

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE
CARRERA AGRONOMÍA

TRABAJO DE GRADUACIÓN



**EVALUACIÓN DE SUSTRATOS CON ABONOS ORGÁNICOS
PARA ALMÁCIGO DE CAFÉ, REALIZADO EN LAS
INSTALACIONES DEL CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE –
CUNOR-, COBÁN, ALTA VERAPAZ**

HELEN ADRIANA LARIOS GUERRERO.

COBÁN, ALTA VERAPAZ, AGOSTO DE 2015.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE
CARRERA AGRONOMÍA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

EVALUACIÓN DE SUSTRATOS CON ABONOS ORGÁNICOS PARA
ALMÁCIGO DE CAFÉ, REALIZADO EN LAS INSTALACIONES DEL
CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE –CUNOR-, COBÁN, ALTA
VERAPAZ

PRESENTADO AL HONORABLE CONSEJO DIRECTIVO DEL
CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE

POR

HELEN ADRIANA LARIOS GUERRERO
200942944

COMO REQUISITO PREVIO A OPTAR AL TÍTULO DE TÉCNICO EN
PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

COBÁN, ALTA VERAPAZ, AGOSTO DE 2015.

**AUTORIDADES UNIVERSITARIAS
RECTOR MAGNÍFICO**

Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo

CONSEJO DIRECTIVO

PRESIDENTE: Lic. Zoot. M.A. Fredy Giovani Macz Choc
SECRETARIO: Lcda. T.S. Floricelda Chiquin Yoj
REPRESENTANTE DE DOCENTES: Ing. Geol. César Fernando Monterroso Rey
REPRESENTANTE DE EGRESADOS: Ing. Agr. Julio Oswaldo Méndez Morales
REPRESENTANTES ESTUDIANTILES: Br. Fredy Enrique Gereda Milián
PEM. César Oswaldo Bol Cú

COORDINADOR ACADÉMICO

Lic. Zoot. Erwin Gonzalo Eskenasy Morales

COORDINADOR DE LA CARRERA

Ing. Agr. David Salomón Fuentes Guillermo

COMISIÓN DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN

COORDINADOR: Ing. Agr. Edgar Armando Ruiz Cruz
SECRETARIO: Ing. Agr. David Salomón Fuentes Guillermo
VOCAL: Ing. Agr. Gustavo Adolfo García Macz

REVISOR DE REDACCIÓN Y ESTILO

Ing. Agr. Gustavo Adolfo García Macz

REVISOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

Ing. Agr. David Salomón Fuentes Guillermo

ASESOR

Ing. Agr. Edgar Armando Ruiz Cruz



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala
CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE

Cobán, A.V., 14 de mayo 2015.
Ref.: 15-A-107/2015

Señores
Miembros de la Comisión de
Trabajos de Graduación de
Práctica Profesional Supervisada
Carrera de Agronomía
CUNOR

Señores:

Por este medio informo a ustedes que en mi calidad de Asesor del Trabajo de Graduación del Informe de la Práctica Profesional Supervisada de la estudiante **Helen Adriana Larios Guerrero**, supervisé la fase final de campo y he revisado el Informe Final de su investigación titulado **“Evaluación de sustratos con abonos orgánicos para almácigo de café, realizado en las instalaciones del Centro Universitario del Norte – CUNOR-, Cobán, Alta Verapaz.”**

Al respecto puedo indicar que a mi juicio, el informe reúne las calidades requeridas por la Carrera, por lo que recomiendo se le de el trámite respectivo para ser aprobado como Informe Final de PPS.

Atentamente,



Id y enseñad a todos

Ing. Agr. Edgar Armando Ruiz Cruz
Asesor

c.c. archivo



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala
CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE

Cobán, A.V., 14 de mayo de 2015.
Ref. 15-A-110/2015

Señores
Miembros de la Comisión de
Trabajos de Graduación de
Práctica Profesional Supervisada
Carrera Agronomía
CUNOR

Estimados señores:

Por este medio remito el Trabajo de Graduación del Informe de Práctica Profesional Supervisada titulado **“Evaluación de sustratos con abonos orgánicos para almácigo de café, realizado en las instalaciones del Centro Universitario del Norte – CUNOR-, Cobán, Alta Verapaz.”** Dicho trabajo es presentado por la estudiante **Helen Adriana Larios Guerrero** y cumple con las sugerencias y/o correcciones formuladas por la Comisión de PPS, por lo que se solicita continuar con el trámite respectivo.

Atentamente,



“Id y enseñad a todos”

Ing. Agr. M.A.E. David Salomón Fuentes Guillermo
Revisor de Informe Final Trabajos de Graduación a Nivel Técnico
Carrera Agronomía –CUNOR-

c.c. archivo



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala
CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE

Cobán, A.V., 15 de mayo de 2015
Ref. 15-A-117-2015

Señores
Miembros de la Comisión de
Trabajos de Graduación de
Práctica Profesional Supervisada
Carrera Agronomía
CUNOR

Estimados señores:

Por este medio remito el Informe Final de Investigación de Práctica Profesional Supervisada titulado: **“Evaluación de sustratos con abonos orgánicos para almácigo de café, realizado en las instalaciones del Centro Universitario del Norte – CUNOR-, Cobán, Alta Verapaz.”**

Dicho trabajo es presentado por la estudiante **Helen Adriana Larios Guerrero** y de acuerdo a mi opinión cumple satisfactoriamente con las normas de redacción y estilo; por lo que se solicita continuar con el trámite respectivo.

Atentamente,



“Id y enseñad a todos”

Ing. Agr. M.Sc. Gustavo Adolfo García Macz
Revisor de Redacción y Estilo
Informes Finales Trabajos de Graduación a Nivel Técnico
Carrera Agronomía –CUNOR-

c.c. archivo



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala
CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE

Ref. 15-A-124/2015
Cobán, A.V., 28 de mayo de 2015

Licenciado
Fredy Giovanni Macz Choc
Director del CUNOR

Señor Director:

Adjunto remito el Trabajo de Graduación del Informe de Práctica Profesional Supervisada titulado **“Evaluación de sustratos con abonos orgánicos para almácigo de café, realizado en las instalaciones del Centro Universitario del Norte – CUNOR-, Cobán, Alta Verapaz.”**

Dicho trabajo es presentado por la estudiante **Helen Adriana Larios Guerrero** y de acuerdo a la opinión de las diferentes comisiones responsables de su revisión y del suscrito, cumple con los requisitos para ser aceptado como tesis de pre-grado; por lo que solicito se le de el trámite correspondiente a fin de que la estudiante Larios Guerrero, pueda someterse al examen para optar al título de Técnico en Producción Agrícola.

Atentamente,



“Id y enseñad a todos”

Ing. Agr. Edgar Armando Ruiz Cruz
Coordinador Comisión de Trabajos de Graduación a Nivel Técnico
Carrera de Agronomía –CUNOR-

c.c. archivo

HONORABLE COMITÉ EXAMINADOR

En cumplimiento a lo establecido por los estatutos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a consideración de ustedes el trabajo de graduación titulado: "Evaluación de sustratos con abonos orgánicos para almácigo de café, realizado en las instalaciones del Centro Universitario del Norte -CUNOR-, Cobán, Alta Verapaz", como requisito previo a optar al título profesional de técnico en producción agrícola.



Helen Adriana Larios Guerrero
200942944

RESPONSABILIDAD

“La responsabilidad del contenido de los trabajos de graduación es: Del estudiante que opta al título, del asesor y del revisor; la Comisión de Redacción y Estilo de cada carrera, es la responsable de la estructura y la forma”.

Aprobado en punto SEGUNDO, inciso 2 .4, subinciso 2.4.1 del Acta No. 17-2012 de Sesión extraordinaria de Consejo Directivo de fecha 18 de julio del año 2012.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	Pág. i
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	7

CAPÍTULO 1 MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes	9
1.2. El clima y su importancia en el cultivo de café	10
1.2.1. Temperatura	10
1.2.2. Humedad y precipitación	10
1.2.3. Luminosidad y fotoperiodicidad	11
1.2.4. Elección de la variedad	11
1.3. Época de siembra	12
1.4. Propagación	12
1.4.1. Germinador	12
1.4.2. Almácigo	12
1.4.3. pH	13
1.5. Efecto de la materia orgánica sobre las propiedades del suelo	13
1.6. Efecto de la materia orgánica en las propiedades químicas:	14
1.7. Sustrato	14
1.8. Sustratos con abonos orgánicos	14
1.8.1. Contenido de nutrientes en abonos orgánicos	15
HIPÓTESIS	17

CAPÍTULO 2 METODOLOGÍA

2.1. Descripción general del área	19
2.1.1. Ubicación geográfica	19
2.1.2. Características climáticas	19
2.1.3. Características ecológicas	20
2.2. Características de los sustratos	20
2.2.1. Tipos de materiales orgánicos para el sustrato	20
a) Pulpa de café	20
b) Estiércol	20
c) Lombricompost	21
d) Ceniza	21
2.3. Diseño experimental	22
2.3.1. Modelo estadístico	22
2.3.2. Tratamientos	22
2.3.3. Variables respuestas	23
a) Desarrollo radicular de la planta	23
b) Biomasa de raíces	23
c) Altura de la planta	24
d) Diámetro basal	24
2.3.4. Tamaño del experimento	24
2.4. Características del materia experimental	24
2.4.1. Variedad Caturra	24
2.4.2. Enfermedades que afectan en la etapa del almácigo	25
a) El mal del talluelo	25
b) Cercospora	25
c) Antracnosis	25
2.5. Manejo del experimento	26
2.5.1. Elaboración del semillero	26
2.5.2. Preparación de la bolsa	26

2.5.3. Desinfección	26
2.5.4. Transplante	27
2.5.5. Fertilización al suelo	27
2.5.6. Fertilización foliar	27
2.5.7. Control de malezas	27
2.5.8. Control fitosanitario	27
2.5.9. Sombra	28
2.5.10. Riego	28

CAPÍTULO 3

PRESENTACIÓN, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
CONCLUSIONES	37
RECOMENDACIONES	39
BIBLIOGRAFÍA	41
ANEXOS	43

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Contenido nutricional de diferentes tipos de abonos orgánicos.	22
Cuadro 2.	Descripción de los tratamientos evaluados en la etapa de almácigo de café variedad caturra.	22
Cuadro 3.	Promedio de altura en centímetros de las plantas de café variedad Caturra durante la etapa de almácigo.	29
Cuadro 4.	ANVA de altura en centímetros de las plantas de café variedad Caturra durante la etapa de almácigo.	30
Cuadro 5.	Prueba de tukey de altura de plantas de café variedad Caturra durante la etapa de almácigo.	30
Cuadro 6.	Promedio de largo de raíces en centímetros de las plantas de café variedad Caturra durante la etapa de almácigo.	32
Cuadro 7.	ANVA promedio de largo de raíces en centímetros de las plantas de café variedad Caturra durante la etapa de almácigo.	32
Cuadro 8.	Promedio de peso húmedo de raíces en gramos de las plantas de café variedad Caturra durante la etapa de almácigo.	33
Cuadro 9.	ANVA promedio de peso húmedo de raíces en gramos de las plantas de café variedad Caturra durante la etapa de almácigo.	34
Cuadro 10.	Promedio de peso seco de raíces de las plantas de café variedad Caturra durante la etapa de almácigo.	34

Cuadro 11.	ANVA promedio de peso seco de raíces en gramos de las plantas de café variedad Caturra durante la etapa de almácigo.	35
Cuadro 12.	Promedio de diámetro basal del tallo en centímetros y no. de hojas de las plantas de café variedad Caturra durante la etapa de almácigo.	35
Cuadro 13.	pH de los tratamientos según muestras tomadas de los sustratos orgánicos evaluados a los 3 meses de la etapa de almácigo.	36
Cuadro 14.	Cronograma de actividades realizadas durante los 5 meses de duración de la evaluación de sustratos con abono orgánico.	43
Cuadro 15.	Boleta de campo para medir la altura en centímetros de las plantas de café en la etapa de almácigo.	46
Cuadro 16.	Boleta de campo para peso húmedo de las raíces en gramos de las plantas de café en la etapa de almácigo.	47
Cuadro 17.	Boleta de campo para medir peso seco de raíces en gramos de las plantas de café en la etapa de almácigo.	48
Cuadro 18.	Boleta de campo para medir largo de raíces en gramos de las plantas de café en la etapa de almácigo.	49

RESUMEN

El principal objetivo de esta investigación es la generación de información sobre el uso de abonos orgánicos en la etapa de almacigo de café.

Para lo anterior se evaluaron cinco sustratos orgánicos (tratamientos) que fueron: T1 (40 % de pulpa de café, 50 % de tierra negra y 10% de ceniza), T2 (40 % de lombricompost, 50 % de tierra negra y 10 % de ceniza), T3 (40 % de estiércol ovino, 50 % de tierra negra y 10 % de ceniza), T4 (20 % de lombricompost, 20 % de estiércol ovino, 50 % de tierra negra y 10 % de ceniza) y T5 (40 % de pulpa de café, 50 % de tierra negra y 10 % de arena); con 6 repeticiones por tratamiento, con un diseño estadístico al azar.

Las variables medidas fueron, altura de plantas en centímetros, diámetro basal del tallo en centímetros, peso seco de raíz en gramos, peso húmedo de raíces en gramos y número de hojas verdaderas. Además se realizó un análisis de suelo de los elementos fósforo y calcio conjuntamente con la determinación del pH de cada sustrato.

La única enfermedad presentada durante los tres meses de almacigo fue el mal del talluelo (*Phytlum sp.*) la cual fue contralada para reducir daños, los tratamientos que presentaron esta enfermedad fueron el 2 que registro un total de 4 plantas dañadas y el más afectado fue el 3 con 6 plantas dañadas. Esto se debió a que en estos sustratos la humedad era más alta y estas condiciones son favorables para el desarrollo de esta enfermedad.

Se realizó una fertilización al suelo con 20-20-0 y dos fertilizaciones foliares con Actimix 20-20-20+ micro nutrientes, basadas en recomendaciones que en Anacafè han utilizado.

El manejo del cultivo fue el mismo para todo el experimento, en todos los tratamientos se utilizó fungicida al suelo y follaje en forma preventiva o curativa según el caso. El almácigo se inició a partir del mes de abril y finalizó en agosto.

A los 3 meses de edad de las plantas en el almácigo se procedió a recolectar los datos finales y se realizaron análisis de varianza para las variables en estudio, donde solo la variable altura de planta tuvo diferencia significativa al 5%, en la cual el tratamiento 1 fue el mejor. Para las variables peso seco de raíces, diámetro basal del tallo, y número de hojas verdades no existió diferencia significativa al 5%, sin embargo el promedio más alto en cuanto a estas variables fue el del tratamiento 1.

INTRODUCCIÓN

El café (*Coffea arabica*) en Guatemala ha desempeñado un papel determinante en la economía agrícola. Según el artículo *caficultura en Guatemala*¹, indica que el cultivo de café se desarrolló desde el siglo pasado, iniciando la exportación en 1859 y desde entonces se ha constituido en uno de los principales cultivos del país, dando beneficios económicos a cerca de 1.7 millones de personas.

Para obtener una plantación exitosa de café debemos tener en cuenta que hay ciertas etapas del cultivo antes de ser plantado definitivamente en el campo; estas etapas son semillero y almácigo que determinan la calidad de plantas que tendremos en el campo para la previa producción.

El almácigo debe realizarse con un manejo y cuidados especiales porque es la etapa previa al trasplante definitivo. Para lograr un buen desarrollo en la plántula es necesario un sustrato donde las raíces se puedan desarrollar sin ningún problema y de donde la planta pueda obtener nutrientes esenciales para su crecimiento. Este se considera una parte esencial para la producción de plántulas de calidad, debido a que es el soporte de la planta e interviene en el proceso de la nutrición mineral.

¹*Caficultura en Guatemala*. <http://www.grupochoxlavi.org/cafe/docs/guate> (20 de febrero de 2012).

En nuestra región los sustratos más utilizados son los compuestos por abonos orgánicos (pulpa de café, estiércol ovino, lombricopost, etc) por los beneficios que se obtienen de ellos y la rentabilidad económica que estos proporcionan. Además muchos de los pequeños agricultores adicionan ceniza al sustrato ya que observan un mejor desarrollo de las plantas durante el almácigo.

Pero el problema es que realmente no le dan el interés necesario para lograr un mejor rendimiento en la producción, más se enfocan en el tipo de manejo que se le dará a la planta por medio de productos químicos, dejando por un lado el tipo de sustrato que ayudaría a mejorar las condiciones físicas y minerales de la planta. Al lograr encontrar un buen sustrato orgánico aumentaríamos los beneficios y con esto se lograría disminuir el uso de químicos

Por ello se realizó una investigación sobre los beneficios que los sustratos con abonos orgánicos proporcionan a las plántulas de café. Al evaluar distintos sustratos compuestos por abonos orgánicos (pulpa de café, estiércol ovino y lombricopost) y ceniza, permitió identificar en que sustrato las plantas tuvieron un mejor desarrollo radicular y vegetativo.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el cultivo de café la elaboración de un buen almácigo es primordial para el éxito de la futura plantación, para lograr esto hay que tener buenas prácticas de manejo y el cuidado necesario que las plantías requieren hasta su etapa de trasplante definitivo. Existen diferentes componentes que influyen en esta etapa como la variedad, condiciones climáticas, programas de fertilización del suelo, control de plagas, enfermedades y el sustrato; para evaluar la satisfactoria calidad del almácigo, hay ciertas condiciones que debe cumplir la planta tales como: una buena coloración, que estén grandes, vigorosas, tallos fuertes, erectos y con un buen desarrollo de raíces.

Los problemas principales que se presentan en el almácigo son el mal desarrollo de raíces y la retención de humedad que provoca que la planta se encuentre propensa a enfermedades, estos problemas son causados por una mala elección en el sustrato. Además este factor es importante ya que ayuda garantizar condiciones físicas que permitan buen desarrollo del sistema radicular y buena nutrición de las plantías, también influye en el doblamiento de la raíz, ataque de nematodos, mala penetración de raíces y una de los principales limitantes es la deficiencia de materia orgánica que muchas veces presenta.

En el municipio de Cobán Alta Verapaz se encuentra la asociación de caficultores de Guatemala -Anacafé- que ayuda a pequeños, medianos y grandes productores a promover el desarrollo de la caficultura en Guatemala.

Esta asociación cuenta con algunas investigaciones sobre sustratos para almácigos de café, pero muchas de ellas realmente no se han realizado en esta región. Además las investigaciones realizadas son más enfocadas al tipo de fertilización en almácigo y al uso de químicos, dejando por un lado la producción de almácigos de café orgánico, que es sumamente importante porque evita la contaminación del medio ambiente y ayuda a eliminar efectos dañinos para la salud del consumidor.

Por lo tanto es necesario encontrar un buen sustrato que proporcione a las plantas beneficios como: retención de humedad y el aporte de elementos que nutran a la planta para que tenga un mejor desarrollo de raíces, tallos, hojas, coloración, esto evita que la planta este propensa a enfermedades y necesite el aporte de nutrientes que se encuentren en productos químicos, aumentando así la producción de almácigos orgánicos.

Después de lo anteriormente expuesto se establece como problema de investigación la búsqueda de un sustrato que permita proveer condiciones benéficas para el desarrollo de las plántulas de café con las condiciones climáticas de esta región.

JUSTIFICACIÓN

El café es considerado como un producto básico que tiene gran importancia económica para Guatemala y es una de las bebidas más populares en el mundo occidental.

Para el cultivo de café se requiere de ciertas etapas, una de ellas es la elaboración del almácigo, que es de suma importancia para la obtención de plantas bien desarrolladas al momento del trasplante al campo definitivo. Sin embargo, en su mayoría los pequeños caficultores tienen problemas durante el almácigo, debido a la susceptibilidad que la planta presenta respecto al desarrollo de raíces y elementos nutricionales que ayuden a la buena nutrición de la planta, lo que afecta al momento del trasplante definitivo. Además es necesario tomar en cuenta que una planta bien desarrollada tanto radicular como vegetativamente es menos propensa al ataque de enfermedades o plagas.

Según, las dificultades planteadas anteriormente es necesario encontrar un sustrato que permita el buen desarrollo de raíces, también debe contener materia orgánica, con este incorpora miento lograríamos ventajas como: mejorar la estructura del suelo, incrementar la retención de humedad, aportar de manera natural los elementos minerales que requiere la planta, favorecer la aireación y permeabilidad del suelo; estos beneficios ayudarán a la planta a tener un buen desarrollo en general.

La importancia de encontrar un eficiente sustrato con abono orgánico para la elaboración de almácigos de café es aumentar la calidad y cantidad de plántulas al momento de trasplantar al campo definitivo, disminuir los

productos químicos que afectan al ambiente por medio de los beneficios que este le proporcionará a la planta y asegurar una producción exitosa en el futuro.

OBJETIVOS

A. Generales

Generar información con el uso de abonos orgánicos en la etapa de almácigo en el cultivo de café (*Coffea arabica*).

B. Específicos

1. Conocer el efecto de los sustratos evaluados en almácigo de café.
2. Evaluar las propiedades químicas (pH, fósforo y calcio) de los sustratos que tienen influencia en el desarrollo del almácigo durante los primeros 3 meses de almácigo.
3. Determinar el tipo de sustrato orgánico en el cual la plántula de café presente un mejor desarrollo vegetativo y radicular.

CAPÍTULO 1

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

De acuerdo con revisión bibliográfica realizada hay algunas investigaciones que tratan sobre sustratos utilizados en almácigos de café, pero la mayoría contiene solo información sobre proporciones de pulpa de café, tierra y arena que se debe utilizar para la elaboración del sustrato.

La producción de almácigos de café en el departamento de Alta Verapaz es bastante amplia y se encuentra la asociación nacional del café y otras asociaciones pequeñas que ayudan al desarrollo de la caficultura. La ANACAFE ha realizado muy pocas investigaciones sobre sustratos compuestos por abonos orgánicos que se deben de utilizar en los almácigos, la razón por la cual esto sucede es que se enfocan más en buscar alternativas para la fertilización y manejo. Además varias de estas investigaciones se han realizado en otra región y pues las condiciones son distintas, esto implica que el sustrato a utilizar no de rendimientos tan satisfactorios como era de esperarse.

En 2008 Yat Coy Herbert realizó una investigación sobre la evaluación de fórmulas de NPK en fertilización para la etapa de almácigo de café ² obteniendo como resultado que la fórmula 20-20-5 fue la mejor

²Herbert Yat Coy, *Evaluación de fórmulas de NPK en fertilización disuelta al suelo en el cultivo de café variedad caturra para la etapa de almácigo* PPS Técnico en producción agrícola. Centro Universitario del Norte. Universidad de San Carlos de Guatemala. Cobán, Alta Verapaz Guatemala: Carrera agronomía, 2 008.

para la fertilización ya que se obtuvieron mejores resultados en cuando al desarrollo de la planta, con la aplicación de nitrógeno y fosforo el crecimiento vegetativo y radicular fue significativo. Además utilizó como sustrato suelo, arena y pulpa de café en proporción 2:1:2, donde menciona que la pulpa es un componente orgánico que aporta de manera natural nitrógeno a las plantas.

1.2. El clima y su importancia en el cultivo de café

En Características botánicas del café,³ indica que el café pertenece a la familia botánica *Rubiaceae*, donde existen 500 géneros y más de 6,000 especies. Para la producción de café hay varios factores que se integran como el potencial genético, suelo, recursos económicos y finalmente el clima.

En factores climáticos del café,⁴ determina que para el cultivo de café el clima es un factor importante, ya que encierra una serie de componentes que a continuación se mencionan:

1.2.1. Temperatura

La temperatura es el factor más importante para el cultivo de café, y durante la etapa de germinación es necesaria una temperatura de 30 grados centígrados. Las temperaturas altas o bajas perjudican a plantas jóvenes de café.

1.2.2. Humedad y precipitación

El porcentaje de humedad que proporciona un buen desarrollo para el cafeto oscila entre 70% y 90%.

³Características botánicas del café. <http://www.foodinfo.net/es/products/coffee/plant.htm> (18 de marzo de 2 012).

⁴Factores climáticos del café. <http://www.slideshare.net/gluna62/semilleros-y-almacigos-de-café> (20 de septiembre de 2 012).

Cuando ocurren periodos largos de humedad muy elevados cercanos al estado de saturación, es perjudicial debido a que favorece el desarrollo de enfermedades, por otra parte también es sensible al aire muy seco el cual marchita el follaje aunque exista suficiente agua en el suelo.

1.2.3. Luminosidad y fotoperiodicidad

El cafeto en su región de origen crece espontáneamente en medio de la selva.

“Por lo tanto es una planta de fotoperiodos cortos ya que se ha demostrado que la formación de los botones de los cafetos silvestres ocurre cuando los días tienen menos duración.”⁵

Lo que indica el autor es que la planta es muy sensible a la acción directa del sol ya que es de fotoperiodo corto.

1.2.4. Elección de la variedad

En manejo del cultivo de café,⁶ indica que las principales cualidades que debe reunir una buena variedad de café son.

- Alta producción
- Alto rendimiento
- Resistente a enfermedades limitantes como la roya
- Resistente a plagas
- De porte bajo, ya que permite disponer de más árboles por Hectárea.
- De fácil manejo

⁵ Ibid

⁶ *Manejo del cultivo de café*. <http://www.ecured.cu/index.php/Caf%C3%A9> (20 de septiembre de 2 012).

- De iniciación rápida en la producción
- Da una taza de buena calidad
- De buena duración

1.3. Época de siembra

Se debe definir época de siembra en base a la oferta. Para ello hay que tomar en consideración las condiciones climáticas de la región, ya que determinan el crecimiento y desarrollo de la planta de café. Dentro de ellas la distribución de la lluvia delimita en gran medida el ciclo vegetativo y reproductivo del cafeto.

1.4. Propagación

El café se propaga de forma fácil y rápida por semillas, o vegetativamente, por medio de injertos o estacas.

1.4.1. Germinador

Es necesario tener la semilla disponible 8 meses antes del trasplante definitivo, dos meses corresponden a la etapa de germinador y seis meses al almácigo. En los períodos del proceso productivo de germinador y almácigo se necesitan insumos como: tierra, pulpa descompuesta o materia orgánica, arena lavada de río, bolsas plásticas, materiales para disponer sombra en viveros, plaguicidas de baja toxicidad.

1.4.2. Almácigo

Según Manejo del café,⁷ la finalidad del almácigo es el desarrollo

⁷Manejo del café. <http://www.federaciondecafeteros.org/static/files/8Capitulo6> (18 de febrero de 2 012).

correcto y la selección de las plántulas para el establecimiento definitivo.

El vivero se debe situar en un terreno plano, utilizando preferentemente tierra virgen para minimizar las enfermedades. Se debe preparar el vivero nivelando o eliminando piedras. Además debe de estar bajo sombra. Dentro del almácigo se disponen hileras espaciadas unos 15 cm, a lo largo de los surcos. El material de siembra se selecciona cuidadosamente en cuanto a su adaptabilidad a las condiciones locales; lo mismo que por su capacidad de alto rendimiento, resistencia a las enfermedades y demás criterios.

1.4.3. pH

En el artículo *Nutrición del cafeto*,⁸ indica que el café prefiere un pH de 5.00-6.00, suelos ligeramente ácidos. Existen deficiencias de algunos nutrientes cuando los suelos son ácidos o muy alcalinos lo que repercutiría en la disminución del rendimiento del cultivo de café.

En suelos ácidos, el fósforo no está disponible para las plantas. Además el aluminio y el manganeso pueden volverse muy solubles y tóxicos, reduciendo la capacidad de la planta para absorber fósforo, calcio, magnesio y molibdeno.

1.5. Efecto de la materia orgánica sobre las propiedades del suelo

La materia orgánica tiene una variedad de beneficios que determinan al suelo para lograr las producciones que permite la oferta ambiental. Efecto de la materia orgánica en las propiedades físicas:

⁸ *Nutrición del cafeto*. http://www.mag.go.cr/congreso_agronomico_XI/a50-690_7-III_175 (20 de octubre de 2 012).

- Mejora la estructura del suelo
- Aumenta la agregación de las partículas y el suelo resiste mejor la erosión
- Incrementa la aireación, la permeabilidad y la retención de humedad

1.6. Efecto de la materia orgánica en las propiedades químicas:

- Aumenta la capacidad buffer o resistencia a cambios de pH
- Aumenta la capacidad de intercambio de cationes
- Suministra nutrientes al cultivo

1.7. Sustrato

Para el almácigo de café el sustrato es esencial y se define como:

“La mezcla formada por materiales en estado sólido, líquido y gaseoso que deben encontrarse en proporciones adecuadas para que las plantas tengan crecimiento satisfactorio. Permite el anclaje del sistema radical.”⁹

Lo que el texto anterior indica es que el sustrato es una mezcla de componentes en proporciones adecuadas para brindarle un buen soporte a la planta interviniendo o no en su proceso nutricional.

1.8. Sustratos con abonos orgánicos

Los sustratos orgánicos, son el principal fertilizante natural (libre de compuestos químicos) que se utilizan en los huertos y cultivos orgánicos. Aportan nutrientes esenciales para el crecimiento de la planta. En almácigos de café se utiliza más los sustratos orgánicos, el más utilizado es la pulpa de café y tierra, ya que muestra mejor rendimiento en la producción de plántulas.

⁹Ibid

1.8.1. Contenido de nutrientes en abonos orgánicos

CUADRO 1
CONTENIDO NUTRICIONAL DE DIFERENTES TIPOS DE
ABONOS ORGÁNICOS

Material	Porcentaje (%)				
	N	P (P ₂ O ₅)	K (K ₂ O)	Ca (CaO)	Mg (MgO)
Pulpa de café	3.37	0.54	0.12	1.95	0.20
Lombricompost	2.98	0.25	0.12	1.80	0.37
Estiércol ovino	1.40	0.20	1.00	0.58	0.18
Ceniza	---	0.20	0.80	2.58	---

Fuente: Investigación de campo, 2 012.¹⁰

En el cuadro anterior se observa que el abono orgánico pulpa de café contiene un mayor porcentaje de nutrientes en comparación con el estiércol ovino, ceniza y lombricompost. Es por ello que es uno de los materiales orgánicos más utilizados para la elaboración de almácigos de café debido a los grandes beneficios que proporciona a la plántula.

¹⁰Fertilización orgánica en almacigo de café. [http://anacafe.org/glifos/index.Php?title=Fertilizacion Organica_Almacigos](http://anacafe.org/glifos/index.Php?title=Fertilizacion%20Organica_Almacigos) (20 de octubre de 2 012).

HIPÓTESIS

Con el sustrato en base a 50% tierra negra, 40% pulpa de café y 10% de ceniza se espera mayor respuesta en desarrollo radicular (peso seco, peso fresco y largo de raíces) y vegetativo (diámetro basal, altura de planta y número de hojas verdaderas), en las plantas de café variedad caturra para la etapa de almácigo, esto posiblemente a que la pulpa de café y ceniza contienen alto contenido de nutrientes esenciales para el desarrollo de la planta de café.

CAPÍTULO 2 METODOLOGÍA

2.1. Descripción general del área

2.1.1. Ubicación geográfica

La investigación se realizó en el Centro Universitario del Norte CUNOR, que se encuentra ubicado en la Finca “Sachamach”, localizada en el municipio de Cobán, Alta Verapaz. La finca se encuentra aproximadamente a 2 Km de la ciudad de Cobán, sobre la ruta CA-14. Localizado en las coordenadas geográficas 16°21' latitud Norte y 90°22' longitud Oeste.

2.1.2. Características climáticas

La evaluación se realizará bajo las siguientes condiciones climáticas:

Altitud	1316 msnm
Temperatura media anual	19.7°C
Temperatura máxima promedio	25.4°C
Temperatura mínima promedio	13.8°C
Precipitación promedio anual	2,385 mm ¹¹

¹¹Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología – INSIVUMEN-. *Tarjeta de control meteorológico 2010. Estación meteorológica Cobán.* Cobán, Alta Verapaz, Guatemala. (Sin publicar).

2.1.3. Características ecológicas

Según el sistema de Holdridge,¹² la zona de vida corresponde a la de Bosque Sub-tropical-frío muy húmedo. Según Thornthwaite,¹³ el clima es templado y con abundante vegetación.

2.2. Características de los sustratos

2.2.1. Tipos de materiales orgánicos para el sustrato

a) Pulpa de café

Según el artículo Pulpa de café,¹⁴ la pulpa es un abono orgánico que acondiciona el suelo mejorando su contenido de humus y estructura, estimulando la vida meso y micro biológico de suelo, La pulpa contiene materias orgánicas y nutrientes. Las concentraciones de P, Ca y K están en mayor cantidad en la pulpa que en el propio grano de café, también acidifica el suelo. Reemplaza insumos externos como fertilizantes químicos. La pulpa de café genera un desperdicio del 60% en las fincas cafetaleras,

b) Estiércol

En materiales orgánicos,¹⁵ mencionan que existe una variedad de materiales orgánico como: estiércol, lombricompost, etc.

¹²*Características Ecológicas de Cobán.* <http://es.scribd.com/doc/96064621/clasificacion-de-Zonas-de-Vida> (2 de octubre de 2 012)

¹³*Clima y vegetación de Cobán.* <http://www.infoiarna.org.gt/media/file/areas/clima/documentos/nac/5-clima> (2 de octubre de 2 012).

¹⁴*Pulpa de café.* http://www.funica.org.ni/docs/conser_sueyagua_02 (25 de febrero de 2 012).

¹⁵*Materiales orgánicos.* <http://plantasyhortalizas.blogspot.com/search/label/compost> (25 de febrero de 2 012).

Hay varios tipos de estiércol (excremento de animales) como el de caballo, vaca, cabra, etc. El estiércol debe estar seco, curado y cribado. Posee las siguientes características:

- Poseen alta permeabilidad.- Alta Aireación.
- Tienden a acidificar el suelo.- No poseen capacidad buffer.

El estiércol se utiliza para mejorar las propiedades físicas del suelo y aportar algunos minerales esenciales.

c) Lombricompost

Es una tecnología basada en la cría masiva de lombrices “coquetas rojas” (*E. foetida*), para la producción de humus a partir de un sustrato orgánico.

La ventaja del lombricompost es que el humus recupera los suelos áridos y libera sus nutrientes de manera gradual, de acuerdo con las necesidades de los cultivos. No quema los suelos y según el sustrato que se le dé a las lombrices se obtiene el abono con los nutrientes específicos para una especie vegetal.

d) Ceniza

Definición de ceniza¹⁶ indica que la ceniza tiene un alto contenido de nutrientes como el potasio, calcio, magnesio y otros minerales esenciales para las plantas. Se obtiene de leña. También se puede mezclar con otro abono más ácido, como el humus. La descomposición en el humus, además hace a los minerales más biodisponibles. Puede utilizarse como abono.

¹⁶ *Definición de ceniza*. <http://www.redpermacultura.org/articulos/14-agricultura-ecologica/458-fertilizantes-organicos-especiales.html> (20 de octubre de 2 012).

2.3. Diseño experimental

Se utilizó el diseño completamente al azar

2.3.1. Modelo estadístico

El diseño experimental que se utilizó está basado en el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ij} = U + T_i + E_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Variable respuesta del tratamiento (altura, No. Hojas, largo de raíz, diámetro basal y biomasa de raíces).

U = Media General (representa la homogeneidad antes de los tratamientos).

T_i = efecto del factor T en el nivel i

E_{ij} = Error experimental observado

2.3.2. Tratamientos

En el cuadro siguiente se describen los tratamientos evaluados:

CUADRO 2
Descripción de los tratamientos evaluados en la etapa de almácigo de café variedad caturra

Sustratos con abonos orgánicos	Tratamiento
50 % tierra virgen, 40% pulpa de café (deshidratada y fermentada) y 10 % de ceniza (de leña).	T_1
50 % tierra virgen, 40% lombricompost (a base de estiércol bovino) y 10 % de	T_2

ceniza (de leña).	
50 % tierra virgen, 40%abono ovino (deshidratado y cribado) y 10 % de ceniza (de leña).	T ₃
50 % tierra virgen, 20% lombricompost (a base de restos vegetales), 20% abono ovino (deshidratado y cribado) y 10 % de ceniza (de leña).	T ₄
testigo 50% tierra virgen, 40 % pulpa de café(deshidratada y fermentada) y 10 % arena	T ₅

Fuente: Investigación de campo, 2012.

2.3.3. Variables respuestas

a) Desarrollo radicular de la planta

El desarrollo radicular se determinó midiendo toda la raíz pivotante de la planta, con ayuda de una cinta métrica y colocando la raíz de la planta lo más recta posible.

b) Biomasa de raíces

Para la medición del resultado de estas variables, se llevaron las plantas al laboratorio para determinar el peso húmedo de las raíces con la ayuda de una balanza analítica y luego se colocaron en un horno a una temperatura de 70 C° durante 48 horas, después se extrajeron, y se procedió a pesarlas para obtener el peso seco de las raíces, este dato se tomó a los 3 meses después del trasplante.

c) Altura de la planta

La altura de las plántulas de café fue tomada a los 3 meses del trasplante, para ello se utilizó una cinta métrica, midiéndose a partir de la base del tallo hasta el ápice de la planta en cm.

d) Diámetro basal

El diámetro basal de las plantas, fue tomado a los 3 meses después del trasplante, el cual se midió con un vernier, donde se tomó la medida a 5 cm de cuello.

2.3.4. Tamaño del experimento

Se utilizaron 30 bolsas por cada tratamiento con un total de 150 unidades experimentales. El tamaño de la bolsa fue de 7 x 10 pulgadas.

2.4. Características del materia experimental

Según el artículo sobre el cultivo de café,¹⁷ indica que este es un género que contiene de 25 a 40 especies en Asia y África tropicales. Es muy cultivado por sus semillas, que se emplean, tostadas y molidas. Es una planta que florece y da fruto de manera consecutiva. Es un árbol de forma cónica, caracterizado por la flexibilidad de sus ramas, de flor blanca con olor a jazmín.

2.4.1. Variedad Caturra

ANACAFE,¹⁸ son plantas de porte bajo, eje principal grueso y

¹⁷ *Cultivo de Café*. <http://www.eljardinero.org/planta-de-cafe/> (20 de octubre de 2 012).

¹⁸ .Asociación Nacional Del Café –ANACAFE-. *Manual de Caficultura*. Guatemala: ANACAFE., 1 998. pág. 30

escasamente ramificado, con entrenudo cortos y ramas abundantes. La forma de caturra es ligeramente angular, compacta y con buen vigor vegetativo. Las hojas son grandes, anchas y de textura un poco áspera.

2.4.2. Enfermedades que afectan en la etapa del almácigo

En el artículo enfermedades del almácigo de café,¹⁹ las enfermedades del café que principalmente afecta al cultivo de café son:

a) El mal del talluelo

Es causada por varios factores y tipo de hongos, los cuales hacen que la base del tallo se pudra. Luego las plántulas se marchitan. Esta enfermedad se produce por la alta humedad, suelos contaminados y mal drenaje.

b) Cercospora

Se caracteriza porque son pequeñas manchas circulares de color pardo claro o marrón rojizo. Permanentemente causa caída de las hojas e incrementa la producción de café defectuoso, se presenta en el almácigo con algún tipo de estrés, ya sea por sequía, desnutrición, falta de sombra.

c) Antracnosis

Afecta el follaje y se caracteriza por lesiones de color negro, en condiciones de alta humedad y mal drenaje de los sustratos.

¹⁹ *Enfermedades del Almácigo de café.* <http://www.infoagro.go.cr/hojasi/BruncaAlmacigaIesdeCaf%C3%A9enBolsa> (25 de febrero de 2 012).

2.5. Manejo del experimento

2.5.1. Elaboración del semillero

La semilla de café variedad Caturra que fue utilizada es proveniente de la granja del CUNOR. El semillero se realizó en un terreno plano en una cama de 20 cm de profundidad, 1 metro de ancho por 2 de largo cerca del área donde se colocó el experimento. El sustrato utilizado fue a base de tierra blanca, desinfectado previamente antes de la siembra con agua tibia.

El sistema de siembra fue en surcos con una distancia entre surcos de 20 cm cuidando no sobreponer una sobre otra, a manera que queden bien distribuidas. Ya sembrado se procedió a colocar directamente pasto sobre el semillero para propiciar condiciones más estables de humedad, temperatura y luz. El agua fue propiciada por la época en que se encontraba todos los días procurando siempre mantener húmedo el semillero.

Cuando emergieron las plantas (entre 40-50 días de sembradas) se levantó la cobertura, para formar un tapexco o techo de 1 metro sobre el semillero, esto permitió el normal desarrollo de las mismas y facilitó labores de manejo.

2.5.2. Preparación de la bolsa

Se llenaron las bolsas con los distintos sustratos orgánicos correspondientes a cada tratamiento. Las bolsas se colocaron en base al diseño experimental utilizado. Ver diseño en la página 44.

2.5.3. Desinfección

Tres días antes del trasplante se desinfectaron las bolsas

con Rocloraz: N-propil-N-(2-(2,4,6-tricloro fenoxi) etilimidazol-1-carboxamida) Mirage la dosis que se utilizó es de 15 gramos por bomba de 16 litros y se aplicaron por bolsa 50 cc.

2.5.4. Transplante

El trasplante fue llevado a cabo al momento que emergió el primer par de hojas verdaderas. Se utilizaron plantas sanas, vigorosas, con un sistema radicular bien definido, libre de enfermedades. Las plántulas al sembrarlas en las bolsas de almácigo se enteraron hasta el cuello de la raíz en una posición lo más firme posible y sin que se deshidrataran.

2.5.5. Fertilización al suelo

La fertilización al suelo se realizó 1 mes después del trasplante con la fórmula 20-20-0 granulado, la dosis utilizada fue 5 g por bolsa y se aplicó en círculo alrededor de la bolsa.

2.5.6. Fertilización foliar

Las fertilizaciones foliares se comenzaron aplicar cada 25 días después de la fertilización al suelo, el fertilizante que se utilizó fue Actimix 20-20-20 + elementos menores y para cada aplicación la dosis fue de 15 gr por 15 lt de agua.

2.5.7. Control de malezas

El control de malezas se realizó manualmente y las limpiezas se hicieron cada vez que fue necesario.

2.5.8. Control fitosanitario

A los 40 días del trasplante se encontraron algunas plantas

con mal del talluelo en el tratamiento 2 y 3 (*Phytium sp.*). Para el control se aplicó Carboxin (5,6-dihydro-2-methyl-N-phenyl-1,4-oxathiin-3-carboxamide) vitavax 34 la dosis utilizada fue 25 cc por bomba de 16 litros y a cada bolsa se le aplico 50 cc. Después de esa aplicación se procedió a fumigar cada 20 días con Mancozeb 80 WP con una dosis de 20 gr por bomba de 16 litros.

La única plaga presentada durante los 3 meses de almácigo fueron arácnidos y para controlarla se procedió de forma manual a limpiar las telas de araña y a separar las bolsas.

2.5.9. Sombra

Se utilizó como sombra para las plántulas de café, sarán y fue colocado sobre unos horcones a una altura de 2 metros.

2.5.10. Riego

Por la época en la cual fue realizado el almácigo no hubo necesidad de riego ya que inició en época lluviosa que es la recomendada a partir del mes de Junio.

CAPÍTULO 3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presentan los resultados obtenidos, según las metodologías planteadas en el presente estudio.

Para determinar si existió alguna diferencia significativa entre tratamientos, se procedió a realizar análisis de varianza a las variables de respuesta evaluadas, de campo y laboratorio que fueron obtenidas a los 3 meses de edad.

CUADRO 3
Promedio de altura en centímetros de las plantas de café
variedad Caturra durante la etapa de almácigo

Repeticiones	T1	T2	T3	T4	T5
R1	7.5	6.4	6.55	7.9	7.25
R2	7.55	7.25	7.85	6.6	6.4
R3	8.25	7.8	7.9	7.25	6.7
R4	8.1	6.35	6.9	7.2	6.75
R5	8.1	6.9	6.9	7.15	6.4
R6	7.75	6.35	7.7	6.45	6.6
PROMEDIO	47.25	41.05	43.8	42.55	40.1

Fuente: Investigación de campo, 2012.

El promedio más alto fue del tratamiento 1 (40% pulpa de café, 50 % tierra negra y 10% ceniza), sin embargo es necesario comparar la varianza entre promedios.

CUADRO 4
ANVA de altura en centímetros de las plantas de café variedad
Caturra durante la etapa de almácigo

F.V	SC	GI	CM	F	Ft
Tratamiento	5.18	4	1.29	5.57	2.759
Error	5.82	25	0.23		
Total	11.00	29			

Fuente: Investigación de campo, 2012.

En el cuadro anterior se observa que la F calculada es mayor que la f de tabla, lo que indica que hay diferencia significativa al 5% entre tratamientos en cuanto a altura de planta, por lo que se presenta una prueba de tukey para analizar que tratamiento es el mejor.

CUADRO 5
Prueba de tukey de altura de plantas de café variedad Caturra
durante la etapa de almácigo

Tratamientos	Medias W=0.76
T1	7.88 A
T2	7.30 A B
T3	7.09 A B
T4	6.89 A B
T5	6.68 B

Fuente: Investigación de campo, 2012.

Los tratamientos con igual letra no tienen diferencia significativa, los tratamientos con diferente letra tienen diferencia significativa. Según esta comparación indica que el tratamiento donde se obtuvieron mejores resultados corresponde al 1 ya que el promedio de altura de plantas de este tratamiento superó a las medias de los otros tratamientos.

Esto indica que el sustrato orgánico que mejores resultados proporcionó en cuanto a la altura es el 1 que está compuesto por 40 % de pulpa, 50 % de tierra negra y 10 % de ceniza, eso se le atribuye a que la pulpa de café contiene: 4.2% de N, 0.3% de P, 5.3% de K y 0.9 de Ca²⁰, al comparar con los tratamientos 2, 3 y 4 que tienen niveles más bajos. Con el tratamiento 5 (40 % pulpa de café, 50 % tierra y 10 % arena), tienen la misma proporción de pulpa de café la única diferencia entre estos dos tratamientos es que el 1 contiene 10% de ceniza y el 5, 10 % de arena. Esto posiblemente se debió a que:

“La abundancia de nitrógeno promueve un rápido crecimiento con un mayor desarrollo de hojas y tallos de color verde oscuro. Aunque una de las funciones más sobresalientes del nitrógeno es estimular el crecimiento vegetativo de la parte aérea, ese desarrollo no puede efectuarse sin la presencia de fósforo, potasio y otros elementos esenciales disponibles.”²¹

Lo que la cita explica en este párrafo es que el nitrógeno es responsable del crecimiento de hojas y tallos, pero su función está relacionada con la asimilación de fósforo y potasio. Cuando se adiciono ceniza al tratamiento 1 se obtuvo un efecto positivo ya que se aumentó los niveles de calcio esto se puede verificar en el análisis de suelo realizado (ver página 45).

Al adicionar calcio lo que ocurrió es que mejoró la absorción y utilización del nitrógeno en forma de amonio, al mismo tiempo también aumento la absorción del potasio, como estos elementos y el fósforo son los responsables del crecimiento vegetativo el tratamiento 1 supero los demás tratamientos en cuanto a la altura se refiere debido al aumento de calcio.

²⁰ *Composición química de abonos orgánicos*. <http://www.cenicafe.org/es/documents/LibroSistemasProduccionCapitulo9> (28 de septiembre de 2012).

²¹ Foth, HD. *Fundamentos de la ciencia del suelo*. México: Editorial CECSA., 1968. Pag. 300-320

CUADRO 6
Promedio de largo de raíces en centímetros de las plantas de
café variedad Caturra durante la etapa de almácigo

Repeticiones	T1	T2	T3	T4	T5
R1	13.85	9.45	13.6	8.7	16.55
R2	12.5	9.7	11.55	10.55	10.4
R3	13.55	16.25	13.25	14.3	16.6
R4	11.2	11.25	14.35	11.5	12.45
R5	18.5	14.5	13.05	12.65	15.4
R6	12.25	13.5	14.25	11.45	11.75
PROMEDIO	13.64	12.44	13.34	11.525	13.85

Fuente: Investigación de campo, 2012.

Según el cuadro anterior el promedio más alto corresponde al tratamiento 5 (40% pulpa, 50% tierra negra y 10% arena), sin embargo es necesario realizar el análisis de varianza.

CUADRO 7
ANVA Promedio de largo de raíces en centímetros de las plantas
de café variedad Caturra durante la etapa de almácigo

F.V	SC	GI	CM	F	Ft
Tratamiento	23.24	4	5.81	1.13	2.759
Error	128.09	25	5.12		
Total	151.34	29			

Fuente: Investigación de campo, 2012.

La F calculada es menor que la f de tabla, lo que indica que no hubo diferencia significativa al 5% entre los tratamientos, es decir que todos los tratamientos se comportaron de manera similar en cuanto a la variable tamaño de raíces se refiere.

Con respecto a este resultado podemos observar que la media más alta fue la del tratamiento 5 pero no fue suficiente para superar a los demás tratamientos. En la etapa de almácigo el fósforo es esencial para que la planta de café se forme vigorosamente con un buen sistema de raíces.

En el análisis de suelo realizado (ver página 45) el nivel más alto de fósforo corresponde al tratamiento 5 con 10.78 mg/L seguido del 1 y 4 con 8.47 mg/L. A pesar de que el contenido de fósforo fue más alto en el tratamiento 5 no hubo una diferencia significativa con el tratamiento 1 y 4 en cuanto a la variable largo de raíces. Esto debido a que los tratamientos 1 y 4 que contenían ceniza presentaron un pH mayor que el tratamiento 5 (ver página 36) con esto se logró que el fósforo se encontrara más disponible en el suelo para que la planta lo asimilara mejor.

Lo anterior indica que el tratamiento 5 contenía más fósforo pero a pesar de ello no logro mejores resultados en cuanto a largo de raíces, lo que sucedió es que este sustrato presento un pH de 4.9 que es el más bajo de todos los tratamientos, esto posiblemente provocó que el fósforo no se encontrara en su máxima disponibilidad para ser aprovechado por la planta. El rango de pH adecuado para que la planta pueda aprovechar el fósforo es de 5.5 a 7.

Cuando el pH en un suelo es muy ácido causa reducción de la capacidad de la planta para absorber el fósforo y calcio, esto significa que posiblemente si el pH no hubiera disminuido estos elementos hubieran sido aprovechados por la planta y causado un efecto positivo en cuando a largo de raíces.

CUADRO 8
Promedio de peso húmedo de raíces en gramos de las plantas de café variedad Caturra durante la etapa de almácigo

Repeticiones	T1	T2	T3	T4	T5
R1	0.4	0.4	0.3	0.45	0.45
R2	0.35	0.45	0.35	0.3	0.35
R3	0.4	0.3	0.3	0.35	0.5
R4	0.35	0.45	0.3	0.35	0.35
R5	0.4	0.4	0.35	0.40	0.35
R6	0.4	0.35	0.35	0.35	0.4
PROMEDIO	0.38	0.39	0.325	0.36	0.4

Fuente: Investigación de campo, 2012.

En el cuadro anterior se observa que la media más alta fue la del tratamiento 5 (40% pulpa de café, 50 % tierra negra, 10 % arena), sin embargo es necesario realizar el análisis de varianza.

CUADRO 9
ANVA Promedio de peso húmedo de raíces en gramos de las plantas de café variedad Caturra durante la etapa de almácigo

F.V	SC	GI	CM	F	Ft
Tratamiento	0.021	4	0.00525	0.43	2.759
Error	0.304	25	0.01216		
Total	0.326	29			

Fuente: Investigación de campo, 2012.

La F calculada es menor que la f de tabla, no hay diferencia significativa al 5 % entre los tratamientos, es decir que todos los tratamientos se comportaron de manera similar en cuanto a la variable peso húmedo de raíces.

CUADRO 10
Promedio de peso seco de raíces de las plantas de café variedad Caturra durante la etapa de almácigo

Repeticiones	T1	T2	T3	T4	T5
R1	0.128	0.1275	0.124	0.1295	0.124
R2	0.128	0.1285	0.129	0.138	0.128
R3	0.134	0.1265	0.125	0.1215	0.111
R4	0.12	0.118	0.128	0.1135	0.128
R5	0.127	0.112	0.121	0.1325	0.1505
R6	0.1405	0.14	0.1205	0.138	0.111
PROMEDIO	0.7775	0.7525	0.7475	0.773	0.7525

Fuente: Investigación de campo, 2012.

Según el cuadro anterior el promedio más alto fue el del tratamiento 1 (40% pulpa de café ,50% tierra negra y 10% de ceniza), sin embargo es necesario analizar la varianza entre los tratamientos.

CUADRO 11
ANVA Promedio de peso seco de raíces en gramos de las plantas de café variedad Caturra durante la etapa de almácigo

F.V	SC	GL	CM	F	FT
TRATAMIENTO	0.00012	4	0.000031	0.34	2.759
ERROR	0.0023	25	0.000092		
TOTAL	0.0024	29			

Fuente: Investigación de campo, 2012.

La F calculada es menor que la f de tabla, no hay diferencia significativa al 5% entre los tratamientos, es decir que todos los tratamientos se comportaron de manera similar en cuanto a la variable peso seco raíces. Aunque no existió alguna diferencia significativa el promedio del tratamiento 1 fue mayor al de los demás tratamientos esto se debe a que:

Según el manual del caficultor de ANACAFÉ,²² indica que la materia seca de los vegetales contiene de un 2 a 4% de nitrógeno. La pulpa de café contiene un porcentaje más alto de nitrógeno (ver página 31) es por ello que ayudó a que el promedio de peso seco de raíces de este tratamiento fuera el más alto.

CUADRO 12
Promedio de diámetro basal del tallo en centímetros y no. de hojas de las plantas de café variedad Caturra durante la etapa de almácigo

Tratamiento	Diámetro basal en cm	No. de hojas
1	0.32	6
2	0.23	5.91
3	0.242	5.91
4	0.2	5.58
5	0.216	5.83

Fuente: Investigación de campo, 2012.

²²Asociación Nacional Del Café –ANACAFE-. *Manual de Caficultura*. Guatemala: ANACAFE., 1 998. pág. 117

En las variables diámetro basal y número de hojas no se aprecia ninguna diferencia significativa entre tratamientos, sin embargo el promedio más alto en cuanto a estas dos variables corresponde al tratamiento 1.

CUADRO 13
pH de los tratamientos según muestras tomadas de los
sustratos orgánicos evaluados a los 3 meses de la etapa de
almácigo

Tratamientos	Ph
T1	5.60
T2	5.40
T3	5.20
T4	5.20
T5	4.8

Fuente: Investigación de campo, 2012.

Los niveles de pH más bajos corresponden a los tratamientos 3,4 y 5. Lo anterior indica que posiblemente el pH afecto considerablemente para que no hubiera diferencia significativa en el efecto del fósforo entre los tratamientos.

CONCLUSIONES

1. El mejor tratamiento fue el 1 compuesto por 40% pulpa de café, 50% de tierra negra y 10% de ceniza, el cual fue significativamente mejor al 5 % de probabilidad en la variable altura de planta.
2. Aunque no hubo diferencia significativa para las variables peso seco de raíces, diámetro del tallo y número de hojas, según los promedios indican que el sustrato orgánico compuesto por 40 % pulpa de café, 50 % tierra negra y 10 % de ceniza presento los mejores resultados, debido a que la ceniza aumento el contenido de calcio y con ello mejoró la absorción de nitrógeno, fósforo y potasio que son los responsables del desarrollo vegetativo de la planta de café.
3. El pH fue un factor limitante que no permitió observar diferencia significativa entre los tratamientos con alto contenido de fósforo en cuanto a la variable largo de raíces.
4. Las plantas de café en el almácigo llegan a aprovechar al máximo los nutrientes si el pH se encuentra entre el rango de 5.5 a 6.5. según lo recomendado, aunque soportan pH ácidos menores de 5 presentan un menor desarrollo vegetativo, esto se puede observar en las plantas del tratamiento 5 donde el sustrato posee un pH de 4.9.

RECOMENDACIONES

1. Adicionar ceniza al utilizar pulpa de café para la elaboración de sustratos orgánicos en almácigos de café en la región.
2. Evaluar mayores porcentajes de fósforo y potasio corrigiendo la deficiencia de Ca.
3. Evaluar el rango de pH en que se encuentran los sustratos orgánicos para determinar si es necesario las enmiendas al suelo para elevarlo.
4. Para una futura investigación sería de interés evaluar los mismos tratamientos propuestos junto con una fertilización nitrogenada al suelo para aumentar el desarrollo vegetativo de las plántulas de café.

BIBLIOGRAFÍA

- Asociación Nacional Del Café –ANACAFE-. *Manual de Caficultura*. Guatemala: ANACAFE., 1 998.
- Caficultura en Guatemala*. <http://www.grupochorlavi.org/cafe/docs/guate.pdf> (20 de febrero de 2 012).
- Características botánicas del café*. <http://www.foodinfo.net/es/products/coffee/plant.htm> (18 de marzo de 2 012).
- Características Ecológicas de Cobán*. <http://es.scribd.com/doc/96064621/clasificacion-de-Zonas-de-Vida> (02 de octubre de 2 012).
- Clima y vegetación de Cobán*. <http://www.infoiarna.org.gt/media/file/áreas/climan/documentos/nac/5-Clima.pdf> (02 de octubre de 2 012).
- Composición química de abonos orgánicos*. <http://www.cenicafe.org/es/documents/LibroSistemasProduccionCapitulo9.pdf> (28 de septiembre de 2 012).
- Cultivo de Café*. <http://www.eljardinero.org/planta-de-cafe/> (20 de octubre de 2 012).
- Definición de ceniza*. <http://www.redpermacultura.org/articulos/14-agricultura-ecologica/458-fertilizantes-organicos-especiales.html> (20 de octubre de 2 012).
- Enfermedades que afectan en el almacigo de café*. http://www.infoagro.go.cr/hojasi/Brunca_Almacigales_de_Caf%C3%A9enBolsa.pdf (25 de febrero de 2 012).
- Factores climáticos del café*. <http://www.slideshare.net/gluna62/semilleros-y-almacigos-de-café> (20 de septiembre de 2 012).
- Fertilización orgánica en almacigo de café*. http://anacafe.org/glifos/index.php?title=FertilizacionOrganica_Almacigos. (20 de octubre de 2 012).

Foth, Henry D. *Fundamentos de la ciencia del suelo*. México: editorial CECSA., 1 986.

Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología – INSIVUMEN-. *Tarjeta de control meteorológico 2010. Estación meteorológica Cobán*. Cobán, Alta Verapaz, Guatemala. (Sin publicar).

Manejo del café. <http://www.federaciondecafeteros.org/static/files/8Capitulo6.pdf> (18 de febrero de 2 012).

Manejo del cultivo de café. <http://www.ecured.cu/index.php/Caf%C3%A9> (20 de septiembre de 2 012).

Materiales orgánicos. <http://plantasyhortalizas.blogspot.com/search/label/compost> (25 de febrero de 2 012).

Nutrición del cafeto. http://www.mag.go.cr/congreso_agronomico_XI/a50-6907-III_175.pdf (20 de octubre de 2 012).

Pulpa de café. http://www.funica.org.ni/docs/conser_sueyagua_02.pdf (25 de febrero de 2 012).

Yat Coy, Herbert. *Evaluación de fórmulas de NPK en fertilización disuelta al suelo en el cultivo de café variedad caturra para la etapa de almácigo PPS Técnico en producción agrícola*. Centro Universitario del Norte. Universidad de San Carlos de Guatemala. Cobán, Alta Verapaz Guatemala: Carrera agronomía, 2 008.



V.ºB.º

Adán García Véliz

Licenciado en Pedagogía e Investigación Educativa
Bibliotecario



ANEXOS

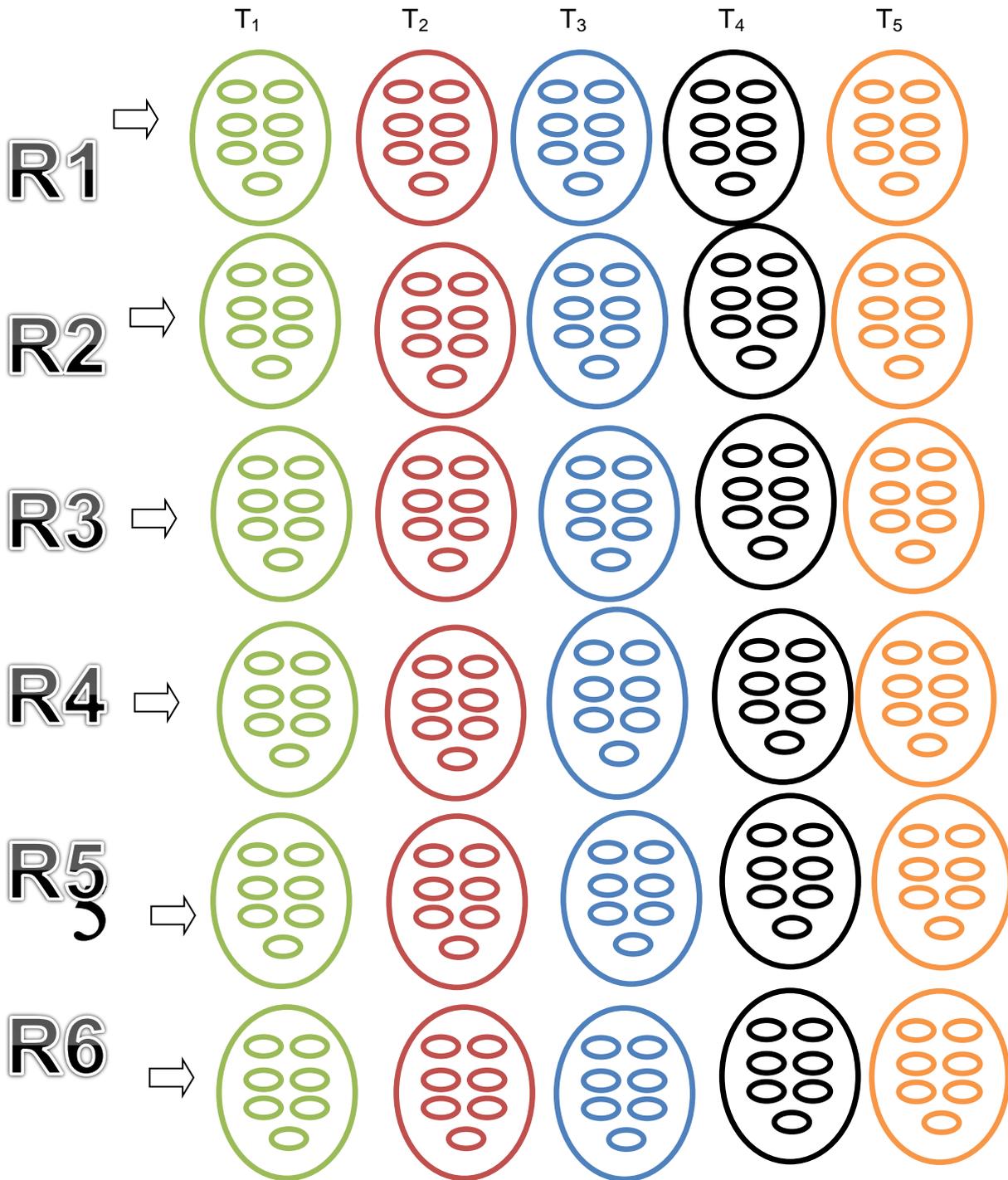
1. Cronograma

CUADRO 14
Cronograma de actividades realizadas durante los 5 meses de duración de la evaluación de sustratos con abono orgánico

Actividades		Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
Semillero	Siembra					
Inicio del almácigo	Trasplante					
Fertilización	Fertilización al suelo					
	Fertilización foliar					
Enfermedades	Mal del talluelo					
Plagas	Arácnidos					

Fuente: Investigación de campo, 2012.

DISEÑO DEL EXPERIMENTO



ANALISIS DE SUELO

Universidad de San Carlos de Guatemala
 Centro Universitario del Norte
 Laboratorio de Suelos y Aguas

Orden: S15-2012

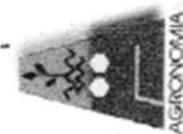
Institución: -----

Investigador solicitante: Helen Larios Guerrero

Localización: Finca Sachamach

Proyecto: Práctica Profesional Supervisada

Entrega: Cunor



Fecha de ingreso: 01/10/12

Fecha de entrega: 09/10/12

No.	Identificación de la muestra	Cmol/L	
		Fósforo	Calcio
1	Tratamiento 1	8.47	1.69
2	Tratamiento 2	5.39	1.49
3	Tratamiento 3	6.93	1.58
4	Tratamiento 4	8.47	0.14
5	Tratamiento 5	10.78	0.13
		Ultima Línea	

1. Este laboratorio respalda los resultados anteriores, analizados de la muestra tal como fue recibida.
2. El uso de los resultados de este informe, es responsabilidad del propietario de la muestra.
3. La reproducción de estos resultados esta permitida, siempre que se cuente con la autorización del laboratorio de suelos y aguas.

Soluciones extractantes:

Para P, K, Cu, Fe, Mn y Zn con Carolina del Norte

Para Ca y Mg con Carolina del Norte más óxido de lantano

Carrera Agrícola

Laboratorio de Suelos y Aguas

Centro Universitario del Norte

BOLETAS DE CAMPO**CUADRO 15**

Boleta de campo para medir la altura en centímetros de las plantas de café en la etapa de almácigo

No. de planta	R1	R2	R3	R4	R5	R6
1						
2						
3						
4						
5						

Fuente: investigación de campo, 2012.

Fecha: _____

Tratamiento: _____

CUADRO 16
Boleta de campo para peso húmedo de las raíces en gramos de las plantas de café en la etapa de almácigo

No. de planta	R1	R2	R3	R4	R5	R6
1						
2						
3						
4						
5						

Fuente: Investigación de campo, 2012.

Fecha: _____

Tratamiento: _____

CUADRO 17
Boleta de campo para medir peso seco de raíces en gramos de las plantas de café en la etapa de almácigo.

No. de planta	R1	R2	R3	R4	R5	R6
1						
2						
3						
4						
5						

Fuente: Investigación de campo, 2012.

Fecha: _____

Tratamiento: _____

CUADRO 18
Boleta de campo para medir largo de raíces en gramos de las plantas de
café en la etapa de almácigo.

No. de planta	R1	R2	R3	R4	R5	R6
1						
2						
3						
4						
5						

Fuente: Investigación de campo, 2012.

Fecha: _____

Tratamiento: _____



CUNOR

CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE

Universidad de San Carlos de Guatemala



15090

El Director del Centro Universitario del Norte de la Universidad de San Carlos, luego de conocer el dictamen de la Comisión de Trabajos de Graduación de la carrera de:

Agronomía

Al trabajo titulado:

**Evaluación de sustratos con abonos orgánicos para
almácigo de café, realizado en las instalaciones del
Centro Universitario del Norte -CUNOR-, Cobán,
Alta Verapaz**

Presentado por el (la) estudiante:

Helen Adriana Larios Guerrero

Autoriza el

IMPRIMASE

"Id y enseñad a todos"

Lic. Zoot. M.A.  **Fredy Giovanni Macz Choc**
DIRECTOR



Cobán, Alta Verapaz agosto del 2015