

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA

EVALUACIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS A BASE DE PROBIÓTICOS  
EN ALMÁCIGO DE CAFÉ; ZUNILITO, SUCHITEPÉQUEZ  
TESIS DE GRADO

**MARIO ANTONIO ALVAREZ OBREGON**  
CARNET 980112-68

QUETZALTENANGO, NOVIEMBRE DE 2015  
CAMPUS DE QUETZALTENANGO

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA

EVALUACIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS A BASE DE PROBIÓTICOS  
EN ALMÁCIGO DE CAFÉ; ZUNILITO, SUCHITEPÉQUEZ  
TESIS DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE  
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR  
**MARIO ANTONIO ALVAREZ OBREGON**

PREVIO A CONFERÍRSELE

EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA EN EL GRADO  
ACADÉMICO DE LICENCIADO

QUETZALTENANGO, NOVIEMBRE DE 2015  
CAMPUS DE QUETZALTENANGO

## **AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**

RECTOR: P. EDUARDO VALDES BARRIA, S. J.  
VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO  
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO  
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.  
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS  
SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

## **AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS**

DECANO: DR. ADOLFO OTTONIEL MONTERROSO RIVAS  
VICEDECANA: LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ  
SECRETARIA: ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES  
DIRECTOR DE CARRERA: MGTR. JULIO ROBERTO GARCÍA MORÁN

## **NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN**

ING. OTONIEL GARCÍA CIFUENTES

## **TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN**

MGTR. MARCO ANTONIO MOLINA MONZÓN

MGTR. POMPILIO ALEJANDRO SOLÓRZANO ADOLFO

ING. ROBERTO ANTONIO MORALES LIMA

## **AUTORIDADES DEL CAMPUS DE QUETZALTENANGO**

DIRECTOR DE CAMPUS: P. MYNOR RODOLFO PINTO SOLIS, S.J.

SUBDIRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JOSÉ MARÍA FERRERO MUÑIZ, S.J.

SUBDIRECTOR ACADÉMICO: ING. JORGE DERIK LIMA PAR

SUBDIRECTOR ADMINISTRATIVO: MGTR. ALBERTO AXT RODRÍGUEZ

SUBDIRECTOR DE GESTIÓN GENERAL: MGTR. CÉSAR RICARDO BARRERA LÓPEZ

Guatemala, 28 de Junio 2014

Honorable Consejo de  
La Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas  
Presente.

Distinguidos Miembros del Consejo:

Por este medio hago constar que he procedido a revisar el informe final de tesis del estudiante Mario Antonio Alvarez Obregón, que se identifica con carné 98011268, titulado: **“EVALUACIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS PRODUCIDOS A BASE DE PROBIÓTICOS EN ALMÁCIGO DE CAFÉ; ZUNILITO, SUCHITEPÉQUEZ”**, el cual considero que cumple con los requisitos establecidos por la Facultad para ser aprobado, por lo que solicito sea revisado por la terna que designe el Honorable consejo de la Facultad, previo a su autorización de impresión.

Atentamente,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Otoniel García', is written over a circular stamp. The signature is stylized and somewhat illegible due to the ink bleed-through and the circular shape of the stamp.

Ing. Agr. Otoniel García

Colegiado No. 1618



**Universidad  
Rafael Landívar**  
Tradición Jesuita en Guatemala

**FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
No. 06395-2015**

### **Orden de Impresión**

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante MARIO ANTONIO ALVAREZ OBREGON, Carnet 980112-68 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA, del Campus de Quetzaltenango, que consta en el Acta No. 06149-2015 de fecha 30 de octubre de 2015, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

**EVALUACIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS A BASE DE PROBIÓTICOS  
EN ALMÁCIGO DE CAFÉ; ZUNILITO, SUCHITEPÉQUEZ**

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 9 días del mes de noviembre del año 2015.

  
\_\_\_\_\_  
**ING. REGINA CASTANEDA FUENTES, SECRETARIA  
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
Universidad Rafael Landívar**



## **Agradecimientos**

A:

Gran Arquitecto del Universo que me dio la vida, la sabiduría y la bendición de superarme.

La Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas por ser parte de mi formación.

Ing. Otoniel García, por su asesoría, revisión y corrección de la presente investigación.

Finca Los Angeles, por permitirme hacer mi investigación en sus instalaciones.

Lic. Carlos Enrique Alvarez Fernández, por su apoyo, asesoría, revisión y corrección de la presente investigación.

## **Dedicatoria**

A:

Gran Arquitecto Del Universo: Quién siempre me da su infinito amor, fortaleza para superar las diferentes etapas de la vida y me bendice con las personas que me rodean.

Mis padres: Mario Roberto Alvarez Fernández y Rossana Aiza Obregón García a quienes quiero mucho, por su inmenso amor, por su tiempo, sus consejos oportunos y por su ejemplo a seguir.

Mi familia: Abuelos, hermanos, tíos, primos, sobrinos y cuñada que de una u otra forma han contribuido en mi formación.

Mis amigos: Por su apoyo, compañía y formar parte de mi desarrollo integral, con mucho aprecio.



# ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	MARCO TEÓRICO	3
	2.1 PROBIÓTICO	3
	2.1.1 Definición	3
	2.1.2 Uso en la producción agropecuaria	3
	2.1.3 Importancia del producto comercial SCD Probiotics	4
	2.1.4 Contenido	4
	2.1.5 Uso en la producción de abonos orgánicos	5
	2.2 MATERIA ORGÁNICA	5
	2.2.1 Descomposición de la materia orgánica	5
	2.2.2 Dinámica de la materia orgánica	6
	2.3 ABONOS ORGÁNICOS	7
	2.3.1 Definición	7
	2.3.2 Importancia del uso de abonos orgánicos	8
	2.3.3 Tipos de abonos orgánicos	8
	2.3.4 Características de un abono orgánico ya totalmente descompuesto	9
	2.4 ELABORACIÓN DE ALMÁCIGO DE CAFÉ	10
	2.4.1 Formas de almácigo de café	10
	2.4.2 Tipo de sustrato	12
	2.4.3 Características de la raíz pivotante	12
	2.4.4 Características de las raicillas	13
	2.4.5 Desarrollo foliar	13
	2.4.6 Diagnóstico nematológico	13
	2.4.7 Otras deficiencias y problemas encontrados en el almácigos	13
	2.5 NUTRICIÓN VEGETAL	14
	2.5.1 Principales elementos o nutrientes necesarios para la nutrición de la planta de café	14
	2.5.2 Función de los nutrientes	15
III.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
	3.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO	17
IV.	OBJETIVOS	18
	4.1 OBJETIVO GENERAL	18
	4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
V.	HIPÓTESIS	19
VI.	METODOLOGÍA	20
	6.1 LOCALIZACIÓN	20
	6.2 MATERIAL EXPERIMENTAL	20
	6.2.1 Abonos orgánicos	20
	6.2.2 Plantas de café	20

6.2.3 Probióticos	21
6.3 FACTORES A ESTUDIAR	21
6.4 DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS	21
6.5 DISEÑO EXPERIMENTAL	22
6.6 MODELO ESTADÍSTICO	23
6.7 UNIDAD EXPERIMENTAL	23
6.8 CROQUIS DE CAMPO	23
6.9 MANEJO DEL EXPERIMENTO	24
6.9.1 Elaboración de abonos orgánicos	24
6.9.2 Elaboración de almácigo	24
6.10 VARIABLES DE RESPUESTA	25
6.11 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	26
6.11.1 Análisis estadístico	26
6.11.2 Análisis económico	26
VII. DISCUSIÓN Y RESULTADOS	27
7.1 Formación de abonos	27
7.2 Análisis químico de abonos producidos	27
7.3 Altura de plántula	28
7.4 Diámetro de plántula	30
7.5 Largo de raíz	32
7.6 Análisis económico	37
VIII. CONCLUSIONES	38
IX. RECOMENDACIONES	40
X. REFERENCIABIBLIOGRÁFICAS	41
XI. ANEXOS	43

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1:	Descripción de los tratamientos de probiótico en el procesamiento del material de desecho de actividades agropecuarias	22
Cuadro 2:	Descripción de los tratamientos que se utilizó en el experimento en el área de almacigo	22
Cuadro 3:	Tiempo de formación de los abonos	27
Cuadro 4:	Análisis químico de los abonos	27
Cuadro 5:	Variable altura de planta de cafeto en centímetros	28
Cuadro 6:	Análisis de varianza de la variable altura de planta de cafeto	29
Cuadro 7:	Pruebas de medias Tukey al 5% de la variable altura de planta de cafeto	29
Cuadro 8:	Variable diámetro de la planta de cafeto en centímetros	30
Cuadro 9:	Análisis de varianza de variable diámetro de planta de cafeto	31
Cuadro 10:	Prueba de medias Tukey al 5% de la variable diámetro de la planta de cafeto	31
Cuadro 11:	Variable tamaño de raíz en centímetros de la planta de cafeto	32
Cuadro 12:	Análisis de varianza de variable tamaño de raíz de planta de cafeto	33
Cuadro 13:	Prueba de medias Tukey al 5% de la variable tamaño de raíz de la planta de cafeto	34
Cuadro 14:	Valores de las variables de respuestas examinadas de la plántula de cafeto	35
Cuadro 15:	Costo y beneficio de los diferentes abonos orgánicos evaluados	37

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Croquis de campo de la distribución de los tratamientos de la fase 1	23
Figura 2: Croquis de campo de la distribución de los tratamientos de la fase 2	23
Figura 3: Grafica de la interacción de las variables de respuesta que se presenta en la plantas de cafeto en el almacigo	37

## ÍNDICE DE ANEXOS

- 1 Vista satelital del municipio de Zunilito
- 2 Vista satelital del área donde fue instalado el experimento
- 3 Análisis de laboratorio de los abonos orgánicos evaluados
- 4 Grado de maduración de la composta por su color
- 5 Costo de producción del tratamiento No. 1, que consiste en el que se utilizó abono a base de gallinaza + probióticos
- 6 Costo de producción del tratamiento No. 2, que consiste en el que se utilizó abono a base de pulpa + probióticos
- 7 Costo de producción del tratamiento No. 3, que consiste en el que se utilizó abono a base de gallinaza + pulpa + probióticos
- 8 Costo de producción del tratamiento No. 4, que consiste en el que se utilizó abono a base de gallinaza
- 9 Costo de producción del tratamiento No. 5, que consiste en el que se utilizó abono a base de pulpa
- 10 Costo de producción del tratamiento No. 6, que consiste en el que se utilizó abono a base de gallinaza + pulpa
- 11 Cuadro de beneficio del experimento

## RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar tres tipos de abonos orgánicos producido a base de probiótico sobre la calidad del almacigo de café. La investigación se realizó en la finca Los Angeles, Zunilito, Suchitepéquez. El diseño experimental utilizado fue completamente al azar, con seis tratamientos y tres repeticiones. Las variables de respuesta fueron altura de planta, diámetro de tallo, largo de raíz y números de cruces. En la primera fase fue producir los abonos orgánicos, utilizando gallinaza, pulpa de café y una mezcla de estos dos materiales en una relación de 1:1; se aplicó a tres de los tratamiento la cantidad de 6.25 cc\L de próbiotico y se dejaron los otros tres de testigos. Los resultados obtenidos de la primera fase fueron que los abonos en los que se utilizaron probióticos, el tiempo para la producción fue de 15 días; mientras los testigos presentaron un periodo de descomposición de 180 a 240 días. La segunda fase consistió en realizar mezclas de los abonos producidos, con tierra en una relación de 1:3, resultando ser el mejor tratamiento el que incluyó pulpa de café con próbiotico, presentando un mejor desarrollo de la plántula en lo que respecta a longitud de raíz, altura de planta y diámetro de tallo. Desde el punto de vista económico, el mejor tratamiento fue el de pulpa de café sin próbiotico con una rentabilidad 50.94%; pero se recomienda utilizar el abono producido a base de pulpa de café con próbiotico por producir mejor calidad de plántula.

## I. INTRODUCCIÓN

La producción animal es un componente fundamental de los sistemas de producción agropecuarios; por lo que alrededor de la cuarta parte de la superficie mundial es destinada a la producción de ganado en sistemas de pastoreo extensivo, y 32% de la producción mundial de cultivos (soya, sorgo, maíz, etc.) es destinada a la alimentación animal (Guerrero, Stanier y Villanueva, 1996).

La crianza de aves a gran escala durante largos periodos de tiempo, trae consigo problemas que deben ser controlados, uno de ellos es la producción de grandes cantidades de residuos, los cuales son reservorio de enfermedades y contaminantes ambientales, por lo que se deben buscar alternativas para aprovechar estos productos de desecho y convertirlos en un producto que aporte beneficios a los productores, con lo cual también se disminuiría la contaminación que se provoca.

Si bien la producción animal puede ocasionar daños severos a los recursos naturales de los que depende y a los sistemas de producción agropecuarios circundantes, puede hacer también una importante contribución al desarrollo rural sustentable, si se utilizan adecuadas prácticas de manejo (González, 2005).

El uso de microorganismos, entre ellos los probióticos y su utilidad en la producción agropecuaria, ha sido en nuestro país de poco interés para la mayoría de las instituciones de investigación, porque los procesos agrícolas están enmarcados en ideas tradicionales de la revolución verde; comprender que el uso de microorganismo pueden mejorar sustancialmente la calidad del suelo, así como disminuir el impacto que estamos causando en nuestro planeta, ha sido difícil.

Otros de los tabús existentes es pensar que solo los hongos y levaduras se pueden usar para el procesamiento de materia orgánica, olvidándonos que hay un grupo de bacterias no patógenas que se puede utilizar para la producción de abonos orgánicos, lo que nos permite disminuir el impacto al ambiente que está generando el uso de abonos químicos; además, el procesamiento de forma natural de los residuos orgánicos, principalmente la gallinaza, que sirven de foco de infección donde se da la producción de plagas y malos

olores que provocan contaminación y molestias a los pobladores que se encuentra en las cercanías de la unidades productivas. Por esta razón se utilizaron los probióticos en los productos de desechos para determinar si hay influencia en la calidad del abono que se produce y cuál es su efecto en el almácigo de café.

Por esta razón se empleó probióticos para ver su efecto en las materias orgánicas: gallinaza, pulpa de café así como una mezcla al 50% de las dos materias anteriormente mencionadas. Se utilizó una mezcla a razón de 6.25cc/l de probiotico, la que se aplicó sobre las diferentes materias orgánicas del experimento. Esto nos dio como resultado una aceleración en los tiempos de descomposición de estas materias, disminuyendo el tiempo de descomposición a 15 días, muy por debajo de los tiempos normales. Pero no se encontró injerencia en la calidad nutritiva de los abonos orgánicos producidos, llevando esto a recomendar la continuidad de la investigación de los probióticos con otros sustratos y otras áreas productivas.



## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 PROBIÓTICOS

#### 2.1.1 Definición

Los probióticos son microorganismos vivos que pueden incluirse en la preparación de una amplia gama de productos, incluyendo alimentos, medicamentos, y suplementos dietéticos. Las especies de *Lactobacillus* y *Bifidobacterium* son las usadas más comúnmente como probióticos, pero la levadura *Saccharomyces cerevisiae* y algunas especies de *E. coli* y *Bacillus* también son utilizados como probióticos. Las bacterias del ácido láctico (LAB), entre las que se encuentra la especie *Lactobacillus*, han sido utilizadas para la conservación de alimentos mediante fermentación durante miles de años; pueden ejercer una función doble, actuando como agentes fermentadores de alimentos, pudiendo además generar efectos beneficiosos a la salud. En términos estrictos, sin embargo, el término “probiótico” debe reservarse para los microorganismos vivos que han demostrado en estudios humanos controlados, producir un beneficio a la salud (Reyes y Rodríguez, 2010).

La fermentación de alimentos brinda perfiles de sabor característicos y reduce el pH, lo que impide la contaminación provocada por posibles patógenos. La fermentación se utiliza a nivel mundial para el mantenimiento de una gama de materiales agrícolas sin procesar (cereales, raíces, tubérculos, frutas y hortalizas, leche, carne, pescado etc.) (Reyes y Rodríguez, 2010).

#### 2.1.2 Uso en la producción agropecuaria

Los microorganismos tienen las siguientes aplicaciones: en la producción pecuaria se utilizan como suplemento nutricional para el aumento de la producción de masa corporal en animales de engorde y aumento de la producción de leche, también se utilizan como medio preventivo de infecciones bacterianas; además se utilizan en las explotaciones comerciales para acelerar el procesamiento de los desechos orgánicos que las mismas

generan, con el propósito principal de reducir la contaminación ambiental (SCD Probiotic, 2012).

En la agricultura se utilizan para acelerar la descomposición de residuos orgánicos mediante el compostaje, produciendo abonos orgánicos que mejoran las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo (SCD Probiotic, 2012).

### **2.1.3 Importancia de producto comercial**

Cultivo Madre (es el stock primario de bacterias que se utiliza para producir más bacterias sin que por ello presenten alteración genética) es una mezcla líquida de microorganismos benéficos y eficaces producidos a través de un proceso de fermentación natural. Estos microorganismos al ser introducidos en cualquier sistema con vida, promueven el crecimiento natural de bacterias benéficas, para lograr un balance microbial saludable basado en el concepto de exclusión competitiva (SCD Probiotic, 2012).

Con base en los principios de la tecnología de microorganismos eficaces (EM) desarrollada en Japón hace más de treinta años, el equipo de investigación y desarrollo se ha pasado los últimos diez años refinando el proceso para proveer soluciones sostenibles con un producto todo natural efectivo y amigable con el ambiente (SCD Probiotic, 2012).

El cultivo madre incluye considerables niveles de bacterias fototróficas púrpura no sulfurosas, bacterias lácticas, nitrificantes y diferentes especies de levaduras todas benéficas para su utilización en gran variedad de industrias (SCD Probiotic, 2012).

### **2.1.4. Contenido**

Los elementos y materiales que componen el probiótico son los siguientes: agua, melaza de caña natural, cultivos ácido lácticos, óxido de calcio (0.00546%), óxido de magnesio (0.00159), sal (0.3%). Lista de especies: *Bacillus subtilis*, *Bifidobacterium animalis*, *B. bifidum*, *B. longum*, *Enterococcus diacetyllactis*, *E. lactis*, *E. thermophilis*, *Lactobacillus*

*acidophilus*, *L. bulgaricus*, *L. casei*, *L. plantarum*, *L. fermentum*, *Saccharomyces cerevisiae* (SCD Probiotic, 2012).

### **2.1.5. Uso de probióticos en la producción de abono orgánico**

Según Fernández (2013), quien es administrador de varias fincas de la costa sur, comentó que la utilización de probióticos en el procesamiento de los desechos orgánicos producidos en las fincas de su propiedad ha dado como resultado una disminución en el tiempo de descomposición, en la disminución de efectos contaminantes al ambiente circundante, bajar costos en la producción.

## **2.2 MATERIA ORGÁNICA**

### **2.2.1 Descomposición de la materia orgánica**

Los residuos de las plantas constituyen el material principal originario de la materia orgánica del suelo. Bajo condiciones naturales, todos estos residuos (partes aéreas y raíces de los árboles, arbustos, malas hierbas y otras plantas) aportan anualmente al suelo una gran cantidad de residuos orgánicos. En los suelos cultivados, una gran parte de las plantas son extraídas, pero muchos de sus tallos y raíces son abandonados en el suelo (Navaro, 2003).

Junto a estos restos también hay que incluir los cadáveres de microorganismos vegetales, especialmente bacterias y hongos. Esta participación es más importante de lo que un principio pueda parecer, pues se estima que las sustancias nitrogenadas del humus pueden proceder, en una proporción bastante elevada, del protoplasma celular de los citados microorganismos (Navaro, 2003).

Las materias de origen animal que pueden incorporarse al suelo están formadas por los cadáveres y las deyecciones de los animales. Todos estos restos, sobre todo aquellos que proceden de animales superiores y principalmente sus cadáveres, evolucionan rápidamente y no dejan compuestos duraderos en el suelo. En su conjunto se consideran tan solo fuentes secundarias de materia orgánica (Navaro, 2003).

La materia orgánica se encuentra en dos estados:

- Partículas de diferentes tamaños en las que se reconocen las estructuras de los seres vivos de los que proceden. Es la materia muerta en pie (plantas muertas que se conservan casi enteras: troncos de árboles, ramas, restrojos), la hojarasca, el mantillo (restos de seres vivos troceados por acción de los animales), y la materia orgánica particulada en los ecosistemas acuáticos (Cardona, 1991).
- Moléculas orgánicas normalmente muy complejas y de carácter ácido (ácidos húmicos y fúlvicos). Es el humus de los ecosistemas terrestres y la materia orgánica disuelta de los ecosistemas acuáticos (Cardona, 1991).

En los ecosistemas terrestres la materia orgánica muerta se acumula en el suelo, mezclada con partículas minerales procedentes de las rocas. La proporción entre materia orgánica y mineral varía de unos suelos a otros, estando el promedio mundial en un 5% de materia orgánica y un 95% de material mineral (Cardona, 1991).

### **2.2.2 Dinámica de la materia orgánica**

La degradación del tejido orgánico originario y formación del humus en el suelo es un proceso bioquímico muy complicado. Si las condiciones son apropiadas, todos los tejidos orgánicos que llegan al suelo en forma de restos de plantas y animales quedan sometidos inmediatamente a una transformación química y bioquímica. En estas transformaciones participan todos los organismos que viven en el suelo: microorganismos vegetales y animales, animales inferiores y superiores (Navaro, 2003).

La inmensa mayoría de los remanentes de los cultivos que entran anualmente en el depósito de materia orgánica muerta proceden de las plantas. La cantidad que se incorpora varía mucho entre ecosistemas, y se relaciona con la producción primaria neta. Cuanto mayor es la producción vegetal más detritos entran anualmente al depósito de materia orgánica muerta (Navaro, 2003).

Los remanentes recién caídos sufren dos procesos:

- Fragmentación: los restos muertos se van fragmentando por pisoteo de los animales y fundamentalmente por el paso por el tubo digestivo de los saprófitos. La mesofauna (animales entre 0.2 y 4 mm como ácaros y colémbolos) y la macrofauna (animales

entre 4 y 100 mm como larvas de insectos y lombrices) del suelo consumen los restos muertos, restos que apenas digieren (eficiencia de asimilación = 0.2) y que devuelven de nuevo al depósito de materia orgánica muy fraccionados. Los herbívoros también cumplen un papel muy importante en el fraccionamiento de la materia orgánica. Los vegetales consumidos y no asimilados por los herbívoros llegan al suelo mucho más triturados que los no consumidos que mueren de viejos (Navaro, 2003).

- **Descomposición:** la materia orgánica asimilada por los saprófitos y utilizada para mantener su metabolismo no vuelve a formar parte de la materia orgánica muerta, sino que la energía se pierde como calor y los materiales pasan a formas inorgánicas (CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub>, etc.). La mayor parte de la materia orgánica muerta es asimilada y respirada por los microorganismos del suelo. Por esta razón a los microorganismos del suelo se les llama también descomponedores, aunque de forma impropia, ya que todos los animales descomponen la materia orgánica cuando respiran y expulsan nutrientes inorgánicos. Los microorganismos segregan enzimas que degradan externamente la materia orgánica muerta, incorporando posteriormente los compuestos orgánicos solubles a sus estructuras. La materia no solubilizada sufre transformaciones químicas por efecto de las enzimas, dando lugar a humus: huminas, ácidos húmicos y fúlvicos de muy difícil descomposición que se acumulan en el suelo durante cientos o miles de años (Navaro, 2003).

## **2.3 ABONOS ORGÁNICOS**

### **2.3.1 Definición**

Se puede definir como abono orgánico al fertilizante que proviene de restos animales, humanos, vegetales y rastrojos de los cultivos que se han producidos en el lugar, así como de otra fuente orgánica y natural; que sufre un proceso de descomposición para poder estar de forma disponible para las plantas, también ayuda a mejorar el suelo en forma física y química (Berg, Martin, Solomon y Vilee 1998).

### **2.3.2 Importancia del uso de abonos orgánicos**

En la actualidad se está expuesto a cantidades de productos químicos los cuales suelen ser muy perjudiciales. Los abonos orgánicos son muy naturales y también son los que se

emplean en los cultivos garantizando productos de buena calidad para su consumo, evitando de una u otra manera enfermedades para nuestro cuerpo (Fernández y Leiva, 2003).

“La importancia fundamental de su necesidad en las tierras obedece a que los abonos orgánicos son fuente de vida bacteriana del suelo, sin la cual no se puede dar la nutrición de las plantas”. Sabemos que el suelo no puede hacer el alimento para las plantas solo, ya que éste se encuentra acabado por la utilización de abonos inorgánicos, los cuales en vez de ayudar, lo que hacen es acabar día tras día con la tierra. En cambio el abono orgánico es totalmente sano y natural, por eso son fuente de vida para las plantas, ya que cuentan con millones de microorganismos que transforman a los minerales en elementos comestibles para las plantas (Fernández y Leiva, 2003).

### **2.3.3 Tipos de abonos orgánicos**

Estiércol: es el nombre con el que se denomina a los excrementos de animales que se utilizan para fertilizar los cultivos. En ocasiones el estiércol está constituido por más de un desecho orgánico, como por ejemplo, excrementos de animales y restos de las camas, como sucede con la paja. El lugar donde se vierte o deposita el estiércol es el estercolero (Fernández y Leiva, 2003).

Guano, estiércol de aves y murciélagos. Es la acumulación masiva de excrementos de murciélagos, aves marinas y focas. Por sus características, para su formación se requieren climas áridos o de escasa humedad (Fernández y Leiva, 2003).

Gallinaza, estiércol y cama de gallinas. Este excremento se considera como un excelente abono, calculándose su efecto superior en unas cuatro veces al estiércol normal de la cuadra. El excremento de gallina varía en riqueza fertilizante con las sustancias más o menos nitrogenadas que el animal ingiere, pues su condición es omnívora. Haciendo entrar en su nutrición una cantidad considerable de materias animales como sangre, carne, pescados, etc. las deyecciones casi se elevarían a la riqueza del fertilizante del guano del Perú, comparados ambos abonos en estado de sequedad (Fernández y Leiva, 2003).

Compost: la composta, el compostaje, composto o abono orgánico es el producto que se obtiene del compostaje y compuestos que forman o formaron parte de seres vivos en un conjunto de productos de origen animal y vegetal; constituye un "grado medio" de descomposición de la materia orgánica, que ya es en sí un magnífico abono orgánico para la tierra, logrando reducir enormemente la basura. Se denomina humus al "grado superior" de descomposición de la materia orgánica. El humus supera al compost, siendo ambos orgánicos (Fernández y Leiva, 2003).

Humus: el frenton de piedrasdita es la sustancia compuesta por ciertos productos orgánicos de naturaleza coloidal, que proviene de la descomposición de los restos orgánicos por organismos y microorganismos benéficos (hongos y bacterias). Se caracteriza por su color negruzco debido a la gran cantidad de carbono que contiene. Se encuentra principalmente en las partes altas de los suelos con actividad orgánica (Fernández y Leiva, 2003).

Los elementos orgánicos que componen el humus son muy estables, es decir, su grado de descomposición es tan elevado que ya no se descomponen más y no sufren transformaciones considerables (Berg, et al, 1998).

#### **2.3.4 Características de un abono orgánico ya totalmente descompuesto**

La composta o cualquier abono orgánico cuando termina su proceso de descomposición se convierte en humus. Los elementos orgánicos que componen el humus son muy estables, es decir, su grado de descomposición es tan elevado que ya no se descomponen más y no sufren transformaciones considerables (Berg, et al, 1998).

### **2.4 ELABORACIÓN DE ALMÁCIGOS DE CAFÉ**

La elaboración de un almácigo de buena calidad es el primer paso para obtener plantaciones productivas de café, razón por la cual el Laboratorio de Protección Vegetal de Anacafé realizó la caracterización de 64 muestras de almácigos de café procedentes de todas las regiones del país. Con base en esta información se proponen medidas correctivas para las deficiencias identificadas (Anacafé, 1998).

Observaciones realizadas en los siguientes aspectos:

- Formas de hacer almácigos.
- Tipo de sustrato.
- Características de la raíz pivotante.
- Características de las raicillas.
- Desarrollo foliar.
- Presencia de nematodos.

A pesar que existen varias técnicas para la producción de almácigos, en la presente investigación se menciona la más empleada, elaborando semillero y trasplantando a bolsas de polietileno. La información presentada se restringe a los aspectos fitosanitarios, observaciones del sustrato y de la bolsa, así como en aspectos reflejados en las características morfológicas de la planta obtenida (Anacafé, 1998).

#### **2.4.1 Formas de hacer almácigos**

Para favorecer el desarrollo de las plantas en el almácigo, es necesario elaborar una mezcla de 75% de tierra fértil y 25% de materia orgánica. Si la tierra es muy arcillosa, la mezcla se hará con 40% de tierra; 30% de materia orgánica y 30% de arena (Anacafé, 1998).

Los almácigos pueden hacerse en tres sistemas:

- a. En bolsa
- b. Al suelo
- c. En tubete

**En bolsa:** generalmente se utilizan bolsas de polietileno color negro de 17.78 X 25.40 centímetros y tres milésimas de milímetros de grosor (Anacafé, 1998).

Las bolsas llenas se colocan a doble hilera, dejando una calle de 40 centímetros entre cada una, para alcanzar entre 30 y 35 bolsas por metro cuadrado (Anacafé, 1998).



Si se quiere obtener un almácigo de doble postura se recomienda lo siguiente.

I. Utilizar bolsas de 8 X 12 X 3 mm

II. Hacer un despunte apical (eliminación brote tierno vertical), cuando las plantitas cuenten con sus primeros tres ó cuatro pares de hojas verdaderas (Anacafé, 1998).

**Al suelo:** debido a que cada año los almácigos se hacen en el mismo lugar, es muy importante la incorporación de materia orgánica como abonos verdes, aboneras, lombri-compost y estiércoles. Estos almácigos se hacen formando unas mesas o tablonés de un metro de ancho por 40 centímetros de profundidad, dejando calles entre mesas de 40 centímetros. La longitud dependerá del tamaño del terreno (Anacafé, 1998).

El trasplante se hace conservando un distanciamiento de 20 centímetros entre plantas, estimándose unas 25 plantas por metro cuadrado. Con este sistema se necesita mayor área de terreno, pero los costos se reducen hasta en un 20% en relación al almácigo en bolsa. Los programas de nutrición son mejor aprovechados por las plantas, por lo tanto, existe un mejor desarrollo radicular y foliar, obteniéndose al final un almácigo bien conformado físicamente (Anacafé, 1998).

**En tubete:** en aquellas regiones con suelos muy fértiles, suelos sueltos y bien drenados, éste es el sistema más recomendado, pues no necesita de un ahoyado grande al momento de trasladar el almácigo al suelo (Anacafé, 1998).

La inversión es alta porque se necesita adquirir tubetes de 12 a 14 centímetros de largo por cuatro a cinco centímetros de diámetro, conservando en su interior unas venas o abscesos que permitan la extracción del pilón en el momento de ser sembrado en el campo (Anacafé, 1998).

Los tubetes son de polietileno (plástico) color negro y su durabilidad puede ser mayor de 10 años, protegiéndolos con la aplicación de silicona líquida al quinto año de uso (Anacafé, 1998).

Para colocarlos es necesario elaborar una estructura en forma de tapesco de malla galvanizada y madera. Ésta debe tener un metro de altura con agujeros de cinco centímetros de diámetro. Cada tubete se introduce en los agujeros de la malla en forma alterna (uno sí otro no), colocando de 100 a 120 tubetes por metro cuadrado (Anacafé, 1998).

La ventaja de este sistema es que necesita menos compostaje y menor área de terreno y se obtiene mayor rendimiento de mano de obra en las diferentes actividades. Sin embargo, es necesario reforzar el control de malezas, la nutrición y el control fitosanitario, pues se traslada a campo definitivo cuando alcanza los siete meses (Anacafé, 1998).

#### **2.4.2 Tipo de sustrato**

Se recomienda utilizar sustratos de textura franca o suelta, para favorecer el desarrollo de la raíz pivotante y del sistema radicular en general. Este tipo de sustrato permite el movimiento del agua dentro de la bolsa y reducen la posibilidad de anegamiento, que conllevaría la oxidación de las raíces y el cambio de elementos a formas tóxicas para la planta, tal es el caso del hierro y manganeso, esto acontece al utilizar sustratos de textura arcillosa o pesada (Anacafé, 1998).

#### **2.4.3 Características de la raíz pivotante**

Es común observar defectos en la conformación de la raíz pivotante en los almácigos. Las principales malformaciones son: raíces pivotantes múltiples, malformaciones a consecuencia de una mala siembra y plantas sin raíz pivotante. Esta condición no garantiza la sostenibilidad de la planta en campo, por lo que se recomienda mantener un estricto control al momento del trasplante de semillero a almácigo (Anacafé, 1998).

#### **2.4.4 Características de las raicillas**

El 58% de los almácigos no tiene la cantidad de raicillas suficientes para cumplir con la función de absorción de agua y nutrientes. Además, se observan casos de plantas con abundante cantidad de raicillas pero con signos de oxidación a consecuencia de un sustrato arcilloso o pesado (Anacafé, 1998).

#### **2.4.5 Desarrollo foliar**

Un indicador de la calidad de una buena planta de almácigo es la relación proporcional entre el área foliar y el área radicular. Según Anacafe a nivel nacional se observó que el 59% de los almácigos cumple con esta condición, no así en el 41% de los casos restantes, sobre todo en almácigos tratados con altas dosis de fertilizantes foliares, los cuales tienen un buen follaje pero deficiente desarrollo radicular (Anacafé, 1998).

#### **2.4.6 Diagnóstico hematológico**

Muchos almácigos están infestados de nematodos fitoparásitos. Estos microorganismos causan lesiones y destrucción del sistema radicular. En caso que los mismos no sean tratados, esta situación favorece la dispersión de la plaga en áreas libres de la misma (Anacafé, 1998).

Una de las prácticas culturales que más contribuye a contrarrestar el problema de los nematodos, es la implementación del injerto hipocotiledonar o Injerto Reyna, por la resistencia que típicamente expresan los patrones de *Coffea canephora*, sin embargo, esta práctica sólo se observa en un 2% de los casos (Anacafé, 1998).

#### **2.4.7 Otras deficiencias y problemas encontrados en los almácigos**

Una de las principales deficiencias detectadas es la utilización de bolsas de polietileno de menor tamaño del recomendado y de sustratos de textura arcillosa o pesada. El principal problema fitosanitario encontrado, es la presencia de nematodos, causa principal de la diseminación de esta plaga en las plantaciones de café de todo el país. Para producir almácigos de buena calidad, es necesario contar con personal capacitado y hacer uso de la tecnología desarrollada para tal efecto. El Laboratorio de Protección Vegetal recomienda como medida indispensable: realizar análisis hematológico a los almácigos de café antes de iniciar sus labores de siembra, especialmente cuando no sea producido dentro de la finca en que será plantado (Anacafé, 1998).

Se recomienda inocular los almácigos de café con *Metarhizium anisopliae* y *Trichoderma*, como estrategia de diseminación de estos agentes de control biológico en las áreas cafetaleras con el objeto de restituir paulatinamente el equilibrio microbiológico de los

agros ecosistemas y lograr el control natural de las plagas y enfermedades del suelo que afectan al café (Anacafé, 1998).

## **2.5 NUTRICIÓN VEGETAL**

### **2.5.1 Principales elementos o nutrientes necesarios para la nutrición de la planta de café**

Por lo general la mayoría de suelos cafetaleros del país son deficientes en nitrógeno. En algunos suelos derivados de cenizas volcánicas o con valores de pH menores a 5.5, puede estar también deficiente el Fósforo (P), en cambio al Potasio (K) se le encuentra en niveles adecuados (Anacafé, 1998).

El grupo del Calcio (Ca), Magnesio (Mg) y Azufre (S) es llamado el de los elementos secundarios; no por menos importantes, sino porque se requieren en menores cantidades. Estos tres nutrientes son agregados al suelo cuando se aplica el Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K) en las fórmulas completas, ya que forman iones acompañantes, como es el caso del Sulfato de Amonio  $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$  que, además de Nitrógeno (N), lleva Azufre (S); o cuando se usa como material de relleno sustancias que contienen considerables cantidades de Calcio (Ca) y/o Magnesio (Mg) (Anacafé, 1998).

Muchos suelos cafetaleros del país por tener un pH por debajo de 5.5, pueden tener bajos niveles de Calcio (Ca) y/o Magnesio (Mg), lo cual afecta la nutrición de la planta, la estabilidad de las arcillas y de la paredes celulares de la raíz, ante todo, si los niveles de Aluminio ( $\text{Al}^{+3}$ ) intercambiable son mayores de un meq/100 g de suelo. El grupo del Boro (B), Cobre (Cu), Hierro (Fe), Manganeso (Mn), Molibdeno (Mo), Zinc (Zn) y Cloro (Cl) es llamado el de micronutrientes, por ser requeridos por la planta en pequeñas cantidades, ya que no forman parte estructural de los tejidos (Anacafé, 1998).

### **2.5.2 Funciones de los nutrientes**

Hidrógeno: Hidrógeno es necesario para la construcción de los azúcares y por lo tanto para el crecimiento. Procede del aire y del agua, etc (Anacafé, 1998).

**Carbono:** Carbono es el constituyente principal de las plantas. Se encuentra en el esqueleto de numerosas biomoléculas como el almidón o la celulosa. Se fija gracias a la fotosíntesis, a partir del dióxido de carbono procedente del aire, para formar hidratos de carbono que sirven como almacenamiento de energía a la planta (Anacafé, 1998).

**Oxígeno:** Oxígeno es necesario para la respiración celular, los mecanismos de producción de energía de las células. Se encuentra en numerosos otros componentes celulares. Procede del aire (Anacafé, 1998).

**Nitrógeno:** Nitrógeno es el componente de los aminoácidos, de los ácidos nucleicos, de los nucleótidos, de la clorofila, y de las coenzimas (Anacafé, 1998).

**Potasio:** Potasio se absorbe en la ósmosis y el equilibrio iónico, así como en la apertura y el cierre de los estomas; activa también numerosas enzimas (Anacafé, 1998).

**Calcio:** Calcio es un componente de la pared celular; cofactor de enzimas; interviene en la permeabilidad de las membranas celulares; componiendo la calmodulina, regulador de actividades enzimáticas y también de las membranas (Anacafé, 1998).

**Magnesio:** Magnesio es un componente de la clorofila; activador de numerosas enzimas (Anacafé, 1998).

**Fósforo:** Fósforo en los compuestos fosfatados que transportan energía (ATP, ADP), los ácidos nucleicos, varias coenzimas y los fosfolípidos (Anacafé, 1998).

**Azufre:** Azufre forma parte de algunos aminoácidos (cisteína, metionina), así como de la coenzima A (Anacafé, 1998).

**Cloro:** Cloro se absorbe en la ósmosis y el equilibrio iónico; probablemente indispensable para las reacciones fotosintéticas que producen el oxígeno (Anacafé, 1998).

Hierro: Hierro es necesario para la síntesis de la clorofila; componente de los citocromos y de la nitrogenasa (Anacafé, 1998).

Boro: Boro intervine en la utilización del calcio, la síntesis de los ácidos nucleicos y la integridad de las membranas (Anacafé, 1998).

Manganeso: Manganeso es activador de algunas enzimas; necesario para la integridad de la membrana cloroplástica y para la liberación de oxígeno en la fotosíntesis (Anacafé, 1998).

Zinc: Zinc es el activador o componente de numerosos enzimas (Anacafé, 1998).

Cobre: Cobre es el activador o componente de algunas enzimas que se producen en las oxidaciones y las reducciones (Anacafé, 1998).

Níquel: Níquel forma la parte esencial de una enzima que funciona en el metabolismo (Anacafé, 1998).

Molibdeno: Molibdeno es necesario para la fijación del nitrógeno y en la reducción de los nitratos (Anacafé, 1998).

### **III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **3.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO**

En la actualidad en la mayoría de fincas se manejan sistemas de producción, donde se entrelazan componentes agrícolas con los pecuarios, a manera de poder protegerse de las variaciones del mercado. En los datos del Banco de Guatemala se evidencia que los precios de mercado internacional de los productos agropecuarios de exportación como el café, banano, cardamomo, etc., presentan variaciones importantes.

En los sistemas de producción agrícolas y pecuarios de la finca Los Angeles se tiene una creciente cantidad de producto de desecho agropecuarios, la que se acumula en áreas de la finca destinadas para este fin, lo que provoca la proliferación de moscas, así como los malos olores, lo cual causa problemas ambientales para los asentamientos humanos, en un radio de dos kilómetros a la redonda de la finca, como también la contaminación de las fuentes hídricas cercanas al área de almacenaje, que muchas veces son tomadas como fuentes para consumo y uso doméstico para otras poblaciones.

Con la presente investigación se pretende generar tecnología que permita hacer un uso adecuado de los materiales orgánicos de desecho generados, reducir la contaminación ambiental e integrar los componentes pecuario y agrícola, a fin de hacer eficiente, sostenible y sustentable los procesos productivos que se realizan en esta zona.

Las composteras se elaboraron con los productos de desecho producidos por la finca (pulpa de café, gallinaza y desechos de las granjas de producción de pollo de engorde), logrando de esta forma un manejo altamente sostenible en las explotaciones agropecuarias, así como disminuir el impacto sobre el ambiente.

## **IV. OBJETIVOS**

### **4.1 OBJETIVO GENERAL**

Evaluar abonos orgánicos producidos a base de probióticos y su efecto en el almácigo de café en finca Los Ángeles, Zunilito, Suchitepéquez.

### **4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Establecer el tiempo de formación de los abonos orgánicos con el uso de probióticos.

Determinar el contenido nutricional de los abonos orgánicos con el uso de probióticos.

Determinar el efecto de los abonos orgánicos con el uso de probióticos en el desarrollo de las plántulas de café.

Realizar un análisis económico de los tratamientos estudiados.



## V. HIPÓTESIS

**Ha.**

Al menos en uno de los tratamientos tendrá un efecto en el tiempo de descomposición de los desechos orgánicos.

Al menos uno de los abonos orgánicos producidos tendrá un efecto en el contenido nutricional.

Al menos con uno de los abonos orgánicos producidos tendrá un efecto en el desarrollo de las plántulas de café.

Por lo menos uno de los tratamientos constituirá una alternativa económicamente atractiva para el productor.

## **VI. METODOLOGÍA**

### **6.1 LOCALIZACIÓN**

El experimento se realizó en la finca Los Ángeles, ubicada en el municipio de Zunilito, departamento de Suchitepéquez, que se encuentra en las coordenadas 14° 36' 42" N, 91° 30' 39" W y a una altura que varía entre 850 a 1,250 msnm, y donde la precipitación anual se encuentra entre los rangos de 800 a 1,500 mm; el clima es templado debido a que se encuentra muy cerca de las faldas del volcán Zunil, por lo que se cuenta con una temperatura variable de 20 °C hasta 28 °C, y tiene una extensión de 134.4 ha de suelos arenosos, que en su mayoría está sembrada de café (Municipalidad de Zunilito, 2012).

En lo que a Edafología se refiere, los suelos encontrados están clasificados como tipo Suchitepéquez (Sx), que poseen las siguientes características: material original de cenizas volcánicas, encontrada entre 400 a 1,200 msnm, relieve suave, buen drenaje, color café oscuro, textura media, profundidad efectiva entre 150 y 200 centímetros, pH 6.00, riesgo de erosión regular a alto, pedregoso ocasionalmente, potencial de fertilidad regular o bajo (baja saturación de bases) (Simmons, Tarano y Pinto, 1959).

### **6.2 MATERIAL EXPERIMENTAL**

#### **6.2.1. Abonos orgánicos**

Desechos avícolas: utilizó la gallinaza y aves muertas que se obtuvo de las granjas que hay en la finca.

Pulpa de café: La cáscara que recubre el café y que se extrae al realizar el beneficiado.

#### **6.2.2. Plantas de café**

Se utilizaron plantas injertadas, donde el patrón fue de la variedad Robusta y el injerto de la variedad Pacas, que son las variedades utilizadas en esta región. La injertación se realizó cuando el patrón estaba en estado de mariposa y el injerto en estado de soldado.

### **6.2.3 Probioticos**

Los probióticos son microorganismos vivos que pueden incluirse en la preparación de una amplia gama de productos, incluyendo alimentos, medicamentos, y suplementos dietéticos.

### **6.3 FACTORES A ESTUDIAR**

El factor a estudiar fue el efecto de los abonos orgánicos en el desarrollo de plántulas de café en el almácigo y la descomposición de los residuos con y sin el uso de probióticos.

### **6.4 DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS**

En la evaluación del uso de los probióticos en la fabricación de abonos orgánicos se usaron los tratamientos descritos en el cuadro uno, la aplicación de los probióticos se hizo con bomba de fumigar de 16 litros, según la dosis recomendada por el fabricante. Se tomó la dosis recomendada por el fabricante que es de 6.25 cc/L.

Se mezclaron los diferentes abonos con la tierra que se utilizó para el llenado de los tubetes; se hicieron según las especificaciones dictadas por los manuales de ANACAFE, que es una mezcla de 75% de tierra fértil y 25% de materia orgánica.

La muestra del abono se hizo tomando 10 sub-muestras de 0.5 kg, para sacar al final una muestra compuesta de 0.5 kg, para determinar sus características físicas y químicas, cuyo resultados se pueden observar en el anexos tres.

Cuadro1: Descripción de los tratamientos de uso probiótico para fabricación de abonos orgánicos en la finca Los Angeles, Zunilito, Suchitepéquez, diciembre del 2013.

Tratamiento	Materia prima
T1 (Abono A)	Gallinaza + probiótico
T2 (Abono B)	Pulpa de café + probiótico
T3 (Abono C)	Gallinaza 50% + pulpa de café 50% + probiótico
T4 (testigo relativo)(Abono D)	Gallinaza
T5 (testigo relativo)(Abono E)	Pulpa de café
T6 (testigo relativo)(Abono F)	Gallinaza 50% + pulpa de café 50%

Cuadro 2: Descripción de los tratamientos en almácigo de la finca Los Ángeles en el municipio de Zunilito, Suchitepéquez, diciembre del 2013.

No. DE TRATAMIENTO	TIPO DE ABONO ORGÁNICO	RELACIÓN TIERRA(1): ABONO ORGÁNICO (3)
T1	A	1:3
T2	B	1:3
T3	C	1:3
T4 ( testigo relativo)	D	1:3
T5 ( testigo relativo)	E	1:3
T6 ( testigo relativo)	F	1:3

## 6.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

Para llevar a cabo la presente investigación se utilizó un diseño completamente al azar con seis tratamientos y cuatro repeticiones, debido a las condiciones homogéneas que se tendrían en el estudio.

## 6.6 MODELO ESTADÍSTICO

$$Y_i = M + T_i + E_i$$

$Y_i$ : Variable de respuesta asociada a la  $i$ -ésima unidad experimental

$M$ : Media general

$T_i$ : Efecto del  $i$ -ésimo tratamiento

$E_i$ : Error experimental asociado a la  $i$ -ésima unidad experimental

## 6.7 UNIDAD EXPERIMENTAL

En la primera fase se hizo una mezcla de los materiales de desecho en un cubículo designado para éstos hasta completar su llenado.

En la segunda fase la unidad experimental estaba compuesta por un grupo de 10 tubetes con sus respectivas plántulas en cada uno, a una distancia de ocho cm entre tubetes, que fue la unidad experimental.

## 6.8 CROQUIS DE CAMPO

T6	T6	T5
T1	T3	T2

T4	T1	T2
T6	T3	T4

T5	T4	T3
T5	T1	T2

Figura 1 Croquis de campo de la distribución de los tratamientos.

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

Figura 2: Croquis de campo de la distribución de los tratamientos en el área de almacigo de la finca Los Ángeles municipio de Zunilito, Suchitepéquez.

## 6.9 MANEJO DEL EXPERIMENTO

### 6.9.1 Elaboración de abonos orgánicos

Se comenzó con la recolección del producto de desecho que se iba a procesar, mezclando (50% de cada tipo de materia prima a utilizar cuando sea una mezcla y cuando no lleve mezcla fue del 100%) toda la materia orgánica hasta que presentó homogeneidad, después se procedió a introducir la mezcla en las composteras donde se colocaron la materia orgánica y se le aplicó por única vez con bomba de fumigar los probióticos, en una dosis de 6.25 cc/L, después se vaciaron en sus respectivas composteras donde quedara con un volumen de 3.375 m<sup>3</sup>.

### 6.9.2 Elaboración del almácigo

**Selección del lugar para hacer el almácigo:** se utilizó un lugar de fácil acceso, protegido del viento, con una topografía plana o moderadamente inclinada, con buen drenaje, con disponibilidad de riego y con protección contra el vandalismo y animales.

**Desinfección del suelo:** se utilizó Metam Sodio anhidro en una dosis de 25 cc/litro; para hongos se utilizó Propamocarb hydrochloride, en una dosis de 1.21 cc/litro y para nematodos Terbufos (BSI, E-ISO, F-ISO, ANSI), en una dosis de dos gramos por tubete

**Preparación de la mezcla:** se tomaron los diferentes productos de desecho ya procesado y descompuestos, lo que se mezcló con tierra negra que fue debidamente desinfectada, se usaron a razón 2:1.

**Llenado de tubetes:** se llenaron lo tubetes a  $\frac{3}{4}$ , procurando que no se apelmace y quede suelta la mezcla.

**Trasplante de la plántula:** se trasplantaron las plántulas del semillero a los tubetes cuidando que no tuviera deformidad en la zona radicular, dado que aquí se desarrollará hasta su trasplante a campo definitivo.

**Control de plagas:** se hicieron cuatro aspersiones, una cada 20 días, con *ftalimida*, dimetil ditiocarbamato de hierro, Benomil y Cyproconazole, uno de ellos por aplicación y en lo que se refiere a insectos se usó Paration-metil.

**Riegos:** se aplicaron los riegos según las necesidades hídricas del almácigo.

**Toma de datos:** Esto se realizó en la primera fase al terminar el proceso de descomposición, tomando 10 sub-muestras para cada tipo de abono, la cual se envió al laboratorio; en la segunda fase se tomaron cuatro plantas al azar de cada tratamiento y de cada repetición para analizar según las variables de respuesta.

## **6.10 Variables de respuesta**

### **Tiempo de descomposición**

Esto se midió en días y se tomó como resultado al constatar que el proceso de descomposición ha terminado; se tomó como base la tabla de grado de maduración de composta según su color, cuando el color fue café oscuro, casi negro, el proceso estuvo terminado.

### **Contenido nutricional del abono**

Para determinar esta variable se envió muestras al laboratorio de Anacafé, y se solicitó un análisis para abonos orgánicos.

### **Altura de la planta**

Esta variable se midió en el tubete donde se tenía la plántula y se realizó con una cinta métrica, midiendo las plantas desde la base del tallo de la planta hasta las dos hojas dicotiledonales, a los 45 a 50 días después del vendaje (que es cuando se desvenda).

### **Diámetro del tallo**

Esta variable se midió con un vernier, se determinó en la parte media del tallo, a los 45 o 50 días después del vendaje, que es cuando se desvenda.

### **Número de cruces**

Al final de la evaluación se realizó un conteo de cruces por planta, se contó las cruces del tallo, no se contó la unión de hojas cotiledóneas, tampoco la unión de las hojas que no estén bien expandidas.

### **Desarrollo radicular**

Esta variable se midió sacando la plántula del tubete y se realizó con una cinta métrica, midiendo el largo desde la base hasta la cofia.

## **6.11 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN**

### **6.11.1 Análisis estadístico**

En lo que respecta a la primera fase del experimento los resultados los dio el laboratorio de Anacafe (Analab) al que se enviaron las muestras, por lo que solo se analizó de forma comparativa los resultados. Al momento de realizar los análisis de varianza a los datos resultantes de la segunda fase del experimento, se observaron las diferencias entre los tratamientos en estudio. Como se encontró diferencia significativa se procedió a realizar la prueba de medias Tukey al 5 %, para verificar cuál de los tratamientos presenta el mejor resultado.

### **6.11.2 Análisis económico**

Se realizó un análisis de rentabilidad para cada tratamiento, como criterio de decisión o rechazo, teniendo en cuenta los costos de producción de los abonos y costo de producción de almácigo, entre otros factores que alteren el proceso a lo largo de la investigación.



## VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 7.1 FORMACIÓN DE ABONOS

Cuadro 3. Tiempo de formación de los abonos en finca Los Angeles, Zunilito, Suchitepéquez.

TRATAMIENTOS	TIEMPO
T1	15
T2	15
T3	15
T4	180
T5	240
T6	200

El proceso de descomposición de los materiales se llevó acabo en un periodo de 15 días para los tratados de gallinaza, pulpa y la mezcla de gallinaza y pulpa de café en proporción de 50%, cada uno de los materiales con probióticos, mientras que el tratamiento de gallinaza sin probiotico se llevó 180 días, el tratamiento de pulpa de café sin probiotico se llevó 240 días y el tratamiento de la mezcla de gallinaza y pulpa de café en proporción de 50% de cada ingrediente sin probiotico se llevó 200 días, cuando ya alcanzaron un color café oscuro, por lo que estos materiales se encontraban ya listos para su uso como abonos orgánicos, entonces se procedió a realizar el muestreo para enviar a laboratorio para analizar su contenido nutricional y su disposición para que las plántulas la puedan absorber como se podrá ver en la figura cinco; ya desde este momento se pudieron apreciar algunas ventajas del uso de probióticos en el manejo de desechos orgánicos de las explotaciones agropecuarias.

## 7.2 ANÁLISIS QUÍMICO DE ABONOS PRODUCIDOS

Cuadro 4. Análisis químico de los abonos.

TRAT	%						Ppm			
	Ph	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	Cu	Fe	Mn	Zn
T1	7.3	3.35	3.05	2.43	1.95	1.42	88.33	6,250	631.80	622.8
T2	4.7	4.91	0.26	0.05	1.57	0.18	46.21	2,742	74.11	56.32
T3	6.9	4.20	2.16	1.84	1.76	1.01	79.97	4,170	437.50	410.9
T4	6.9	3.32	2.75	3.18	1.82	1.22	52.35	1,470	438.70	508.6
T5	5.0	4.86	0.25	0.06	1.46	0.22	45.90	4,089	93.75	57.57
T6	6.6	4.14	2.92	2.36	2.26	1.24	78.39	2,207	456.90	527.3

Se puede apreciar cómo los niveles de los diferentes elementos y del pH varían de unos a otros. Según Analab los parámetros ideales para el cultivo de café son los siguientes: pH 5.0 – 6.0, Nitrógeno: 0.8 – 2.8%, Fosforo: 0.3 – 1.7%, Potasio: 0.3 – 1.7%, Calcio: 0.8 – 6.9%, Magnesio: 0.4 -1.4%, Cobre: 8.9 – 35.9 ppm, Hierro: 1470 – 9123 ppm, Manganeso: 58 – 997 ppm, Zinc: 23 – 180 ppm. En los abonos donde se utilizó pulpa de café como materia prima, que son los tratamientos dos y cinco, se pueden apreciar niveles altos de cobre, los Ph más adecuados a los recomendados, niveles de Fósforo cercanos a los niveles óptimos, los niveles de Potasio son bajos pero están cerca de los niveles óptimos, las lecturas de Magnesio son bajas; mientras los niveles de Manganeso y Zinc están en los parámetros ideales, lo que se puede deber al uso de algún fungicida durante el ciclo productivo de la plantación de café, pero también podemos observar que estos tratamientos son los que presentan las lecturas más altas de Nitrógeno; los otros abonos presentan mejores lecturas en general de todos los elementos, por lo que se podría decir que estos presentaron mejores resultados que los dos mencionados anteriormente, pero la relación Carbono Nitrógeno se presenta bastante pareja entre todos los abonos, lo que significa que el efecto de los mismo no se mantendrá de forma perene durante algún tiempo más; también se pueden apreciar que los probióticos solo

son acelerantes en los procesos de descomposición, pero no tienen un efecto directo en la mejora de calidad de los mismos.

### 7.3 ALTURA DE PLANTAS

Cuadro 5. Variable altura de planta de cafeto en centímetros en el almacigo de la finca Los Angeles, Zunilito Suchitepéquez

TRAT.	Repetición 1	Repetición2	Repetición 3	Repetición 4	X
1	14.00	20.00	16.00	22.00	18.00
2	19.00	22.00	19.00	14.00	18.50
3	14.00	11.00	10.00	11.00	11.50
4	12.00	10.00	13.00	14.00	12.25
5	17.00	21.00	21.00	24.00	20.75
6	11.00	17.00	13.00	14.00	13.75

En el cuadro cinco se puede apreciar que existe una mayor altura de las plántulas de café, los tratamientos dos y cinco presentan mayor altura de plantas que los otros tratamientos; esto obedece a que según los resultados del análisis químico de los abonos orgánicos, el contenido de Nitrógeno es mayor en estos tratamientos.

Cuadro 6. Análisis de varianza de la variable altura de plantas de cafeto en el almacigo de la finca Los Angeles, Zunilito Suchitepéquez

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft 5%	Ft 1%
TRATAMIENTOS	5	287.708496	57.541698	7.7151**	3.11	5.06
ERROR	18	134.250000	7.458333			
TOTAL	23	421.958496				

C.V. = 17.2939%

Como se puede apreciar en el cuadro cuatro, al realizar el análisis de varianza existe diferencia significativa, ya que F calculada es de 7.7151 y es mayor a la F tabulada al 1% que es de 5.06 y al 5% que es de 3.11, por lo que se procedió a realizar una prueba de medias; la prueba de medias que se utilizó fue Tukey con un nivel de significancia del 5%; aunque el coeficiente de variación fue un poco alto por ser de 17.2939% aun así se encuentra entre los parámetros permitidos para este tipo de modelo estadístico que es de 0% al 20 %.

Cuadro 7. Prueba de medias Tukey al 5% de la variable altura de planta de cafeto en el almacigo de la finca Los Angeles, Zunilito Suchitepéquez

TRATAMIENTO	MEDIA	
5	20.7500	A
2	18.5000	AB
1	18.0000	AB
6	13.7500	BC
4	12.2500	BC
3	11.5000	C

TUKEY = 6.3256

Después de realizar la pruebas de medias Tukey al 5% se aprecia que existe diferencia estadística entre los tratamientos que se evaluaron dos grupos, por lo que se puede concluir que el tratamiento cinco, dos y uno son estadísticamente iguales, los tratamientos seis, cuatro y tres desde el punto de vista estadístico también son iguales.

## 7.4 Diámetro

Cuadro 8. Variable diámetro de la planta de cafeto en centímetros en el almácigo de la finca Los Angeles, Zunilito Suchitepéquez

TRAT.	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Repetición 4	X
1	1.10	1.200	1.10	1.20	1.15
2	1.40	1.30	1.20	1.20	1.28
3	1.10	1.20	1.10	1.20	1.15
4	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
5	1.15	1.25	1.20	1.30	1.23
6	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10

Aquí se puede seguir apreciando que los tratamientos con más altos niveles de nitrógeno son los que presentan mejor desarrollo en lo que a partes vegetativas se refiere, por lo que se presentan plántulas de mayor diámetro en relación a los otros tratamientos.

Cuadro 9. Análisis de varianza de la variable diámetro de planta de cafeto en el almácigo de la finca Los Angeles, Zunilito Suchitepéquez

FV	GL	SC	CM	F	Ft 5%	Ft 1%
TRATAMIENTOS	5	0.098331	0.019666	5.8994**	3.11	5.06
ERROR	18	0.060005	0.003334			
TOTAL	23	0.158337				

C.V. = 4.9489%

Como se puede valorar en el cuadro siete, al realizar el análisis de varianza existe diferencia significativa, ya que F calculada es de 5.8994, es mayor a la F tabulada al 1%

que es de 5.06 y al 5% que es de 3.11, por lo que se procedió a realizar una prueba de medias; la prueba de medias que se utilizó fue Tukey con un nivel de significancia del 5%, el coeficiente de variación fue de 4.9489% mismo que se encuentra entre los parámetros aceptables que son de 0% al 20 %.

Cuadro 10. Prueba de Tukey al 5% de la variable diámetro de la planta de cafeto en el almacigo de la finca Los Angeles, Zunilito Suchitepéquez

TRATAMIENTO	MEDIA	
2	1.2750	A
5	1.2250	AB
3	1.1500	AB
1	1.1500	AB
4	1.1000	B
6	1.1000	B

TUKEY = 0.1296

Como se puede apreciar al realizar una prueba de Tukey al 5% y analizar los resultados de esta variable, a pesar que existía una diferencia significativa al realizar el análisis de varianza cuando se realizó la prueba de medias se determinó que existía diferencia estadística dividiendo en dos grupos, siendo los tratamientos dos, cinco, tres y uno el mejor grupo, por lo que se concluye que los tratamientos cuatro y seis son estadísticamente iguales y los inferiores en esta variable.

## 7.5 Largo de raíz.

Cuadro 11. Variable tamaño de raíz en centímetros de la planta de cafeto en el almacigo de la finca Los Angeles, Zunilito Suchitepéquez

TRAT.	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Repetición 4	X
1	12.00	13.00	13.00	13.00	12.75
2	13.00	13.00	13.00	12.00	12.75
3	13.00	12.00	11.00	11.00	11.75
4	10.00	9.00	10.00	11.00	10.00
5	11.00	13.00	13.00	13.00	12.50
6	11.00	12.00	11.00	12.00	11.50

En el presente cuadro se puede apreciar que los tratamientos uno, dos y cinco presenta mayor desarrollo radicular, mientras que los tratamientos tres, cuatro y seis presenta las lecturas más bajas; en lo que respecta a los tratamientos dos y cinco esto se debió a que por poseer un pH que se encuentra entre los parámetro idóneos para el cultivo de café, mientras que en el tratamiento uno se debió a que estaba en más alta concentración.

Cuadro 12. Análisis de varianza de la variable tamaño de raíz de la planta de cafeto en el almacigo de la finca Los Angeles, Zunilito Suchitepéquez

FV	GL	SC	CM	F	Ft 5%	Ft 1%
TRATAMIENTOS	5	22.375000	4.475000	7.8585**	3.11	5.06
ERROR	18	10.250000	0.569444			
TOTAL	23	32.625000				

C.V. = 6.3547%

Como se puede evaluar en el cuadro 10, al realizar el análisis de varianza se puede apreciar que existe diferencia significativa, ya que F calculada es de 7.8585 por lo que es mayor a la F tabulada al 1% que es de 5.06 y al 5% que es de 3.11, por lo que se procedió a realizar una prueba de medias, la prueba de medias que se utilizó fue Tukey con un nivel de significancia del 5%. El coeficiente de variación fue de 6.3547% el cual se encuentra entre los parámetros aceptables que son de 0% al 20 %.

Cuadro 13. Prueba de Tukey 5% de la variable de tamaño de raíz en el almacigo de la finca Los Angeles, Zunilito Suchitepéquez

TRATAMIENTO	MEDIA	
1	12.7500	A
2	12.7500	A
5	12.5000	A
3	11.7500	A
6	11.5000	AB
4	10.0000	B

TUKEY = 1.6941

Como se pudo apreciar al realizar una prueba de Tukey al 5% y analizar los resultados de la presente variable a pesar que existía una diferencia significativa al realizar el análisis de varianza, cuando se realizó la prueba de medias se determinó que los tratamientos uno, dos, cinco y tres son iguales estadísticamente, el tratamiento seis es similar a los anteriores pero no así igual, entre el tratamiento seis y cuatro hay similitudes pero no son igual, por lo consiguiente el tratamiento cuatro es el peor estadísticamente hablando.

En lo que respecta al número de cruces (se llama cruce a la figura que forma la unión de las bandolas con el troco principal) en la plántula del cafeto, no se presentó por haber utilizado tubetes en lugar de bolsas de almacigo.



Cuadro 14. Valores de las variables de respuestas examinadas de las plántulas de café en el almacigo de la finca Los Angeles, Zunilito Suchitepéquez

Tratamiento	Altura de planta	Diámetro de tallo	Largo de raíz
1	18.000	1.150	12.750
2	18.500	1.275	12.750
3	11.500	1.150	11.750
4	12.250	1.100	10.000
5	20.750	1.225	12.500
6	13.750	1.100	11.500

En este cuadro se aprecian en conjunto todas las variables que se estudiaron en el experimento en lo que a la plántula se refiere y de esta forma poder tomar una decisión más clara, ya que a nivel estadístico presentó diferencia mínimas entre los mejores tratamientos que son dos y cinco, pero sí a nivel numérico podemos concluir que por sus conjuntos de resultados los tratamientos dos y cinco podrían ser tomados en cuenta como los mejores.

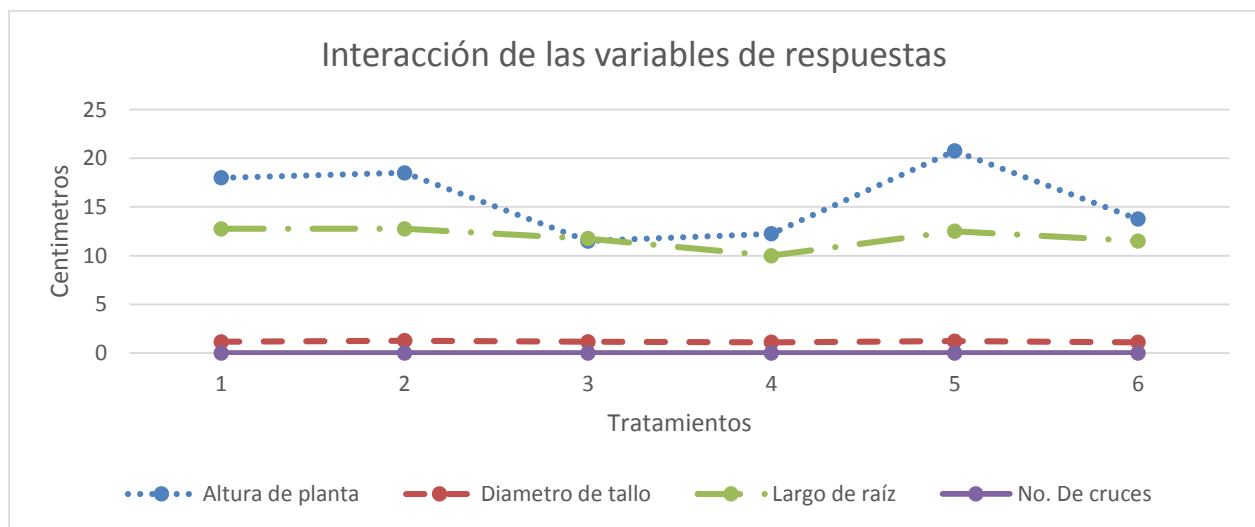


Figura 3: Grafica de la interacción de las variables de respuestas que se presentaron en las plantas de café en el almacigo de la finca Los Angeles, Zunilito Suchitepéquez

Después de observar la anterior grafica podemos apreciar la relación que se presentó entre las variables (altura, largo de raíz, diámetro de tallo y número de cruces) para cada tratamiento, así como se comportó cada tratamiento a la hora de unificar todas las variables.

## 7.6 ANÁLISIS ECONÓMICO

Cuadro 15. Costo y beneficio de los diferentes abonos orgánicos evaluados

TRATAMI ENTO		COSTO DE PRODUCCIÓN		VALOR DE VENTA		BENEFICIO	RENTABILIDAD %
T1	Q	34.50	Q	40.00	Q	5.50	15.94
T2	Q	32.50	Q	40.00	Q	7.50	23.08
T3	Q	33.50	Q	40.00	Q	6.50	19.40
T4	Q	28.50	Q	40.00	Q	11.50	40.35
T5	Q	26.50	Q	40.00	Q	13.50	50.94
T6	Q	27.50	Q	40.00	Q	12.50	45.45

En el cuadro anterior se puede ver los diferentes rubros que se dieron para poder realizar el experimento; los costos, ejemplo como los tubetes que tienen un costo Q 700 el millar fue de Q2.50, dado que se sacó el valor que tenían por año y tomando en cuenta que su vida útil es de cinco a nueve años, dando una media de siete años, éste último dato fue el que se tomó como referencia para sacar el valor del tubete. Al referirse al valor del sustrato se incluyó el valor de recolección que tuvo cada uno de ellos en su momento; la mano de obra se calculó haciendo un aproximado, ya que al personal del almácigo se le paga un sueldo mensual y no por tareas o jornales, ya que como el área de trabajo era pequeña nunca se requirió de un jornal completo para realizar una sola labor; y el valor del probiotico se hizo el cálculo por bomba de fumigación de cuatro galones. La mejor rentabilidad la presenta el tratamiento cinco, por tener una rentabilidad de 50.94%, siendo la más alta de todas hasta por un 5%.

## VIII. CONCLUSIONES

1. Después de realizar el proceso de transformación de los abonos orgánicos con y sin probióticos, se llegó a la conclusión que sí hay diferencia en el tiempo de descomposición de los materiales que se utilizaron como base para fabricar los abonos orgánicos, cuando se le aplica la dosis de los probióticos presento una reducción del tiempo a la mitad o menos, siendo la gallinaza con probiótico la que presentó un menor tiempo de descomposición, en relación a la gallinaza sin probiótico reduciéndose el tiempo, de 180 días a 15 días, la pulpa de café sin probiótico fue la que más se tardó en su tiempo de descomposición con 240 días.
2. Al estudiar los resultados obtenidos del análisis de laboratorio, se puede decir que no se presentó ninguna mejora de los valores de contenido nutricional existentes en los diferentes abonos, principalmente en lo que a Nitrógeno y Fosforo se refiere por lo que no hay una injerencia directa entre el uso de probióticos y la mejora de valores nutricionales de los abonos o de material de desecho, el efecto a nivel de acelerante en el proceso de descomposición de los materiales se comprobó de forma más amplia. Y basándonos en el análisis de laboratorio el abono que presento los mejores valores nutricionales es el abono hecho de gallinaza más probiótico.
3. Posteriormente de analizar los resultados de los abonos orgánicos con probióticos se pudo determinar que no presentaron una diferencia estadística, en el caso del tratamiento dos, que dio mayor diámetro y mayor largo de la zona radicular, esto último también se presentó en el tratamiento cinco, así que se puede apreciar que sí hay mejoras en algunos aspectos medidos de forma aritmética, como por ejemplo el diámetro de las plántulas y en la altura.
4. Después de analizar los resultados, se estableció que hubo diferencias en lo que fue diámetros, alturas y zonas radiculares se refiere, por lo que al hacer un cruzamiento de datos sobre la rentabilidad y los aspectos anteriormente

enunciados se determinó que el tratamiento dos dio mejor plántula en su desarrollo, pero la rentabilidad es de 23%, mientras que el tratamiento cinco que dio plántulas de buena calidad levemente por debajo de la del tratamiento dos, pero la rentabilidad es de 50.94%, tomando la información anteriormente mencionada se concluye que la mejor opción es el tratamiento cinco, dado que la calidad de plántula es de buena calidad, lo que permitirá un mayor pegue al realizar el trasplante a campo definitivo y su rentabilidad es la mejor.

## **IX. RECOMENDACIONES**

A la luz de los resultados obtenidos se puede recomendar que se realice otras investigaciones de estos abonos en otros cultivos, como por ejemplo en hortalizas, para determinar el nivel de efecto que pueda tener en el desarrollo de las plantas, así como en su producción y su rentabilidad a nivel de campo.

También se recomienda repetir el experimento en otras latitudes para determinar si la condiciones de temperatura media del área pueda o no afectar directamente a los probióticos en la materia orgánica que se utilice y de igual manera dar resultados complementarios a esta investigación

Se recomienda realizar investigaciones de los efectos de los probióticos en las plantas cuando son trasladadas a campo definitivo, así como su rendimiento por hectárea y el efecto que podría tener en la materia orgánica que se encuentre en el campo definitivo.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación, se recomienda el uso del tratamiento cinco (pulpa de café), como primera opción, ya que la rentabilidad está ubicada como el más rentable y sí presenta una buena calidad de plántula.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación, se recomienda el uso del tratamiento dos (pulpa de café con probiotico), como segunda opción, ya a pesar que la rentabilidad está ubicada entre las medianamente rentable y sí presenta una buena calidad de plántula.

## X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANACAFÉ (Asociación Nacional del Café, GT)., (1998). Manual de caficultura. Tercera edición. Guatemala. 318 p.

Berg, L., Martin, D., Solomon, E. y Villee C. (1998). Biología. Cuarta edición. Editorial MacGraw-Hill Interamericana. México.

Blog la importancia de los abonos orgánicos (2012). Artículo: La importancia de los abonos orgánicos (En línea) consultado 20 de julio 2013. Disponible en: <http://laimportanciadelosabonosorgnicos.blogspot.com>

Cardona, D. (1991). Introducción a la edafología. Primera edición. Editor Universidad Rafael Landívar. Guatemala.

Corrêa, E., Bianchi, I., Perondi, A., De los Santos, J., Corrêa, M., Castilhos, D., Gil-Turnes, C y Lucia, J T. (2009). Chemical and microbiological characteristics of rice husk bedding having distinct depths and used for growing–finishing swine. Bioresource Technology 100 (21): 5318-5322.

Cruz, E., Almaguel, R. E., Mederos, C. M., Cordero, Y. Ly, L., (2010), caracterización de composta obtenida de la cama profunda utilizada en la ceba de cerdos Instituto de Investigaciones Porcinas (IIP), Carretera del Guatao km 1 ½. Punta Brava. La Lisa. Ciudad Habana. Cuba. C.P. 19200

Fernández J. (2013, Enero 29). Entrevista personal.

Fernández R., Leiva M. (2003). Ecología para la agricultura. Primera edición. Ediciones Mundi-Prensa, España. Páginas 91- 93.

- González, C. (2005). Indicadores de sustentabilidad para sistemas pecuarios. Centro de Investigación en Ciencias Agropecuarias (CICA), Universidad Autónoma del
- Guerrero R., Steinfer R., y Villanueva J., (1996). The microbial world. Editorial Reverté 1996 ISBN 8429118683, 9788429118681. 700-750p
- Estado de México (UAEM). (En línea). Consulta: 20 de junio 2013 Disponible en: [http://www.colopos.mx/cveracruz/submenu\\_publici/1er\\_coloquio/indicadores\\_para\\_sistemas\\_pecuarios.html](http://www.colopos.mx/cveracruz/submenu_publici/1er_coloquio/indicadores_para_sistemas_pecuarios.html)
- López-Mtz. J., Díaz E., Martínez R. y Valdez R. (2001). Effect of Organic Fertilizers on Physical-Chemical Soil Properties and Corn Yield. Universidad Autónoma Chapingo. Centro Regional Universitario Centro Norte. Apartado Postal 196, 98001 Zacatecas, Zacatecas, México.
- Municipalidad de Zunilito (2012). Ubicación. (En línea).consultado el 12 de agosto 2012. Disponible en: <http://www.municipalidaddezunilito.com/lugar.html>
- Navarro Ginés (2003). Química agrícola. Segunda edición. Ediciones Mundi-Prensa, España. Páginas 53- 54.
- Reyes, J.; Rodríguez, L.. (2010). ¿Qué sabe Ud. acerca de... los probióticos?. Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas, Vol. 41, Núm. 1, pp. 60-63.
- Reyes, P., (1982). Diseño de experimentos aplicados. Tercera edición. Editorial: Trillas, S.A. de C.V. México. Páginas 51-53 y 91-1005.
- Ruesga, G., Peña, P., Exposito, E., Garden, D. (2005). Libro de experimentación agrícola. Editorial Universitaria. España. Páginas 47 – 50.
- SDC Probitic (2012), Información. (En línea). Consultado el 15 de diciembre 2012. Disponible en: [http://www.scdprobitics.com/Agriculture\\_s/311.htm](http://www.scdprobitics.com/Agriculture_s/311.htm)

Simmons, C., Tarano, J., y Pinto, J., 1959. Clasificación de Reconocimiento de los Suelos de la República de Guatemala. Editorial José de Pineda Ibarra. 1000 p.

Steinfeld, H.; De Hann, C. y Blackburn, H. (1998). Agriculture and the Environment: Perspectives on Sustainable Rural Development. (En línea). Consultado el 15 de diciembre 2012. Disponible en: <http://documents.worldbank.org/curated/en/2000/01/5498159/agriculture-environment-perspectives-sustainable-rural-development-agricultura-y-medio-ambiente-perspectivas-sobre-el-desarrollo-rural-sostenible>

Trinidad- Santos A., Figueroa-Sandoval B., Gallegos-Sánchez J., Velasco-Velasco J. y Ferrera-Cerrato R. (2004). CO<sub>2</sub> and Microbial Population Dynamics in Manure and Straw Compost under Aeration. Instituto de Recursos Naturales, Instituto de Recursos Genéticos y Productividad, Colegio de Postgraduados. 56230 Montecillo, estado de México.



## **XI. ANEXOS**



Anexo 1: Vista satelital del pueblo de Zunilito.

Fuente: Googleearth.



Anexo 2: Vista satelital del área donde estará instalado el experimento.

Fuente: GoogleEarth

Orden: 21 - 751

Cliente: FERNANDEZ GONZALEZ, PILAR OLIVIA

Finca: LOS ANGELES en Jurisdicción de: ZUMILITO SUCHITEPEQUEZ



## 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			
2655	Niveles Adecuados ----> Lote: Almacigo abono (S)	7.3-9.1	9.5-16.5	0.5-2.8	0.3-1.7	0.5-1.9	0.8-6.9	0.4-1.4	8.9-35.9	1470-9123	59-997	23-180	11-34	37-78	21-62			
		6.90	14.06	3.32	2.75	3.18	1.82	1.22	52.35	1,470.00	438.70	508.60	46.67	84.00	16.00			
2656	Lote: Almacigo abono (S + P)	6.60	10.87	4.14	2.82	2.36	2.26	1.24	78.39	2,207.00	456.90	527.30	45.00	81.00	19.00			
2657	Lote: Almacigo abono (S + P + Ph)	6.90	10.58	4.20	2.16	1.84	1.76	1.01	79.97	4,170.00	437.50	410.90	44.44	80.00	20.00			
2658	Lote: Almacigo abono (S + Ph)	7.30	10.98	3.39	3.05	2.43	1.95	1.42	88.33	6,250.00	631.80	622.80	37.22	67.00	33.00			
2659	Lote: Almacigo abono (P)	5.00	10.17	4.86	0.25	0.06	1.46	0.22	45.90	4,089.00	93.75	57.57	49.44	89.00	11.00			
2660	Lote: Almacigo abono (P + Ph)	4.70	10.41	4.91	0.26	0.05	1.57	0.18	46.21	2,742.00	74.11	56.32	51.11	92.00	8.00			

■ = Bajo  
■ = Adecuado  
■ = Alto

\*N = Nitrogeno  
 \*P = Fósforo  
 \*K = 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: 20/12/2013

Fecha de ejecución:

Fecha de Impresión: 14/01/2014

Ing. Humberto Jiménez  
 Jefe Laboratorio de Suelos

Los resultados de este informe son válidos 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 deberá ser autorizada por escrito por ANALAB.

5a. calle 05-50, zona 14 Guatemala, Guatemala, C.A. e-mail: [analab@anacafe.org](mailto:analab@anacafe.org) www.laboratorioanalab.com teléfono y fax: (502) 23374173, pbx: (602) 24213700 ext: 193,194,195,196,197

Anexo 3: Análisis de laboratorio de los abonos orgánico evaluados  
 Fuente: Analab.

#### Anexo 4. Grado de maduración de la composta por su color.

**Fuente:** Ing. Agr. Msc. Carlos Ligneo. Catedrático del Curso de agricultura Orgánica FAUSAC. 2009.

<b>Color</b>	<b>Interpretación</b>
Negro café	Fin ideal de la segunda etapa
Café oscuro	Muy bueno al inicio de la segunda etapa
Café claro	Propicio, pero necesita más fermentación
Verde café	Indica fermentación normal en la primera etapa, si permaneciera así, significa que requiere más ventilación, voltee la pila
Amarillo	Estado intermedio de la primera etapa, requiere más tiempo de fermentación y probablemente más ventilación
Negro y húmedo	Condición anaeróbica, evítela
Verdinegro	Condición anaeróbica, evítela
Verde	Demasiado húmeda y pegajosa, indica también condición anaerobia, evítela
Verde-amarillo	Condición ácida y anaeróbica, evítela
Gris	La pila estaba demasiado caliente y ahora demasiado seca, pero está bien ventilada
Blanco	Moho o micelios de actinomicetos muertos, misma condición que para el color gris

Anexo 5. Costo de producción del tratamiento 1, que consiste en el que se utilizó abono a base de gallinaza + probioticos

CONCEPTO		Unidad	Cantidad	Precio (Q.)	Total (Q.)
		Metros			
Costos	1. Sustrato	Cúbicos	4	2	8
	2. Tubetes	Unidad	10	0.25	2.5
	3. Probiotico	Litro	0.4	15	6
	4. Mano de obra	Jornales	0.36	50	18
	Total				34.5

Anexo 6. Costo de producción del tratamiento 2, que consiste en el que se utilizó abono a base de pulpa de café + probioticos

CONCEPTO		Unidad	Cantidad	Precio (Q.)	Total (Q.)
		Metros			
Costos	1. Sustrato	Cúbicos	4	1.5	6
	2. Tubetes	Unidad	10	0.25	2.5
	3. Probiotico	Litro	0.4	15	6
	4. Mano de obra	Jornales	0.36	50	18
	Total				32.5

Anexo 7. Costo de producción del tratamiento 3, que consiste en el que se utilizó abono a base de una mezcla al 50% de gallinaza y pulpa de café + probioticos

CONCEPTO		Unidad	Cantidad	Precio (Q.)	Total (Q.)
		Metros			
Costos	1. Sustrato	Cúbicos	4	1.75	7
	2. Tubetes	Unidad	10	0.25	2.5
	3. Probiotico	Litro	0.4	15	6
	4. Mano de obra	Jornales	0.36	50	18
	Total				33.5

Anexo 8. Costo de producción del tratamiento 4, que consiste en el que se utilizó abono a base de gallinaza

				Precio	
	CONCEPTO	Unidad	Cantidad	(Q.)	Total (Q.)
Costos	1. Sustrato	Metros Cúbicos	4	2	8
	2. Tubetes	Unidad	10	0.25	2.5
	3. Probiotico	Litro	0.4	0	0
	4. Mano de obra	Jornales	0.36	50	18
	Total				28.5

Anexo 9. Costo de producción del tratamiento 5, que consiste en el que se utilizó abono a base de pulpa de café

				Precio	
	CONCEPTO	Unidad	Cantidad	(Q.)	Total (Q.)
Materiales e insumos					
Costos	1. Sustrato	Metros Cúbicos	4	1.5	6
	2. Tubetes	Unidad	10	0.25	2.5
	3. Probiotico	Litro	0.4	0	0
	4. Mano de obra	Jornales	0.36	50	18
	Total				26.5

Anexo 10. Costo de producción del tratamiento 6, que consiste en el que se utilizó abono a base de una mezcla al 50% de gallinaza y pulpa de café

				Precio	
	CONCEPTO	Unidad	Cantidad	(Q.)	Total (Q.)
Costos	1. Sustrato	Metros Cúbicos	4	1.75	7
	2. Tubetes	Unidad	10	0.25	2.5
	3. Probiotico	Litro	0.4	0	0
	4. Mano de obra	Jornales	0.36	50	18
	Total				27.5

Anexo 11. Cuadro de costo beneficio del experimento

TRATAMIENT O	TUBETE S	SUSTRATO S	PROBIOTIC O	MAN O DE OBRA	COSTO DE PRODUCCIÓN	VALOR DE VENTA	BENEFICIO	RENTABILIDAD %
T1	2.50	8.00	6.00	18.00	34.50	40.00	5.50	15.94
T2	2.50	6.00	6.00	18.00	32.50	40.00	7.50	23.08
T3	2.50	7.00	6.00	18.00	33.50	40.00	6.50	19.40
T4	2.50	8.00	-	18.00	28.50	40.00	11.50	40.35
T5	2.50	6.00	-	18.00	26.50	40.00	13.50	50.94
T6	2.50	7.00	-	18.00	27.50	40.00	12.50	45.45