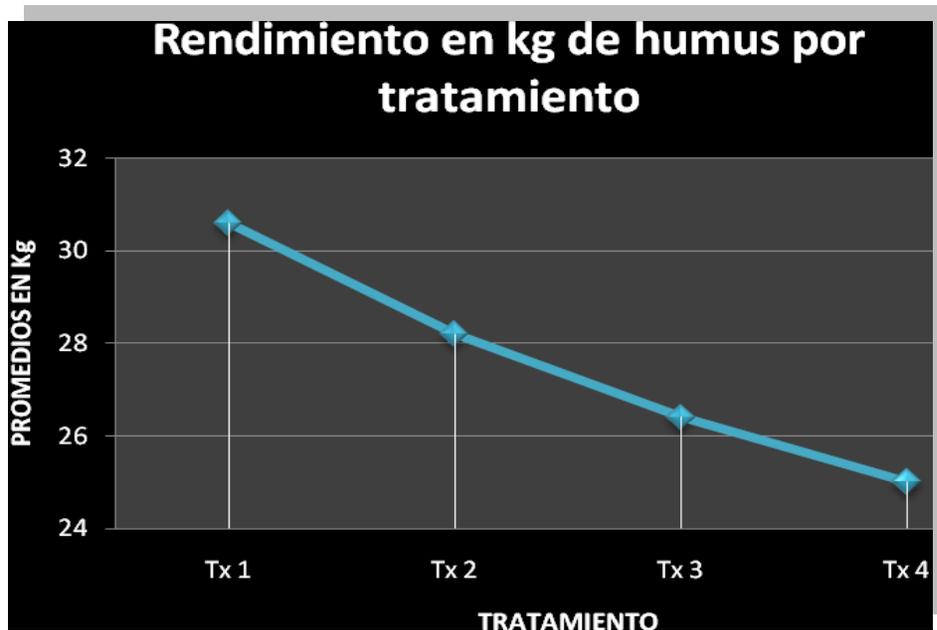


Figura 3. Rendimiento en kg de humus (lombricompost) producido por tratamiento evaluado.

En el cuadro 13 y cuadro 3A se observan los costos directos para producción de 0.09 m³ de sustrato en un cajón o recipiente y los rendimientos de lombricompost y lombriz en kg, estableciendo los rendimientos en términos económicos que genera cada tratamiento. El tratamiento 1 vuelve a presentar los mejores rendimientos o ingresos tanto para la producción en humus como en cantidad de individuos de coqueta roja. Varios autores como ARANDA (1997) coinciden que entre más humedad exista en el sustrato o pre composta mayor será la velocidad de producción de humus y que la tasa de reproducción de lombriz es normal. El Tratamiento 1 tiene balanceados los materiales, mientras que el tratamiento 4 cuenta con demasiada materia seca, la velocidad de producción de humus se reduce y en consecuencia la reproducción también se reduce.

Se obtiene doble beneficio, por un lado el humus que se genera de la actividad de alimentación de la lombriz (*Eisenia foetida*) y por otro lado existe reproducción de individuos que aligeran el proceso.

CONCLUSIONES.

- a. Los tratamientos evaluados (combinaciones de materia seca, pulpa de café y estiércol de equino) como sustrato para la transformación en lombricompost, reportaron estadísticamente la misma relación C/N, con un promedio de 16.12. Por lo que se acepta la hipótesis nula planteada.
- b. El tratamiento 1 (30% de materia seca, más 35% de pulpa de café y 35% de estiércol de equino) fue superior estadísticamente con 30.56 kg/0.09m³ de producción de lombricompost respecto al resto de tratamientos evaluados, que oscilaron entre 28.19 y 24.99 kg/0.09m³.
- c. De la calidad del lombricompost, los cuatro tratamientos evaluados presentaron similar calidad, obteniendo entre 10 y 11 variables dentro de un rango adecuado, respecto a 14 variables analizadas en laboratorio de suelos.
- d. El tratamiento que presentó las mejores ventajas económicas fue el tratamiento 1, ya que presentó la mejor rentabilidad y los niveles más altos de C/N, sin embargo aun no se logró incrementar la relación C/N que se buscaba 25:1 a 40:1
- e. El lombricompostaje de la pulpa de café, el estiércol de equinos y la materia seca (hojarasca) produjo abono orgánico de alto valor nutritivo con contenidos dentro de los niveles adecuados que ha establecido el laboratorio ANALAB, que es 9.5 a 16.5, sin embargo no se hallaron los nivel que la certificadora MAYACER S.A. establece en sus normas 25:1 a 40:1.

RECOMENDACIONES.

- a. Se recomienda continuar con los estudios sobre lombricompost con fines de mejorar la relación C/N, utilizando materiales que se encuentran en la finca, teniendo el conocimiento necesario de lo que aporta cada material al sustrato que se utilizará.
- b. Con base en los resultados obtenidos, en que al disminuir el % de materia seca se incrementa la relación C/N, evaluar tratamientos con menor % de materia seca.
- c. Evaluar el tratamiento 1, comparándolo con el manejo tradicional del productor, en al menos 30 fincas, en donde se valoren las mismas variables del presente estudio y se conozca la opinión del productor.

BIBLIOGRAFIA.

1. ARANDA, E. 1998. México. La utilización de lombrices en la transformación de la pulpa de café en abono orgánico. Acta Zoológica Mexicana (nueva serie) no. 27: 21 - 23
2. ARÁUZ, P; TERCERO, J; OBANDO, M; DICOVSKIY, L. 1998. Estelí, Nicaragua. Abono orgánico de pulpa de café con lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*). EAGE.
3. AUBERT, C. 1998. Barcelona, España. El huerto biológico. Ed. Integral 252 pp.
4. BLANDÓN, E; GUTIÉRREZ, V; DICOVSKIY, L. 2001. Estelí, Nicaragua. Pulpa de café en producción de biomasa con lombrices *Eisenia foetida* y *Fudrillus eugeniae* en Jinotega. EAGE.
5. CASTILLO A; QUARIN S; IGLESIAS M. 2000. Argentina. Caracterización Química y Física de Compost de Lombrices elaborados a partir de Residuos Orgánicos Puros y combinados.
6. CEADU – Centro de Estudios, Análisis y Documentación del Uruguay.
7. CERISOLA, C.I. 1989. Madrid, España. Lecciones de Agricultura Biológica. Ed. Mundi-Prensa.
8. Enciclopedia Ambientum de España (www.ambientum.com)
9. GARCÍA, A. 1987. Madrid, España. Diez temas sobre agricultura biológica.
10. IBÁÑEZ J, J., Blog Madrid (w.w.w.madrimasd.org).
11. Labrador, J., 1997. Madrid, España. La materia orgánica en los agrosistemas. Ministerio Agricultura y Pesca, Mundi-Prensa.
12. MANUAL DE CAFICULTURA ORGANICA DE ANACAFE. 1999. Guatemala. Abonos orgánicos, pasos y técnicas para la elaboración de la composta, Manejo de semilla y semilleros, Manejo de Sombra, manejo del tejido productivo y repoblación de cafetales.
13. MANUAL PRACTICO DEL CULTIVO BIOLOGICO DEL CAFÉ ORGANICO, 1990, Motozintla, Chiapas, México, 333 pág.
14. MEDINA L., 2003. Coro, Venezuela. Manual de Lombricultura. Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda. Centro de Investigaciones Agropecuarias. Unidad de Reciclaje de desechos Orgánicos.
15. MONTGOMERY D., 1991, Diseño y Análisis de Experimentos. Grupo Editorial Iberoamerica.
16. PROYECTO BRA (w.w.w.proyectobra.com)
17. SILES J., CALVO, CATIE, Turrialva, 1997, Costa Rica. Investigación de lombricomposteo.
18. SOTO G., Y MUÑOZ C., (2002) Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología No. 65 p . 123 - 129, Estudio de compostaje y lombricompostaje.

ANEXOS

Cuadro 1A: Costos de sustrato, materiales e insumos por tratamiento.

Tx	SUSTRATOS	Cantidades en %	costo sustrato T	Costo en Q. nylon negro	Costo en Q. lb lombrices	Costo en Q. prepar. precomposta	Costo en Q. prepar. aboneras	Costo en Q. manejo abonera	TOTAL Q
1	Pulpa de café	35	20,07	16,1	40,00	3,00	3,00	12,00	94,17
	Materia seca	30							
	Estiércol de equino	35							
2	Pulpa de café	30	17,96	16,1	40,00	3,00	3,00	12,00	92,06
	Materia seca	40							
	Estiércol de equino	30							
3	Pulpa de café	25	15,86	16,1	40,00	3,00	3,00	12,00	89,96
	Materia seca	50							
	Estiércol de equino	25							
4	Pulpa de café	20	13,75	16,1	40,00	3,00	3,00	12,00	87,85
	Materia seca	60							
	Estiércol de equino	20							

Cuadro 2A: Rendimientos en kg de lombricompost por tratamiento de 0.09 m³.

Tx	sustrato	%	cubetas	peso en lb			peso en Kg de lombricompost	
				peso x cubeta	peso x mater	peso x UE*	peso según literatura**	peso en campo
1	pulpa de café	35	3,08	15	46,2	112,252	30,61	30,56
	materia seca	30	1,92	10,5	20,16			
	Estiércol	35	3,08	14,9	45,892			
2	pulpa de café	30	2,64	15	39,6	105,816	28,86	28,19
	materia seca	40	2,56	10,5	26,88			
	estiércol	30	2,64	14,9	39,336			
3	pulpa de café	25	2,2	15	33	99,38	27,10	26,45
	materia seca	50	3,2	10,5	33,6			
	estiércol	25	2,2	14,9	32,78			
4	pulpa de café	20	1,76	15	26,4	92,944	25,35	24,99
	materia seca	60	3,84	10,5	40,32			
	estiércol	20	1,76	14,9	26,224			

* Peso x UE= Peso por unidad experimental de precomposta.

** Peso según literatura, 60% de humus producido por total de precomposta/sustrato aplicado

Cuadro 3A: Rendimientos obtenidos de kg de lombricompost y lombriz versus costos de producción.

Tx	SUSTRATOS	Cantidades en %	Total inversión por cajón de 0.09 m ³	Kg de lombricompost en campo	Precio Q. de kg de lombricomposta	Total en Q. por rend. de lombricompost	Total de lombriz en kg por cajón de 0.09 m ³	Precio Q. de kg de lombriz	Total Q. por venta de lombriz en kg	Ingreso bruto por venta de producto obtenido
1	Pulpa de café	35	94,17	30,56	1,54	47,07	10,00	88,00	880,00	927,07
	Materia seca	30								
	Estiércol de equino	35								
2	Pulpa de café	30	92,06	28,19	1,54	43,41	8,00	88,00	704,00	747,41
	Materia seca	40								
	Estiércol de equino	30								
3	Pulpa de café	25	89,96	26,45	1,54	40,73	5,00	88,00	440,00	480,73
	Materia seca	50								
	Estiércol de equino	25								
4	Pulpa de café	20	87,85	24,99	1,54	38,49	2,00	88,00	176,00	214,49
	Materia seca	60								
	Estiércol de equino	20								

Cuadro 4A: Análisis económico de producción de lombricompost y lombriz coqueta roja (Eisenia foetida) en 0.09 m³

Tratamiento	Rendimiento en Kg		Ingreso bruto en Q.	Costos directos de producción en Q.	Ingreso neto Q.	Rentabilidad
	humus	lombriz				
1	30,56	10,00	927,07	94,17	832,9	884,46
2	28,19	8,00	747,41	92,06	655,35	711,87
3	26,45	5,00	480,73	89,96	390,77	434,38
4	24,99	2,00	214,49	87,85	126,64	144,15

Cuadro 5A: Análisis del laboratorio.

Orden: 19 - 252
 Propietario: ASOBAGRI
 Finca: ASOCIACION BARILLENSE DE AGRICULTORES en Jurisdicción de: Santa Cruz Barillas HI
 Entrega: Otro método de entrega.



Análisis de Abono Orgánico

No.	Identificación de la muestra	%							ppm				%		
		pH	*C/N	N	P2O5	K2O	CaO	MgO	Cobre	Hierro	Manganeso	Zinc	*C.O.	*M.O.	Ceniza
	Niveles Adecuados ---->	7.3-9.1	9.5-16.5	0.8-2.8	0.3-1.7	0.5-1.9	0.8-6.9	0.4-1.4	8.9-35.9	1470-9123	58-997	23-180	11-34	37-78	21-62
1152	TRATAMIENTO 1 REPETICION 1	7.60	16.53	2.35	0.84	2.57	4.20	1.59	13.36	1,722.80	504.00	93.20	38.89	70.00	30.00
1153	TRATAMIENTO 1 REPETICION 2	7.70	16.67	2.37	0.83	2.31	5.26	1.73	12.68	1,885.60	492.00	98.80	39.44	71.00	29.00
1154	TRATAMIENTO 1 REPETICION 3	7.50	14.69	2.53	0.90	2.88	5.26	1.73	14.56	1,882.80	552.00	116.00	37.22	67.00	33.00
1155	TRATAMIENTO 1 REPETICION 4	7.40	15.18	2.56	0.86	2.45	4.54	1.66	14.28	1,845.60	532.00	105.20	38.89	70.00	30.00
1156	TRATAMIENTO 1 REPETICION 5	7.60	17.43	1.80	0.63	2.10	3.53	1.39	8.92	1,593.60	391.20	78.00	43.33	78.00	22.00
1157	TRATAMIENTO 2 REPETICION 1	7.60	16.15	1.84	0.66	1.74	3.98	1.53	9.24	1,563.20	444.00	75.60	40.00	72.00	28.00
1158	TRATAMIENTO 2 REPETICION 2	7.40	14.37	2.51	0.89	2.11	4.70	1.66	11.92	1,760.40	540.00	102.00	36.11	65.00	35.00
1159	TRATAMIENTO 2 REPETICION 3	7.50	14.89	2.50	0.86	1.98	4.59	1.73	12.64	1,828.00	560.00	126.80	37.22	67.00	33.00
1160	TRATAMIENTO 2 REPETICION 4	7.30	14.63	2.51	0.83	1.83	4.54	1.59	12.92	1,739.60	552.00	114.00	36.67	66.00	34.00
1161	TRATAMIENTO 2 REPETICION 5	7.30	15.13	2.24	0.82	2.17	5.10	1.73	12.56	1,826.00	134.00	119.20	33.89	61.00	39.00
1162	TRATAMIENTO 3 REPETICION 1	7.00	14.80	2.35	0.71	1.51	5.43	1.53	12.28	1,774.00	616.00	91.60	36.67	66.00	34.00
1163	TRATAMIENTO 3 REPETICION 2	7.20	15.78	2.46	0.76	1.55	5.54	1.46	12.92	1,792.00	580.00	88.00	38.89	70.00	30.00
1164	TRATAMIENTO 3 REPETICION 3	7.20	14.84	2.58	0.71	1.57	6.05	1.86	11.76	1,681.20	568.00	106.80	38.33	69.00	31.00
1165	TRATAMIENTO 3 REPETICION 4	7.00	14.92	2.35	0.71	1.88	7.39	1.99	10.80	1,677.20	552.00	120.00	38.33	69.00	31.00
1166	TRATAMIENTO 3 REPETICION 5	7.00	14.75	2.46	0.70	1.62	5.77	1.73	10.92	1,890.80	556.00	113.20	37.22	67.00	33.00
1167	TRATAMIENTO 4 REPETICION 1	6.80	15.35	2.06	0.60	1.70	4.59	1.39	9.44	1,512.00	456.00	91.20	37.22	67.00	33.00
1168	TRATAMIENTO 4 REPETICION 2	7.40	13.49	2.47	0.79	2.45	4.87	1.66	10.56	1,759.20	476.00	80.00	33.33	60.00	40.00

- *N = Nitrogeno
- *P₂O₅ = Fósforo
- *K₂O = Potasio
- *CaO = Calcio
- *MgO = Magnesio
- *C.O. = Carbono Orgánico
- *M.O. = Materia Orgánica
- *C/N = Relación Carbono-Nitrógeno

Observaciones: Dichos niveles son por lo tanto, extremadamente generales, y en consecuencia, a la hora de usarlos para interpretar hay que considerarlos como tales.

Fecha de ingreso: 09/11/2011

Fecha de entrega: 24/11/2011

Ing. Humberto Jiménez
 Jefe Laboratorio de Suelos

Los resultados de este informe son validos únicamente para las muestras recibidas en el laboratorio y en su impresión original

El laboratorio ANALAB, no se responsabiliza por el uso inadecuado que se le de a este informe

La reproducción parcial o total de este informe debera ser autorizada por escrito por ANALAB

Orden: * 19 - 252
 Propietario: ASOBAGRI
 Finca: ASOCIACION BARILLENSE DE AGRICULTORES en Jurisdiccion de: Santa Cruz Barillas HI
 Entrega: Otro método de entrega.



Análisis de Abono Orgánico

No.	Identificación de la muestra	%						ppm				%			
		pH	*C/N	N	P2O5	K2O	CaO	MgO	Cobre	Hierro	Manganeso	Zinc	*C.O.	*M.O.	Ceniza
	Niveles Adecuados ---->	7.3-9.1	9.5-16.5	0.8-2.8	0.3-1.7	0.5-1.9	0.8-6.9	0.4-1.4	8.9-35.9	1470-9123	58-997	23-180	11-34	37-78	21-62
1169	TRATAMIENTO 4 REPETICION 3	6.70	14.28	2.72	0.69	1.94	6.05	1.79	12.68	1,592.40	500.00	97.60	38.89	70.00	30.00
1170	TRATAMIENTO 4 REPETICION 4	6.60	15.87	2.63	0.59	1.93	6.38	1.79	7.24	1,471.60	420.00	76.80	41.67	75.00	25.00
1171	TRATAMIENTO 4 REPETICION 5	6.60	15.04	2.66	0.73	1.76	5.94	1.73	9.20	1,557.60	484.00	106.80	40.00	72.00	28.00

- *N = Nitrogeno
- *P₂O₅ = Fósforo
- *K₂O = Potasio
- *CaO = Calcio
- *MgO = Magnesio
- *C.O. = Carbono Orgánico
- *M.O. = Materia Orgánica
- *C/N = Relación Cargono-Nitrógeno

Observaciones: Dichos niveles son por lo tanto, extremadamente generales, y en consecuencia, a la hora de usarlos para interpretar hay que considerarlos como tales.

Fecha de ingreso: 09/11/2011

Fecha de entrega: 24/11/2011

Ing. Humberto Jiménez
 Jefe Laboratorio de Suelos

Los resultados de este informe son validos únicamente para las muestras recibidas en el laboratorio y en su impresión original

El laboratorio ANALAB, no se responsabiliza por el uso inadecuado que se le de a este informe

La reproducción parcial o total de este informe debera ser autorizada por escrito por ANALAB

5a. calle 05-50, zona 14 Guatemala, Guatemala, C.A. e-mail: analab@anacafe.org www.laboratorioanalab.com telefono y fax: (502) 23374173, pbx: (502) 24213700 ext.193,194,195,196,197

Pág. 2 / 2

24/11/2011 14:28:35