

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
AGRONOMÍA

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central shield with a figure, possibly a saint or a historical figure, surrounded by various symbols including a crown, a lion, and a castle. The text "UNIVERSITAS CAROLINA ACCADEMIA COACATEMALENSIS INTER" is inscribed around the perimeter of the seal.

EVALUACION DE TRES SUSTRATOS EN LA PRODUCCIÓN DE PLANTULAS
PARA PORTAINJERTO DE MANGO (*Mangifera indica* L.), EN EL VIVERO DE
AGRONOMIA, CUNORI, CHIQUIMULA, GUATEMALA, 2015.

BORIS ESTUARDO PINTO GIRÓN

CHIQUIMULA, GUATEMALA, AGOSTO 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
AGRONOMIA

EVALUACION DE TRES SUSTRATOS EN LA PRODUCCIÓN DE PLANTULAS
PARA PORTAINJERTO DE MANGO (*Mangifera indica* L.), EN EL VIVERO DE
AGRONOMIA, CUNORI, CHIQUIMULA, GUATEMALA, 2015.

TRABAJO DE GRADUACIÓN

Sometido a consideración del Honorable Consejo Directivo

Por

BORIS ESTUARDO PINTO GIRÓN

Al conferírsele el título de

INGENIERO AGRONOMO EN SISTEMAS DE PRODUCCION

En el grado académico de

LICENCIADO

CHIQUIMULA, GUATEMALA, AGOSTO 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
AGRONOMÍA



RECTOR

Dr. CARLOS GUILLERMO ALVARADO CEREZO

CONSEJO DIRECTIVO

Presidente:	M.Sc. Nery Waldemar Galdámez Cabrera
Representante de Profesores:	M.Sc. José Leonidas Ortega Alvarado
Representante de Profesores:	Lic. Zoot. Mario Roberto Suchini Ramírez
Representante de Graduados:	Lic. Zoot. Oscar Augusto Guevara Paz
Representante de Estudiantes:	Br. Carla Marisol Peralta Lemus
Representante de Estudiantes:	PAE. Alberto José España Pinto
Secretaria:	Licda. Marjorie Azucena González Cardona

AUTORIDADES ACADÉMICAS

Coordinador Académico:	Ing. Agr. Edwin Filiberto Coy Cordón
Coordinador de Carrera:	M.Sc. José Leonidas Ortega Alvarado

ORGANISMO COORDINADOR DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN

M.Sc. Mario Roberto Díaz Moscoso
M.Sc. José Leonidas Ortega Alvarado
M.Sc. Hugo Ronaldo Villafuerte Villeda

TERNA EVALUADORA

Ph.D. Rodolfo Augusto Chicas Soto
Ing. Agr. Servio Darío Villela Morataya
M.Sc. Edgar Arnoldo Casasola Chinchilla

Chiquimula, agosto de 2016

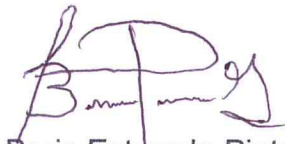
Señores:

Miembros de Consejo Directivo
Centro Universitario de Oriente
Universidad de San Carlos de Guatemala
Ciudad de Chiquimula

Honorables Miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de graduación titulado: "EVALUACION DE TRES SUSTRATOS EN LA PRODUCCIÓN DE PLANTULAS PARA PORTAINJERTO DE MANGO (*Mangifera indica* L.), EN EL VIVERO DE AGRONOMIA, CUNORI, CHIQUIMULA, GUATEMALA, 2015", como requisito previo a optar por el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de licenciado.

Agradeciendo la atención a la presente me despido de ustedes, atentamente.



Boris Estuardo Pinto Girón
Carné: 201043312

REF-PTG- JAUD-13-2016
Chiquimula, agosto de 2016

MSc. Nery Waldemar Galdámez Cabrera
Director CUNORI
Chiquimula, Ciudad

Respetable Licenciado Galdámez:

En atención a la designación efectuada por el Programa de Trabajos de Graduación - PTG- de la carrera de Agronomía, para asesorar al estudiante, Boris Estuardo Pinto Girón carné: 201043312, en el trabajo de investigación denominado **"EVALUACIÓN DE TRES SUSTRATOS EN LA PRODUCCIÓN DE PLANTULAS PARA PORTAINJERTO DE MANGO (*Mangifera indica* L.), EN EL VIVERO DE AGRONOMÍA, CUNORI, CHIQUIMULA, GUATEMALA, 2015"**, tengo el agrado de dirigirme a usted, para informarle que he procedido a asesorar y orientar al sustentante, sobre el contenido de dicho trabajo.

En mi opinión, el trabajo presentado reúne los requisitos exigidos por las normas pertinentes; razón por la cual, recomiendo la aprobación del informe final para su discusión en el Examen General Público, previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción, en el Grado Académico de Licenciado.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Agr. José Ángel Urzúa Duarte
Asesor Principal



cc. Archivo

D-TG-A-106/2016

EL INFRASCRITO DIRECTOR DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, POR ESTE MEDIO **HACE CONSTAR QUE:** Conoció el Trabajo de Graduación que efectuó el estudiante **BORIS ESTUARDO PINTO GIRÓN** titulado **“EVALUACIÓN DE TRES SUSTRATOS EN LA PRODUCCIÓN DE PLANTULAS PARA PORTAINJERTO DE MANGO (*Mangifera indica* L.) EN EL VIVERO DE AGRONOMÍA, CUNORI, CHIQUIMULA, GUATEMALA, 2015”**, trabajo que cuenta con el aval de su Revisor y Coordinador de Trabajos de Graduación, de la carrera de Ingeniero Agrónomo. Por tanto, la Dirección del CUNORI con base a las facultades que le otorga las Normas y Reglamentos de Legislación Universitaria **AUTORIZA** que el documento sea publicado como **Trabajo de Graduación** a Nivel de Licenciatura, previo a obtener el título de **Ingeniero Agrónomo**.

Se extiende la presente en la ciudad de Chiquimula, a dieciocho de agosto de dos mil dieciséis.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



MSc. Nery Waldemar Galdámez Cabrera
DIRECTOR
CUNORI - USAC



AGRADECIMIENTOS

A DIOS:

Por ser todo en mi vida, por ser quien me da la vida, la sabiduría y la fe para vivir día a día, a Dios agradezco el haber alcanzado las metas que hasta hoy he logrado.

A MIS PADRES:

Boris Estuardo Pinto Guerra y Evelyn Lucrecia Girón de Pinto, les agradezco por sus esfuerzos, sacrificios, consejos, amor incondicional, que me han brindado toda la vida y que han hecho de mí una mejor persona.

A MIS HERMANOS:

Por ser parte importante en mi vida y un gran apoyo a lo largo de mi carrera.

A MIS ABUELOS:

Que siempre han sido como unos padres para mí, gracias por sus consejos y amor incondicional.

A MIS TIOS Y TIAS:

Gracias por estar siempre presentes en mi vida y darme siempre ánimos para seguir adelante.

A MI NOVIA:

Gracias por su cariño, por sus consejos y apoyo brindado en todo momento.

A MIS PRIMOS Y PRIMAS:

Por todos los momentos que hemos compartido.

A MIS AMIGOS:

Por formar parte de mi vida y estar presente en los buenos y malos momentos, gracias por todo el apoyo y ayuda que me brindaron en este camino recorrido.

A MIS ASESORES:

Ing. Ángel Urzúa e Ing. Mario Díaz, gracias por su apoyo y confianza en la realización de mi tesis.

A MIS CATEDRATICOS:

Quienes durante toda mi carrera profesional, han aportado mucho en mi formación, con paciencia y dedicación, gracias por su tiempo, gracias por su amistad.

AL CENTRO UNIVERISTARIO DE ORIENTE:

Por ser mi máxima casa de estudio, gracias por ayudarme a crecer como persona y profesionalmente. Dios los bendiga.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	i
ÍNDICE DE CUADROS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	v
RESUMEN	vi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO CONCEPTUAL	3
2.1 Antecedentes	3
2.2 Justificación	5
2.3 Planteamiento del problema	7
III. MARCO TEORICO	8
3.1 Generalidades del mango	8
3.2 Propagación	9
3.3 Patrones o Porta injertos de mango	9
3.4 Abonos orgánicos	10
3.4.1 Importancia de los abonos orgánicos	10
3.4.2 Tipos de abonos orgánicos	11
3.5 Sustrato	12
3.6 Propiedades físicas de los sustratos	13
3.7 Propiedades químicas de los sustratos	14
3.8 Propiedades biológicas de los sustratos	15
IV. MARCO REFERENCIAL	16
4.1 Ubicación geográfica	16
4.2 Extensión y límites	16
4.3 Clima y zona de vida	16
4.4 Recursos naturales	16
V. MARCO METODOLÓGICO	17
5.1 Objetivos	17
5.1.1 General	17
5.1.2 Específicos	17

5.2 Hipótesis	17
5.3 Metodología	19
5.3.1 Preparación de los sustratos	19
5.3.2 Factores estudiados	19
5.3.3 Descripción de los tratamientos	20
5.3.4 Diseño experimental	21
5.3.5 Modelo estadístico	22
5.3.6 Unidad experimental	22
5.3.7 Manejo del experimento	23
5.3.8 Análisis de la información	25
5.3.9 Análisis económico	25
VI. ANÁLISIS Y RESULTADOS	26
VII. CONCLUSIONES	41
VIII. RECOMENDACIONES	42
IX. BIBLIOGRAFÍA	43
X. ANEXOS	46

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Contenido	Página
1	Conformación de los tratamientos evaluados, Chiquimula, 2015.	19
2	Análisis de varianza para la altura del tallo de plántulas de mango en el primer mes de los tratamientos evaluados, en el vivero del CUNORI, ubicado en la finca el zapotillo, Chiquimula, 2015.	25
3	Análisis de varianza para la altura del tallo de plántulas de mango en el segundo mes de los tratamientos evaluados, en el vivero del CUNORI, ubicado en la finca el zapotillo, Chiquimula, 2015.	26
4	Análisis de varianza para la altura del tallo de plántulas de mango en el tercer mes de los tratamientos evaluados, en el vivero del CUNORI, ubicado en la finca el zapotillo, Chiquimula, 2015.	27
5	Análisis de varianza para la altura del tallo de plántulas de mango en el cuarto mes de los tratamientos evaluados, en el vivero del CUNORI, ubicado en la finca el zapotillo, Chiquimula, 2015.	27
6	Análisis de varianza para la altura del tallo de plántulas de mango en el quinto mes de los tratamientos evaluados, en el vivero del CUNORI, ubicado en la finca el zapotillo, Chiquimula, 2015.	28
7	Análisis de varianza para la altura del tallo de plántulas de mango en el sexto mes de los tratamientos evaluados, en el vivero del CUNORI, ubicado en la finca el zapotillo, Chiquimula, 2015.	29
8	Análisis de varianza para la altura del tallo de plántulas de mango en el séptimo mes de los tratamientos evaluados, en el vivero del CUNORI, ubicado en la finca el zapotillo, Chiquimula, 2015.	30
9	Análisis de varianza para la altura del tallo de plántulas de mango en el octavo mes de los tratamientos evaluados, en el vivero del CUNORI, ubicado en la finca el zapotillo, Chiquimula, 2015.	30
10	Análisis de varianza para el diámetro a la altura del injerto de plántulas de mango en el cuarto mes de los tratamientos evaluados, en el vivero del CUNORI, ubicado en la finca el zapotillo, Chiquimula, 2015.	31
11	Análisis de varianza para el diámetro a la altura del injerto de plántulas de mango en el quinto mes de los tratamientos evaluados, en el vivero del CUNORI, ubicado en la finca el zapotillo, Chiquimula, 2015.	32

12	Análisis de varianza para el diámetro a la altura del injerto de plántulas de mango en el sexto mes de los tratamientos evaluados, en el vivero del CUNORI, ubicado en la finca el zapotillo, Chiquimula, 2015.	33
13	Análisis de varianza para el diámetro a la altura del injerto de plántulas de mango en el séptimo mes de los tratamientos evaluados, en el vivero del CUNORI, ubicado en la finca el zapotillo, Chiquimula, 2015.	34
14	Análisis de varianza para el diámetro a la altura del injerto de plántulas de mango en el octavo mes de los tratamientos evaluados, en el vivero del CUNORI, ubicado en la finca el zapotillo, Chiquimula, 2015.	35
15	Análisis de varianza de la materia seca de la parte área de las plántulas de mango en el octavo mes de los tratamientos evaluados, en el vivero del CUNORI, ubicado en la finca el zapotillo, Chiquimula, 2015.	36
16	Análisis de varianza del tamaño de la raíz en plántulas de mango en el octavo mes de los tratamientos evaluados, en el vivero del CUNORI, ubicado en la finca el zapotillo, Chiquimula, 2015.	37
17	Análisis de los resultados químicos evaluados en el vivero del CUNORI, ubicado en la finca el zapotillo, Chiquimula, 2015.	38
18	Costo de producción por bolsa llena para cada tratamiento – Quetzales – 2015.	39
19	Plan de fertilización aplicado al cultivo de mango (<i>mangifera indica</i>). Chiquimula, 2015.	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Contenido	Página
1	Distribución de los tratamientos en el campo, en un diseño de bloques completamente al azar con seis tratamientos y cuatro repeticiones.	20
2	Unidad experimental conformada por 12 bolsas de polietileno de 8x14 pulgadas.	21
3	Análisis de medias de Tukey para el variable diámetro a la altura del injerto de plántulas de mango en el séptimo mes de los tratamientos evaluados, en el vivero del CUNORI, ubicado en la finca el zapotillo, Chiquimula, 2015.	34

RESUMEN

Actualmente los viveros de mango, utilizan el mango criollo como patrón, en esta etapa de vivero, se da un lento desarrollo por parte de la planta, haciendo que los productores, generen pérdidas económicas. Algunas de las causas están vinculadas con la baja nutrición, las características físicas y químicas de los sustratos, el aporte inadecuado de nutrientes y la deficiente o baja retención de agua.

La presente investigación, tuvo como objetivo principal evaluar el efecto de 3 sustratos, en la producción de plántulas de mango (*Mangifera indica* L), en la etapa de vivero, con el propósito de determinar el efecto, sobre el desarrollo de plántulas de mango y obtener patrones con las características deseadas.

Se evaluaron 5 tratamientos de abono orgánicos usando las siguientes proporciones: 40% (bocashi – 60% girum), lombricompost de pulpa de café en 3 diferentes proporciones (40% lombricompost – 60% girum), (30% lombricompost - 70% girum), (20% lombricompost – 80% girum) y lombricompost de estiércol bovino en proporción de (30% lombricompost -70% girum) y un testigo absoluto de 100% girum, para medir cuantitativamente el efecto sobre el diámetro a la altura del injerto (mm), la altura del tallo (cm), el tamaño de raíz (cm) y el peso de la materia seca (g).

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar, con cuatro repeticiones, muestreando 8 plantas por cada unidad experimental para obtener una media, cada 30 días durante un período de ocho meses, generando datos a los cuales se les efectuó un análisis de varianza.

Para el análisis económico se concluyó que el tratamiento más económico y que en un menor tiempo de producción logró alcanzar las variables deseadas fue el testigo absoluto girum, cuantificando un valor de Q1.075 de costo/planta, seguido del T5 (20% lombricompost de pulpa de café y 80% girum) con Q1.57 de costo/planta.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se pudo observar que no existe una diferencia significativa para los tratamientos evaluados en relación de las variables, se recomendó la utilización del tratamiento 1, ya que fue quien obtuvo el menor costo de producción.

I. INTRODUCCIÓN

El mango está reconocido en la actualidad como uno de los tres o cuatro frutos tropicales más finos en Guatemala. Ha estado bajo cultivo desde los tiempos prehistóricos. El árbol de mango ha sido objeto de gran veneración en la India, y sus frutos constituyen un artículo estimado como comestibles a través de los tiempos.

Según de guate (2014) la época de producción de mango en Guatemala es de febrero a junio, y el 80% se destina hacia Estados Unidos y el 20% restante se comercializa en el mercado de Centroamérica y Europa.

Una necesidad en el sector de la agricultura para los productores de plantas del área, consiste en producir plántulas que posean buenas características físicas, libres de plagas y patógenos.

En la producción de plantas frutales, la correcta selección del sustrato en donde crecerán los patrones juega un papel fundamental, dado que el desarrollo y mantenimiento de un extensivo y funcional sistema radical es esencial, para el crecimiento de plantas saludables. De igual manera, de la apropiada selección de los componentes del sustrato, de la proporción volumétrica empleada de cada uno de estos, dependerá la obtención de un conveniente sustrato final.

El uso de materia orgánica se ha convertido en la base para el desarrollo de la agricultura orgánica, donde se deben considerar dos aspectos esenciales: la diversidad estructural y suministrar los nutrientes requeridos por las plantas; regulando así sus actividades metabólicas de las cuales depende su crecimiento y producción.

Según VIFINEX (2002) existen cuatro funciones con las que un sustrato debe cumplir, para mantener un buen crecimiento de la plántula; proporcionar un anclaje y soporte para la plántula, retener humedad de modo que esté disponible para la

plántula, permitir el intercambio de gases entre las raíces y la atmosfera y servir como depósito para los nutrientes de la plántula.

A través de la presente investigación se evaluaron tres sustratos orgánicos, que mezclados con un suelo de origen aluvial conocido como girum, determinaron el mejor tratamiento para obtener un óptimo desarrollo en grosor y altura, que según CENTA (2002) deben llegar los patrones de mango (*Mangifera indica L*).

La evaluación se realizó a nivel de vivero y los resultados fueron analizados por medio de un diseño experimental de bloques completamente al azar, con el fin de determinar que tratamiento obtuvo mejores resultados y sea una opción positiva para los viveristas, en la producción de patrones de mango. La investigación se realizó en el vivero del CUNORI, ubicado en la finca el Zapotillo, Chiquimula.

II. MARCO CONCEPTUAL

2.1 Antecedentes

El mango (*Mangifera indica*) es originario del sudeste de Asia, en la zona tropical que se extiende desde la India hasta Filipinas y está constituido por sesenta y dos especies; se consume principalmente como fruta fresca y es uno de los frutos más cotizados en los mercados internacionales. Por tal razón las exigencias de calidad son particularmente estrictas. Los productores y comercializadores dan cada vez más importancia a este aspecto, ya que la competencia de diferentes países se incrementa anualmente (INFOAGRO, 2003).

Según la FAO (Organización de Agricultura y Alimentos) Guatemala, cuenta con 11,380 fincas productoras de mango, que albergan en total una superficie cultivada de 17,380 hectáreas y se prevee produzcan tres millones y medio de quintales de mango. Del total de producción del país, Zacapa y Chiquimula cuenta con el 82.5% distribuido en 3,970 fincas; Retalhuleu con 5.66% de producción en 288 fincas; Escuintla con 2.8% en 535 fincas; El Progreso con 2.10% en 795 fincas; Alta Verapaz con 1.16% en 1,195 fincas; Suchitepéquez con 1.12% en 95 fincas y finalmente Guatemala, Santa Rosa, Quetzaltenango, San Marcos, Huehuetenango, Baja Verapaz, Petén y Jutiapa con menos del 1% de producción.

En la actualidad existen diez empresas exportadoras de mango en Guatemala, además de algunas empresas procesadoras de pulpa de mango.

Tradicionalmente, en la producción de frutales se ha utilizado como sustrato un material de origen aluvial comúnmente conocido como GIRUM. Sin embargo, con el desarrollo de prácticas agroecológicas, se ha implementado otras técnicas agrícolas; como el uso de abonos orgánicos, los cuales han mejorado la fertilidad de los suelos, entre ellos podemos encontrar principalmente: estiércol vacuno, abonos verdes, lombricompost, compost y bocashi.

Estudios realizados en las aplicaciones de bocashi y lombricompost, muestran impactos positivos enfocados al aprovechamiento de los suelos, que favorezcan las producciones agrícolas y mejoran la calidad de las cosechas. Con esto en mente se dispone de un producto útil, para la producción de plantas a nivel de vivero.

Según Cerna (2012), en la producción de patrones de cítricos (*Citrus macrophylla* wester) el tratamiento de 40% de bocashi + 60% de girum, expresó mayor promedio en el diámetro de la base del tallo, altura y materia seca.

2.2 Justificación

El desarrollo sostenible y eficiente en la realización de los diferentes procesos de agricultura a nivel mundial, es una tendencia marcada por los sucesos económicos negativos que actualmente están aconteciendo; por lo tanto, surge el interés en la maximización de los recursos en cada una de las actividades realizadas, en el manejo agronómico de los diferentes cultivos; por lo que la reducción de los costos de los insumos orgánicos utilizados en el proceso de producción es una opción clara y que todo agricultor busca, con el fin de acortar tiempo de producción y obtener mejores ganancias.

La investigación pretendió buscar alternativas para la producción de mangos, que permitan la utilización de recursos locales disponibles para el agricultor, para la producción de plantas en vivero y mejorar los ingresos económicos de los agricultores.

El principal sustrato utilizado actualmente para llenar las bolsas de vivero en patrones de mango (*Mangifera indica* L) es el sustrato de origen aluvial (girum), pero debido a que tiene una mala filtración es necesaria la mezcla con otros sustratos para mejorar su aireación; favorecer la asimilación de los micronutrientes de la planta a través de enzimas, ayudando así a un mejor desarrollo y crecimiento en los patrones.

Lo que se pretendió fue encontrar el efecto de diferentes sustratos usados en la región, para acelerar el desarrollo del patrón del mango y así llevarlo en un menor tiempo a su diámetro de injertación; que mantenga más su humedad y que permita ofrecer alternativas que mejoren las técnicas de producción de plantas en los viveros de la región, utilizando como punto de partida recomendaciones ya usadas en otros frutales.

Para ello se propuso la evaluación de los sustratos en las siguientes proporciones: 40% bocashi – 60% girum, lombricompost de pulpa de café en tres diferentes proporciones 40% lombricompost – 60% girum, 30% lombricompost -70% girum,

20% lombricompost – 80% girum, lombricompost de estiércol bovino en proporción de 30% lombricompost -70% girum y un último de 100% girum.

Con el propósito de promover nuevas técnicas para el manejo en la producción de patrones de mango, se realizó la siguiente investigación donde se evaluaron las características de cada mezcla de los sustratos, utilizando recursos de fácil acceso y que se encuentren disponibles en la región, con el objetivo de determinar el diámetro y altura que según CENTA (2002) deben llegar los patrones, para lograr obtener una alternativa económicamente sostenible.

2.3 Planteamiento del problema

Debido a la demanda de mango en nuestra región y que cada vez más gente está involucrándose en este cultivo, estableciendo nuevas fincas de mango, los viveristas de la región necesitan producir plántulas de mango que cumplan con los requerimientos de calidad de las empresas, en un menor tiempo.

Actualmente los viveros de mango, utilizan el mango criollo como patrón o portainjertos, de acuerdo al CENTA (2002) los patrones o portainjertos, están listos para injertarse cuando tienen un diámetro de 6 a 10 mm a una altura de 15 a 25 cm del tallo, en esta etapa se da un lento desarrollo por parte de la planta, haciendo que los productores, generen perdidas económicas. Algunas de las causas de este lento desarrollo están vinculadas con la baja nutrición, las características físicas y químicas de los sustratos, el aporte inadecuado de nutrientes y la deficiente o baja retención de agua.

De acuerdo a Montero (2002) el sustrato para la producción de plantas de mango, debe tener entre otras cosas: porosidad, buen drenaje y contenido de materia orgánica completamente descompuesta. Todo esto para un óptimo desarrollo en la actividad vegetativa de la planta.

En la región de Chiquimula los sustratos más usados, consisten en una mezcla de un material de origen aluvial conocido como girum y materia orgánica (tierra negra, bocashi, lombricompost de pulpa de café y lombricompost de estiércol bovino), de los cuales no se conoce la dosis o mezcla más adecuada para el desarrollo de plantas de mango.

Con esta investigación se buscó determinar el efecto de tres sustratos orgánicos, combinados con aluvión (girum) en diferentes proporciones, con el propósito de mejorar el sistema de producción de plántulas de mango, en la etapa de vivero.

III. MARCO TEORICO

3.1 Generalidades del mango

a. Descripción botánica según INFOAGRO (2003)

Tronco. El mango típico constituye un árbol de tamaño mediano, de 10-30 m de altura. El tronco es más o menos recto, cilíndrico y de 75-100 cm de diámetro.

Copa. La corona es densa y ampliamente oval o globular. Las ramas son gruesas y robustas, frecuentemente con grupos alternos de entrenudos largos y cortos.

Hojas. Las hojas son alternas, espaciadas irregularmente a lo largo de las ramas, de pecíolo largo o corto, oblongo lanceolado, coriáceo, liso en ambas superficies, de color verde oscuro brillante.

Inflorescencia. Las panículas son muy ramificadas y terminales, de aspecto piramidal, de 6-40 cm de largo, de 3-25 cm de diámetro.

Flores. Las flores polígamas, de cuatro a cinco partes, se producen en las cimas densas o en la últimas ramas de la inflorescencia y son de color verde–amarillento, de 0,2-0,4 cm de largo y 0,5-0,7 cm de diámetro cuando están extendidas. Los sépalos son libres, caedizos, ovados u ovados–oblongos, un tanto agudos u obtusos, de color verde–amarillento o amarillo claro, cóncavos, densamente cubiertos.

Fruto. Se trata de una gran drupa carnosa que puede contener uno o más embriones. Los mangos de tipo indio son monoembrionicos y de ellos derivan la mayoría de los cultivares comerciales. Generalmente los mangos poliembrionicos se utilizan como patrones.

Semilla. Es ovoide, oblonga, alargada, estando recubierta por un endocarpo grueso y leñoso con una capa fibrosa externa, que se puede extender dentro de la carne INFOAGRO (2003).

b. Requerimiento de los suelos en mango

Según INFOAGRO (2003), puede vivir bien en diferentes clases de terreno, siempre que sean profundos y con un buen drenaje, este último es un factor de gran importancia. En terrenos en los que se efectúa un abonado racional, la profundidad no es tan necesaria, sin embargo, no deben plantarse en suelos con menos de 80 a 100 cm de profundidad. Se recomiendan en general los suelos ligeros, donde las grandes raíces puedan penetrar y fijarse al terreno. El pH estará en torno a 5.5-5.7; teniendo el suelo una textura limo-arenosa o arcillo-arenosa.

3.2 Propagación

Según INFOAGRO (2003), se puede realizar la multiplicación por semilla, pero las plantas resultan de inferior calidad y las originarias no conservan sus características. El material vegetal poliembrionario, al presentar embriones adventicios de carácter vegetativo, no presentan caracteres diferentes ni degenerados en los árboles obtenidos por semillas.

La mayoría de las plantaciones comerciales de mango están establecidas sobre patrones poliembriónicos que aseguran la deseable homogeneidad de los mismos. Teniendo de hecho, cada zona productora un patrón poliembriónico típico. Por tanto, es preferible la propagación asexual y en concreto mediante injerto de “T” invertida, injerto de yema.

3.3 Patrones o Porta injertos de mango

Según Rodríguez (2009), los porta injertos utilizados en el mango son normalmente variedades nativas de la región, mangos conocidos como mango de coche o de pashte son utilizados como porta injertos, dependiendo de las

necesidades que uno desee se puede seleccionar árboles, algunas características utilizadas para seleccionar los árboles son: achaparramiento, vigorosidad, compatibilidad, tiempo de entrada en producción o resistencia a ciertas enfermedades, no existe una variedad específica para porta injerto en mango pero es preferible utilizar las variedades criollas poliembriónicas, que demuestren buena compatibilidad con las que se propagan.

3.4 Abonos orgánicos

El abono según Yugsi (2011), es una sustancia que puede ser inorgánica u orgánica y que se utiliza para incrementar la calidad del suelo y brindar nutrientes a los cultivos y las plantaciones.

3.4.1 Importancia de los abonos orgánicos

La aplicación de abonos orgánicos según Yugsi (2011), ofrece beneficios favorables para las plantas tales como:

- Acrecentar la actividad biológica del suelo, especialmente con aquellos organismos que convierten la materia orgánica en nutrientes disponibles para los cultivos.
- Acrecentar la capacidad del suelo para la absorción y retención de humedad.
- Aumenta la porosidad de los suelos, lo que facilita el crecimiento radicular de los cultivos.
- Amortiguan los cambios rápidos de acidez, alcalinidad, salinidad del suelo y contra la acción de pesticidas y metales tóxicos pesados.
- Contrarrestan los procesos erosivos causados por el agua y el viento.
- Proporcionan alimento a los organismos benéficos como la lombriz de tierra y las bacterias fijadoras de nitrógeno.
- Acrecentar la capacidad de intercambio catiónico del suelo, ayudando a liberar nutrientes para las plantas.

Según Cruz (2002), a medida que se descomponen los residuos orgánicos, suministran los cultivos en crecimiento, cantidades pequeñas de elementos

metabólicos a tiempo y en armonía con las necesidades de la planta, reducen la densidad aparente del suelo aumentando la infiltración y el poder de retención de agua en el suelo y mejoran las condiciones físicas del suelo mediante la formación de agregados.

3.4.2 Tipos de abonos orgánicos

a. Compost

Según Román (2013) define como compostaje a la mezcla de materia orgánica en descomposición, en condiciones aeróbicas que se emplea para mejorar la estructura del suelo y proporcionar nutrientes

b. Humus

Según Román (2013) materia orgánica descompuesta, amorfa y de color marrón oscuro de los suelos, que ha perdido todo indicio de la estructura y la composición de la materia vegetal y animal a partir de la que se originó.

c. Abono verde

Según Muñoz (2014) son plantas de distintos tipos que se cultivan para ser cortadas e incorporadas (en verde) al mismo suelo donde han crecido, el objetivo principal es aumentar el contenido de materia orgánica y de nutrientes en el suelo.

d. El mulch

Según González (2012), es el proceso de cubrir la capa arable o el suelo fértil con materiales secos (hojas, hierba, residuos del cultivo, paja etc.), se descompondrá con el tiempo y enriquecerá y mejorará el suelo. Esto da lugar a la aireación creciente de los suelos pesados o arcillosos y mejoran el movimiento del agua.

e. Lombricompost

Según Urrutia (2011) es el abono elaborado mediante la descomposición de la materia orgánica realizada por la lombriz roja. Se produce de la digestión de materiales orgánicos por parte de las lombrices y posee altas propiedades como

mejorador de las propiedades físicas del suelo, tales como: la permeabilidad, la retención de humedad o el intercambio catiónico.

Propiedades del lombricompost según Urrutia (2011)

- El lombricompost aumenta el poder tampón del suelo, y en consecuencia reducen las oscilaciones de pH de éste.
- Aumentan también la capacidad de intercambio catiónico del suelo, con lo que aumentamos la fertilidad.
- El lombricompost favorece la aireación y oxigenación del suelo, por lo que hay mayor actividad radicular y mayor actividad de los microorganismos aerobios.
- El lombricompost constituye una fuente de energía para los microorganismos, por lo que se multiplican rápidamente.

f. Bocashi

Según Portillo (2011) Es un abono orgánico, rico en nutrientes necesario para el desarrollo de los cultivos; que se obtiene a partir de la fermentación de materiales secos convenientemente mezclados. Aporta microorganismos que benefician los suelos, transformando la materia orgánica del suelo en nutrientes para la planta.

Propiedades del bocashi

- Estimula el crecimiento de las raíces.
- Mejora las defensas de las plantas, reduciendo la acción de microorganismos dañinos.
- Aumenta el contenido de materia orgánica del suelo con los beneficios de mejorar la retención del agua, mejora la composición del suelo y aumento de la resistencia frente a la erosión.

3.5 Sustrato

Según INFOAGRO (1997) un sustrato es todo material sólido distinto del suelo, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que, colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular de la planta, desempeñando, por tanto, un papel de soporte para la planta.

3.6 Propiedades físicas de los sustratos según INFOAGRO (1997)

a. Porosidad

Es el volumen total del medio no ocupado por las partículas sólidas y por tanto, lo estará por aire o agua en una cierta proporción. Su valor óptimo no debería ser inferior al 80-85 %, aunque sustratos de menor porosidad pueden ser usados ventajosamente en determinadas condiciones.

b. Densidad

Se puede referir al material sólido que lo compone. La densidad real o densidad calculada, considera el espacio total ocupado por los componentes sólidos más el espacio poroso y se denomina porosidad aparente.

La densidad real tiene un interés relativo. Su valor varía según la materia de que se trate y suele oscilar entre 2,5-3 para la mayoría de los de origen mineral. La densidad aparente indica indirectamente la porosidad del sustrato y su facilidad de transporte y manejo. Los valores de densidad aparente se prefieren bajos (0,7-01) y que garanticen una cierta consistencia de la estructura.

c. Estructura

Puede ser granular como la de la mayoría de los sustratos minerales o bien fibrilares. La primera no tiene forma estable, acoplándose fácilmente a la forma del contenedor, mientras que la segunda dependerá de las características de las fibras.

d. Granulometría

El tamaño de los gránulos o fibras condiciona el comportamiento del sustrato, ya que además de su densidad aparente varía su comportamiento hídrico a causa de su porosidad externa, que aumenta de tamaño de poros conforme sea mayor la granulometría.

3.7 Propiedades químicas de los sustratos

Según INFOAGRO (1997) la reactividad química de un sustrato se define como la transferencia de materia entre el sustrato y la solución nutritiva, que alimenta las plantas a través de las raíces. Esta transferencia es recíproca entre sustrato y solución de nutrientes y puede ser debida a reacciones de distinta naturaleza:

a. Químicas

Se deben a la disolución e hidrólisis de los propios sustratos y pueden provocar:

- **Efectos fitotóxicos:** por liberación de iones H^+ y OH^- y ciertos iones metálicos como el Co^{+2} .
- **Efectos carenciales:** provoca un aumento del pH y la precipitación del fósforo y algunos micro elementos.
- **Efectos osmóticos:** provocado por un exceso de sales solubles y el consiguiente descenso en la absorción de agua por la planta.

b. Físico-químicas

Son reacciones de intercambio de iones. Se dan en sustratos con contenidos en materia orgánica o los de origen arcilloso (arcilla expandida), es decir, aquellos en los que hay cierta capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.). Estas reacciones provocan modificaciones en el pH y en la composición química de la solución nutritiva, por lo que el control de la nutrición de la planta se dificulta.

c. Bioquímicas

Son reacciones que producen la biodegradación de los materiales que componen el sustrato. Se producen sobre todo en materiales de origen orgánico, destruyendo la estructura y variando sus propiedades físicas. Esta biodegradación libera CO_2 y otros elementos minerales por destrucción de la materia orgánica

3.8 Propiedades biológicas de los sustratos

a. Velocidad de descomposición

La velocidad de descomposición en función de la población microbiana y de las condiciones ambientales en las que se encuentre el sustrato. Esta puede provocar deficiencias de oxígeno y nitrógeno, liberación de sustancias Fito tóxicas y contracción del sustrato. La disponibilidad de compuestos biodegradables (carbohidratos, ácidos grasos y proteínas) determina la velocidad de descomposición INFOAGRO (1997).

b. Actividad reguladora del crecimiento

Es conocida la existencia de actividad auxínica en los extractos de muchos materiales orgánicos, utilizados en los medios de cultivo INFOAGRO (1997).

IV. MARCO REFERENCIAL

4.1 Ubicación geográfica

El vivero se encuentra en el Centro Universitario de Oriente -CUNORI-, del municipio de Chiquimula, departamento de Chiquimula, el cual se encuentra ubicado en el kilómetro 169 carretera CA-10 a una Latitud Norte de 14°07'58" y una Longitud Oeste de 89° 31' 05".

4.2 Extensión y límites

El vivero del Centro Universitario de Nor Oriente-CUNORI- cuenta con un área de trabajo de 7,130 m² que equivale a 1.02 manzanas, con terrenos de relieve plano ligeramente ondulado, destinado a la producción de plantas ornamentales y frutales. Colinda al norte con el edificio del área administrativa, de laboratorios y salones de clases, al sur con la finca del señor Mario Girón, al este con el área de prácticas de la carrera de Zootecnia, además del Rio San José.

4.3 Clima y zona de vida

Según Cruz (1982), pertenece a la zona ecológica: Bosque Seco Subtropical. El vivero cuenta con una temperatura máxima anual de 39°C, con una mínima de 16.3°C y con una temperatura media anual de 27.6°C. Se registra precipitación pluvial media anual de 763 mm. La humedad relativa es del 60% en verano y de 75% en época lluviosa, con una elevación de 354 msnm.

4.4 Recursos naturales

a. Suelo

El vivero está situado sobre un suelo sedimentario y metamórfico, con textura franco arcillosa. La topografía es plana ligeramente ondulada.

b. Agua

El suministro de agua se obtiene de un pozo, la cual es conducida por tubería para las diferentes áreas del vivero.

V. MARCO METODOLÓGICO

5.1 Objetivos

5.1.1 General

- Evaluar el efecto de tres sustratos en la producción de plántulas de mango (*Mangifera indica* L), en la etapa de vivero, con el propósito de mejorar la producción de plántulas de mango en el departamento de Chiquimula, Guatemala.

5.1.2 Específicos

- Evaluar el efecto de cada uno de los tratamientos sobre el crecimiento y calidad de plántulas de mango, con el fin de establecer que tratamiento obtiene mejores rendimientos.
- Determinar las características físicas y químicas de los sustratos a evaluar en la producción de plántulas de mango, para determinar que sustrato obtiene mejores resultados.
- Cuantificar los costos de los sustratos evaluados, para determinar si constituyen una alternativa que proporcione mayores beneficios económicos, para la producción de plantulas de mango a nivel de vivero.

5.2 Hipótesis

- a) Al menos una de las proporciones de abono orgánico aplicado a los tratamientos mostrará diferencia significativa, sobre la variable altura de los patrones de mango (*Mangifera indica* L).

- b) Al menos una de las proporciones de abono orgánico aplicado a los tratamientos, mostrará diferencia significativa sobre la variable diámetro a la altura del injerto en los patrones de mango (*Mangifera indica* L).
- c) Al menos una de las proporciones de abono orgánico aplicado a los tratamientos, mostrará diferencia significativa sobre la variable materia seca de la parte aérea de la planta, en los patrones de mango (*Mangifera indica* L).
- d) Al menos una de las proporciones de abono orgánico aplicado a los tratamientos, mostrará diferencia significativa sobre la variable tamaño de raíz en los patrones de mango (*Mangifera indica* L).

5.3 Metodología

5.3.1 Preparación de los sustratos

Para la preparación de los sustratos se utilizaron cuatro componentes principales: el primero lo constituye un material utilizado de forma regular en el vivero para la producción de plantas frutales denominado “GIRUM”, el cual es obtenido mediante deposiciones aluviales del río San José. Los otros componentes consisten en un abono orgánico fermentado tipo bocashi preparado en el vivero, lombricompost de pulpa de café preparado en Olopa y lombricompost de estiércol bovino preparado en Zacapa.

Los materiales se mezclaron en diversas proporciones de acuerdo a los tratamientos, sobre una cobertura plástica para evitar contacto con el suelo.

5.3.2 Factores estudiados

Durante el desarrollo de la evaluación se midieron las variables de respuesta, comenzando a partir del trasplante, muestreando cada 30 días 8 plantas por tratamiento en cada repetición con la finalidad de evitar el efecto de borde y obtener una media. Las variables que se midieron son:

a. Altura del tallo

Se midió en centímetros, desde la base del tallo al nivel de la superficie del suelo de la bolsa, hasta la yema apical del mismo. Las lecturas se tomaron al principio con una regla y luego con un metro.

b. Diámetro a la altura del injerto

Se midió en milímetros a una altura de 15 cm de la superficie del suelo (base del tallo), las lecturas se tomaron con un vernier convencional.

c. Materia seca de la parte área de la planta

Se separó la planta en dos partes a partir del cuello del tallo y se procedió a pesar la parte área del mismo. Las muestras de peso fresco se introdujeron en un horno de secado por un período de 30 horas, a una temperatura de 90 °C; luego se pesaron las muestras de peso seco con una balanza analítica para obtener los resultados expresados en gramos.

d. Tamaño de raíz

Se midió en centímetros, estirando toda la raíz sobre una hoja de papel marcada en centímetros.

5.3.3 Descripción de los tratamientos

Una vez preparados los sustratos se evaluaron cinco tratamientos de abono orgánicos usando las siguientes proporciones: 40% bocashi – 60% girum, lombricompost de pulpa de café en tres diferentes proporciones 40% lombricompost – 60% girum, 30% lombricompost -70% girum, 20% lombricompost – 80% girum y lombricompost de estiércol bovino en proporción de 30% lombricompost -70% girum y un testigo absoluto de 100% girum.

Cuadro 1. Conformación de los tratamientos evaluados, Chiquimula, 2015.

Tratamiento	% de sustrato(con base a volumen)	% de Girum
1 (testigo absoluto)	0	100%
2	40% bocashi	60%
3	40% lombricompost(pulpa de café)	60%
4	30% lombricompost(pulpa de café)	70%
5	20% lombricompost(pulpa de café)	80%
6	30%lombricompost(estiércol bovino)	70%

Fuente: Elaboración propia.

5.3.4 Diseño experimental

El experimento se realizó a campo abierto, donde las condiciones eran homogéneas y uniformes; se estableció un diseño de bloques completamente al azar, evaluando el efecto de los seis diferentes tratamientos, distribuido en cuatro repeticiones; para un total de 24 unidades experimentales en un área de 24 m² (8 m largo x 3 m de ancho), con un distanciamiento entre surco de 0.5 m x 0.5 m entre unidad experimental tal como se muestra en la figura 1

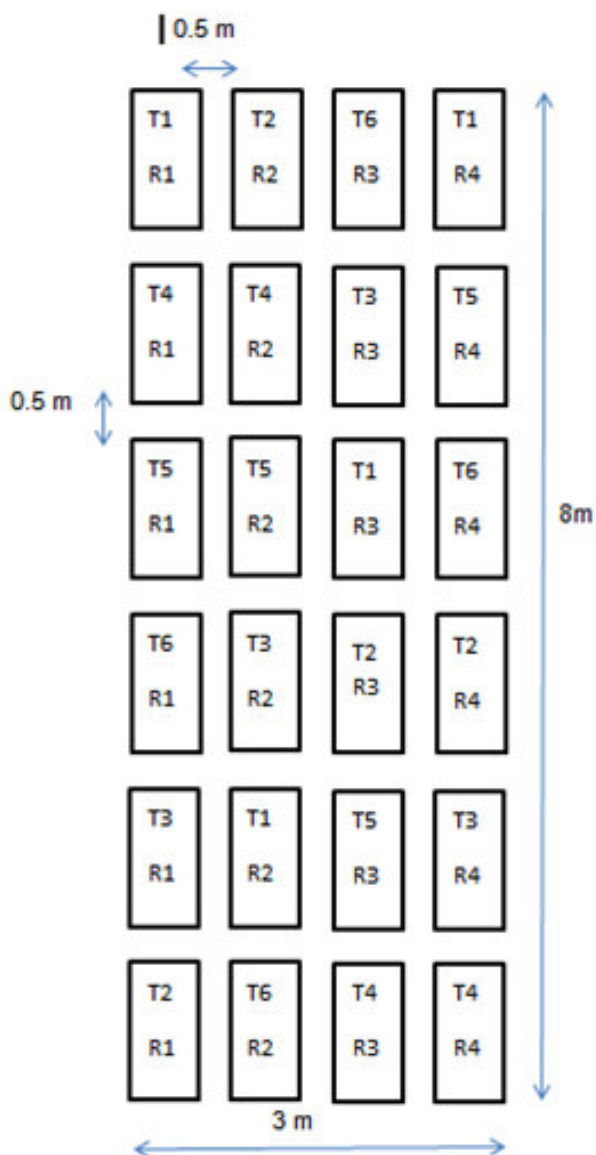


Figura 1. Distribución de los tratamientos en el campo, en un diseño de bloques completamente al azar con seis tratamientos y cuatro repeticiones.

5.3.5 Modelo estadístico

Se utilizó un diseño experimental de bloques completamente al azar (DBA), en relación a las variables de diámetro a la altura del injerto, altura y materia seca. El modelo estadístico utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Dónde: $i = 1, 2, \dots, t$

$J = 1, 2, \dots, r$

Y_{ij} = Variable de respuesta

μ = Media general

T_i = Efecto de los seis tratamientos

β_j = Efecto de los cuatro bloques

ϵ_{ij} = Error experimental

5.3.6 Unidad experimental

Se dispuso de 12 plántulas de mango por unidad experimental, constituida de 80 cm de largo por 26 cm de ancho en la cual ofrece un área de 0.20 m² cada una, utilizando bolsas de polietileno de 8 x 14 pulgadas para su establecimiento (figura 2).

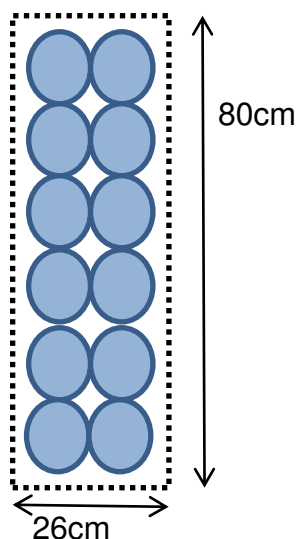


Figura 2. Unidad experimental conformada por 12 bolsas de polietileno de 8x14".

5.3.7 Manejo del experimento

La presente investigación se desarrolló por un periodo de ocho meses, comprendida desde el período de trasplante hasta que las plantas alcanzaron el desarrollo adecuado para la injertación, donde se llevaron a cabo las siguientes actividades agronómicas:

a. Producción de plántulas

Se recolectó las semillas para los patrones, utilizando la variedad nativa de la región, conocida como “mango de coche”. Algunas características utilizadas para seleccionar los árboles para recolectarla fueron: vigorosidad, compatibilidad, tiempo de entrada en producción y resistencia a ciertas enfermedades.

Después de la recolección de los mangos se despulparon y descarificaron, con esto se evitó la deformación de plántulas y se adelanta la germinación un aproximado diez días.

Semillero

- El semillero se realizó en camas de 1 m de ancho y 15 cm de altura.
- Las semillas se colocaron en el sustrato con la parte convexa (el lomo) hacia arriba, con el fin de que el talluelo y la raíz principal broten verticalmente, pues si las semillas se colocan acostadas, el tallo y la raíz crecerán encorvados, lo cual perjudicará el desarrollo posterior del arbolito.
- Las plántulas germinaron a los 20 días de la siembra, se realizaron monitoreos en las plántulas de mango (*mangifera indica*), para determinar incidencia de plagas o enfermedades por un período de mes y medio, tiempo que permanecieron las plántulas en las camas.
- Se efectuaron riegos constantes a las camas hasta el momento del trasplante, para mantener una adecuada humedad.

b. Preparación de bolsa y trasplante

- Se utilizaron bolsas de polietileno negro de tres milésimas de grosor de 8 x 14 pulgadas, las cuales fueron llenadas con sustrato.
- Una vez germinadas las plántulas se procedió a realizar el trasplante, sembrando una plántula por bolsa de 8 x 14 pulgadas, considerando un tamaño de 15 cm aproximadamente, tomando en cuenta características importantes como: planta con tallo erecto, raíz erecta y presencia de raíces secundarias.
- Las plántulas previas al trasplante fueron desinfectadas en una aplicación de miragefe 75wp® (folpet procloraz), 25cc a una cubeta de 10 litros, se sumergió la raíz de las plántulas para luego ser trasplantadas a su bolsa, para disminuir el ataque de organismos no benéficos y daños causados por hongos.

c. Fertilización

Como parte del manejo tradicional de los viveristas, las fertilizaciones se realizaron de forma manual, de acuerdo con el programa de fertilización del vivero, constituyendo principalmente en aplicaciones mensuales del fertilizante Blaukorn classic (12-8-16).

d. Control de plagas y enfermedades

Se realizaron monitoreos en cada una de las unidades experimentales, para determinar la incidencia de plagas y enfermedades que pudieron afectar a las plantas.

Durante la fase de crecimiento se realizó un control preventivo de plagas y enfermedades, haciendo aplicaciones quincenalmente de folidol alrededor de los tratamientos y aplicaciones con bomba de mochila, de hidróxido de cobre (cupravit azul 35wp) en dosis de dos copas Bayer a una mochila.

e. Control de malezas

El control se realizó de forma manual con rastrillos y azadón, se realizaron monitoreo periódicamente.

5.3.8 Análisis de la información

Una vez que se reunieron todos los datos se analizaron estadísticamente, mediante un diseño de bloques completamente al azar, para determinar el efecto de la media, los bloques, los diferentes tratamientos, considerando un error experimental y porcentaje de coeficiente de variación, para cada variable respuesta.

Para ello se utilizó el software infostat ®, tomando como criterio de análisis, el p-valor. Determinando una diferencia significativa, cuando se presente un valor menor a 0.05 y diferencia altamente significativa con un valor menor a 0.01.

Se realizó un análisis de varianza para determinar, si las variables respuesta presentan diferencias significativas entre los tratamientos a evaluarse, aplicando la prueba múltiple de medias de Tukey.

5.3.9 Análisis económico

Se realizó un análisis de costos de los tratamientos evaluados, con la finalidad de determinar que sustrato presenta el mayor beneficio económico. En dicho estudio se evaluaron los costos de los materiales y cantidades utilizadas para la elaboración de cada uno de los tratamientos.

VI. ANÁLISIS Y RESULTADOS

La presente investigación generó información relacionada con las diferentes variables evaluadas; altura del tallo, diámetro a la altura del injerto, materia seca de la parte aérea de la planta, en los diferentes rendimientos obtenidos en los tratamientos y un análisis financiero, los cuales se presentan a continuación con su respectiva discusión e interpretación de resultados.

6.1 Altura del tallo en el primer mes

En el cuadro 2, se observan los resultados del análisis de varianza, para la variable altura del tallo en plántulas de mango (*Mangifera indica* L). Esta lectura fue tomada un mes después del trasplante a bolsa. Los resultados no muestran una diferencia significativa en los tratamientos evaluados. Lo anterior indica que no existe un tratamiento mejor que los demás, ya que en esta etapa la planta canaliza gran parte de su energía, en el desarrollo del sistema radicular y no ha llegado a absorber los nutrientes presentes en cada uno de los tratamientos. Los datos se consideran confiables debido a que el coeficiente de variación fue de 15.16%.

Cuadro 2. Análisis de varianza para la altura del tallo de plántulas de mango en el primer mes de los tratamientos evaluados, en el vivero del CUNORI, ubicado en la finca el Zapotillo, Chiquimula, 2015.

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo.	18.02	7	2.57	0.17	0.9874
Bloques	5.58	3	1.86	0.12	0.9460
Tratamientos	12.44	4	3.11	0.20	0.9322
Error	184.48	12	15.37		
Total	202.50	19			
CV = 15.16%					

Fuente: elaboración propia.

6.2 Altura del tallo en el segundo mes

En el cuadro 3, se puede apreciar los resultados del análisis de varianza, para la variable altura del tallo en plántulas de mango (*Mangifera indica* L). Esta lectura se hizo en base al segundo mes, después de su trasplante a bolsa. Los resultados en esta etapa no muestran una diferencia significativa en los tratamientos evaluados. Lo que nos indica que no existe un tratamiento mejor que los demás, ya que las plántulas en esta etapa se encuentran en el proceso de difusión que es la absorción de los nutrientes. Los datos se consideran confiables, debido a que el coeficiente de variación fue de 14.40%.

Cuadro 3. Análisis de varianza para la altura del tallo de plántulas de mango en el segundo mes de los tratamientos evaluados, en el vivero del CUNORI, ubicado en la finca el Zapotillo, Chiquimula, 2015.

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo.	18.37	7	2.62	0.17	0.9868
Bloques	7.18	3	2.39	0.16	0.9243
Tratamientos	11.19	4	2.80	0.18	0.9436
Error	184.98	12	15.42		
Total	203.36	19			

CV = 14.40%

Fuente: elaboración propia.

6.3 Altura del tallo en el tercer mes

Como se puede ver en el cuadro 4, los resultados del análisis de varianza, para la variable altura del tallo en plántulas de mango (*Mangifera indica* L). Esta lectura se realizó en el tercer mes después de su trasplante a bolsa. Los resultados en esta etapa no muestran una diferencia significativa en los tratamientos evaluados. No existiendo un tratamiento mejor que los demás. Los datos se consideran confiables debido a que el coeficiente de variación fue de 14.57%.

Cuadro 4. Análisis de varianza para la altura del tallo de plántulas de mango en el tercer mes de los tratamientos evaluados, en el vivero del CUNORI, ubicado en la finca el Zapotillo. Chiquimula. 2015.

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo.	18.40	7	2.63	0.13	0.9934
Bloques	12.40	3	4.13	0.21	0.8868
Tratamientos	6.00	4	1.50	0.08	0.9880
Error	235.01	12	19.58		
Total	253.40	19			
CV = 14.57%					

Fuente: elaboración propia.

6.4 Altura del tallo en el cuarto mes

Como se muestra en el cuadro 5, de los resultados del análisis de varianza, para la variable altura del tallo en plántulas de mango (*Mangifera indica* L). Estos datos fueron tomados el cuarto mes, después de su trasplante a bolsa. Los resultados no muestran una diferencia significativa en los tratamientos evaluados. Lo cual nos muestra que no existe un tratamiento mejor que los demás. Los datos se consideran confiables debido a que el coeficiente de variación fue de 14.36%.

Cuadro 5. Análisis de varianza para la altura del tallo de plántulas de mango en el cuarto mes de los tratamientos evaluados, en el vivero del CUNORI, ubicado en la finca el Zapotillo, Chiquimula, 2015.

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo.	35.41	7	5.06	0.23	0.9707
Bloques	23.66	3	7.89	0.35	0.7868
Tratamientos	11.75	4	2.94	0.13	0.9676
Error	266.95	12	22.25		
Total	302.37	19			
CV = 41.36%					

Fuente: elaboración propia.

6.5 Altura del tallo en el quinto mes

En el cuadro 6, los resultados del análisis de varianza, para la variable altura del tallo en plántulas de mango (*Mangifera indica* L). Estos datos fueron tomados el quinto mes, después de su trasplante a bolsa. Los resultados en esta etapa no muestran una diferencia significativa en los tratamientos evaluados. Lo anterior indica que no existe un tratamiento mejor que los demás. Los datos se consideran confiables debido a que el coeficiente de variación fue de 16.97%.

Cuadro 6. Análisis de varianza para la altura del tallo de plántulas de mango en el quinto mes de los tratamientos evaluados, en el vivero del CUNORI, ubicado en la finca el Zapotillo, Chiquimula, 2015.

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo.	206.95	7	29.56	0.73	0.6509
Bloques	75.96	3	25.32	0.63	0.6121
Tratamientos	130.99	4	32.75	0.81	0.5429
Error	485.70	12	40.48		
Total	692.65	19			
CV = 16.97%					

Fuente: elaboración propia.

6.6 Altura del tallo en el sexto mes

Las lecturas tomadas en el sexto mes, después de su trasplante a bolsa, nos indican que no existe una diferencia significativa en la variable altura del tallo, como se puede observar en el cuadro 7, en los resultados del análisis de varianza. Los datos se consideran confiables, debido a que el coeficiente de variación fue de 19.12%.

Cuadro 7. Análisis de varianza para la altura del tallo de plántulas de mango en el sexto mes de los tratamientos evaluados, en el vivero del CUNORI, ubicado en la finca el Zapotillo, Chiquimula.

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo.	525.65	7	75.09	1.12	0.4117
Bloques	167.94	3	55.98	0.83	0.5006
Tratamientos	357.71	4	89.43	1.33	0.3137
Error	805.41	12	67.12		
Total	1331.06	19			
CV = 19.12					

Fuente: elaboración propia.

6.7 Altura del tallo en el séptimo mes

En el cuadro 8, se observan los resultados del análisis de varianza, para la variable altura del tallo en plántulas de mango (*Mangifera indica* L). Esta lectura fue tomada el séptimo mes, después de su trasplante a bolsa. Los resultados en esta etapa no muestran una diferencia significativa en los tratamientos evaluados. Lo anterior indica que no existe un tratamiento mejor que los demás. Los datos se consideran confiables debido a que el coeficiente de variación fue de 20.17%.

Cuadro 8. Análisis de varianza para la altura del tallo de plántulas de mango en el séptimo mes de los tratamientos evaluados, en el vivero del CUNORI, ubicado en la finca el Zapotillo, Chiquimula, 2015.

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo.	813.38	7	116.20	1.27	0.3433
Bloques	188.10	3	62.70	0.68	0.5795
Tratamientos	625.28	4	156.32	1.70	0.2139
Error	1102.06	12	91.84		
Total	1915.44	19			
CV = 20.17					

Fuente: elaboración propia

6.8 Altura del tallo en el octavo mes

Los resultados del análisis de varianza, para la variable altura del tallo en plántulas de mango (*Mangifera indica* L). Fue tomada el octavo mes, después de su trasplante a bolsa. Los resultados en esta etapa no muestran una diferencia significativa en los tratamientos evaluados como se aprecia en el cuadro 9. Los datos se consideran confiables debido a que el coeficiente de variación fue de 19.10%.

Cuadro 9. Análisis de varianza para la altura del tallo de plántulas de mango en el octavo mes de los tratamientos evaluados, en el vivero del CUNORI, ubicado en la finca el Zapotillo, Chiquimula, 2015.

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo.	980.63	7	140.09	1.41	0.2864
Bloques	171.16	3	57.05	0.57	0.6426
Tratamientos	809.48	4	202.37	2.04	0.1529
Error	1191.81	12	99.32		
Total	2172.44	19			
CV = 19.10%					

Fuente: elaboración propia.

Según el análisis de varianza, en la variable de altura del tallo, en todos los meses no se observó una diferencia significativa, rechazando así la hipótesis planteada ya que no cumple con lo establecido. Los resultados pueden asociarse al porcentaje de materia orgánica, que a pesar de presentar un alto contenido nutricional de algunos elementos (ver cuadro 17), de acuerdo a Román (2013) puede estar sujetos a un proceso de compostaje sin finalizar, provocando que el nitrógeno estuviera en mayor cantidad, en forma de amonio en lugar de nitrato y cuando el amonio se pone en condiciones de calor y humedad, se transforma en amoniaco, creando un medio tóxico para el crecimiento de la planta.

6.9 Diámetro a la altura del injerto en el cuarto mes después del trasplante a bolsa

En el cuadro 10, se observan los resultados del análisis de varianza, para la variable diámetro a la altura del injerto en plántulas de mango (*Mangifera indica* L). Esta lectura fue tomada el cuarto mes, después de su trasplante a bolsa. Los resultados en esta etapa no muestran una diferencia significativa en los tratamientos evaluados. Lo anterior indica que no existe un tratamiento mejor que los demás. Los datos se consideran confiables debido a que el coeficiente de variación fue de 10.88%.

Cuadro 10. Análisis de varianza para el diámetro a la altura del injerto de plántulas de mango en el cuarto mes de los tratamientos evaluados, en el vivero del CUNORI, ubicado en la finca el zapotillo, Chiquimula, 2015.

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo.	0.63	7	0.09	0.67	0.6955
Bloques	0.13	3	0.04	0.33	0.8043
Tratamientos	0.49	4	0.12	0.92	0.4825
Error	1.60	12	0.13		
Total	2.23	19			

Fuente: elaboración propia.

6.10 Diámetro a la altura del injerto en el quinto mes después del trasplante a bolsa

El cuadro 11, se presenta los resultados del análisis de varianza, para la variable diámetro a la altura del injerto en plántulas de mango (*Mangifera indica* L). Los resultados en esta etapa no muestran una diferencia significativa en los tratamientos evaluados. Los datos fueron tomados en el quinto mes y se consideran confiables debido a que el coeficiente de variación fue de 15.34%.

Cuadro 11. Análisis de varianza para el diámetro a la altura del injerto de plántulas de mango en el quinto mes de los tratamientos evaluados, en el vivero del CUNORI, ubicado en la finca el Zapotillo, Chiquimula, 2015.

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo.	4.12	7	0.59	1.07	0.4363
Bloques	2.25	3	0.75	1.37	0.2999
Tratamientos	1.87	4	0.47	0.85	0.5201
Error	6.59	12	0.55		
Total	10.70	19			
CV = 15.34					

Fuente: elaboración propia.

6.11 Diámetro a la altura del injerto en el sexto mes después del trasplante a bolsa

Como se muestran en el cuadro 12, los resultados del análisis de varianza, para la variable diámetro a la altura del injerto en plántulas de mango (*Mangifera indica* L). Los resultados en esta etapa no muestran una diferencia significativa en los tratamientos evaluados. Lo anterior indica que en el sexto mes, no existe un tratamiento mejor que los demás. Los datos se consideran confiables debido a que el coeficiente de variación fue de 10.63%.

Cuadro 12. Análisis de varianza para el diámetro a la altura del injerto de plántulas de mango en el sexto mes de los tratamientos evaluados, en el vivero del CUNORI, ubicado en la finca el Zapotillo, Chiquimula, 2015.

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo.	4.92	7	0.70	1.89	0.1594
Bloques	0.64	3	0.21	0.57	0.6458
Tratamientos	4.28	4	1.07	2.88	0.0698
Error	4.47	12	0.37		
Total	9.39	19			
CV = 10.63					

Fuente: elaboración propia.

6.12 Diámetro a la altura del injerto en el séptimo mes después del trasplante a bolsa

Los resultados del análisis de varianza en el séptimo mes, para la variable diámetro a la altura del injerto en plántulas de mango (*Mangifera indica L*) (ver cuadro 13). En esta etapa muestran una diferencia significativa en los tratamientos evaluados. Lo anterior indica que existe un tratamiento mejor que los demás. Los datos se consideran confiables debido a que el coeficiente de variación fue de 8.69%.

Cuadro 13. Análisis de varianza para el diámetro a la altura del injerto de plántulas de mango en el séptimo mes de los tratamientos evaluados, en el vivero del CUNORI, ubicado en la finca el Zapotillo, Chiquimula, 2015.

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo.	6.19	7	0.88	2.51	0.0774
Bloques	1.33	3	0.44	1.26	0.3327
Tratamientos	4.86	4	1.22	3.45	0.0427
Error	4.23	12	0.35		
Total	10.42	19			
CV = 8.69					

Fuente: elaboración propia.

Según al análisis de medias de Tukey para la variable diámetro a la altura del injerto en plántulas de mango, en el séptimo mes después de su trasplante a bolsa, se determinó que el tratamiento que mostró mejor resultado fue el tratamiento 1 (testigo) de 100% girum, el cual presentó un diámetro de 7.45 mm, seguido del tratamiento 5 (20% bocashi y 80% girum) y en tercer puesto el tratamiento 6 (30% lombricompost de estiércol vacuno y 70% girum) con un 6.78mm (Ver Figura 3).

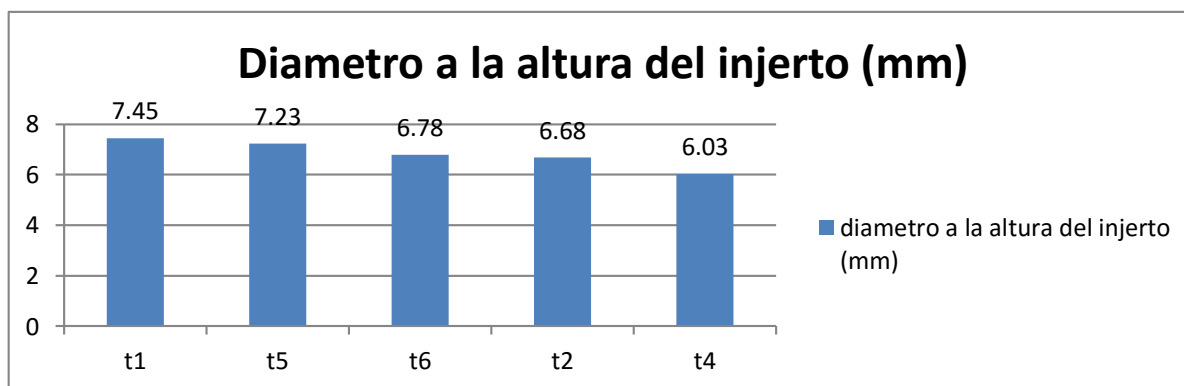


Figura 3. Análisis de medias de Tukey para el variable diámetro a la altura del injerto, de plántulas de mango en el séptimo mes de los tratamientos evaluados, en el vivero del CUNORI, ubicado en la finca el Zapotillo, Chiquimula, 2015.

En la figura 3, se observa como el testigo supero a los demás tratamientos en el diámetro a la altura del injerto, entre las causas que probablemente influyeron se consideró el grado de descomposición de los sustrato, el cual pudo generar lixiviados que hayan ejercido una limitante para el sistema radicular del patrón y combinado con la temperatura que pueda formarse en la bolsa, se obtienen las condiciones que afecten el desarrollo del patrón.

6.13 Diámetro a la altura del injerto en el octavo mes después del trasplante a bolsa

Los resultados del análisis de varianza, para la variable diámetro a la altura del injerto en plántulas de mango (*Mangifera indica L*) (ver cuadro 14). Esta lectura fue tomada el octavo mes, después de su trasplante a bolsa. Los resultados en esta etapa no muestran una diferencia significativa en los tratamientos evaluados, aunque en el séptimo mes hubo una diferencia significativa que fue del testigo, este no contiene los nutrientes necesarios. Lo cual se puede comprobar en el octavo mes, al no alcanzar una diferencia significativa, por lo cual se rechaza la hipótesis propuesta para esta variable. Los datos se consideran confiables debido a que el coeficiente de variación fue de 11.92%.

Cuadro 14. Análisis de varianza para el diámetro a la altura del injerto de plántulas de mango en el octavo mes de los tratamientos evaluados, en el vivero del CUNORI, ubicado en la finca el Zapotillo, Chiquimula, 2015.

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo.	12.07	7	1.72	2.21	0.1090
Bloques	2.41	3	0.80	1.03	0.4151
Tratamientos	9.66	4	2.42	3.09	0.0576
Error	9.37	12	0.78		
Total	21.44	19			
CV = 11.92					

Fuente: elaboración propia.

6.14. Materia seca de la parte área de la planta

Como se muestra en el cuadro 15, los resultados del análisis materia seca de la parte área de la planta, en plántulas de mango (*Mangifera indica* L), no muestran una diferencia significativa en los tratamientos evaluados, rechazando así la hipótesis propuesta. Esta lectura fue tomada luego de la última medición de altura y diámetro de los tratamientos en el octavo mes. Los datos se consideran confiables debido a que el coeficiente de variación fue de 29.03%.

Cuadro 15. Análisis de varianza de la materia seca de la parte área de las plántulas de mango en el octavo mes de los tratamientos evaluados, en el vivero del CUNORI, ubicado en la finca el Zapotillo, Chiquimula, 2015.

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo.	2396.15	7	342.31	1.00	0.4764
Bloques	322.15	3	107.38	0.31	0.8153
Tratamientos	2074.00	4	518.50	1.51	0.2596
Error	4109.60	12	342.47		
Total	6505.75	19			
CV = 29.03%					

Fuente: elaboración propia.

6.15. Tamaño de la raíz en el octavo mes después del trasplante a bolsa

Los resultados del cuadro 16, del análisis del tamaño de la raíz en plántulas de mango (*Mangifera indica* L), no muestran una diferencia significativa en los tratamientos evaluados. Esta lectura fue tomada luego de la última medición de altura y diámetro de los tratamientos en el octavo mes. La hipótesis se rechaza ya que no existe un tratamiento mejor que los demás. Los datos se consideran confiables debido a que el coeficiente de variación fue de 10.55%.

Cuadro 16. Análisis de varianza del tamaño de la raíz en plántulas de mango en el octavo mes de los tratamientos evaluados, en el vivero del CUNORI, ubicado en la finca el Zapotillo, Chiquimula, 2015.

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo.	109.61	7	15.66	1.73	0.1925
Bloques	15.08	3	5.03	0.56	0.6542
Tratamientos	94.53	4	23.63	2.61	0.0884
Error	108.52	12	9.04		
Total	218.13	19			
CV = 10.55					

Fuente: elaboración propia.

6.16 Análisis de los resultados químicos de los sustratos.

Cuadro 17. Análisis de los resultados químicos evaluados en el vivero del CUNORI, ubicado en la finca el Zapotillo, Chiquimula, 2015.

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	Rango adecuado
pH unidades	6.66	6.64	6.87	6.82	6.88	6.86	5.5 – 7.5
Fosforo ppm	48.56	87.38	58.12	40.92	59.8	252.12	20 – 40
Potasio ppm	187.5	375	312.5	187.5	587.5	625	125 – 200
Calcio meq/100gr	12.92	14.92	14.87	11.54	13.72	21.21	3 – 6
Magnesio meq/100gr	2.52	3.59	4.26	2.92	3.75	4.98	1.5 – 2
Hierro ppm	30	39.5	46.8	41.5	59.3	68	30 – 50
Cobre ppm	1.5	3.2	3.7	2.8	3.9	4.5	2 – 3.5
Manganeso ppm	26.5	42.5	48.5	45	62	72	30 – 50
Zinc ppm	2.5	3	3.3	3	3.5	4.8	3 – 6
Materia orgánica %	0.93	2.94	3.94	3.80	2.58	4.94	3 - 5
%arcilla	17.89	17.89	17.89	20	17.89	22.11	-
%limo	18.99	12.66	18.99	18.99	29.54	16.88	-
%arena	63.12	69.45	63.12	61.01	52.57	61.01	-
Densidad aparente gr/cc	1.37	1.29	1.33	1.3	1.36	1.33	-
Densidad real gr/cc	2.36	2.15	2.22	2.21	2.19	2.28	-
% de espacio poroso	41.94	40	40.09	40.72	37.89	41.66	-

Fuente: laboratorio de suelos, CUNORI.

En el cuadro 17, se puede observar que el contenido nutricional de los tratamientos con adición de materia orgánica (T2, T3, T4, T5, T6) superan al testigo (T1), en la mayoría de los parámetros minerales determinados.

Lo cual se convierte en una reserva de nutrientes para la planta, al momento de ser injertada y cuando se realice el trasplante al campo definitivo.

6.17 Análisis económico

En el cuadro 18, se observan los costos de preparación de 48 bolsas de 8 x 14 pulgadas de cada tratamiento.

Cuadro 18. Costo de producción por bolsa llena para cada tratamiento – Quetzales – 2015.

Tratamientos	Bocashi (Q)	Lombricompost De pulpa café (Q)	Lombricompost De estiércol vacuno (Q)	Girum (Q)	Mano de obra (Q)	Costo/ bolsa llena (Q)	Total (Q)
T1	-	-	-	16.6	35	1.075	51.6
T2	44.4	-	-	9.9	35	1.86	89.3
T3	-	55.5	-	9.9	35	2.09	100.4
T4	-	41.5	-	11.55	35	1.83	88.05
T5	-	27.5	-	13.2	35	1.57	75.7
T6	-	-	41.5	11.55	35	1.83	88.05

Fuente: elaboración propia.

Con base al análisis de los costos involucrados para la producción de 48 bolsas de 8 x 14 pulgadas de cada tratamiento, se observa en el cuadro 18, que los costos totales más bajos se generaron en el testigo, ya que su proporción es solo girum y el tratamiento T5 (20% lombricompost de pulpa de café y 80% girum) respectivamente, debido a que tiene menor cantidad de lombricompost, lo que representó menor uso de material para la elaboración del sustrato y mayor uso de girum.

VII. CONCLUSIONES

1. De acuerdo a los resultados obtenidos, se determinó que no existe diferencia significativa entre los tratamientos evaluados, porque las variables de diámetro a la altura del injerto, altura total de la planta, materia seca y tamaño de raíz, mostraron un comportamiento similar.
2. Con base a los resultados de los análisis químicos de los sustratos, se puede indicar que los tratamientos con adición de materia orgánica T2, T3, T4, T5 y T6 presentaron un alto contenido nutricional, a pesar de esto no mostraron una diferencia significativa en las variables evaluadas. Esto se explica según Román (2013), al proceso de compostaje sin finalizar, el nitrógeno esta en mayor cantidad en forma de amonio, en lugar de nitrato y cuando el amonio tiene condiciones de calor y humedad, se transforma en amoniaco, creando un medio tóxico para el crecimiento de la planta.
3. El tratamiento más económico fue el testigo absoluto conformado por girum, cuantificando un valor de Q1.075 de costo/bolsa llena, seguido del T5 (20% lombricompost de pulpa de café y 80% girum) con Q1.57 de costo/bolsa llena.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Para el establecimiento, manejo y producción de patrones de mango, se recomienda la utilización del tratamiento 5 (20% de lombricompost de pulpa de café y 80 % de girum), aunque no se obtuvo diferencias significativas entre los tratamientos evaluados en altura de la planta, diámetro al injerto, materia seca y tamaño de raíz; contiene un aporte equilibrado en nutrientes, lo que favorece al desarrollo de la planta.
2. Realizar investigaciones complementarias, considerando como base los resultados obtenidos, para generar información sobre sustratos orgánicos, que brinden alternativas agroecológicas y contribuyan a fortalecer la producción de mango a nivel de vivero.

IX. BIBLIOGRAFÍA

Cerna, H. 2012. Evaluación del abono bocashi para la elaboración de sustratos en la producción de patrones de cítricos (*Citrus macrophylla Wester*); en vivero El Barrial, aldea Petapilla, Chiquimula. Tesis Ing. Agr. Chiquimula, Guatemala, USAC-CUNORI. p. 1-6.

CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal, El Salvador). 2002. Cultivo de mango (en línea). Santa Ana, El Salvador. 32 p. Consultado 25 mar. 2015. Disponible en: <http://www.centa.gob.sv/docs/guias/frutales/Guia%20Mango.pdf>

Cruz, M. 2002. Elaboración de bocashi y su evaluación en el cultivo de maíz (*Zea mays L*). bajo riego en Bramaderos (en línea). Tesis Ing. Agr. Loja, Ecuador, Universidad Nacional de Loja, Facultad de Ciencias Agrícolas. 80 p. Consultado 25 mar. 2015. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos15/em-bokashi/em-bokashi.shtml>

De guate. 2014. Producción de mango en Guatemala (en línea). Guatemala. Consultado 26 feb. 2015. Disponible en: <http://www.deguate.com/artman/publish/produccion-guatemala/produccion-de-mango-en-guatemala.shtml#.V7XK5vnhC1s>

De La Cruz, JR. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala basada en el sistema Holdridge. Guatemala, INAFOR. 24 p.

González, G. 2012. Mulch, acolchado, mantillo (en línea). México, Permacultura. Consultado 17 mar. 2015. Disponible en: <http://www.permacultura.org.mx/es/reporte/mulch-acolchado-mantillo/>

INFOAGRO (Información al Servicio del Agro, España). 1997. Tipos de sustratos de cultivos (en línea). Madrid, España. Consultado 25 feb. 2015. Disponible en: http://www.infoagro.com/industria_auxiliar/tipo_sustratos.htm

INFOAGRO (Información al Servicio del Agro, España). 2003. El cultivo del mango (en línea). Madrid, España. Consultado 26 feb. 2015. Disponible en: http://www.infoagro.com/frutas/frutas_tropicales/mango.htm

Montero, J; Porras, G; Murillo E, R. 2002. Guía para el cultivo del mango (en línea). San José, Costa Rica, MAG. p. 1-23. Consultado 27 feb. 2015. Disponible en: http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/tec-mango.pdf

Muñoz, L. 2014. Abono verde para el huerto ecológico (en línea). España, Agrohuerto. Consultado 18 mar. 2015. Disponible en: <http://www.agrohuerto.com/abono-verde-para-el-huerto-ecologico/>

Portillo, N. 2011. Elaboración y uso del bocashi (en línea). San Salvador, El Salvador, FAO. 16 p. Consultado 24 feb. 2015. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-at788s.pdf>

Rodríguez, M. 2009. Propagación de mango (en línea). Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. p. 7. Consultado 28 feb. 2015. Disponible en: http://www.invitroperu.com/wp-content/uploads/2014/10/530mango_patrones_propagacion.pdf

Román, P. 2013. Manual del compostaje del agricultor (en línea). Chile, Santiago de Chile, FAO. 112 p. Consultado 26 mar. 2015. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/019/i3388s/i3388s.pdf>

Urrutia, H. 2011. Lombricompost (en línea). Wordpress. Consultado 25 mar. 2015. Disponible en: <https://fertilizantes.wordpress.com/2011/02/27/lombricompost/>

VIFINEX (Vigilancia Fitosanitaria en Cultivos de Exportación, Costa Rica). 2002. Producción de sustratos para viveros (en línea). Costa Rica. 50 p. Consultado 27 mar. 2015. Disponible en: <https://croprotection.webs.upv.es/documentos/Compostaje/Sustratos-para-Viveros.pdf>

Yugsi, L. 2011. Elaboración y uso de abonos orgánicos: módulo 1 (en línea). Quito, Ecuador, INIAP. 36 p. Consultado 26 mar. 2015. Disponible en: <https://books.google.com.gt/books?id=C5ozAQAAMAAJ&pg=PA2&lpg=PA2&q=citacion+del+bocashi&source=bl&ots=3T9SImpqkV&sig=1TnmTfFaQurhSnukJc9yDSkHaws&hl=es&sa=X&ei=HDE1VYTfC4-1sQT2uYDoCA&ved=0CDwQ6AEwBA#v=onepage&q=citacion%20del%20bocashi&f=false>



X. ANEXOS

Anexo 1. Elaboración de abono orgánico fermentado tipo bocashi

Materiales utilizados para la elaboración de abono orgánico fermentado, Chiquimula, 2015.

No.	Tipo de material	Unidad	Cantidad
1	Hojarasca	sacos	12
2	Estiércol Vacuno	sacos	7.5
3	Gallinaza	sacos	4.5
4	Cascarilla de arroz	sacos	4.5
5	Broza	libras	25
6	Melaza	litros	10
7	M.M.A	litros	40
8	Agua	litros	160

Fuente: Elaboración propia.

Preparación del abono orgánico fermentado:

Paso 1: Se colocó una capa de hojarasca.

Paso 2: Sobre la capa de hojarasca se colocó una capa de estiércol vacuno.

Paso 3: Se agregó la cascarilla de arroz.

Paso 4: Se diluyeron 2 galones de melaza en 40 litros de MMA en un tonel de 200 litros de agua.

Paso 5: Se agregó el agua necesaria hasta completar los 200 litros.

Paso 6: Se aplicó la mezcla de microorganismos a los materiales durante el volteo y mezcla de los mismos.

Paso 7: Se realizó un volteo para lograr una mezcla homogénea de los materiales agregando agua para humedecerlos.

Paso 8: Tapar con nylon por un espacio de 12 días para permitir la fermentación de los materiales.

Paso 9: A los 12 días de fermentación se iniciaron volteos, una vez por semana.

Paso 10: Después de haber transcurrido 60 días, se dio paso al proceso de curado, dejando en reposo el abono orgánico por un espacio de 1 mes hasta 1 año si es posible.

Durante el proceso de preparación la temperatura del abono debe ser controlada todos los días, mediante un termómetro. La temperatura recomendada para la fermentación y descomposición de los materiales debe de ser de 45° C a 65° C.

Anexo 2. Plan de fertilización

Cuadro 19. Plan de fertilización aplicado al cultivo de mango (*mangifera indica*). Chiquimula, 2015.

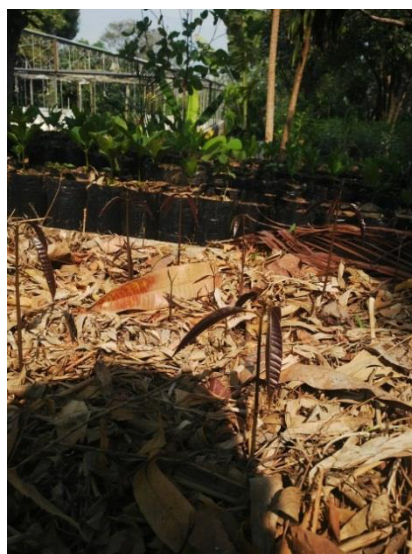
Plan de Fertilización		
Aplic.	Producto	Dosis
1	15-15-15	3 g por planta
2	Blaukorn classic 12-8-16	25cc por planta
3	Blaukorn classic 12-8-16	25cc por planta
4	Blaukorn classic 12-8-16	25cc por planta
5	Blaukorn classic 12-8-16	25cc por planta
6	Blaukorn classic 12-8-16	25cc por planta
7	Blaukorn classic 12-8-16	25cc por planta

Fuente: elaboración propia.

Anexo 4. Fotografías de las actividades realizadas durante la investigación



1. Recolección de mango de coche



2. Germinación del patrón de mango



3. Preparación del sustrato



4. Establecimiento del área experimental



5. Toma de datos



6. Fertilización con 15-15-15 y blaukorn classic



7. Toma de datos con vernier



8. Selección de patrones al azar para el análisis de materia seca y el tamaño de raíz



9. Toma de datos del tamaño de raíz de patrones



10. Muestras de materia verde pesadas en balanza



11. Muestras de materia verde ingresadas al horno.