



“Por un Desarrollo
Agrario
Integral y Sostenible”

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA
Maestría en Ciencias de Innovación
Agropecuaria**

Trabajo de Tesis

**Sustratos de siembra y tratamientos alternativos
para la producción de tomate (*Solanum lycopersicum*
L.), en ambientes protegidos, finca El plantel-2018**

Autor

Ing. Eliézer Lanuza Rodríguez

Asesor

PhD. Arnulfo Monzón Centeno

**Managua, Nicaragua
Noviembre, 2020**



“Por un Desarrollo
Agrario
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA
Maestría en Ciencias de Innovación
Agropecuaria

Trabajo de Tesis

**Sustratos de siembra y tratamientos alternativos
para la producción de tomate (*Solanum lycopersicum*
L.), en ambientes protegidos, finca El plantel-2018**

Autor

Ing. Eliézer Lanuza Rodríguez

Asesor

PhD. Arnulfo Monzón Centeno

Presentado a la consideración del honorable tribunal
examinador como requisito final para optar al grado
de Maestro en Ciencias

Managua, Nicaragua
Noviembre, 2020

Hoja de aprobación del Tribunal Examinador

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable Tribunal Examinador designado por el Decanato de la Facultad de Agronomía como requisito final para optar al título profesional de:

Maestro en Ciencias de Innovación Agropecuaria

Miembros del Tribunal Examinador

Presidente (Dr. Jorge Ulises
Blandón Díaz)

Secretario (MSc. Isaías Ezequiel
Sánchez Gómez)

Vocal (Víctor Ramón Monzón)

Lugar y Fecha: _____

DEDICATORIA

A Dios mi señor y salvador.

Mi hijo Eliézer Lanuza Jr.

Mi esposa Gloria Jiménez.

La tía Cris.

Ing. Eliézer Lanuza R.

AGRADECIMIENTOS

A nuestro padre Dios por la vida y la sabiduría y poder culminar esta etapa de mi preparación profesional.

Al Dr. Arnulfo Monzón Centeno mi asesor por su apoyo, su conocimiento y sobre todo su paciencia durante la realización de este trabajo.

Al MSc. Isaías Sánchez, Dr. Ulises Blandón Díaz, Ing. Danesa Ramírez, MSc. Markelyn Rodríguez por su apoyo y buenos consejos brindados durante el transcurso de este trabajo.

Al programa de Maestría en Ciencias de Innovación Agropecuaria de la Universidad Nacional Agraria y su coordinador Dr. Bryan Mendieta y equipo de docentes.

Al Departamento de Protección Agrícola y Forestal (DPAF) de la Facultad de Agronomía y docentes que lo conforman por sus consejos brindados, durante el transcurso de este trabajo.

Ing. Eliézer Lanuza R.

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE DE CUADROS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	iv
ÍNDICE DE ANEXOS	vi
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general	3
2.2 Objetivos específicos	3
III. MARCO DE REFERENCIA	4
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	9
4.1 Ubicación del área del estudio	9
4.2 Diseño metodológico	9
4.3 Descripción de los tipos de tratamiento	10
4.4 Establecimiento del experimento	11
4.5 Variables evaluadas	13
4.6 Microflora de sustratos	14
4.7 Incidencia de enfermedades	14
4.8 Composición química de los sustratos	16
4.9 Análisis de datos	16
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
5.1 Promedio de frutos por planta	17
5.2 Promedio de peso de fruto	18
5.3 Peso seco de raíces	20
5.4 Volumen de raíces	21
5.5 Longitud de raíces	23
5.6 Longitud de fruto	24
5.7 Diámetro ecuatorial	26

5.8 Microflora de sustratos	27
5.8.1 Microflora bacteriana	27
5.8.2 Microflora fúngica	31
5.9 Incidencia de enfermedades	34
5.9.1 Área bajo la curva de progreso de la incidencia de <i>Pseudomonas</i> sp	35
5.9.2 Área bajo la curva del progreso de la incidencia de <i>Alternaria solani</i>	36
5.9.3 Área bajo la curva del progreso de la incidencia de <i>Fusarium</i> sp	38
5.9.4 Área bajo la curva de progreso de la incidencia de <i>Pseudocercospora</i> sp	40
5.9.5 Área bajo la curva de progreso de la incidencia de <i>Sclerotium rolfsii</i>	41
5.10 Propiedades químicas del sustrato raquis de palma africana, cascarilla de arroz carbonizada y compost	44
5.11 Propiedades químicas del sustrato raquis de palma africana, arena y tierra	45
VI. CONCLUSIONES	46
VII. RECOMENDACIONES	47
VIII. LITERATURA CONSULTADA	48
IX. ANEXOS	56

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1.	Tipos de sustratos y métodos de tratamiento	10
2.	Efecto de dos tipos de sustratos y cuatro tipos de tratamiento, sobre el promedio de frutos por planta	18
3.	Efecto de dos tipos de sustratos y cuatro tipos de tratamiento, sobre el promedio de peso de frutos por planta	20
4.	Propiedades químicas de raquis de palma africana, cascarilla de arroz carbonizada y compost	44
5.	Propiedades químicas de raquis de palma africana, arena y tierra	45

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1.	Peso seco de raíces en sustratos compuestos por raquis de palma africana, cascarilla de arroz carbonizada, compost, arena y tierra	21
2.	Volumen de raíces en sustratos compuestos por raquis de palma africana, cascarilla de arroz carbonizada, compost, arena y tierra	22
3.	Longitud de raíces en sustratos compuestos por raquis de palma africana, cascarilla de arroz carbonizada, compost, arena y tierra	23
4.	Longitud de frutos en sustratos compuestos por raquis de palma africana, cascarilla de arroz carbonizada, compost, arena y tierra	25
5.	Diámetro ecuatorial de frutos en sustratos compuestos por raquis de palma africana, cascarilla de arroz carbonizada, compost, arena y tierra	26
6.	Población bacteriana a los ocho días antes de la siembra en dos tipos de sustratos y cuatro métodos de tratamiento	28
7.	Población bacteriana a los 45 días después de la siembra en dos tipos de sustratos y cuatro métodos de tratamiento	29
8.	Población bacteriana a los 90 días después de la siembra en dos tipos de sustratos y cuatro métodos de tratamiento	30
9.	Población de hongos a los ocho días antes de la siembra en dos tipos de sustratos y cuatro métodos de tratamiento	31
10.	Población de hongos a los 45 días después de la siembra en dos tipos de sustratos y cuatro métodos de tratamiento	32
11.	Población de hongos a los 90 días después de la siembra en dos tipos de sustratos y cuatro métodos de tratamiento	33
12.	Área bajo la curva de progreso (%-días) de la incidencia de <i>Pseudomonas</i> sp en sustratos a base de raquis de palma africana, cascarilla de arroz carbonizada, compost, arena y tierra	35
13.	Área bajo la curva de progreso (%-días) de la incidencia de <i>Alternaria solani</i> en sustratos compuestos por raquis de palma africana, cascarilla de arroz carbonizada, compost, arena y tierra	37
14.	Área bajo la curva de progreso (%-días) de la incidencia de <i>Fusarium</i> sp en sustratos compuestos por raquis de palma africana, cascarilla de arroz carbonizada, compost, arena y tierra	38

15.	Área bajo la curva de progreso (%-días) de la incidencia de <i>Pseudocercospora</i> sp en sustratos compuestos por raquis de palma africana, cascarilla de arroz carbonizada, compost, arena y tierra	40
16.	Área bajo la curva de progreso (%-días) de la incidencia de <i>Sclerotium rolfsii</i> en sustratos compuestos por raquis de palma africana, cascarilla de arroz carbonizada, compost, arena y tierra	42

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO		PÁGINA
1.	Análisis de varianza para promedio de frutos por planta	57
2.	Análisis de varianza para promedio de frutos por planta por tratamiento en sustrato compuesto por raquis de palma africana, cascarilla de arroz carbonizada y compost	57
3.	Análisis de varianza para promedio de frutos por planta por tratamiento en sustrato compuesto por raquis de palma africana, arena y tierra	57
4.	Análisis de varianza para promedio de peso de frutos en sustratos compuestos por raquis de palma africana, cascarilla de arroz carbonizada, compost, arena y tierra	58
5.	Análisis de varianza para promedio de peso de fruto en el sustrato compuesto por raquis de palma africana, cascarilla de arroz carbonizada y compost	58
6.	Análisis de varianza para promedio de peso de fruto en el sustrato compuesto por raquis de palma africana, arena y tierra.	58
7.	Rango de clasificación aproximada de nutrientes en suelos de Nicaragua (Quintana <i>et al.</i> , 1983)	59
8.	Rango de contenidos de macronutrientes	59
9.	Rangos de contenido de micronutrientes (Extracción Olsen)	59
10.	Plano de campo del experimento	60
11.	Resultados de laboratorio de análisis de microflora bacteriana de sustratos ocho días antes de la siembra	61
12.	Resultados de laboratorio de análisis de microflora bacteriana de sustratos 45 días después de la siembra	62
13.	Resultados de laboratorio de análisis de microflora bacteriana de sustratos 90 días después de la siembra	63
14.	Resultados de laboratorio de análisis de microflora fúngica de sustratos ocho días antes de la siembra	64
15.	Resultados de laboratorio de análisis de microflora fúngica de sustratos 45 días después de la siembra	65

16.	Resultados de laboratorio de análisis de microflora fúngica de sustratos 90 días después de la siembra	66
17.	Resultados de laboratorio de análisis de microbiológico de hongos en tejido vegetal	67
18.	Resultados de laboratorio de análisis de microbiológico de bacterias en tejido vegetal	68
19.	Hoja de recolección de datos	69

RESUMEN

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.), es una de las hortalizas más importante en el mundo. A pesar de la importancia del cultivo, su productividad se ve afectada por diversos factores entre los que sobresale la baja calidad de los suelos, es decir suelos que después del algún tiempo de ser utilizados se vuelven improductivos. Esta problemática ha llevado a desarrollar este estudio, cuyo objetivo fue contribuir al mejoramiento de la productividad del cultivo de tomate en ambientes protegidos mediante el uso de sustratos mejorados y tipos de tratamientos alternativos. El estudio se realizó en la finca El Plantel, Tipitapa. Se evaluaron dos sustratos y cuatro tratamientos, a partir de las variables de crecimiento de raíz, peso, longitud y diámetro ecuatorial de frutos, frutos por planta, microflora fúngica y bacteriana e incidencia de enfermedades. Los resultados muestran que, en el sustrato compuesto por raquis de palma africana, cascarilla de arroz carbonizada y compost, el mayor número, peso promedio, diámetro ecuatorial de frutos y longitud de raíces lo presentó el tratamiento Serenade® 1.34 SC. El mayor volumen de raíces y longitud de fruto lo presentó *Trichoderma* sp la mayor población bacteriana la presentó el método de tratamiento cal agrícola más agua con 72 UFC/g⁻¹ de suelo. La mayor población de hongos se presentó en el método de tratamiento cal agrícola más agua con 43 UFC/g⁻¹ de suelo. En el sustrato compuesto por raquis de palma africana, arena y tierra, el mayor número de frutos, peso seco, volumen y longitud de raíces lo presentó el tratamiento Carbendazim® 50 SC, el mayor peso, longitud y diámetro ecuatorial de frutos, así como la mayor población bacteriana (33 UFC/g⁻¹ de suelo) la presentó el tratamiento *Trichoderma* sp y la mayor población de hongos la obtuvo el tratamiento cal agrícola más agua con 45 UFC/g⁻¹ de suelo. El sustrato compuesto por raquis de palma africana, cascarilla de arroz carbonizada y compost con el tratamiento *Bacillus subtilis* obtuvo más peso de frutos. Ambos sustratos presentaron mismo número de frutos por planta, volumen de raíces, longitud de frutos y diámetro ecuatorial.

Palabras clave: Microflora, patógenos, UFC, agricultura protegida

ABSTRACT

Tomato (*Solanum lycopersicum* L.), is an important vegetable in the world. Despite the importance of the crop, its productivity is affected by several factors, among which the low quality of the soils stands out. This problem has led to the development of this study, the objective of which was to contribute to the search for options as alternatives for substrates and disinfection methods for tomato production in protected environments. The study was carried out at the farm El Plantel, located in the municipality of Tipitapa, between coordinates 12°06'24" north latitude and 86°04'06" west longitude, at a height of 96 meters above sea level (masl), with rainfall ranging from 800 to 1000 mm per year and soil with slightly acid clay loam characteristics. Two substrates and four disinfection methods were compared. The variables of root growth, fruit weight, length and equatorial diameter of fruits, number of fruits per plant, units forming colonies of fungi and bacteria and the incidence of diseases were evaluated. The results showed that, in the substrate composed of oil palm rachis, charred rice husk and compost, the highest number, average weight, equatorial diameter of fruits and length of roots was presented by Serenade® 1.34 SC. The highest volume of roots and fruit length was presented by *Trichoderma* sp the highest bacterial population (72 CFU/g⁻¹ of soil) and highest fungal population (43 CFU/g⁻¹ of soil) in this substrate was presented by the agricultural lime disinfection method plus water. In the substrate composed of oil palm rachis, sand and soil, the highest number of fruits, dry weight, volume and length of roots was observed in Carbendazim® 50 SC, the highest weight, length and equatorial diameter of fruits were obtained by the *Trichoderma* sp this disinfection method, in this substrate also obtained the largest bacterial population with 33 CFU/g⁻¹ of soil; the largest population of fungi was obtained by the agricultural lime plus water with 45 CFU/g⁻¹ of soil. The substrate composed of oil palm rachis, charred rice husk and compost with the *Bacillus subtilis* disinfection method obtained more fruit weight. Both substrates presented the same number of fruits per plant, volume of roots, length of fruits and equatorial diameter.

Keywords: Microflora, pathogens, CFU, protected agriculture

I. INTRODUCCIÓN

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.), tiene su origen en los Andes, desde Colombia hasta el norte de Chile. Posiblemente desde donde fue trasladado hasta el sur de México y América Central para su domesticación (Escalona, V., Alvarado, P., Monardes, H., Urbina, C., & Martín, A, 2009).

En el año 2017 la mayor producción de tomate se concentró en cuatro países: China (21 %), India (16%), Nigeria (12%) y Turquía (3.8%). Existen 4 millones de hectáreas de superficie sembradas con el cultivo, lo que representa una producción de 182.3 millones de toneladas (FAO, 2017).

El tomate es de las hortalizas con más importancia en el mundo, se clasifica como el segundo vegetal más importante y es únicamente superado por la papa (*Solanum tuberosum*) (INTA, 2012). La mayor producción de tomate en Nicaragua se concentra en los departamentos de Matagalpa, Jinotega, y en menos escala en las zonas de Estelí, Malacatoya, Tisma y Nandaime (MAGFOR, 2012).

En el desarrollo de una agricultura moderna y competitiva, es necesario proteger los cultivos, lo que se convierte en una necesidad, ya que los consumidores demandan productos de excelente calidad, sin daños por agentes o factores climáticos, plagas o enfermedades. A su vez, los agricultores requieren aumentar su producción para cumplir con las exigencias de los mercados, esto implica el uso de tecnologías que se encuentran dentro del concepto de agricultura protegida (Santos *et al.*, 2010).

El cultivo en ambientes protegidos requiere de ciertas condiciones y medios para llevarse a cabo. Uno de los principales factores que determinan el éxito es el sustrato o medio de crecimiento (Cabrera, 1995; Howard, 1993; Morel *et al.*, 2000). Según Ocampo *et al.* (2005) los sustratos son la base para incrementar la producción a través del uso de diversas composiciones esperando con ello reducir costos.

Aunque la siembra directa en el suelo es una de las prácticas agrícolas más comunes, se sabe que el éxito de una siembra de esta manera depende de la calidad del suelo. Calidad de suelo fue definida por Gregorich *et al.*, (1994), como la capacidad de un suelo para un uso

específico. El concepto de calidad del suelo se puso en práctica como la capacidad que tiene para realizar funciones de interés determinadas; en este caso en el marco de la producción agrícola. Una buena calidad de suelo equivale a mantener una alta productividad sin ocasionar degradación significativa en el suelo o medio ambiente.

La presencia de suelos improductivos por sobreexplotación, heterogeneidad, así como por carecer de características físicas y químicas apropiadas para la agricultura, ha llevado a desarrollar las técnicas de cultivo de plantas en bolsas o contenedores por medio de sustratos (Bardales, 2016).

Un buen sustrato debe de cumplir con características físicas como son: porosidad, capacidad de retención de agua y de aire, la densidad aparente y la densidad de partículas (Pastor, 2000). Por lo cual se debe diseñar un sustrato que aumente su contenido de agua, aire y que permita un buen anclaje (Cruz *et al.*, 2013).

En Nicaragua, se ha observado que después de algún tiempo de utilizar la tecnología de casa malla, se presentan numerosos problemas fitosanitarios que afectan dramáticamente los rendimientos y la duración de los ciclos de cultivos, todo esto indica que la principal causa está asociado al tipo de sustrato utilizado por los productores.

Por tanto este trabajo está orientado a generar información acerca del comportamiento fenológico y morfológico del cultivo de tomate en dos sustratos y cuatro métodos de tratamiento de suelo, de modo que se propicie un buen desarrollo radicular de la planta de tomate, todo esto con el fin de poner a disposición de los pequeños productores tecnologías, que contribuyan a un mejor rendimiento del cultivo de tomate en sistemas de agricultura protegida y que sean de fácil implementación, bajos costos y que no contaminen el medio ambiente ni perjudiquen la salud humana, pero sobre todo que sean adoptadas y que puedan tener alta rentabilidad para los productores.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

- ✓ Contribuir al mejoramiento de la productividad del cultivo de tomate en ambientes protegidos mediante el uso de sustratos mejorados y tipos de tratamientos alternativos

2.2 Objetivos específicos

- ✓ Determinar el efecto de tipos de sustrato y métodos alternativos de tratamiento al sustrato sobre variables de crecimiento y rendimiento en el cultivo de tomate en ambiente protegido
- ✓ Determinar el efecto de tipos de sustrato y métodos alternativos de tratamiento al sustrato sobre la microflora e incidencia de enfermedades foliares en el cultivo de tomate en ambiente protegido
- ✓ Valorar el potencial del uso de raquis de palma africana para la elaboración de sustratos usados en la producción hortícola en ambientes protegidos

III. MARCO DE REFERENCIA

El tomate *Solanum lycopersicum* L., es una planta que pertenece a la familia de las solanáceas. El origen de esta hortaliza se localiza en la región Andina, extendiéndose desde Chile hasta Colombia (Insumos, DANE, 2014). En Nicaragua se cultiva desde los años 1940's, iniciándose en el municipio de Tisma, departamento de Masaya; posteriormente fue distribuido al resto del país (Rayo, 2001).

El tomate en Nicaragua ocupa uno de los primeros lugares en consumo y comercialización entre las hortalizas; los rendimientos varían en un rango de 12 a 18 t ha⁻¹, cultivándose anualmente de 2000 a 2500 ha⁻¹ (Jiménez, *et al.*, 2010). Sin embargo, para poder satisfacer la demanda nacional Nicaragua importa de Costa Rica el 28% del total que consume (SIIM, 2010). El rendimiento promedio de tomate obtenido en casa malla es entre 5 y 8 kg/planta, superando tres veces el que se obtiene a libre exposición, que está entre 1,5 y 2 kg/planta (Jaramillo *et al.*, 2006).

Debido a la demanda que presenta el rubro es necesario producir durante todo el año y mejorar las prácticas de manejo, para lo cual se han desarrollado diferentes técnicas como la protección en condiciones climáticas adversas, dentro de este contexto esta la protección de los cultivos bajo plástico (polietileno), ya sea con túneles altos o invernaderos, es importante mencionar que esto genera cambios en las condiciones ambientales de luz, temperatura y humedad relativa (Lamont, 2005), y como consecuencia, deberían afectarse aspectos productivos y fisiológicos en la planta (Li, Chen y Li, 2012).

Existen razones para hacer uso de ambientes protegidos en la producción de hortalizas una de ellas es la resistencia de plagas a los diferentes plaguicidas y debido a eso se han disminuido los rendimientos por áreas cultivadas. Carrillo *et al.* (2003) mencionan que la producción de tomate a campo abierto resulta cada vez más difícil, debido a condiciones ambientales adversas y a la incidencia de plagas y enfermedades que afectan la productividad de este cultivo.

Los sistemas de cultivos protegidos son una alternativa de bajo costo, ya que emplean estructuras, materiales y equipo para producir hortalizas en climas adversos y facilitan,

además, el control de plagas y enfermedades. Este tipo de agricultura promueve la creación de un ambiente que favorece el crecimiento de las plantas y permite controlar al máximo factores de producción como la fertilización, la luz, CO₂, temperatura y humedad relativa (Ramírez-Vargas, C., & Nienhuis, J. 2012). Con este tipo de sistemas, se puede utilizar más eficientemente el agua mediante el almacenamiento de agua de lluvia recolectada por las canaletas del invernadero. Esta podrá ser utilizada para riego o fertiriego (Ramírez-Vargas, C., & Nienhuis, J. 2012).

La tecnología de producción de tomate en ambiente controlado abre amplios horizontes para la economía de los horticultores. Dentro de las ventajas que ofrece el uso de casa malla se tienen las siguientes: disminución de hasta el 25% del agua requerida para el cultivo, menor tiempo a inicio de cosecha, rendimientos que superan hasta en 300% más a los que se obtienen en condiciones de campo abierto y finalmente la obtención de alta calidad de las cosechas (Cook y Económicos, 2007).

La producción en ambiente controlado permite incrementar el rendimiento, calidad de frutos y genera mayor beneficio económico (Sagüil, 2013). Se puede obtener cosechas fuera de época, mejorar la calidad de la cosecha, preservar la estructura del suelo, sembrar materiales seleccionados, aumentar considerablemente la producción, ahorrar en los costos de producción y disminuir la utilización de plaguicidas (Jaramillo, *et al.*, 2007).

Para poder obtener lo que, mencionan (Sagüil, 2013 y Jaramillo, *et al.*, 2007) es necesario hacer uso de un buen sustrato, definido este como todo material sólido distinto del suelo, de síntesis natural 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. El sustrato puede intervenir o no en el complejo proceso de la nutrición mineral de la planta. Debe ser fino, aireado libre de enfermedades y de semillas de malezas (Muñoz, 2003).

La selección de un sustrato depende de: conveniencia para el cultivo a producir, disponibilidad y reproducibilidad del sustrato, viabilidad económica, facilidad de manejo y requerimientos técnicos.

Un buen sustrato debe de cumplir con los siguientes aspectos: partículas no inferior a 0.5 mm y no superior a 7 mm, que retengan una buena cantidad de humedad y no se descompongan o se degraden con facilidad, que tengan coloraciones oscuras, que no contengan microorganismos perjudiciales a las plantas, sea abundante y fácil de conseguir, transportar y manejar, accesible y disponible a bajo costo, fácil de mezclar y desinfectar, y que tenga resistencia a cambios extremos físicos, químicos y ambientales (Canovas, 1993).

A pesar de que la agricultura protegida ayuda a controlar varios factores del ambiente, resulta difícil evitar la incidencia de patógenos y la contaminación del suelo dentro de las instalaciones (Chávez, 2008). Los patógenos del suelo son un problema difícil de erradicar, lo que ha hecho que algunos productores opten por cambiar de la producción en suelo hacia la hidroponía o cultivo sin suelo (Howard, 1993).

La utilización de microorganismos en el control biológico de enfermedades de las plantas constituye una alternativa eficiente y ecológica que contribuye al desarrollo de una agricultura sostenible, ya que disminuye el uso de productos químicos. Entre los agentes de control biológico más estudiados se encuentran los microorganismos pertenecientes a los géneros *Streptomyces* sp, *Pseudomonas* sp, *Agrobacterium* sp, *Trichoderma* sp y *Bacillus* sp (Whipps, 2001).

Las especies del género *Bacillus* spp poseen características especiales que los hacen buenos candidatos como agentes de control biológico. Su utilización en el control de las enfermedades de plantas es de gran interés, debido a la capacidad que presentan estas bacterias para producir sustancias con capacidad antibacteriana y antifúngica, impidiendo el establecimiento de patógenos vegetales. Entre las especies más utilizadas con este propósito se encuentran *B. subtilis*, *B. cereus*, *B. pumillas* y *B. polymyxa*. El rápido crecimiento que muestra *B. subtilis* en cultivo líquido, la formación de endosporas resistentes al calor y la desecación, así como la producción de metabolitos secundarios son características que permiten considerar a este microorganismo como potencial agente de control biológico (Shoda, 2000).

El género *Trichoderma* spp es uno de los antagonistas más utilizados para el control de enfermedades causadas por patógenos del suelo como *Phytophthora* sp, *Pythium* sp,

Rhizoctonia sp, *Sclerotium* sp y *Fusarium* sp. Su acción como antagonista se da por parasitismo, producción de metabolitos antifúngicos, competencia por nutrientes y espacio, producción de enzimas hidrolíticas que causan cambios estructurales a nivel celular (Resh, H. M, 1995).

Estudios realizados por Gómez y Herrera (2014) mostraron que de 12 cultivares evaluados, “AVTO1004 y AVTO1023” mostraron mejores rendimientos en las condiciones de Tisma o campo abierto respecto al cultivar “Shanty”; en cambio en casa malla los cultivares Shanty, “CLN3125L, AVTO1032, AVTO1059, AVTO1058, AVTO1078 y AVTO1005” presentaron los mayores rendimientos. Así mismo, Olivas y Salgado (2013) en investigaciones en condiciones de casa malla, encontraron que el diámetro polar de los frutos de tomate varió entre 6.36 cm y 3.8 cm; el diámetro ecuatorial vario de 4.89 cm y 2.72 cm, los frutos por plantas oscilaron entre 55.8 y 17.1, el peso de los frutos vario entre 101.1 g y 58.1 g para el rendimiento los valores oscilaron entre 18.9 kg y 6 kg/parcela. De la misma manera, Andrades y Loaisiga (2015) encontraron que el número de frutos por planta osciló entre 17.1 y 17.97, el número de frutos comercializables por planta 15.37 y 16.96, diámetro polar (cm) 6.68 y 6.74, diámetro ecuatorial (cm) 4.50 y 4.64, peso de frutos por planta (g) 77.31 y 83.95 gramos y rendimiento en kg ha⁻¹ de 21,853.40 y 24,971.56 kg ha⁻¹

En Nicaragua también se han desarrollado investigaciones sobre agricultura protegida de pequeña escala como una alternativa de producción agrícola y seguridad alimentaria para la zona de Somoto, Nicaragua. Los resultados obtenidos demuestran que la agricultura protegida ayuda a mejorar la productividad agrícola de la zona y contribuye a la seguridad alimentaria de las familias (Rojas, *et al.*, 2015).

Estudios realizados en México, con tomate silvestre (*Lycopersicum esculentum* Mill var. cerasiforme Dunal), indican que el mejor sustrato fue la mezcla de arena, lombricomposta y estiércol con mayor producción de biomasa y un rendimiento de 14,716.87 kg ha⁻¹. Otro sustrato con buenos resultados fue el suelo con lombricomposta con un rendimiento de 11,984.62 kg ha⁻¹. El tratamiento de cultivo protegido con malla sombra en comparación con el cultivo sin cubierta, presentó mayor producción de biomasa por planta, número de racimos florales por planta y rendimiento de fruto (García, 2011).

Ortega-Martínez, *et al.* (2010), en una evaluación de los sustratos aserrín de pino, composta de estiércol de ovino, tierra agrícola y tezontle rojo; en el crecimiento y rendimiento del tomate, utilizando el genotipo “Sun 7705”, encontró que la mayor altura de planta, grosor de tallo, peso de fruto y rendimiento la presentó el sustrato compuesto por aserrín y composta, mientras que mayor número de flores lo obtuvo el sustrato constituido por aserrín.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Ubicación del área del estudio

El estudio se realizó en la finca El Plantel-Tipitapa, en el departamento de Managua propiedad de la Universidad Nacional Agraria (UNA), en el periodo comprendido de agosto a noviembre del 2018 ubicada en el km 30 de la carretera Tipitapa-Masaya. Las coordenadas correspondientes 12°07'15" latitud norte y 86°05'18" longitud oeste, a una altitud de 96 metros sobre el nivel del mar (msnm), con precipitaciones que van desde los 800 hasta 1000 mm anuales y suelo con características franco arcilloso ligeramente ácido (INETER, 2018).

En la zona donde se localiza la finca El plantel, se presenta una estación lluviosa que va desde mayo a noviembre y un periodo seco desde julio a agosto (periodo conocido como canícula). La temperatura anual promedio de la zona es de 26°C, la velocidad media del viento oscila entre 2.1 y 7.1 m/s (INETER, 2018).

4.2 Diseño metodológico

El estudio se llevó a cabo bajo condiciones de casa malla, construida en estructura sencilla, con malla antivirus de 50 mesh, con dimensiones de 8.4 m de ancho por 24 m de largo y con una única puerta de entrada. Además, con el fin de reducir el impacto de la intensidad del sol sobre las plantas, se utilizó malla color negro con 40 % de sombra (malla sarán®).

Las plantas se establecieron en bolsas de polietileno de 36x28 centímetros con capacidad de 20 litros equivalente a 7,718 gramos. El experimento fue de tipo bifactorial (Tipo de sustrato con tipos de tratamientos alternativos), evaluando dos tipos de sustrato y cuatro tipos de tratamientos de sustrato, establecido de acuerdo con un diseño completamente al azar (DCA). En un arreglo de parcelas divididas (Cuadro 1, Anexo 10).

Cada tratamiento estaba constituido por tres surcos de cuatro metros de longitud, y un metro entre surco con 10 plantas por surco, la distancia entre plantas fue de 30 cm para un total de 30 plantas por tratamiento y 240 plantas en todo el ensayo. La unidad de muestreo consistió en plantas individuales (se muestreaban dos estaciones y tres plantas por estación), en las que se evaluaron las variables correspondientes (Anexo 19).

Cuadro 1. Composición de sustratos y tipos de tratamiento

Sustrato	Composición del sustrato	Tipos de tratamiento
Sustrato 1	Raquis de palma africana + cascarilla de arroz + compost	<i>Trichoderma</i> sp Serenade® 1.34 SC (<i>Bacillus subtilis</i>) Agua + cal agrícola (CaCo3) Carbendazim® 50 SC
Sustrato 2	Raquis de palma africana + arena + tierra	<i>Trichoderma</i> sp Serenade® 1.34 SC (<i>Bacillus subtilis</i>) Agua + cal agrícola (CaCo3) Carbendazim® 50 SC

Para la elaboración de los sustratos, los componentes fueron usados en proporción 40:30:30. El raquis de palma usado en la elaboración de los sustratos fue molido, la cascarilla de arroz fue carbonizada (kuntan), el compost fue producido en la Universidad Nacional Agraria, se utilizó arena de construcción y la tierra fue tomada de la finca el plantel.

4.3 Descripción de los tipos de tratamiento

Los tratamientos consistieron en cuatro tipos de productos, los que fueron aplicados de acuerdo con el siguiente detalle:

Trichoderma sp: El producto utilizado fue conidios contenidos en sustrato de arroz (no formulado) compuesto con la cepa de *Trichoderma* sp T0501H, con una concentración de 1×10^{12} conidios en 300 g de arroz. La dosis utilizada fue de 1.5 g por litro de agua, aplicando en drench un equivalente de 200 cc por planta. En el primer mes se aplicó *Trichoderma* sp cada ocho días, en el segundo mes cada diez días y en el tercer mes cada 15 días.

Serenade® 1.34 SC (*Bacillus subtilis*): se utilizó la cepa QST713 formulado como concentrado soluble con una concentración de 1×10^9 unidades formadoras de colonia por g^{-1} 1,34%, la dosis utilizada fue de 3.5 cc por litro de agua. Se aplicó en drench 200 cc por planta. En el primer mes se aplicó *Bacillus subtilis* cada ocho días, en el segundo mes cada diez días y para el tercer mes cada 15 días.

Agua hirviendo más Cal agrícola (CaCO₃): la dosis utilizada fue de 45.4 g de cal por litro de agua. Se aplicó al drench 200 cc por planta. En el primer mes se aplicó cal agrícola más agua cada ocho días, en el segundo mes cada diez días y para el tercer mes cada 15 días. La aplicación de agua hirviendo más cal agrícola se realizó previo al establecimiento del ensayo, para cuando ya estaba establecido el experimento la aplicación se realizaba con agua a temperatura ambiente.

Carbendazim[®] 50 SC: Este producto fue utilizado como testigo relativo. Se utilizó en dosis de 3 cc por litro de agua. Se aplicaron 200 cc de la mezcla por planta, aplicado en drench, en el primer mes se aplicó Carbendazim[®] 50 SC cada ocho días, en el segundo mes cada diez días y para el tercer mes cada 15 días.

Para todos los tratamientos se utilizó Proroot[®] a razón de 0.5 g por litro de agua, la aplicación se realizó drench. En el primer mes se aplicó Proroot[®] cada ocho días, en el segundo mes cada 10 días y para el tercer mes cada 15 días. Los reguladores del crecimiento, tales como las auxinas y etileno han sido utilizados para aumentar el porcentaje de enraizamiento al acelerar la iniciación radical, así como incrementar el número y calidad de las raíces (Hartmann y Kester, 1992).

4.4 Establecimiento del experimento

Se utilizó la variedad de tomate Pony (crecimiento determinado). Se estableció un semillero en arrietes o aéreo, utilizando bandejas de polietileno de 98 depósitos o alveolos, las cuales se rellenaron con sustrato Kekila[®], colocando dos semillas por alveolo y suministrando riego cada dos días.

El trasplante se realizó a los 25 días después del establecimiento del semillero, cuando las plantas tenían entre 15-17 cm de altura y seis hojas verdaderas. La siembra se hizo en bolsas de polietileno negro, tipo vivero con capacidad de 20 l, a las que se les colocó el sustrato de acuerdo con el experimento, luego se colocaron en hileras y se realizó un riego ligero para crear condiciones favorables a las plantas trasplantadas. En la superficie del suelo, en el área donde se colocarían las plantas trasplantadas en las bolsas, se colocó plástico mulch para el control de las malezas.

Se suministró riego por goteo diariamente, aplicando un riego por la mañana y otro por la tarde con el propósito de mantener humedad óptima, es decir, que el sustrato esté en capacidad de campo que favorezca el crecimiento de las plántulas y evitar resequedad del sustrato.

Se realizó fertilización foliar y edáfica, la primera aplicación foliar se realizó cuando la planta tenía ocho hojas verdaderas y se fertilizó dos veces por semana, con productos a base de boro, calcio, magnesio, zinc, manganeso y potasio. Para la fertilización al sustrato se utilizó la fórmula 18-46-0 en combinación con sulfato de amonio una semana antes del trasplante a razón de nueve gramos por bolsa. Luego se fertilizó cada 15 días, alternando las fórmulas 18-46-0 y sulfato de amonio-15-15-15 a razón de nueve gramos por planta.

El tutoreo se estableció a los 25 días después de la siembra, el tipo de tutoreo utilizado fue del tipo sencillo (una sola estaca), este se realizó con el fin de proveer soporte a la planta a medida que avanza en su crecimiento.

El manejo de plagas se realizó con base a monitoreo, los que se hacían semanalmente. No fue necesario aplicar insecticidas para el manejo de insectos plagas ya que en ningún momento se presentaron altas poblaciones. Para el manejo de enfermedades foliares se aplicó Agri-micin[®]100 a base de sulfato de estreptomicina 12% y oxitetraciclina 8%, en dosis de 0.6 g por litro de agua, se realizaron también aplicaciones de Phytos[®] 26.6 SC que es a base de sulfato de cobre pentahidratado en dosis de tres cc por litro de agua. Todas estas aplicaciones fueron realizadas sobre el follaje de la planta.

Se realizaron dos cosechas a los 88 y 96 días después de la siembra cuando los frutos presentaron al menos 30 % de maduración. Los frutos cosechados fueron colocados en sacos que contenían etiquetas con el nombre del tratamiento. Posteriormente se trasladaron al laboratorio para hacer las mediciones de las variables correspondientes.

Se realizó muestreo desde la etapa de plántula hasta la etapa de producción, realizándolo semanalmente durante el primer mes después del trasplante, durante el segundo mes el muestreo se realizó cada 10 días y a partir del tercer mes los muestreos fueron cada 15 días..

Se realizaba el muestreo en dos estaciones por tratamiento y tres plantas por estación es decir seis plantas por tratamiento. Se muestreaban un total de 48 plantas en todo el ensayo

4.5 Variables evaluadas

Promedio de frutos por planta: Se contaron los frutos cosechados y los que quedaron en la planta de cada uno de los tratamientos, solamente se cortaron los frutos que presentaban madurez comercial (30% maduración), que no presentaran daños por gusano del fruto y ningún síntoma de deficiencia. Se contabilizaron los frutos en los dos cortes que se realizaron a los 88 y 96 días después de la siembra.

Promedio de peso de frutos: se realizaron dos cortes (colectas) de frutos, a los 88 y 96 días después del trasplante y se pesaron en balanza digital, el dato fue expresado en gramos y de manera individual para cada uno de los tratamientos.

Crecimiento de raíz: Para la medición de esta variable se utilizó un muestreo destructivo, que consistió en extraer las plantas del sustrato para posteriormente separar la raíz del resto de la planta. La medición se realizó a los 96 días después del trasplante, mediante el peso seco, largo y volumen de raíces. La medición del peso seco se realizó utilizando una balanza digital de 1g de precisión pero antes de la medición las muestras fueron secadas en horno a 65°C, durante 72 horas.

El largo de raíz fue medido en los mismos momentos, utilizando una cinta métrica. El crecimiento de raíces también fue medido de forma indirecta, utilizando un método volumétrico. En un recipiente graduado con capacidad de 2,500 mililitros el cual contenía agua se sumergió la raíz y se midió el volumen que ocupaba la raíz. Es decir, el volumen de agua desplazado en el recipiente era igual al volumen de la raíz expresado en cm^3 . (Terán, L. V. 2014).

Longitud y diámetro ecuatorial de frutos: se realizó en dos fechas de corte, con ayuda de un vernier Modelo Effegi escala 0 a 12 cm, la medida se expresó en cm. La longitud se midió desde donde comienza el pedúnculo hasta el ápice del fruto. El diámetro ecuatorial se midió en la parte media del fruto.

4.6 Microflora de sustratos

Se realizó mediante el protocolo de dilución en serie (Hoben y Somasegaran, 1982) el cual consiste en llevar una muestra (suelo), a una concentración deseada mediante diluciones consecutivas de tal manera que se facilite el conteo de unidades formadoras de colonias bacterianas y fúngicas en este caso en particular.

Para la determinación de unidades formadoras de colonias bacterianas se utilizaron las diluciones 10^{-4} y 10^{-5} , esto se hizo por cuadruplicado; el medio de cultivo utilizado fue el medio general Agar Nutritivo (AN), y se sembró 100 μ l de las diluciones en cada plato Petri, posteriormente fueron incubadas a $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ de 24 a 48 horas, una vez transcurrió el tiempo se procedió a realizar el conteo de las unidades formadoras de colonias (Gutiérrez, G., Guevara, T. V., Herrera, S., & López, A. 2012). Para la identificación a nivel de género se realizaron pruebas de KOH (Hidróxido de potasio), oxidasa y catalasa.

Las unidades formadoras de colonias de hongos se determinaron utilizando el medio de cultivo Papa Dextrosa Agar (PDA), y se sembró 200 μ l de las diluciones 10^{-3} y 10^{-4} y se hizo por cuadruplicado, posteriormente se incubaron a $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ durante siete días, transcurrido el tiempo se procedió a realizar el conteo de unidades formadoras de colonias. Se hizo uso de un microscopio óptico para realizar la identificación microscópica de los hongos y de la clave Barnett, H. L., & Hunter, B. B. (1998).

La medición de esta variable se realizó en tres momentos: previo al establecimiento del ensayo, durante el ensayo (45 días después de la siembra) y al final del ensayo (96 días después de la siembra). Se tomaron muestras de cada uno de los tratamientos equivalente a un kilogramo de sustrato, para su posterior análisis de laboratorio, este se realizó en el laboratorio de microbiología vegetal.

4.7 Incidencia de enfermedades

En la cuantificación de enfermedades se utilizó el método de observación visual. El muestreo se realizó en las mismas plantas que se evaluaron las variables de crecimiento y con la misma frecuencia. Al encontrar evidencia de algún síntoma, se colectaba una muestra de tejido con el fin de realizar diagnóstico de laboratorio y confirmar el diagnóstico de campo.

Esta variable se midió utilizando la fórmula de incidencia propuesta por James (1974):

$$\text{Incidencia} = \frac{\text{número de plantas afectadas}}{\text{número total de plantas evaluadas}} \times 100$$

Para medir el ABCPE (área bajo la curva del progreso de la enfermedad), se utilizó la ecuación de (Shaner y Finney, 1977).

$$ABCPE = \sum_{i=1}^{n-1} \left[\frac{y_i + y_{i+1}}{2} \right] (t_{i+1} - t_i)$$

Donde, n es el número de observaciones, y_i es la evaluación de la enfermedad i-ésima observación y_{i+1} es la evaluación en la i+1-ésima observación (segunda, Tercera, etc.) y t es el tiempo (inicial y posterior).

Diagnóstico de enfermedades: En la preparación de las muestras en el laboratorio, se lavó el tejido y posteriormente se realizaban cortes de aproximadamente dos mm, incluyendo tejido sano y enfermo en el mismo corte, luego se desinfectaban con alcohol histológico al 90 % durante dos minutos, para eliminar cualquier microorganismo contaminante y posteriormente se eliminaba el resto de alcohol con agua destilada estéril y finalmente se dejaba secar por dos horas antes de la siembra (Gutierrez, G., Guevara, T. V., Herrera, S., & Lopez, A. 2012).

Se utilizaron los medios de cultivo Agar Nutritivo (AN) y Papa Dextrosa Agar (PDA). Se colocaban cinco cortes de tejido para cada plato de petri conteniendo medio de cultivo y se realizaba por cuadruplicado para cada medio de cultivo. El tiempo de incubación para Agar Nutritivo era de 24-48 horas y para Papa Dextrosa Agar de siete días. Cuando se cumplía el tiempo se realizaban las lecturas correspondientes. Para la identificación precisa de los microorganismos se hizo uso de un microscopio óptico y claves de identificación por Barnett, H. L., & Hunter, B. B. (1998). Para la identificación de géneros de bacterias se realizaban pruebas de KOH (Hidróxido de potasio), oxidasa y catalasa.

4.8 Composición química de los sustratos

Para la medición de esta variable se tomaron muestras de los dos sustratos antes de su uso a nivel de campo y se enviaron al laboratorio de suelos y agua (LABSA) de la Universidad Nacional Agraria (UNA).

4.9 Análisis de datos

Todos los datos fueron organizados en una base de datos utilizando el software Microsoft Excel versión. 2013.

Las variables promedio de frutos por planta, peso promedio de frutos fueron analizados mediante un análisis de varianza (ANDEVA) factorial y separación de medias a través de Tukey ($\alpha = 0.05$). Con el software Infostat, versión estudiantil 2016.

Se realizó análisis descriptivo de las variables diámetro polar y longitud de fruto, composición fisicoquímica de sustrato, microflora de sustrato, incidencia de enfermedades y crecimiento de raíz fueron analizadas descriptivamente y expresadas en gráficas.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El efecto del tipo de sustrato y el método de tratamiento sobre las variables de crecimiento, variables de rendimiento y las variables fitosanitarias fue diverso; de manera general se observó que los diferentes métodos de tratamiento aplicados a los dos sustratos usados en el experimento resultaron significativos en las variables número de frutos por planta y peso de frutos. En el caso de la variable incidencia de enfermedades se observó un comportamiento variado pudiendo notarse que la presencia de microorganismos fue mayor al final del ciclo del cultivo cuando alcanzó los 48 días después de la siembra y que la mayor microflora en los sustratos utilizados se presentó en la mitad del ciclo del cultivo.

5.1 Promedio de frutos por planta

En el sustrato compuesto por raquis de palma africana, cascarilla de arroz carbonizada y compost el mayor promedio de frutos por planta se registró en tratamiento Serenade® 1.34 SC (*Bacillus subtilis*) y el menor en el tratamiento cal agrícola más agua.

El análisis de varianza indica que la interacción entre sustratos y método de tratamiento resultó significativa ($p=0.007$), indicando que el efecto que tuvo el sustrato sobre el número de frutos es dependiente del método de tratamiento utilizado; por lo que a pesar de que el efecto principal de los métodos de tratamiento resultó significativo, la interpretación se orientó en el efecto que tuvo la interacción sobre la variable. Al comparar los métodos de tratamiento en cada sustrato, se encontró diferencias significativas entre métodos de tratamiento en el sustrato compuesto por raquis de palma africana, cascarilla de arroz carbonizada y compost (Anexo 1).

En este sustrato, el tratamiento con Serenade® 1.34 SC (*B. subtilis*), fue significativamente superior a los otros métodos de tratamiento ($p=0.021$). Este tratamiento presentó el mayor promedio de frutos por planta con 14. Los tratamientos cal agrícola más agua y *Trichoderma* sp obtuvieron resultados similares con 11 frutos por planta y el tratamiento Carbendazim® 50 SC fue el que obtuvo el menor promedio de frutos por planta (Cuadro 2, Anexo 2).

La diferencia en promedio de frutos por planta se puede deber a que el sustrato compuesto

por raquis de palma africana, cascarilla de arroz carbonizada y compost tiene mayor capacidad de retención de agua y mayor contenido de materia orgánica según análisis químico realizado, por lo tanto, la disponibilidad de estos puede influenciar el número de frutos que la planta puede producir. Al compararlo con el sustrato compuesto por raquis de palma africana, arena y tierra, ya que este al contener arena acelera la pérdida de agua por infiltración, reduciendo su disponibilidad para la planta.

En el sustrato compuesto por raquis de palma africana, arena y tierra el tratamiento con Carbendazim® 50 SC, obtuvo mayor promedio de frutos por planta, y el tratamiento cal agrícola más agua obtuvo el menor promedio de frutos por planta (Cuadro2).

Santiago, J., & Borrego, F. (1998), mencionan que “el número de frutos que produce una planta está determinado por el número de flores que son fecundadas y alcanzan a desarrollarse en fruto” (p.60). Quintana *et al.* (1983) expresan que el número de frutos por planta aumentan la fracción de fotoasimilados asignados a los frutos.

Cuadro 2. Efecto de dos tipos de sustratos y cuatro tipos de tratamiento, sobre el promedio de frutos por planta.

Tratamiento	Raquis de palma + cascarilla de arroz +compost	Raquis de palma + arena + tierra
	Promedio de frutos por planta	
Serenade® 1.34 SC (<i>Bacillus subtilis</i>)	14 a	12 ab
Cal agrícola(CaCO ₃)+agua	11 ab	7 b
<i>Trichoderma</i> sp	11 ab	11 ab
Carbendazim® 50 SC	9 b	14 a

Promedios seguidos con la misma letra entre columnas no son estadísticamente diferentes, según Tukey (0.05).

5.2 Promedio de peso de fruto

El mayor promedio de peso de frutos en el sustrato compuesto por raquis de palma africana, cascarilla de arroz carbonizada y compost lo registró el tratamiento con Serenade® 1.34 SC (*B. subtilis*). En el sustrato compuesto por raquis de palma africana, arena y tierra el mayor promedio de peso de frutos lo registró el tratamiento *Trichoderma* sp.

El análisis de varianza indica que el promedio de peso de frutos de tomate es significativamente diferente entre los sustratos y entre los métodos de tratamiento; también refleja que la interacción de los sustratos con los tratamientos es significativa ($p < 0.0001$), indicando que el peso promedio de los frutos obtenidos en un determinado sustrato depende del método de tratamiento aplicado a los sustratos, es decir, que el efecto de los métodos de tratamiento sobre el peso de los frutos no es independiente del tipo de sustrato. Debido a este resultado, se procedió a comparar el efecto de los métodos de tratamiento sobre el promedio de peso de frutos en cada sustrato (Anexo 4).

En el sustrato compuesto por raquis de palma africana, cascarilla de arroz carbonizada y compost, el análisis de varianza indica que existen diferencias significativas en el promedio de peso de los frutos entre los métodos de tratamiento aplicados al sustrato. Con el tratamiento *Bacillus subtilis* se obtuvo un promedio de peso de frutos significativamente superior ($p < 0.0001$), con un promedio de peso de frutos de 328 g, los métodos de tratamiento *Trichoderma* sp y cal agrícola más agua resultaron estadísticamente similares con pesos de 259 y 202 g por fruto. El menor promedio de peso de fruto lo obtuvo el tratamiento Carbendazim[®] 50 SC (Cuadro 3, Anexo 5).

En el sustrato compuesto por raquis de palma africana, arena y tierra el promedio de peso de fruto fue menor que en el sustrato compuesto por raquis de palma africana, cascarilla de arroz carbonizada y compost. En este sustrato el mayor promedio de peso de fruto se registró en el método de tratamiento *Trichoderma* sp y el menor promedio de peso de fruto se registró en el método de tratamiento cal agrícola más agua (Cuadro 3).

El análisis de varianza muestra que existen diferencias significativas entre los métodos de tratamiento en el sustrato compuesto por raquis de palma africana, arena y tierra ($p < 0.0001$). Para este sustrato se encontró que el método de tratamiento *Trichoderma* sp fue significativamente superior ($p = 0.0037$), al resto con un promedio de 228 g por fruto, seguido por los métodos de tratamiento Carbendazim[®] 50 SC y Serenade[®] 1.34 SC con 175 y 177 g por planta (Anexo 6). El tratamiento a base de cal agrícola más agua fue donde se encontró el menor promedio de peso de fruto alcanzando 143 g (Cuadro 3, Anexo 6).

Cuadro 3. Efecto de dos tipos de sustratos y cuatro tipos de tratamiento, sobre el promedio de peso de frutos por planta.

Tratamiento	Raquis de palma + cascarilla de arroz +compost	Raquis de palma + arena + tierra
	Promedio de peso de frutos (gramos)	
Serenade® 1.34 SC (<i>Bacillus subtilis</i>)	328 a	177 ab
<i>Trichoderma</i> sp	259 b	228 a
Cal agrícola(CaCO ₃)+agua	202 b	143 b
Carbendazim® 50 SC	122 c	175 ab

Promedios seguidos con la misma letra entre columnas no son estadísticamente diferentes, según Tukey (0.05).

El peso del fruto del tomate está determinado por la relación entre la potencia de la fuente y la potencia de la demanda durante el periodo de crecimiento del fruto (Santiago, J., & Borrego, F., 1998, p.60).

Huerres y Carballo (1998), reportan que “los tomates aptos para el aprovechamiento industrial, por lo general alcanzan pesos promedios no mayores a 150 g” (p.120). Por lo tanto, una parte de los frutos que obtienen pesos menores a 150 g podrían ser utilizados para consumo nacional y destinar a la exportación el resto de la producción que alcanza pesos mayores o fuera de este rango.

El compost es un proceso biológico, que ocurre en condiciones aeróbicas, que aprovechan el nitrógeno (N) y el carbono (C) presentes para producir su propia biomasa (Román *et al.*, 2013). Se obtiene de la descomposición de residuos vegetales y otros ingredientes orgánicos. Los microorganismos como bacterias, hongos y lombrices descomponen los tejidos de las plantas muertas (FONCODES, 2014). Estos son factores que contribuyen a la ganancia de peso en frutos.

5.3 Peso seco de raíces

Se logró observar que el peso seco de raíces osciló entre 15.1 y 16.2 g en los sustratos compuestos por raquis de palma africana, cascarilla de arroz carbonizada, compost, arena y tierra.

En el sustrato compuesto por raquis de palma africana, cascarilla de arroz carbonizada y compost el mayor peso seco de raíces se obtuvo con el tratamiento cal agrícola más agua con 15.1 g y el menor peso seco de raíces lo registró el tratamiento con *Bacillus subtilis* con 9.6 g. En el sustrato constituido por raquis de palma africana, arena y tierra el mayor peso seco de raíces lo presentó el tratamiento Carbendazim® 50 SC con 16.2 g, el menor peso seco de raíces lo presentó el tratamiento *Bacillus subtilis* con 9.8 g (Figura 1).

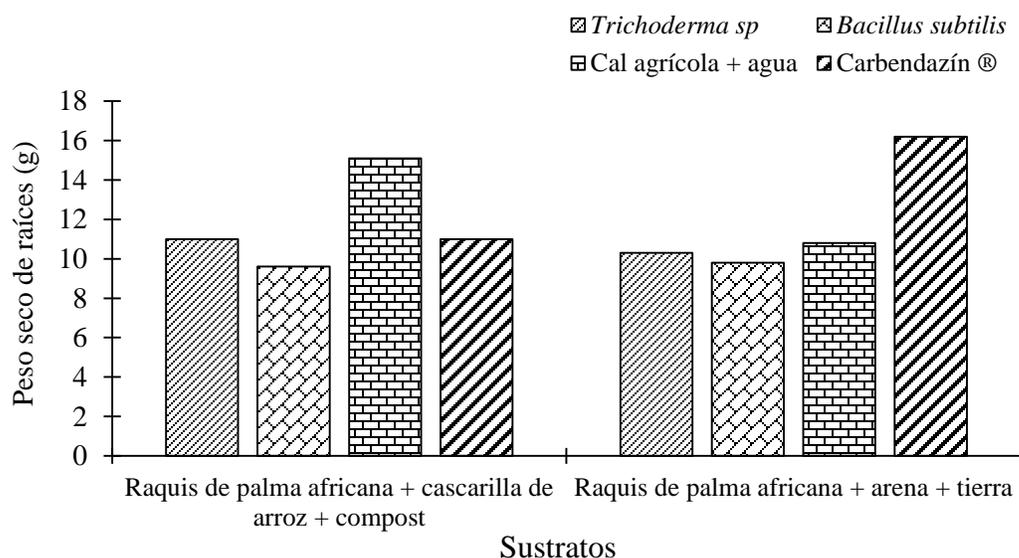


Figura 1. Peso seco de raíces en sustratos compuestos por raquis de palma africana, cascarilla de arroz carbonizada, compost, arena y tierra.

La aplicación de cal agrícola más agua en el sustrato compuesto por raquis de palma africana, cascarilla de arroz carbonizada y compost contribuye al aumento de peso seco de raíces. En el caso del sustrato compuesto por raquis de palma africana, arena y tierra el uso de Carbendazim® 50 SC favorece el aumento de peso seco en raíces de tomate.

5.4 Volumen de raíces

El volumen de raíces alcanzado en los diferentes sustratos y métodos de tratamiento aplicados osciló entre 50 y 60 cm³. De manera general el sustrato compuesto por raquis de palma africana, cascarilla de arroz carbonizada y compost obtuvo mayor volumen de raíces.

El mayor volumen de raíces para el sustrato compuesto por raquis de palma africana, cascarilla de arroz carbonizada y compost lo registraron los tratamientos *Trichoderma* sp y cal agrícola más agua con 60 cm³, el menor volumen de raíces para este sustrato lo presentó el tratamiento *Bacillus subtilis* con 40 cm³. En el sustrato compuesto por raquis de palma africana, arena y tierra el mayor volumen de raíces lo presentó el tratamiento Carbendazim[®] 50 SC con 60 cm³ y el menor volumen lo registró el método de tratamiento *Bacillus subtilis* con 30 cm³ (Figura 2).

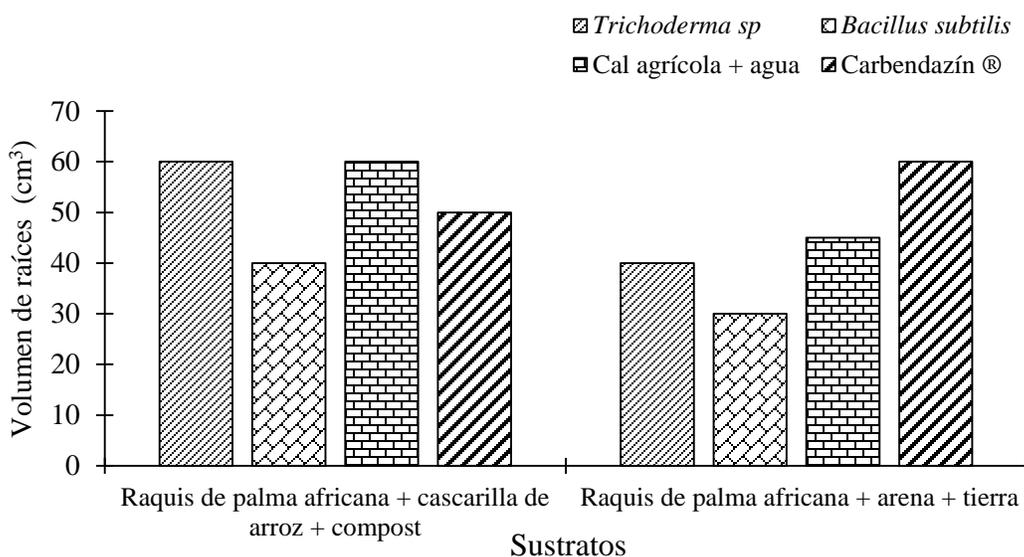


Figura 2. Volumen de raíces en sustratos compuestos por raquis de palma africana, cascarilla de arroz carbonizada, compost, arena y tierra.

El uso de *Trichoderma* sp en el sustrato compuesto por raquis de palma africana, cascarilla de arroz carbonizada y compost logró mayor producción y volumen de raíces en plantas de tomate. Para el caso del sustrato compuesto por raquis de palma africana, arena y tierra la aplicación del tratamiento Carbendazim[®] 50 SC contribuye al aumento en volumen de raíces.

La estructura y la porosidad del suelo ejercen influencia sobre el abastecimiento de agua y de aire a las raíces, la disponibilidad de los nutrientes, la penetración y desarrollo de las raíces, y el desarrollo de la microflora del suelo. Además, una estructura de buena calidad significa una buena calidad de espacio de poros, con buena continuidad y estabilidad de los poros y una buena distribución de su medida, incluyendo tanto macroporos como micro poros lo que favorece el aumento de volumen en las raíces (FAO, 2000)

5.5 Longitud de raíces

En esta variable se determinó que la longitud de raíces osciló entre los 46 y 53 cm para los sustratos compuestos por raquis de palma africana, cascarilla de arroz carbonizada, compost, arena y tierra en los diferentes métodos de tratamiento.

La mayor longitud de raíces en el sustrato compuesto por raquis de palma africana, cascarilla de arroz carbonizada y compost la obtuvo el tratamiento *Bacillus subtilis* con 46 cm y la menor longitud de raíces la registró el tratamiento *Trichoderma* sp con 37 cm esto pudo haber estado condicionado por el espacio de crecimiento que tenía disponible el cultivo ya que le permitió crecer en volumen pero no en longitud ya que el espacio de la bolsa es finito. Para el sustrato compuesto por raquis de palma africana, arena y tierra la mayor longitud de raíces se presentó en el tratamiento Carbendazim® 50 SC con 53 cm, la menor longitud de raíces se registró en el tratamiento cal agrícola más agua con 35 cm. (Figura 3).

Trichoderma sp además de tener efecto antagónico sobre microorganismos patógenos también es capaz de producir ácido indol acético que estimula la producción de pelos radiculares absorbentes y esa es una posible razón a la que se le atribuye el aumento en volumen de las raíces.

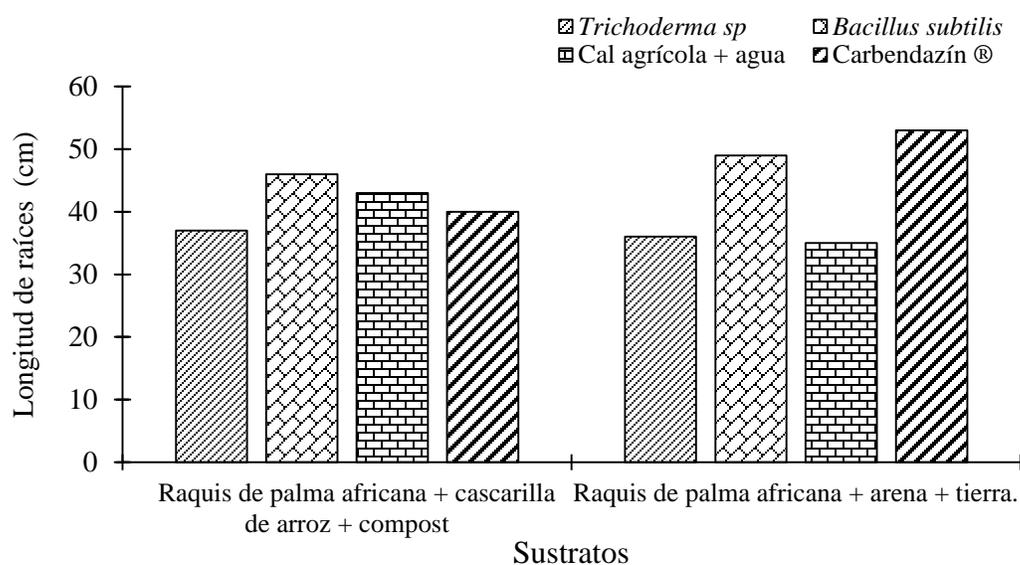


Figura 3. Longitud de raíces en sustratos compuestos por raquis de palma africana, cascarilla de arroz carbonizada, compost, arena y tierra.

La combinación de los tratamientos Carbendazim[®] 50 SC y *Bacillus subtilis* con el sustrato compuesto por raquis de palma africana, arena y tierra logró la mayor longitud de raíces por lo tanto eso se traduce en una mayor capacidad de absorción de nutrientes en la planta.

“Una menor longitud de raíces por unidad de volumen de suelo o una menor densidad radicular requieren que la tasa de absorción de agua y nutrientes se mantengan más elevadas de lo normal a fin de satisfacer las demandas” (Bennie, A. 1991, p.222). El aumento en longitud de raíces para el tratamiento con *Bacillus subtilis* en el sustrato compuesto por raquis de palma africana, cascarilla de arroz y compost se puede deber a la cantidad de poros, aireación y humedad, mas no es atribuible a alguna característica del tratamiento (*Bacillus subtilis*) utilizado.

5.6 Longitud de fruto

Según análisis realizado la longitud de fruto se encontró entre 7.5 a 8.1 cm en los sustratos compuestos por raquis de palma africana, cascarilla de arroz carbonizada, compost, arena, tierra y los diferentes tratamientos. De manera general el sustrato compuesto por raquis de palma africana, arena y tierra obtuvo mayor longitud de frutos.

En el sustrato compuesto por raquis de palma africana, más arena y tierra la mayor longitud de fruto fue de 8.1 cm y se obtuvo en el tratamiento con *Trichoderma* sp, seguido por el tratamiento cal agrícola más agua y la menor longitud de fruto la presentó el tratamiento con *Bacillus subtilis*. En el sustrato compuesto por raquis de palma africana, cascarilla de arroz carbonizada y compost el tratamiento *Trichoderma* presentó la mayor longitud de frutos con 8.0 cm seguido del tratamiento cal agrícola más agua, la menor longitud de frutos la presentó el tratamiento Carbendazim[®] 50 SC con 7.5 cm (Figura 4).

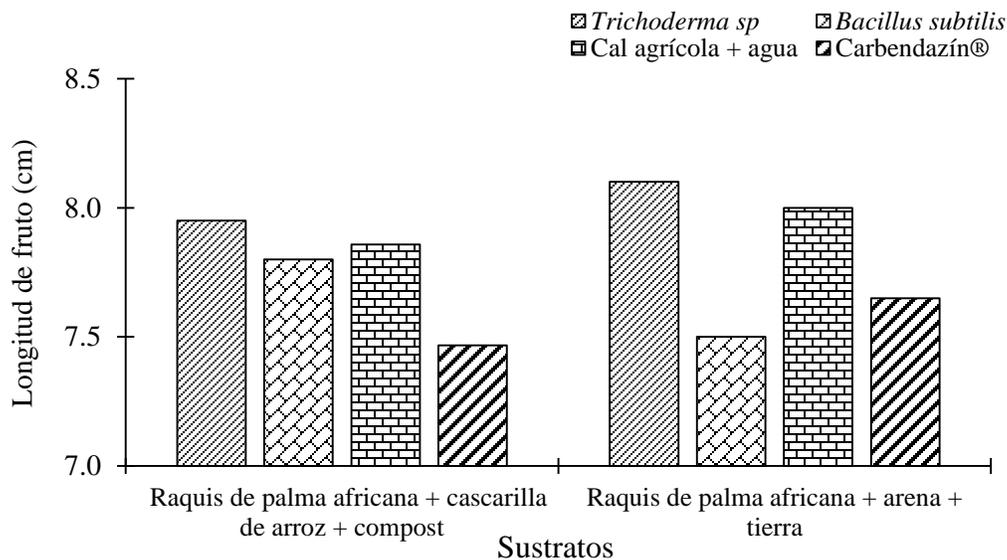


Figura 4. Longitud de frutos en sustratos compuestos por raquis de palma africana, cascarilla de arroz carbonizada, compost, arena y tierra.

Según Mayorga (2004), la longitud del fruto determina el tamaño y la forma de este. El tamaño del fruto es variable según el material genético y alcanza diámetros variables. Santiago & Borrego (1998, p.60), mencionan que “el tamaño del fruto está controlado por factores genéticos, adjudicado a cinco pares de genes.”

El crecimiento de los frutos es un aumento irreversible como consecuencia del incremento en masa y número de las células. Casierra Posada, F.; Cardozo, M.C.; Cárdenas Hernández, J.F. (2007). Gonzales y Laguna (2004), mencionan que los frutos pueden clasificarse como frutos grandes cuando alcanzan longitudes mayores a 8 cm, medianos de 8 a 5.7 cm y pequeños inferiores o iguales a 5.6 cm. De acuerdo con esta información se pueden clasificar los frutos obtenidos como frutos grandes en el sustrato compuesto por raquis de palma africana, arena y tierra en presencia del método de tratamiento *Trichoderma sp* con 8.1 cm y los frutos se obtuvieron en el sustrato compuesto por raquis de palma africana. Cascarilla de arroz carbonizada y compost en presencia del método de tratamiento Carbendazim® 50 SC con 7.5 cm. *Trichoderma sp* favorece el desarrollo radicular lo que permite que la planta tenga capacidad de absorber mayor cantidad de agua y nutrientes para contribuir al aumento en masa de los frutos de tomate.

5.7 Diámetro ecuatorial

El diámetro ecuatorial presentó valores entre 4.7 y 5.3 cm para los sustratos compuestos por raquis de palma africana, cascarilla de arroz carbonizada, compost, arena y tierra y los métodos de tratamiento de acuerdo con el análisis realizado.

En el sustrato raquis de palma africana, cascarilla de arroz carbonizada y compost el tratamiento *Bacillus subtilis* presentó el mayor diámetro ecuatorial con 5.2 cm, el menor diámetro ecuatorial lo obtuvo cal agrícola más agua con 4.7 cm, en el sustrato compuesto por raquis de palma africana, arena y tierra, el tratamiento *Trichoderma sp* presentó el mayor diámetro ecuatorial con 5.3 cm y el menor diámetro ecuatorial lo obtuvo el tratamiento Carbendazim® 50 SC con 4.7 cm (Figura 5).

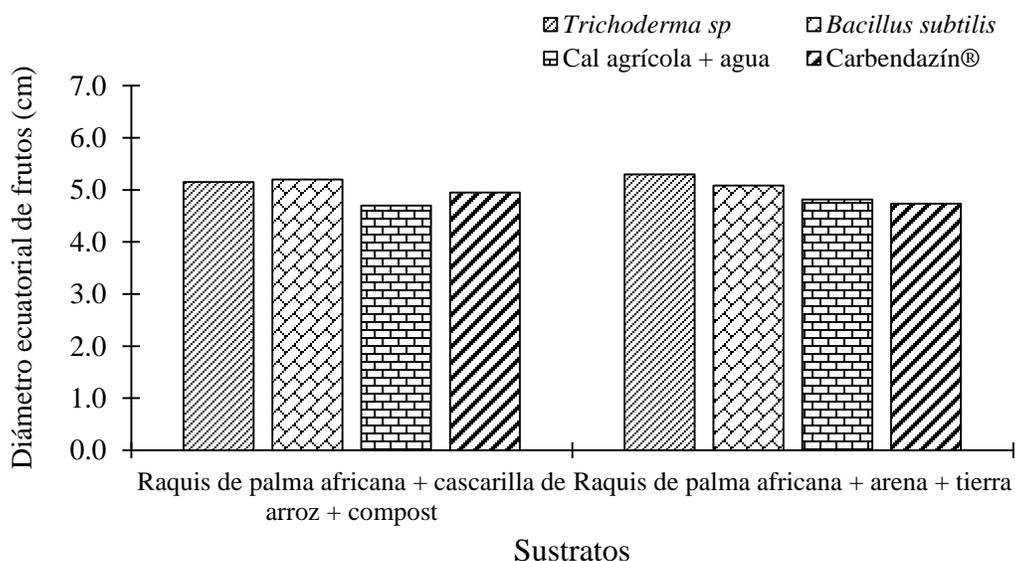


Figura 5. Diámetro ecuatorial de frutos en sustratos compuestos por raquis de palma africana, cascarilla de arroz carbonizada, compost, arena y tierra.

Estudio realizado por Gómez y Herrera (2014 p.55), en condiciones de casa malla para medir variable de diámetro ecuatorial mencionan que “este puede alcanzar rangos de 3.69 a 5,6 cm” datos que coinciden con los encontrados en esta investigación.

5.8 Microflora de sustratos

La microflora evaluada fue hongos y bacterias, los que fueron identificados a nivel de género. Se encontraron tres géneros de bacterias (*Bacillus* sp, *Pseudomonas* sp, *Sarcinas* sp) y seis de hongos (*Aspergillus* sp, *Penicillium* sp, *Verticillium* sp, *Rhizopus* sp, *Trichoderma* sp, *Fusarium* sp). Los tratamientos *Bacillus subtilis*, Carbendazim[®] 50 SC y cal agrícola más agua presentaron la mayor población de bacterias en los diferentes tiempos de muestreo. El tratamiento *Trichoderma* sp durante el desarrollo del cultivo presentó la menor población bacteriana. Esto se puede deber a la capacidad de colonización que tiene *Trichoderma* sp en el suelo o sustrato y por ende no permite que ocurran de manera abundante otros microorganismos.

Respecto a la población de hongos en los diferentes tiempos de muestreos se encontró que el tratamiento cal agrícola más agua presentó la mayor población de hongos. Los tratamientos *Trichoderma* sp y Carbendazim[®] 50 SC fueron los que presentaron la menor población.

5.8.1 Microflora bacteriana

En la evaluación previa al establecimiento del cultivo se encontró de manera general que los tratamientos *Bacillus subtilis* y Carbendazim[®] 50 SC presentaron el mayor número de unidades formadoras de colonias.

La mayor presencia de bacterias a los ocho días previos al establecimiento del cultivo en el sustrato compuesto por raquis de palma africana, cascarilla de arroz carbonizada y compost se presentó en el tratamiento *Bacillus subtilis* con 31 UFC/g⁻¹ de suelo, seguido del tratamiento *Trichoderma* sp con 17 UFC/g⁻¹ de suelo, el menor número de UFC/g⁻¹ de suelo se presentó en el tratamiento cal agrícola más agua con 13 UFC/g⁻¹ de suelo. En el sustrato compuesto por raquis de palma africana, arena y tierra los tratamientos *Bacillus subtilis* y Carbendazim[®] 50 SC presentaron 17 UFC/g⁻¹ de suelo, seguido de cal agrícola más agua con 16 UFC/g⁻¹ de suelo. El menor número de UFC/g⁻¹ de suelo lo presentó el tratamiento *Trichoderma* sp con 13 UFC/g⁻¹ de suelo (Figura 6, Anexo 11).

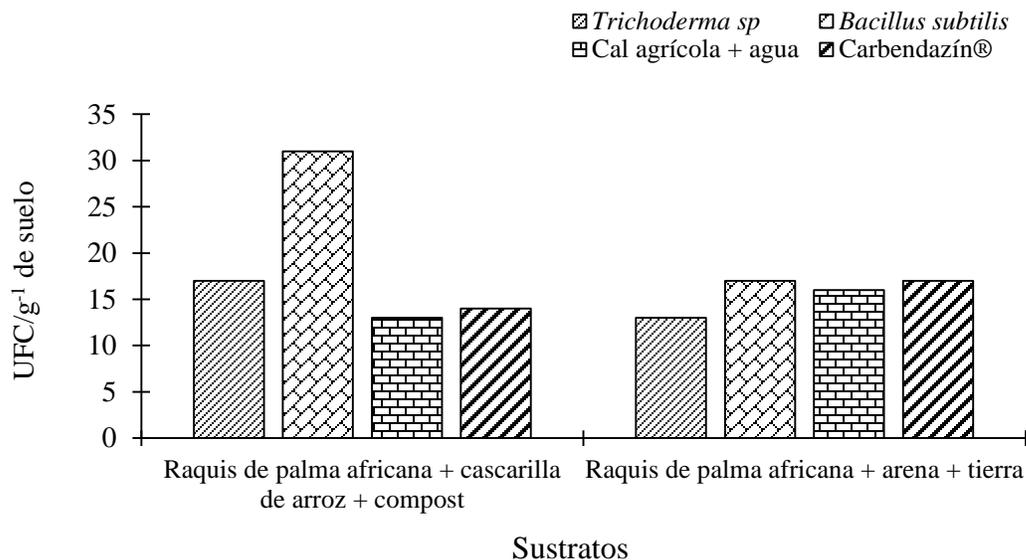


Figura 6. Población bacteriana a los ocho días antes de la siembra en dos tipos de sustratos y cuatro tipos de tratamiento.

Es importante mencionar que en este punto las poblaciones de hongos y bacterias encontradas son independientes de los tratamientos aplicados ya que la evaluación se realizó antes de aplicar los tratamientos en estudio. Los tratamientos aplicados tienen efecto a partir de la evaluación realizada a los 45 días después de la siembra.

Este resultado muestra que los tratamientos cal agrícola más agua y *Trichoderma sp* fueron los que lograron la menor cantidad de UFC/g⁻¹ de suelo esto indica que son tratamientos adecuados para manejar bajos niveles de UFC/g⁻¹ de suelo siempre y cuando estas bacterias fueran fitopatógenas.

A los 45 días después del establecimiento del cultivo se realizó análisis de microflora bacteriana en ese momento y de manera general se encontró que los tratamientos *Trichoderma sp* y Carbendazim[®] 50 SC presentaron el mayor número de unidades formadoras de colonias. El aumento en unidades formadoras de colonia para *Trichoderma sp* se debe a su capacidad para colonizar suelos y sustratos.

La mayor población de bacterias a los 45 días después del establecimiento del cultivo en el sustrato compuesto por raquis de palma africana, cascarilla de arroz carbonizada y compost se presentó en el tratamiento Carbendazim[®] 50 SC con 53 UFC/g⁻¹ de suelo seguido del

tratamiento *Trichoderma* sp con 33 UFC/g⁻¹ de suelo. El menor número de UFC/g⁻¹ de suelo se presentó en el tratamiento cal agrícola más agua con 13 UFC/g⁻¹ de suelo. En el sustrato compuesto por raquis de palma africana, arena y tierra el tratamiento *Trichoderma* sp presentó el mayor número de UFC/g⁻¹ de suelo con 33 UFC/g⁻¹ de suelo, seguido de Carbendazim[®] 50 SC y *Bacillus subtilis* con 29 y 27 UFC/g⁻¹ de suelo. El menor número de UFC/g de suelo lo presentó el tratamiento cal agrícola más agua con 24 UFC/g⁻¹ de suelo (Figura 7, Anexo 12).

El aumento en población de la microflora bacteriana para el sustrato compuesto por raquis de palma, arena y tierra se debe a que probablemente el tratamiento con *Trichoderma* sp y el tratamiento con Carbendazim[®] 50 SC no tiene efecto sobre los géneros de bacterias encontrados (*Bacillus* sp, *Pseudomonas* sp, *Sarcinas* sp). Y en el caso del tratamiento con cal agrícola más agua este contribuye al aumento de la microflora bacteriana al desfavorecer la presencia de hongos.

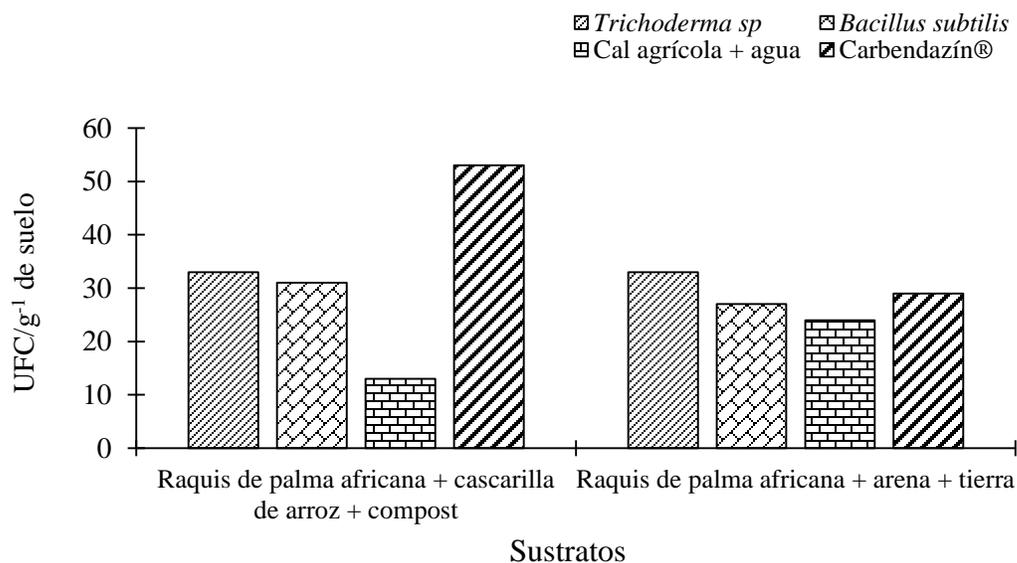


Figura 7. Población bacteriana a los 45 días después de la siembra en dos tipos de sustratos y cuatro tipos de tratamiento.

Este resultado muestra que los tratamientos cal agrícola más agua y *Bacillus subtilis* lograron mantener las UFC de bacterias /g⁻¹ de suelo en niveles bajos.

En el análisis de microflora bacteriana realizado a los 90 días después de la siembra se logró observar que de manera general los tratamientos cal agrícola más agua, y *Trichoderma sp* presentaron el mayor número de unidades formadoras de colonias.

La mayor población de bacterias a los 90 días después de la siembra en el sustrato compuesto por raquis de palma africana, cascarilla de arroz carbonizada y compost se presentó en el tratamiento cal agrícola más agua con 72 UFC/g⁻¹ de suelo seguido del tratamiento *Trichoderma sp* con 21 UFC/g⁻¹ de suelo, el menor número de UFC/g⁻¹ de suelo fue ocho y se presentó en el tratamiento Carbendazim[®] 50 SC. En el sustrato compuesto por raquis de palma africana, arena y tierra el tratamiento *Bacillus subtilis* presentó el mayor número de UFC/g⁻¹ de suelo con 15, seguido de *Trichoderma sp* y cal agrícola más agua con 14 y 12 UFC/g⁻¹ de suelo. El menor número de UFC/g⁻¹ de suelo lo presentó el tratamiento Carbendazim[®] 50 SC con seis UFC/g⁻¹ de suelo (Figura 8, Anexo 13).

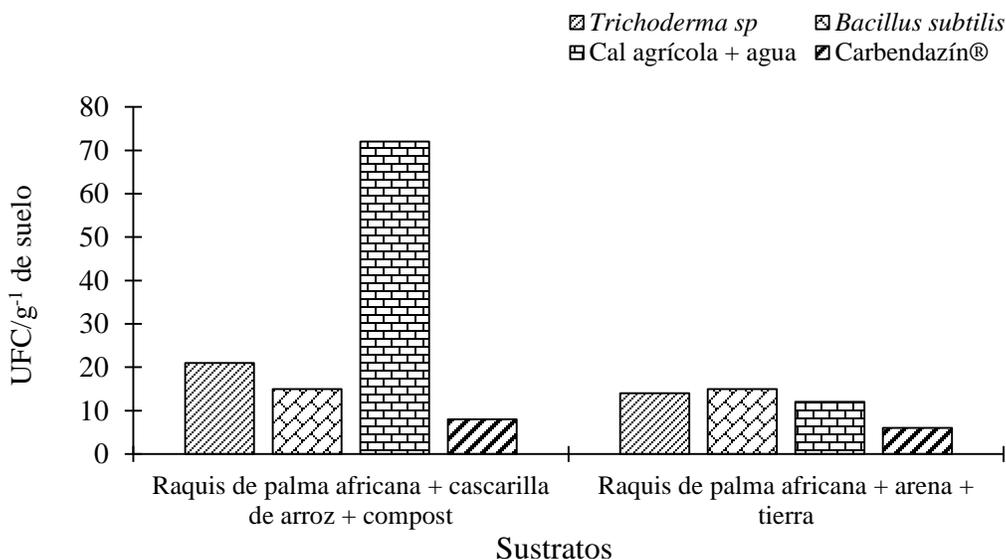


Figura 8. Población bacteriana a los 90 días después de la siembra en dos tipos de sustratos y cuatro tipos de tratamiento.

De acuerdo con este resultado el tratamiento Carbendazim[®] 50 SC fue el que logró la menor población bacteriana, de modo que si son bacterias fitopatógenas las presentes este método de tratamiento logró bajar la población de bacterias en los sustratos utilizados.

5.8.2 Microflora fúngica

En el análisis de microflora para hongos realizado a los ocho días antes de la siembra a sustratos compuestos por raquis de palma africana, cascarilla de arroz carbonizada, compost, arena y tierra, se encontró que los tratamiento cal agrícola más agua y Carbendazim® 50 SC presentaron el mayor número de unidades formadoras de colonias para hongos.

Para el sustrato compuesto por raquis de palma africana, cascarilla de arroz carbonizada y compost el mayor número de UFC/g⁻¹ de suelo para hongos lo presentó el tratamiento cal agrícola más agua con 30 UFC/g⁻¹ de suelo, seguido de *Bacillus subtilis* y *Trichoderma* sp con 18 y 16 UFC/g⁻¹ de suelo. El tratamiento Carbendazim® 50 SC presentó el menor número de UFC/g⁻¹ de suelo con 15 UFC/g⁻¹ de suelo. En el sustrato compuesto por raquis de palma africana, arena y tierra la mayor cantidad de UFC/g⁻¹ de suelo para hongos lo presentó el tratamiento cal agrícola más agua con 45 UFC/g⁻¹ de suelo, seguido de los tratamientos Carbendazim® 50 SC y *Bacillus subtilis* con 36 y 26 UFC/g⁻¹ de suelo. El tratamiento *Trichoderma* sp presentó el menor número de UFC/g⁻¹ de suelo con 16 (Figura 9, Anexo 14).

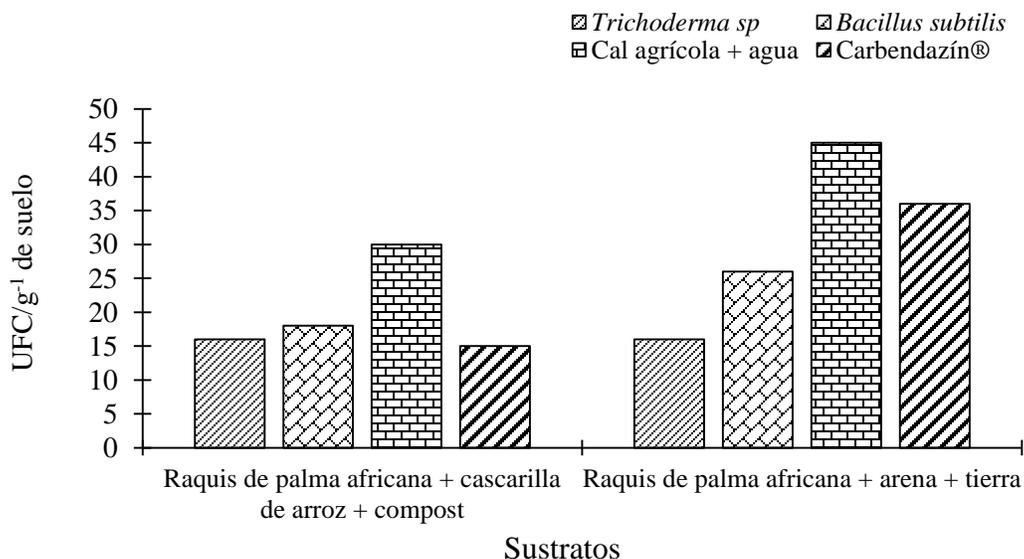


Figura 9. Población de hongos a los ocho días antes de la siembra en dos tipos de sustratos y cuatro tipos de tratamiento.

De acuerdo con este resultado los tratamientos *Trichoderma* sp y *Bacillus subtilis* presentaron la menor cantidad de UFC/g⁻¹ de suelo por lo tanto mantuvieron niveles bajos de poblaciones de hongos.

En el análisis de microflora de hongos realizado a los 45 días después de la siembra a sustratos compuestos por raquis de palma africana, cascarilla de arroz carbonizada, compost, arena y tierra, se encontró que los tratamientos *Bacillus subtilis* y *Trichoderma* sp presentaron el mayor número de unidades formadoras de colonias para hongos.

Para el sustrato compuesto por raquis de palma africana, cascarilla de arroz carbonizada y compost el mayor número de UFC/g⁻¹ de suelo para hongos lo presentó el tratamiento *Bacillus subtilis* con 24 UFC/g⁻¹ de suelo, seguido de Carbendazim[®] 50 SC y *Trichoderma* sp con 17 y 14 UFC/g⁻¹ de suelo. El tratamiento cal agrícola más agua presentó el menor número de UFC/g⁻¹ de suelo con cinco. En el sustrato compuesto por raquis de palma africana, arena y tierra la mayor cantidad de UFC/g⁻¹ de suelo para hongos lo presentó el tratamiento *Trichoderma* sp con 24 UFC/g⁻¹ de suelo, seguido de los tratamientos Carbendazim[®] 50 SC y cal agrícola más agua con 18 y 16 UFC/g⁻¹ de suelo. El tratamiento *Bacillus subtilis* presentó el menor número de UFC/g⁻¹ de suelo con siete (Figura 10, Anexo 15).

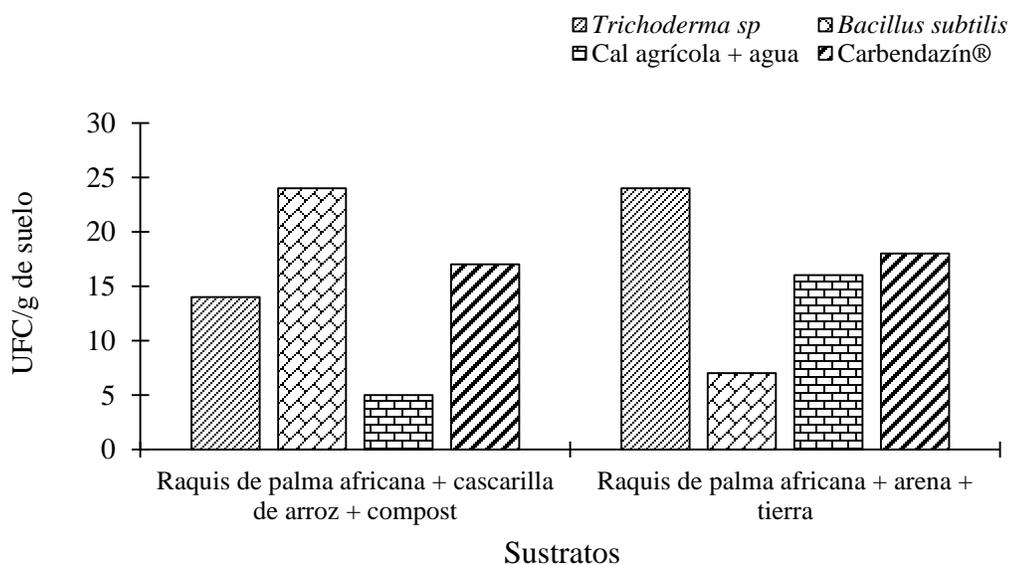


Figura 10. Población de hongos a los 45 días después de la siembra en dos tipos de sustratos y cuatro tipos de tratamiento.

De acuerdo con este resultado los tratamientos *Bacillus subtilis* y cal agrícola más agua presentaron la menor cantidad de unidades formadoras de colonias y lograron mantener en niveles bajos las poblaciones de hongos en los sustratos utilizados para la producción.

En el análisis de microflora de hongos realizado a los 90 días después de la siembra a sustratos compuestos por raquis de palma africana, cascarilla de arroz carbonizada, compost, arena y tierra, se encontró que los tratamientos cal agrícola más agua y *Trichoderma sp* presentaron el mayor número de unidades formadoras de colonias para hongos.

Para el sustrato compuesto por raquis de palma africana, cascarilla de arroz carbonizada y compost la mayor cantidad de UFC/g⁻¹ de suelo para hongos la presentó el tratamiento cal agrícola más agua con 43 UFC/g⁻¹ de suelo, seguido de Carbendazim[®] 50 SC con 16 UFC/g⁻¹ de suelo. El tratamiento *Trichoderma sp* presentó el menor número de UFC/g⁻¹ de suelo con 11. En el sustrato compuesto por raquis de palma africana, arena y tierra la mayor cantidad de UFC/g⁻¹ de suelo para hongos lo presentó el tratamiento *Trichoderma sp* con 17 UFC/g⁻¹ de suelo, seguido del tratamiento cal agrícola más agua con 14 UFC/g⁻¹ de suelo. El tratamiento Carbendazim[®] 50 SC presentó el menor número de UFC/g⁻¹ de suelo con cinco (Figura 11, Anexo 16).

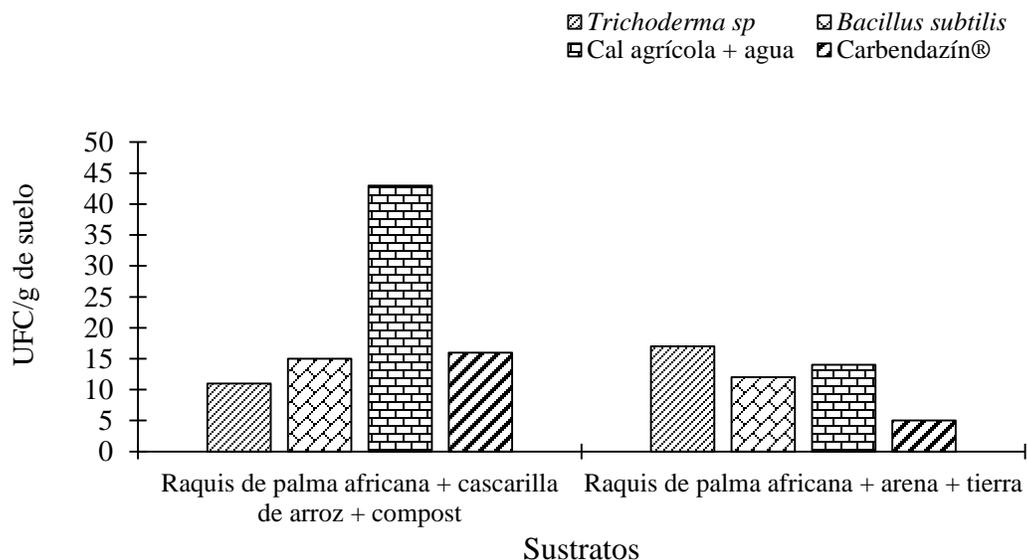


Figura 11. Población de hongos a los 90 días después de la siembra en dos tipos de sustratos y cuatro tipos de tratamiento.

De acuerdo con este resultado los tratamientos *Trichoderma sp* y Carbendazim[®] 50 SC presentaron la menor cantidad de unidades formadoras de colonias y lograron mantener en niveles bajos las poblaciones de hongos en los sustratos utilizados para la producción de tomate.

Peat-Moss que es un musgo perteneciente al género *Sphagnum* comparte algunas características con el raquis de palma africana usada para la elaboración de los sustratos usados en esta investigación por lo tanto se cree que el raquis de palma favorece un buen desarrollo de la planta en cuanto a engrosamiento de tallo, permite la retención de humedad en el sustrato y a la su vez favorece la microflora de los sustratos.

Una característica para destacar de los sustratos a base de compost es su capacidad supresora frente a las principales enfermedades fúngicas de origen edáfico de las plantas (Hoitink *et al.*, 1996).

En un estudio realizado por (Martínez, F., Castillo, S., Pérez, S., Palencia, P., Carmona, E., Ordovás, J., & Avilés, M. (2011) sobre sustratos a base de cascarilla de arroz y fibra de coco encontraron que los microorganismos cultivables que se cuantificaron a partir de los dos sustratos al inicio del cultivo, así como de la rizosfera y no rizosfera de la planta a los 2,5 meses de cultivo en el sustrato de fibra de coco fueron los siguientes: bacterias *Bacillus* sp., *Pseudomonas* sp, datos que coinciden con los encontrados en esta investigación ya que estos dos géneros de bacterias se reportan en los sustratos utilizados.

Existen determinados microorganismos antagonistas que incrementan su población en suelos supresivos, y contribuyen al efecto supresivo del suelo. Entre estos microorganismos se encuentran los géneros fúngicos *Trichoderma* sp, *Penicillium* sp y *Sporidesmium* sp y las bacterias de los géneros *Pseudomonas* sp, *Bacillus* sp y *Streptomyces* sp (Agrios, 1997). Los *Bacillus* sp. son conocidos como antagonistas de *Fusarium oxysporum*. Parte del carácter supresivo del compost a este fitopatógeno puede ser debido a este microorganismo (Borrero *et al.*, 2004).

5.9 Incidencia de enfermedades

La incidencia hace referencia al número de casos nuevos de una enfermedad que se desarrollan en una población de plantas durante un período de tiempo determinado. Hay dos tipos de medidas de incidencia: la incidencia acumulada y la tasa de incidencia, también denominada densidad de incidencia. (Moreno-Altamirano, A., López-Moreno, S., & Corcho-Berdugo, A. 2000).

5.9.1 Área bajo la curva de progreso de la incidencia de *Pseudomonas* sp

En el sustrato compuesto por raquis de palma africana, cascarilla de arroz carbonizada y compost, la menor área bajo la curva de progreso de la incidencia de *Pseudomonas* sp, expresada en %-días fue de 2,527.7 %-días y se registró en el tratamiento Carbendazim® 50 SC, utilizado como testigo relativo. En este tratamiento, la incidencia de la enfermedad se registró por primera vez a los 56 días después de la siembra y se mantuvo hasta el final del ciclo. En segundo lugar, resultaron los tratamientos *Trichoderma* sp y cal agrícola más agua. La mayor área bajo la curva de progreso de la incidencia de *Pseudomonas* sp se registró en el tratamiento *Bacillus subtilis* con 3,305.5 %-días (Figura 12).

En los tratamientos *Trichoderma* sp y cal agrícola más agua, la incidencia de la enfermedad se registró por primera vez a los 48 días después de la siembra.

De acuerdo con el resultado observado en el tratamiento Carbendazim® 50 SC, este logró retardar un poco la aparición de la enfermedad; lo que probablemente también pudo incidir en que en las parcelas tratadas con este producto la incidencia de la bacteria fue ligeramente menor a los demás tratamientos. Esto se puede deber a que Carbendazim 50® SC se transloca por los tejidos vasculares y existe la posibilidad que tenga efecto sobre *Pseudomonas* sp.

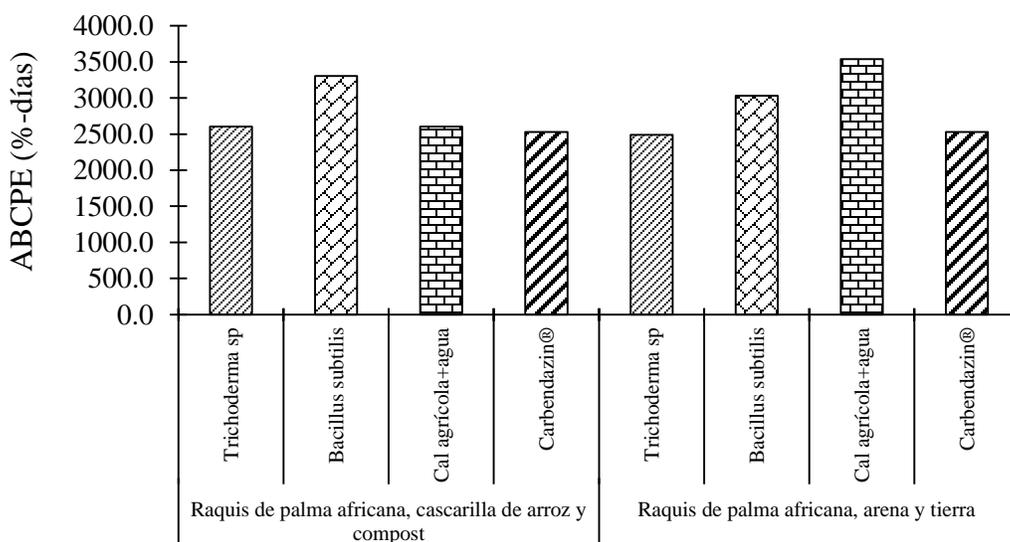


Figura 12. Área bajo la curva de progreso (%-días) de la incidencia de *Pseudomonas* sp en sustratos a base de raquis de palma africana, cascarilla de arroz carbonizada, compost, arena y tierra.

En el caso del sustrato compuesto por raquis de palma africana, arena y tierra la menor área bajo la curva del progreso de la incidencia expresada en %-días para *Pseudomonas* sp la obtuvo el tratamiento *Trichoderma* sp con 2,488.9 %-días en este tratamiento la incidencia de la enfermedad se presentó a partir de los 48 días después de la siembra. En segundo lugar el tratamiento que registró menor área bajo la curva de la incidencia fue Carbendazim® 50 SC con 2,527.8 %-días. La mayor área bajo la curva del progreso de la incidencia para *Pseudomonas* sp la obtuvo el tratamiento cal agrícola más agua con 3,538.9 %-días (Figura 12).

La incidencia de *Pseudomonas* sp para los tratamientos *Bacillus subtilis*, cal agrícola más agua y Carbendazim® 50 SC también se presentó a partir de los 48 días después de la siembra y se mantuvo hasta el final del cultivo. El tratamiento *Trichoderma* sp fue quien logró detener durante más tiempo la aparición de *Pseudomonas* sp.

Este resultado muestra que la aplicación de *Trichoderma* sp en suelos o sustratos que reporten la presencia de *Pseudomonas* sp disminuye la incidencia de esta, por otra parte, cal agrícola más agua como un tratamiento alternativo en sustratos o suelos no disminuye la incidencia de *Pseudomonas* sp.

5.9.2 Área bajo la curva del progreso de la incidencia de *Alternaria solani*

En el caso de *Alternaria solani* la menor área bajo la curva del progreso de la incidencia expresada en %-días en el sustrato compuesto por raquis de palma africana, cascarilla de arroz carbonizada y compost fue de 2,527.8 %-días y lo presentó el tratamiento con *Trichoderma* sp. Para este tratamiento la incidencia de la enfermedad se registró a partir de los 56 días después de la siembra. En segundo lugar, resultaron los tratamientos *Bacillus subtilis* y Carbendazim® 50 SC. Por otra parte, la mayor área bajo la curva del progreso de la incidencia de *Alternaria solani* se registró en el tratamiento cal agrícola más agua con 3,422.2 %-días (Figura 13).

La incidencia de *Alternaria solani* se mantuvo hasta el final del ciclo del cultivo. El tratamiento *Trichoderma* sp fue quien logró retardar la aparición de la enfermedad en comparación con el resto de los tratamientos.

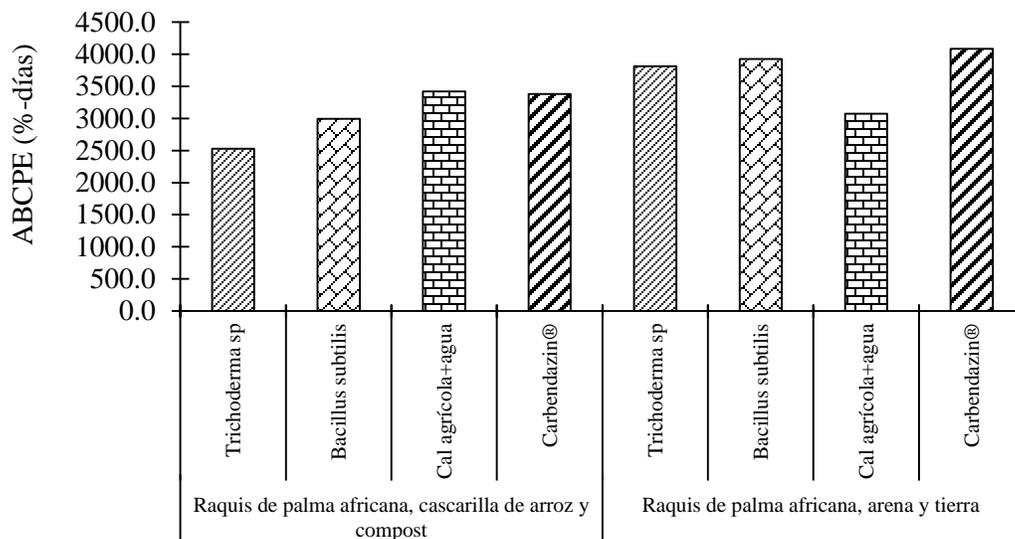


Figura 13. Área bajo la curva de progreso (%-días) de la incidencia de *Alternaria solani* en sustratos compuestos por raquis de palma africana, cascarilla de arroz carbonizada, compost, arena y tierra.

La menor área bajo la curva del progreso de la incidencia expresada en %-días reportada en el sustrato compuesto por raquis de palma africana, arena y tierra para *Alternaria solani* lo obtuvo el tratamiento cal agrícola más agua con 3,072.2 %-días. La incidencia de este patógeno en este tratamiento se presentó a partir de los 25 días después de la siembra. En segundo lugar, se encuentran *Trichoderma sp* y *Bacillus subtilis*. Para el sustrato compuesto por raquis de palma africana, cascarilla de arroz carbonizada y compost, la mayor área bajo la curva del progreso de la incidencia lo registró el tratamiento cal agrícola más agua con 3,422.2 %-días seguido de Carbendazim® 50 SC usado como testigo relativo con 3.383.3 %-días (Figura 13).

La incidencia de la enfermedad en los tratamientos *Trichoderma sp* se presentó a partir de los 41 días después de la siembra para *Bacillus subtilis* a partir de los 18 días después de la siembra y para Carbendazim® 50 SC a partir de los 25 días después de la siembra esta incidencia se mantuvo hasta el final del ciclo del cultivo. Cal agrícola más agua y *Trichoderma sp* fueron los tratamientos que lograron retardar durante más tiempo la aparición de *Alternaria solani* en ambos sustratos.

El resultado indica que cal agrícola más agua en suelos o sustratos que tengan presencia de *Alternaria solani* baja sus poblaciones ya que en este tratamiento se reportó la menor

incidencia de este patógeno, en cambio Carbendazim® 50 SC mostró los niveles más altos de incidencia.

5.9.3 Área bajo la curva del progreso de la incidencia de *Fusarium* sp

En el sustrato compuesto por raquis de palma africana, cascarilla de arroz carbonizada y compost la menor área bajo la curva del progreso de la incidencia expresada en %-días para *Fusarium* sp la presentó el tratamiento *Trichoderma* sp con 1,633.3 %-días. En este tratamiento la incidencia de la enfermedad se presentó a partir de los 56 días después de la siembra. En segundo lugar, resultaron los tratamientos Carbendazim® 50 SC y cal agrícola más agua. La mayor área bajo la curva del progreso de la incidencia la obtuvo el tratamiento *Bacillus subtilis* con 2,255.5 %-días (Figura 14).

Cabe mencionar que la incidencia de *Fusarium* sp para el tratamiento *Trichoderma* sp se presentó a partir de los 56 días después de la siembra, para el tratamiento *Bacillus subtilis* y Carbendazim® 50 SC a partir de los 41 días después de la siembra y para cal agrícola más agua a partir de los 25 días después de la siembra. Para todos los tratamientos la incidencia se mantuvo hasta los 80 días después de la siembra. El tratamiento *Trichoderma* sp fue quien presentó menor incidencia de *Fusarium* sp en ambos sustratos.

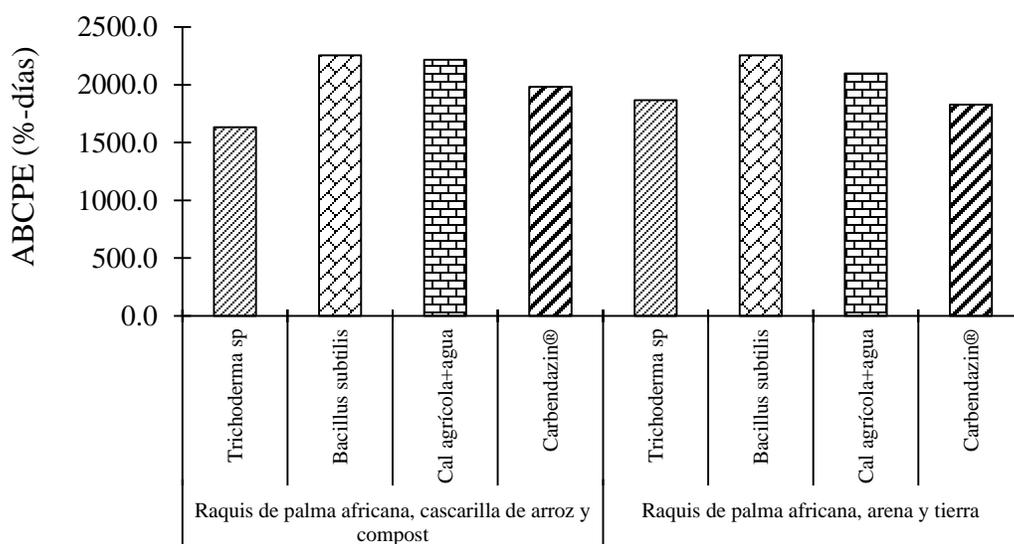


Figura 14. Área bajo la curva de progreso (%-días) de la incidencia de *Fusarium* sp en sustratos compuestos por raquis de palma africana, cascarilla de arroz carbonizada, compost, arena y tierra.

La aplicación de *Trichoderma* sp o Carbendazim® 50 SC tiene efecto positivo sobre poblaciones de *Fusarium* sp ya que logró mantener niveles de incidencia considerablemente bajos.

El tratamiento Carbendazim® 50 SC registró la menor área bajo la curva del progreso de la incidencia expresada en %-días para *Fusarium* sp en el sustrato compuesto por raquis de palma africana, arena y tierra con 1,827.8 %-días. La incidencia de *Fusarium* sp en este tratamiento se registró a partir de los 25 días después de la siembra. El segundo lugar la menor área bajo la curva del progreso de la incidencia la registran *Trichoderma* sp y cal agrícola más agua. La mayor área bajo la curva del progreso de la incidencia lo obtuvo el tratamiento *Bacillus subtilis* con 2,255.6 %-días (Figura 14).

La incidencia de *Fusarium* sp para los tratamientos *Trichoderma* sp se registró a partir de los 48 días después de la siembra, para *Bacillus subtilis* a partir de los 33 días después de la siembra y para cal agrícola más agua a partir de los 25 días después de la siembra.

Este resultado muestra que Carbendazim® 50 SC disminuye la incidencia de *Fusarium* sp en suelos o sustratos usados para la producción de tomate y que el tratamiento *Bacillus subtilis* tarda más tiempo para controlar *Fusarium* sp por lo tanto los niveles de incidencia son mayores.

Nelson (1991) reporta resultados satisfactorios de control biológico de fitopatógenos con especies del género *Trichoderma* sp. en un rango amplio de enfermedades del follaje, aun siendo éstas explosivas, debido a su gran capacidad de parasitar, competir por nutrientes o producir compuestos que resultan antagónicos para una gran variedad de hongos fitopatógenos de los géneros *Rhizoctonia* sp., *Fusarium* sp., *Pythium* sp., entre muchos otros.

Al colonizar, *Trichoderma* sp. logra competir por espacio y nutrientes la que se convierte en una manera de ejercer biocontrol al reducir o detener completamente el desarrollo del micelio del patógeno (Dennis y Webster, 1971).

5.9.4 Área bajo la curva de progreso de la incidencia de *Pseudocercospora* sp

El tratamiento con *Trichoderma* sp en el sustrato compuesto por raquis de palma africana, cascarilla de arroz carbonizada y compost registró el menor porcentaje de área bajo la curva del progreso de la incidencia para *Pseudocercospora* sp expresada en %-días con 1,322.2 %-días y su incidencia se presentó a partir de los 64 días después de la siembra. El segundo lugar lo ocupan los tratamientos *Bacillus subtilis* y Carbendazim® 50 SC. La mayor área bajo la curva del progreso de la incidencia la presentó el tratamiento cal agrícola más agua con 2,450 %-días (Figura 15).

La incidencia de *Pseudocercospora* sp en los tratamientos *Trichoderma* sp y Carbendazim® 50 SC se registró a partir de los 64 días después de la siembra, para los tratamientos *Bacillus subtilis* y cal agrícola más agua se registró a partir de los 48 días después de la siembra. *Trichoderma* sp fue el tratamiento que logró la menor incidencia de *Pseudocercospora* sp.

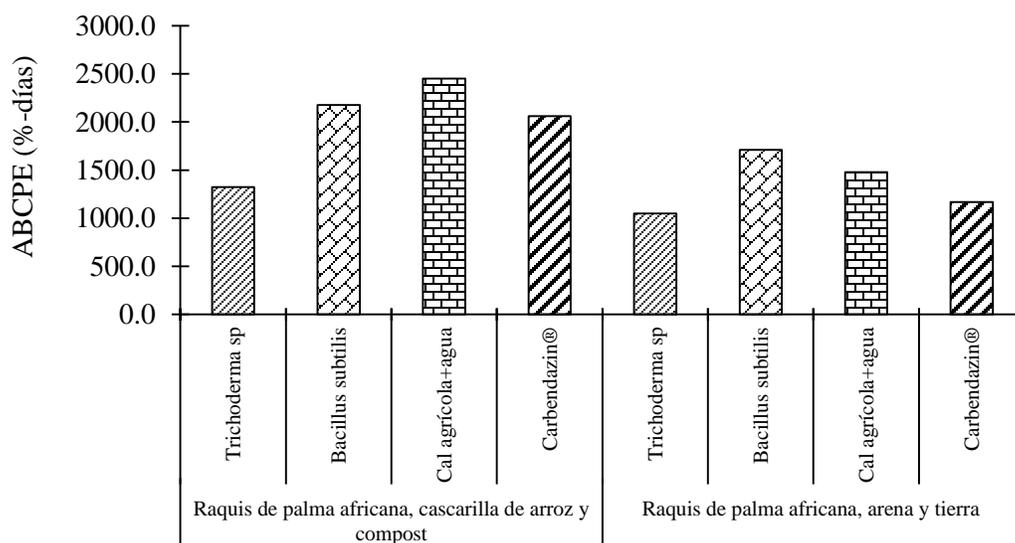


Figura 15. Área bajo la curva de progreso (%-días) de la incidencia de *Pseudocercospora* sp en sustratos compuestos por raquis de palma africana, cascarilla de arroz carbonizada, compost, arena y tierra.

En el sustrato compuesto por raquis de palma africana, arena y tierra el tratamiento que registró la menor área bajo la curva del progreso de la incidencia expresada en %-días para *Pseudocercospora* sp fue *Trichoderma* sp con 1,050.0 %-días. La incidencia en este tratamiento se registró a partir de los 48 días después de la siembra. La mayor área bajo la

curva del progreso de la incidencia para *Pseudocercospora* sp la registró el tratamiento *Bacillus subtilis* con 1,711.1 %-días (Figura 15).

Para los tratamientos *Bacillus subtilis*, cal agrícola más agua la incidencia de *Pseudocercospora* sp se registró a partir de los 48 días después de la siembra y se mantuvo hasta el final del ciclo del cultivo. El tratamiento *Trichoderma* sp logró la menor incidencia de *Pseudocercospora* sp al compararlo con el resto de los tratamientos.

El uso de *Trichoderma* sp. como agente de biocontrol representa una alternativa viable, dadas las características de ser eficaz contra patógenos foliares y del suelo en algunos cultivos. Asimismo, se requiere detectar la presencia y diversidad de cepas nativas, con el propósito de evaluarlas como agentes potenciales de control biológico (Papavizas, 1985).

5.9.5 Área bajo la curva de progreso de la incidencia de *Sclerotium rolfsii*

El sustrato compuesto por raquis de palma africana, cascarilla de arroz carbonizada y compost registró la menor incidencia de *Sclerotium rolfsii* expresada en %-días en el tratamiento con Carbendazim[®] 50 SC con cero % días. En segundo lugar, registraron menor incidencia los tratamientos *Trichoderma* sp y cal agrícola más agua con 38.9 porcentaje-días ambos. La incidencia de *Sclerotium rolfsii* para ambos tratamientos se presentó a partir de los 11 días después de la siembra. La mayor área bajo la curva del progreso de la incidencia la registró el tratamiento *Bacillus subtilis* con 77.8 %-días (Figura 16).

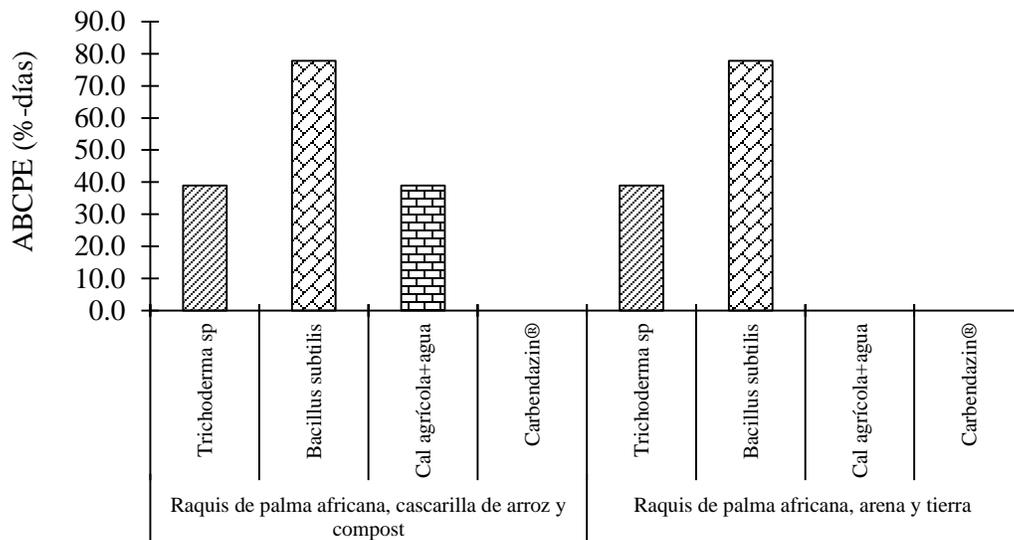


Figura 16. Área bajo la curva de progreso (%-días) de la incidencia de *Sclerotium rolfii* en sustratos compuestos por raquis de palma africana, cascarilla de arroz carbonizada, compost, arena y tierra.

El tratamiento Carbendazim® fue quien logró inhibir la aparición de *Sclerotium rolfii* durante el periodo crítico de susceptibilidad en las plantas.

El resultado muestra que el tratamiento con Carbendazim® en sustratos con presencia de *Sclerotium rolfii* disminuye la incidencia de este en cambio la aplicación de *Bacillus subtilis* no disminuye la incidencia. Esto se debe a las propiedades antagónicas de *Trichoderma* hacia hongos patógenos como *Sclerotium rolfii* este mecanismo se basa en la activación de múltiples mecanismos que incluyen la competencia por nutrientes y espacio, el mico parasitismo, la antibiosis, la promoción del crecimiento vegetal, e inducción de respuestas de defensa vegetal (de Aguiar et al., 2014; Vargas-Hoyos y Gilchrist-Ramelli, 2015)

En el sustrato compuesto por raquis de palma africana, arena y tierra la menor área bajo la curva del progreso de la incidencia para *Sclerotium rolfii* expresada en %-días la registraron los tratamientos cal agrícola más agua y Carbendazim® 50 SC con cero % días. En segundo lugar, la menor área bajo la curva del progreso de la incidencia la registra *Trichoderma* sp con 38.9 %-días. La mayor área bajo la curva del progreso de la incidencia para *Sclerotium rolfii* la registró *Bacillus subtilis* con 77.8 %-días (Figura 16).

La incidencia de *Sclerotium rolfsii* se presentó únicamente a los 11 días después de la siembra Para los tratamientos *Trichoderma* sp y *Bacillus subtilis*. El tratamiento cal agrícola más agua fue quien logró impedir la aparición de *Sclerotium rolfsii*.

La aplicación de cal agrícola más agua en suelos o sustratos con presencia de *Sclerotium rolfsii* mantiene niveles de incidencia bajos. La aplicación de *Bacillus subtilis* resulta no tener efecto similar.

Lockwood (1988). Resalta que algunas prácticas de manejo fitosanitario pueden ser muy eficaces para el control de enfermedades causadas por muchos fitopatógenos del suelo, que van desde *Pythium* sp, *Phytophthora* sp, *Fusarium* sp. y *Rhizoctonia solani*. Los microorganismos edáficos contribuyen a la actividad supresora de los suelos, mediante los cuatro mecanismos principales de control biológico: competencia, antibiosis, parasitismo/depredación, y resistencia sistémica inducida.

5.10 Propiedades químicas del sustrato raquis de palma africana, cascarilla de arroz carbonizada y compost

Según Quintana *et al.* (1983), un pH de 6.42 se considera ligeramente ácido, y el porcentaje de materia orgánica disponible en este sustrato es considera como alto, con el 20.94 %.

El sustrato raquis de palma africana, cascarilla de arroz carbonizada y compost, presenta un contenido de macronutrientes con los siguientes valores Nt de 1.08 % lo cual quiere decir que tenemos 10.8 kg de N total por cada 100 kg de sustrato, 5.5 kg de P, 9.1 kg de K, 11.7 kg de Ca, 5 kg de Mg. Para el caso de los micronutrientes los valores presentes en el sustrato, según los rangos descritos por Quintana *et al.*, 1983 realizado mediante la extracción Olsen son los siguientes: Fe muy bajo, Zn alto, Cu alto, Mn alto (Cuadro 4, Anexos 7, 8 y 9).

Cuadro 4. Propiedades químicas de raquis de palma africana, cascarilla de arroz carbonizada y compost.

Macronutrientes (%)		Micronutrientes (ppm)		pH
N total	1.08	Fe	2.139	
P	0.55	Zn	157.50	
K	0.91	Cu	71.00	
Ca	1.17	Mn	732.00	
Mg	0.50			
M.O.	20.94			

Quintana *et al.* (1983)

5.11 Propiedades químicas del sustrato raquis de palma africana, arena y tierra

El sustrato raquis de palma africana, arena y tierra, presenta un pH de 7.8 que lo ubica según la clasificación de pH en ligeramente alcalino, el contenido de materia orgánica según el rango descrito por Quintana *et al.* (1983) es alto.

Los macronutrientes disponibles en este sustrato son N total alto, P-disponible alto, K alto, Ca alto, Mg alto. Los rangos de contenido de micronutrientes según Quintana *et al.* (1983) en este sustrato son: Fe alto, Zn alto, Cu alto, Mn alto (Cuadro 5, Anexos 7, 8 y 9).

Cuadro 5. Propiedades químicas de raquis de palma africana, arena y tierra.

Macronutrientes		Micronutrientes (ppm)		pH
Nt	0.48 %	Fe	67.90	
P-disponible	128.36 ppm	Zn	10.55	
K	4.08 meq/100 g suelo	Cu	3.40	
Ca	20.78 meq/100 g suelo	Mn	183.10	
Mg	18.03 meq/100 g suelo			
M.O.	10.20 %			

Quintana *et al.* (1983)

VI. CONCLUSIONES

El sustrato compuesto por raquis de palma africana, cascarilla de arroz y compost combinado con el tratamiento alternativo *Bacillus subtilis* alcanzó los mejores promedio de peso de frutos, promedio de frutos por planta, diámetro ecuatorial de frutos y longitud de raíces.

El tratamiento alternativo *Trichoderma* sp obtuvo la menor incidencia de enfermedades expresada en porcentaje días en ambos sustratos. La mayor microflora bacteriana y fúngica se presentó en el tratamiento alternativo Cal agrícola más agua.

El uso de raquis de palma como base para la elaboración de sustratos resulta ser promisorio, ya que aporta un elevado contenido de materia orgánica y aumenta los rendimientos de acuerdo a las variables estudiadas.

VII. RECOMENDACIONES

Utilizar el sustrato compuesto por raquis de palma africana, cascarilla de arroz y compost con el tratamiento alternativo *Bacillus subtilis* para lograr mayores rendimientos en el cultivo de tomate en ambientes protegidos.

Realizar tratamientos con *Trichoderma* sp y cal agrícolas más agua para disminuir la incidencia de enfermedades e incrementar la microflora del sustrato o suelo utilizado.

Combinar el sustrato compuesto por raquis de palma, cascarilla de arroz y compost con otros microorganismos como tratamientos alternativos.

Seguir promoviendo el uso de raquis como material principal para la elaboración de diferentes mezclas de sustratos en combinación con microorganismos que contribuyan a la descomposición de la materia orgánica disponible en este material.

VIII. LITERATURA CONSULTADA

- Andrades Chavarría, D. D., & Loaisiga Jarquín, F. A. (2015). *Evaluación del crecimiento y rendimiento del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) variedad Shanty en tres distancias de siembra, en condiciones de casa malla, finca Las Mercedes, UNA, Managua, 2013* (Universidad Nacional Agraria).
- Agrios, N.G. (1997) - *Plant pathology. 4th ed. San Diego, Academic Press, 635 p.*
- Barnett, H. L., & Hunter, B. B. (1998). *Illustrated genera of imperfect fungi* (No. Ed. 4). *American Phytopathological Society* (APS Press).
- Bardales García, E. J. (2016). *Evaluación de seis sustratos tipo peat-moss y su efecto en la germinación y desarrollo fisiológico de pilones de tomate (*Solanum lycopersicum* L.), en los viveros de súper pilón, sa; El Tejar, Chimaltenango, Guatemala, CA, diagnóstico y servicios en la Empresa Inverflohorsa, Boca Del Monte, Guatemala, CA* (Universidad de San Carlos de Guatemala).
- Bennine, A. T. P. (1991). *Growth and mechanical impedance*. In. *Plant roots, The hidden half*. Books in soils, plants and the environment, New York: 393-414 p.
- Borrero, C., Trillas, M. I., Ordovás, J., Tello, J. C., & Avilés, M. (2004). *Predictive factors for the suppression of Fusarium wilt of tomato in plant growth media. Phytopathology, 94(10), 1094-1101 p.*
- Cabrera, R. I. (1995). *Fundamentals of container media management, Part. 1. Physical properties. Rutgers Cooperative Extension Factsheet, (950), 4 p.*
- Canovas Martínez, F. *Principios básicos de la hidroponía: aspectos comunes y diferenciales de los cultivos con y sin suelo. --p. 29-49* (No. Colección General/631.585 C977c). En: *Curso superior de Especialización sobre Cultivos sin Suelo*. Almeira, ES: Instituto de Estudios Almerienses, 1993.

- Carrillo, J. C., Jiménez, F., Ruiz, J., Díaz, G., Sánchez, P., Perales, C., & Arellanes, A. (2003). *Evaluación de densidades de siembra en tomate (Lycopersicum esculentum Mill) en invernadero. Agronomía Mesoamericana, 14(1), 85-88 p.*
- Casierra-Posada, F., Cardozo, M. C., & Cárdenas-Hernández, J. F. (2007). *Growth analysis of tomato fruits (Lycopersicum esculentum Mill.) cultivated in greenhouse. Agronomía Colombiana, 25(2), 299-305 p.*
- Chávez Aguilera, N. (2008). *Desinfección de suelos y sustratos en la agricultura: métodos y equipos (No. 631.45 D4).*
- Cook, R., & Económicos, R. (2007). *El mercado dinámico de la producción de tomate fresco en el área del TLCAN. Departamento de Agricultura y Recursos Económicos. Universidad de California, Davis. [En línea] <http://www.agecon.ucdavis.edu/aredepart/facultydocs/Cook/articles.php>, Consultado en agosto.*
- Cruz Crespo Elia, Can Chulim, Álvaro Sandoval Villa, Manuel Bugarin Montoya, Rubén., Robles Bermúdez, Agustín, y Juárez López, Porfirio. (2013). *Sustratos en la horticultura. CONACYT.*
- Dennis, C., & Webster, J. (1971). *Antagonistic properties of species-groups of Trichoderma: I. Production of non-volatile antibiotics. Transactions of the British Mycological Society, 57(1), 25-IN*
- De Aguiar, R. A., da Cunha, M. G., & Junior, M. L. (2014). *Management of white mold in processing tomatoes by Trichoderma spp. and chemical fungicides applied by drip irrigation. Biological Control, 74, 1-5.*
- Escalona, V., Alvarado, P., Monardes, H., Urbina, C., & Martín, A. (2009). *Manual de cultivo de tomate (Lycopersicon esculentum Mill.). Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, Chile.*

- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2017. *Estadísticas para la producción mundial de tomate fresco*. [En línea]. <http://www.fao.org/about/es/>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación).2000. *Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos*. Boletín no.8 de Tierras y Aguas de la FAO. Roma, Instituto Nacional de Agricultura Tropical (IITA), 220 p.
- FONCODES (Fondo de Cooperación para el Desarrollo Social, Perú). 2014. *Producción y uso de abonos orgánicos: biol, compost y humus*. Lima, Perú. Manual Técnico N° 5. 22-40 p.
- García Macareno, M. (2011). *Producción ecológica de tomate silvestre (Lycopersicum esculentum Mill var. cerasiforme Dunal) en diferentes sustratos*.
- Gómez Peralta, D. M., & Herrera Fuentes, E. F. (2014). *Comportamiento agronómico de 12 cultivares de tomate (Lycopersicum esculentum Mill) en condiciones de campo en Tisma, Masaya y en casa malla, en el CEVT Las Mercedes, UNA (Universidad Nacional Agraria, UNA)*.
- Gregorich, E. G., Carter, M. R., Angers, D. A., Montreal, C., & Ellert, B. (1994). *Towards a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soils*. *Canadian journal of soil science*, 74(4), 367-385 p.
- González Urrutia, O. E., & Laguna, J. L. (2004). *Evaluación del comportamiento agronómico de once cultivares de tomate (Lycopersicon esculentum Mill), bajo el manejo del productor en el valle de Sébaco, Matagalpa (Universidad Nacional Agraria, UNA)*.
- Gutierrez, G., Guevara, T. V., Herrera, S., & Lopez, A. (2012). *Modulo práctico técnicas de laboratorio: Compendio de guías*. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Agronomía, Managua (Nicaragua) 44-62 p.

- Hartmann, H. T. (1992). Kester. *DE Propagación de plantas-principios y prácticas*, 5p.
- Hoitink, H. A. J., Madden, L. V., & Boehm, M. J. (1996). *Relationships among organic matter decomposition level, microbial species diversity, and soil borne disease severity*.
- Hoben, H. J., & Somasegaran, P. (1982). *Comparison of the pour, spread, and drop plate methods for enumeration of Rhizobium spp. in inoculants made from presterilized peat. Applied and environmental microbiology*, 44(5), 1246-1247. *Principles and practice of managing soil borne plant pathogens*, 237-249 p.
- Huerres Pérez, C., & Caraballo Llosas, N. (1998). *Horticultura/por Consuelo Huerres Pérez y Nelia Caraballo Llosas* (No. Libro 635 H8.).
- Howard, M., & PHD, R. (1998). *Cultivos hidropónicos*. Mundiprensa. Madrid.
- Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER). 2018. *Registro de datos meteorológicos*. Managua, Nicaragua.
- INTA (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria). 2012. *Cultivo del tomate*. ed. 22. Managua, NI. Editorial Inpasa. 1-17 p.
- Insumos, DANE. (2014) *Factores asociados a la producción agropecuaria*. Bogotá, diciembre. *Boletín mensual*, 30 p.
- James, W. C. (1974). Assessment of plant diseases and losses. *Annual review of Phytopathology*, 12, 27-48 p.
- Jaramillo Noreña, P. J., Rodríguez, V. P., Guzmán, A., & Zapata, M. A. (2006). *El cultivo de tomate bajo invernadero (Lycopersicum esculentum, Mill)*.
- Jaramillo, Jorge Rodríguez, V. P., Guzmán, M., Zapata, M., & Rengifo, T. (2007). *Producción de tomate bajo condiciones protegidas. Buenas Prácticas Agrícolas*. (págs. 37-265). Medellín, Colombia: FAO.
- Jiménez Martínez, E., Sandino-Díaz, V., Rodríguez-Salguera, V. H., & Morales-Blandón, J. L. (2010). *Evaluación de alternativas para la protección de semilleros de tomate*

- (*Lycopersicum esculentum* Mill) contra el ataque del complejo mosca blanca (*Bemisia tabaci*, Gennadius)-Geminivirus. *La Calera*, 10(14), 39-49 p.
- Lamont, W. J. 2005. *Plastics: Modifying the microclimate for the production of vegetable crops. HortTechnology*. 15(3): 477-481 p.
- Lockwood, J. L. (1988). *Evolution of concepts associated with soilborne plant pathogens. Annual Review of Phytopathology*, 26(1), 93-121 p.
- Li, X., Chen, W., & Li, Y. (2012). *Study on photosynthetic characteristics of blueberry in greenhouse. Acta Horticulturae*, 926, 315-320 p.
- Mayorga Suchite, A. S. (2004). *Evaluación agronómica de ocho híbridos de tomate (Lycopersicum esculentum L.) en dos localidades de Zacapa*. (En línea). Chiquimula, GA. USAC. Consultado 21 ene. 2020.
- MAGFOR (Ministerio Agropecuario Forestal). 2012. *Beneficios del programa para la producción de solanáceas en el país*. Managua, NI. 2 p
- Martínez, F., Castillo, S., Pérez, S., Palencia, P., Carmona, E., Ordovás, J., & Avilés, M. (2011). *Efecto del sustrato sobre las propiedades biológicas en la planta de fresa. Revista de Ciencias Agrarias*, 34(2), 181-190 p.
- Morel, P., Poncet, L., & Rivière, L. M. (2000). *Les supports de culture horticoles*.
- Moreno-Altamirano, A., López-Moreno, S., & Corcho-Berdugo, A. (2000). *Principales medidas en epidemiología. Salud pública de México*, 42, 337-348 p.
- Muñoz, R. (2003) *Producción de hortalizas en invernadero: Experiencias en Zamorano*. Honduras.
- Nelson, E. B. (1991). *Current limits to biological control of fungal phytopathogens. Handbook of Applied Mycology: Soil and Plants. Marcel Dekker, New York*, 327-355 p.

- Ocampo, M. J., Caballero, M. R., & Tornero, C. M. A. (2005). *Los sustratos en cultivos hortícolas y ornamentales. Agricultura, Ganadería, Ambiente y Desarrollo Sustentable. Tornero CMA, Silva GSE, Pérez AR Y Bonilla FN (Eds.), 55-73 p.*
- Olivas, L. A., & Salgado, L. R. (2013). *Evaluación de rendimiento y comportamiento agronómico de siete genotipos de tomate (Lycopersicum esculentum, Mill.) bajo sistema de casa malla en el centro experimental Las Mercedes Universidad Nacional Agraria (Universidad Nacional Agraria, UNA).*
- Ortega-Martínez, L. D., Sánchez-Olarte, J., Ocampo-Mendoza, J., Sandoval-Castro, E., Salcido-Ramos, B. A., & Manzo-Ramos, F. (2010). *Efecto de diferentes sustratos en crecimiento y rendimiento de tomate (Lycopersicum esculentum Mill) bajo condiciones de invernadero. Ra Ximhai, 6(3), 339-346 p.*
- Pastor, J. (2000). *Utilización de sustratos en vivero. Terra 17(3):231-235 p.*
- Papavizas, G. C. (1985). *Survival of Trichoderma harzianum in soil and in pea and bean rhizospheres. Phytopathology, 72(1), 121-125 p.*
- Quintana, J. O., Blandón, J., Flores, A., & Mayorga, E. (1983). *Manual de Fertilidad para los suelos de Nicaragua. Editorial Primer Territorio Indígena Libre de América Ithaca, Nueva York. Residencial Las Mercedes, (19-A).*
- Ramírez-Vargas, C., & Nienhuis, J. (2012). *Cultivo protegido de hortalizas en Costa Rica. Revista Tecnología en Marcha, 25(2), 10 p.*
- Resh, H. M. (1995). *Hydroponic food production. A definitive guidebook of soilless food-growing methods (No. Ed. 5). Woodbridge press publishing company.*
- Rojas Castro, U. I., Hidalgo Jaminson, E., Faustino Manco, J., & Vásquez Morera, N. (2015). *La agricultura protegida de pequeña escala como una alternativa de producción agrícola y seguridad alimentaria para la zona de Somoto, Nicaragua (No. Thesis R741ag). CATIE, Turrialba (Costa Rica).*

- Román, P., Martínez, M. P., & Pantoja, A. (2013). *Manual de compostaje del agricultor. Experiencias en América Latina*.
- Santiago, J., & Borrego, F. (1998). *Evaluación de tomate (Lycopersicum esculentum, Mill) en invernadero: criterios fenológicos y fisiológicos*. *Agronomía mesoamericana*, 59-65 p.
- Santos, B., Obregón-Olivas, H., & Salamé-Donoso, T. (2010). *Producción de hortalizas en ambientes protegidos: estructuras para la agricultura protegida*. Publicación HS1182. IFAS Extension, UF Department of Horticultural Sciences, University of Florida, Gainesville, FL.
- Sagüil Mateo, A.A. (2013). *Evaluación del comportamiento agronómico y rendimiento de seis materiales de tomate Lycopersicum esculentum L., bajo condiciones de casa malla; en aldea El Amatillo, municipio de Ipala, Chiquimula*. Chiquimula, GT. Universidad de San Carlos de GT. Ing. Agrom. En Sist. de Producción. 66 p.
- Shaner, G., & Finney, R. E. (1977). The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in Knox wheat. *Phytopathology*, 67(8), 1051-1056.
- Shoda, M. (2000). *Bacterial control of plant diseases*. *Journal of bioscience and bioengineering*, 89(6), 515-521p.
- SIIM (Servicio de información e inteligencia de mercados). 2010. *Boletín informativo de tomate*. *Plan Nacional de Alimentos*. N° 3. 2010. CR.
- Terán, L. V. (2014). *Principio de Arquímedes*. *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo Escuela Preparatoria No. 4 Vida Científica*, 2(3).
- Vargas-Hoyos, H. A., & Gilchrist-Ramelli, E. (2015). *Producción de enzimas hidrolíticas y actividad antagónica de Trichoderma asperellum sobre dos cepas de Fusarium aisladas de cultivos de tomate (Solanum lycopersicum)*. *Revista mexicana de micología*, 42, 9-16.

Whipps, J. M. (2001). *Microbial interactions and biocontrol in the rhizosphere. Journal of experimental Botany*, 52(suppl_1), 487-511 p.

IX. ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza para promedio de frutos por planta

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	<i>p</i>
Sustrato	0.02	1	0.02	2.03	0.9607
Tratamiento alternativo	112.27	3	37.42	4.41	0.0090
Sustrato*tratamiento	117.60	3	39.20	4.62	0.0073
Error	339.58	40	8.49		
Total	569.47	47			
R-cuadrado 0.403695	Coefficiente de Variación 26.14151				

Anexo 2. Análisis de varianza para promedio de frutos por planta por tratamiento en sustrato compuesto por raquis de palma africana, cascarilla de arroz carbonizada y compost

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	<i>p</i>
Tratamiento	86.93	3	28.98	4.09	0.0212
Error	134.50	19	7.08		
Total	221.43	22			

Anexo 3. Análisis de varianza para promedio de frutos por planta por tratamiento en sustrato compuesto por raquis de palma africana, arena y tierra

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	<i>P</i>
Tratamiento	140.88	3	46.96	4.60	0.0132
Error	204.25	20	10.21		
Total	345.13	23			

Anexo 4. Análisis de varianza para promedio de peso de frutos en sustratos compuestos por raquis de palma africana, cascarilla de arroz carbonizada, compost, arena y tierra

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	P
Sustrato	23122.13	1	23122.13	17.92	0.0001
Tratamiento alternativo	90157.97	3	30052.66	23.30	<0.0001
Sustrato*tratamiento	65518.97	3	21839.66	16.93	<0.0001
Error	51602.54	40	1290.06		
Total	230401.62	47			

R-cuadrado **Coefficiente de Variación**
0.776032 **17.69787**

Anexo 5. Análisis de varianza para promedio de peso de fruto en el sustrato compuesto por raquis de palma africana, cascarilla de arroz carbonizada y compost.

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	p
Tratamiento	135971.55	3	45323.85	37.04	<0.0001
Error	23251.41	19	1223.76		
Total	159222.96	22			

Anexo 6. Análisis de varianza para promedio de peso de fruto en el sustrato compuesto por raquis de palma africana, arena y tierra.

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	p
Tratamiento	22479.00	3	7493.00	6.22	0.0037
Error	24079.00	20	1203.95		
Total	46558.00	23			

Anexo 7. Rango de clasificación aproximada de nutrientes en suelos de Nicaragua (Quintana *et al.*, 1983).

pH	Clasificación
< 4.6	Extremadamente ácido
4.6 – 5.2	Muy frecuentemente ácido
5.2 – 5.6	Fuertemente ácido
5.6 – 6.2	Medianamente ácido
6.2 – 6.6	Ligeramente ácido
6.6 – 6.8	Muy ligeramente ácido
6.8 – 7.2	Neutro
7.2 – 7.4	Muy ligeramente alcalino
7.4 – 7.8	Ligeramente alcalino
7.8 – 8.4	Medianamente alcalino
8.4 - 8.8	Fuertemente alcalino
8.8 – 9.4	Muy frecuentemente alcalino
> 9.4	Extremadamente alcalino

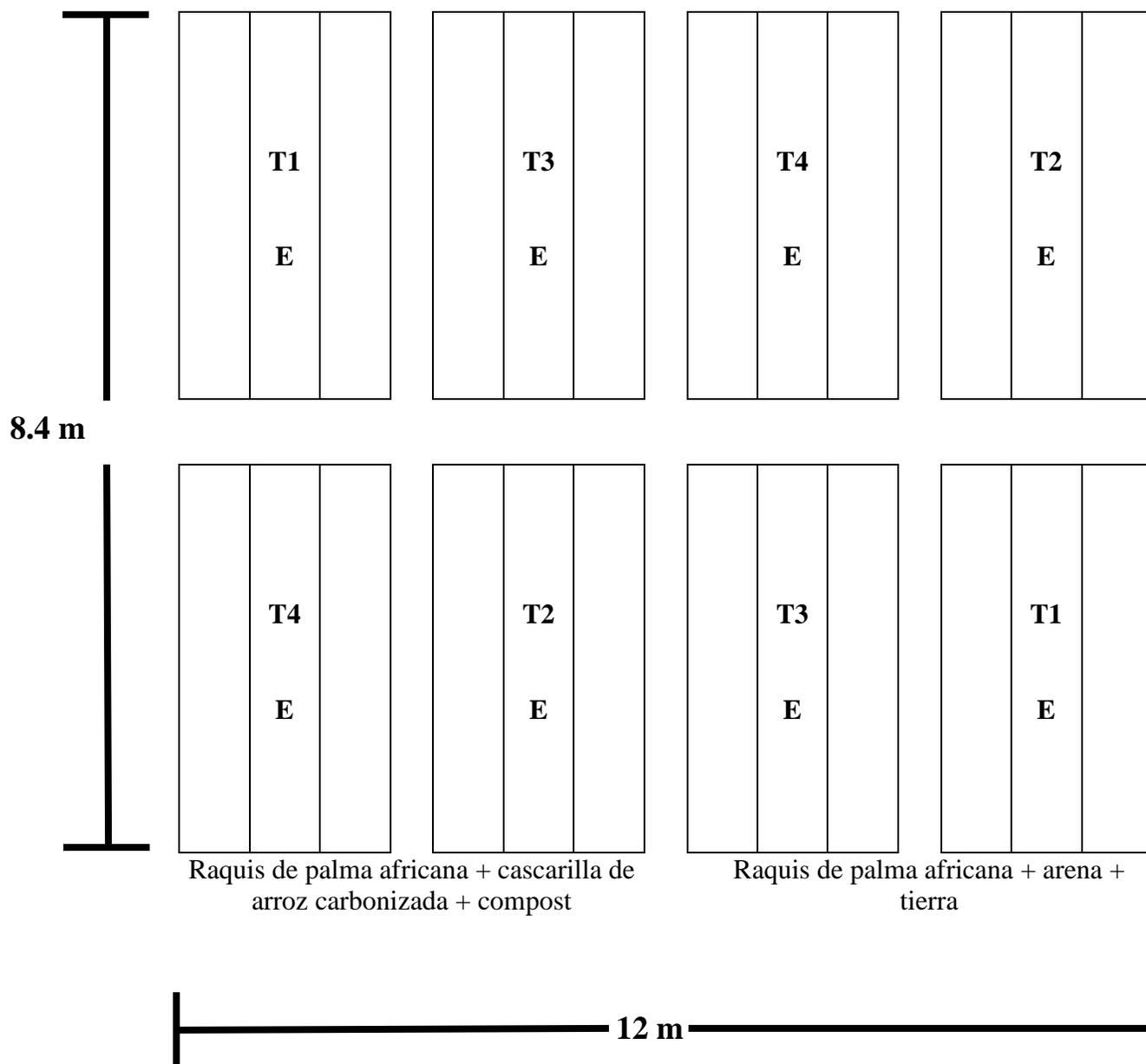
Anexo 8. Rango de contenidos de macronutrientes

Nutrientes	Unidad	Pobre	Medio	Alto
Nitrógeno (N)	%	< 0.07	0.07 - 0.15	> 0.15
Fosforo (P)	ppm	< 10.00	10.00 – 20.00	> 20.00
Potasio (K)	meq/100 g	< 0.20	0.20 - 0.30	> 0.30
Calcio (Ca)	meq/ 100g	< 2.50	2.50 - 5.50	> 5.50
Magnesio (Mg)	meq/ 100g	< 0.30	0.30 - 1.00	> 1.00
Mat Orgánica (MO)	%	< 2.00	2.00 – 4.00	> 4.00

Anexo 9. Rangos de contenido de micronutrientes (Extracción Olsen)

Nutrientes	Unidad	Muy bajo	bajo	Medio	Alto
Hierro (Fe)	ppm	5.0 -10.0	10.0 – 16.0	16.0 – 21.0	21.0 – 2.0
Zinc (Zn)	ppm	1.0-2.0	2.1 – 3.1	3.1 – 4.2	4.2 – 5.3
Cobre (Cu)	ppm	0.2-0.8	0.8 – 1.5	1.5 – 2.2	2.2 – 3.0
Manganeso (Mn)	ppm	2.0 – 4.0	4.0 – 6.0	6.0 – 8.0	8.0 – 12.0

Anexo 10. Plano de campo del experimento



T1: *Trichoderma sp* cepa T501H

T2: Serenade[®] 1.34 SC (*Bacillus subtilis*)

T3: Agua + cal agrícola (CaCO₃)

T4: Carbendazim[®] 50 SC 50 SC. (Testigo relativo)

E: Enraizador promisorio. (Proroot[®])

T: Tratamiento

Anexo 11. Resultados de laboratorio de análisis de microflora bacteriana de sustratos ocho días antes de la siembra.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
Departamento de Protección Agrícola y Forestal



Managua, 22 de julio del 2018

Atención: DPAF
Contacto: Eliézer Lanuza
Muestra: Sustrato
Departamento: Managua

INFORME DE RESULTADOS
RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE SUSTRATO OCHO DÍAS
ANTES DE LA SIEMBRA
(Bacterias)

UFC/g de suelo		
Muestra	Raquis de palma africana, cascarilla de arroz y compost	Raquis de palma africana, arena y tierra
<i>Trichoderma</i> sp	17	13
Serenade® 1.34 SC (<i>Bacillus subtilis</i>)	31	17
Cal agrícola + agua	13	16
Carbendazim® 50 SC	14	17

Nota: Los géneros de bacterias identificados fueron *Bacillus* sp, *Pseudomonas* sp y *Sarcinas* sp.

Dr. Jorge Ulises Blandón Díaz
Docente de Fitopatología
Responsable laboratorio de Microbiología

Anexo 12. Resultados de laboratorio de análisis de microflora bacteriana de sustratos 45 días después de la siembra.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA



Departamento de Protección Agrícola y Forestal

Managua, 14 de agosto del 2018

Atención: DPAF
Contacto: Eliézer Lanuza
Muestra: Sustrato
Departamento: Managua

INFORME DE RESULTADOS
RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE SUSTRATO 45 DÍAS
DESPUÉS DE LA SIEMBRA
(Bacterias)

UFC/g de suelo		
Muestra	Raquis de palma africana, cascarilla de arroz y compost	Raquis de palma africana, arena y tierra
<i>Trichoderma</i> sp	33	33
Serenade® 1.34 SC (<i>Bacillus subtilis</i>)	31	27
Cal agrícola + agua	13	24
Carbendazim® 50 SC	53	29

Nota: Los géneros de bacterias identificados fueron *Bacillus* sp, *Pseudomonas* sp y *Sarcinas* sp.

Dr. Jorge Ulises Blandón Díaz
Docente de Fitopatología
Responsable laboratorio de Microbiología

Anexo 13. Resultados de laboratorio de análisis de microflora bacteriana de sustratos 90 días después de la siembra.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA



Departamento de Protección Agrícola y Forestal

Managua, 28 de septiembre del 2018

Atención: DPAF
Contacto: Eliézer Lanuza
Muestra: Sustrato
Departamento: Managua

INFORME DE RESULTADOS
RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE SUSTRATO 90 DÍAS
DESPUÉS DE LA SIEMBRA
(Bacterias)

UFC/g de suelo		
Muestra	Raquis de palma africana, cascarilla de arroz y compost	Raquis de palma africana, arena y tierra
<i>Trichoderma</i> sp	21	14
Serenade® 1.34 SC (<i>Bacillus subtilis</i>)	15	15
Cal agrícola + agua	72	12
Carbendazim® 50 SC	8	6

Nota: Los géneros de bacterias identificados fueron *Bacillus* sp, *Pseudomonas* sp y *Sarcinas* sp.

Dr. Jorge Ulises Blandón Díaz
Docente de Fitopatología
Responsable laboratorio de Microbiología

Anexo 14. Resultados de laboratorio de análisis de microflora fúngica de sustratos ocho días antes de la siembra.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA



Departamento de Protección Agrícola y Forestal

Managua, 22 de julio del 2018

Atención: DPAF
Contacto: Eliézer Lanuza
Muestra: Sustrato
Departamento: Managua

INFORME DE RESULTADOS
RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE SUSTRATO OCHO DÍAS
ANTES DE LA SIEMBRA
(Hongos)

UFC/g de suelo		
Muestra	Raquis de palma africana, cascarilla de arroz y compost	Raquis de palma africana, arena y tierra
<i>Trichoderma</i> sp	16	16
Serenade® 1.34 SC (<i>Bacillus subtilis</i>)	18	26
Cal agrícola + agua	30	45
Carbendazim® 50 SC	15	36

Nota: Los géneros de hongos identificados fueron *Aspergillus* sp, *Penicillium* sp, *Verticillium* sp, *Rhizopus* sp, *Trichoderma* sp y *Fusarium* sp.

Dr. Jorge Ulises Blandón Díaz
Docente de Fitopatología
Responsable laboratorio de Microbiología

Anexo 15. Resultados de laboratorio de análisis de microflora fúngica de sustratos 45 días después de la siembra.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
Departamento de Protección Agrícola y Forestal



Managua, 14 de agosto del 2018

Atención: DPAF
Contacto: Eliézer Lanuza
Muestra: Sustrato
Departamento: Managua

INFORME DE RESULTADOS
RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE SUSTRATO 45 DÍAS
DESPUÉS DE LA SIEMBRA
(Hongos)

UFC/g de suelo		
Muestra	Raquis de palma africana, cascarilla de arroz y compost	Raquis de palma africana, arena y tierra
<i>Trichoderma</i> sp	14	24
Serenade® 1.34 SC (<i>Bacillus subtilis</i>)	24	7
Cal agrícola + agua	5	16
Carbendazim® 50 SC	17	18

Nota: Los géneros de hongos identificados fueron *Aspergillus* sp, *Penicillium* sp, *Verticillium* sp, *Rhizopus* sp, *Trichoderma* sp y *Fusarium* sp.

Dr. Jorge Ulises Blandón Díaz
Docente de Fitopatología
Responsable laboratorio de Microbiología

Anexo 16. Resultados de laboratorio de análisis de microflora fúngica de sustratos 90 días después de la siembra.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA



Departamento de Protección Agrícola y Forestal

Managua, 28 de septiembre del 2018

Atención: DPAF
Contacto: Eliézer Lanuza
Muestra: Sustrato
Departamento: Managua

INFORME DE RESULTADOS
RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE SUSTRATO 90 DÍAS
DESPUÉS DE LA SIEMBRA
(Hongos)

UFC/g de suelo		
Muestra	Raquis de palma africana, cascarilla de arroz y compost	Raquis de palma africana, arena y tierra
<i>Trichoderma</i> sp	11	17
Serenade® 1.34 SC (<i>Bacillus subtilis</i>)	15	12
Cal agrícola + agua	43	14
Carbendazim® 50 SC	16	5

Nota: Los géneros de hongos identificados fueron *Aspergillus* sp, *Penicillium* sp, *Verticillium* sp, *Rhizopus* sp, *Trichoderma* sp y *Fusarium* sp.

Dr. Jorge Ulises Blandón Díaz
Docente de Fitopatología
Responsable laboratorio de Microbiología

Anexo 17. Resultados de laboratorio de análisis de microbiológico de hongos en tejido vegetal



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
Departamento de Protección Agrícola y Forestal



Managua, 28 de septiembre del 2018

Atención: DPAF
Contacto: Eliézer Lanuza
Muestra: Tejido
Departamento: Managua

INFORME DE RESULTADOS
RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE TEJIDO
(Hongos)

Muestra	Raquis de palma africana, cascarilla de arroz y compost	Raquis de palma africana, arena y tierra
<i>Trichoderma</i> sp	<i>Sclerotium rolfsii</i> <i>Pseudocercospora</i> sp <i>Fusarium</i> sp <i>Alternaria solani</i>	<i>Sclerotium rolfsii</i> <i>Pseudocercospora</i> sp <i>Fusarium</i> sp <i>Alternaria solani</i>
Serenade® 1.34 SC (<i>Bacillus subtilis</i>)	<i>Sclerotium rolfsii</i> <i>Pseudocercospora</i> sp <i>Fusarium</i> sp <i>Alternaria solani</i>	<i>Sclerotium rolfsii</i> <i>Pseudocercospora</i> sp <i>Fusarium</i> sp <i>Alternaria solani</i>
Cal agrícola + agua	<i>Sclerotium rolfsii</i> <i>Pseudocercospora</i> sp <i>Fusarium</i> sp <i>Alternaria solani</i>	<i>Pseudocercospora</i> sp <i>Fusarium</i> sp <i>Alternaria solani</i>
Carbendazim® 50 SC	<i>Pseudocercospora</i> sp <i>Fusarium</i> sp <i>Alternaria solani</i>	<i>Pseudocercospora</i> sp <i>Fusarium</i> sp <i>Alternaria solani</i>

Dr. Jorge Ulises Blandón Díaz
Docente de Fitopatología
Responsable laboratorio de Microbiología

Anexo 18. Resultados de laboratorio de análisis de microbiológico de bacterias en tejido vegetal



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
Departamento de Protección Agrícola y Forestal



Managua, 28 de septiembre del 2018

Atención: DPAF
Contacto: Eliézer Lanuza
Muestra: Tejido
Departamento: Managua

INFORME DE RESULTADOS
RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE TEJIDO
(Bacterias)

Muestra	Raquis de palma africana, cascarilla de arroz y compost	Raquis de palma africana, arena y tierra
<i>Trichoderma</i> sp	<i>Pseudomonas</i> sp	<i>Pseudomonas</i> sp
Serenade® 1.34 SC (<i>Bacillus subtilis</i>)	<i>Pseudomonas</i> sp	<i>Pseudomonas</i> sp
Cal agrícola + agua	<i>Pseudomonas</i> sp	<i>Pseudomonas</i> sp
Carbendazim® 50 SC	<i>Pseudomonas</i> sp	<i>Pseudomonas</i> sp

Dr. Jorge Ulises Blandón Díaz
Docente de Fitopatología
Responsable laboratorio de Microbiología

Anexo 19. Hoja de recolección de datos

Tratamiento	Estación	Planta	DDS	Longitud de raíces (cm)	Peso seco de raíces (g)	Volumen raíces (cm ³)	#Frutos pta.	Diámetro fruto (cm)	Peso de fruto (g)	Patógenos
1	1	1								
1	1	2								
1	1	3								
1	2	1								
1	2	2								
1	2	3								
1	3	1								
1	3	2								
1	3	3								
2	1	1								
2	1	2								
2	1	3								
2	2	1								
2	2	2								
2	2	3								
2	3	1								
2	3	2								
2	3	3								
3	1	1								
3	1	2								
3	1	3								
3	2	1								
3	2	2								
3	2	3								
3	3	1								
3	3	2								
3	3	3								
4	1	1								
4	1	2								
4	1	3								
4	2	1								
4	2	2								
4	2	3								
4	3	1								
4	3	2								
4	3	3								