



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA
AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

“EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE MANEJO PARA EL
CONTROL DE ENFERMEDADES DE SUELO DEL TOMATE RIÑÓN,
PRODUCIDO EN SUSTRATOS A CAMPO ABIERTO”.

AUTORES: LUNA MOREIRA MARÍA JUDITH

MORENO RUIZ ANDRÉS SEBATIÁN

DIRECTOR: VACA PAZMIÑO EDUARDO PATRICIO Mgs.

SANTO DOMINGO

2017



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, **“EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE MANEJO PARA EL CONTROL DE ENFERMEDADES DE SUELO DEL TOMATE RIÑÓN, PRODUCIDO EN SUSTRATOS A CAMPO ABIERTO”**, realizado por los estudiantes LUNA MOREIRA MARÍA JUDITH y MORENO RUIZ ANDRÉS SEBATIÁN, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software antiplagio, el mismo que cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar a los señores LUNA MOREIRA MARÍA JUDITH y MORENO RUIZ ANDRÉS SEBATIÁN para que lo sustente públicamente.

Santo Domingo, 12 de octubre del 2017

VACA PAZMIÑO EDUARDO PATRICIO Mgs.

DIRECTOR



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, MARÍA JUDITH LUNA MOREIRA, con cédula de identidad N° 2300096860 y ANDRÉS SEBASTIÁN MORENO RUIZ, con cédula de identidad N° 2300275761, declaro que este trabajo de titulación **“EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE MANEJO PARA EL CONTROL DE ENFERMEDADES DE SUELO DEL TOMATE RIÑÓN, PRODUCIDO EN SUSTRATOS A CAMPO ABIERTO”**, ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas. Consecuentemente declaro que este trabajo es de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

Santo Domingo, 12 de octubre del 2017

LUNA MOREIRA MARIA JUDITH
C.C. 2300096860

MORENO RUIZ ANDRES SEBASTIAN
C.C. 2300275761



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

AUTORIZACIÓN

Nosotros, MARÍA JUDITH LUNA MOREIRA y ANDRÉS SEBASTIÁN MORENO RUIZ, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar a la biblioteca Virtual de la institución el presente trabajo de titulación **“EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE MANEJO PARA EL CONTROL DE ENFERMEDADES DE SUELO DEL TOMATE RIÑÓN, PRODUCIDO EN SUSTRATOS A CAMPO ABIERTO”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Santo Domingo, 12 de octubre del 2017

LUNA MOREIRA MARIA JUDITH
C.C. 2300096860

MORENO RUIZ ANDRES SEBASTIAN
C.C. 2300275761

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, por haberme dado la vida y permitirme llegar hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mi amada madre, por ser mi ejemplo a seguir, siendo el pilar más importante y por siempre y de manera incondicional brindarme su cariño y apoyo. A mi padre, a quien pese a nuestra distancia física, siento que siempre está conmigo y aunque nos faltaron muchas cosas por compartir, estoy plenamente segura de que este momento hubiera sido tan especial para el como lo es para mí. A mis hermanas Angélica y Génesis por acompañarme en todo momento y brindarme su amor incondicional.

Judith Luna

DEDICATORIA

A mi madre Ximena

Por haber sido en todo momento la base fundamental de mi vida, guiándome con sus consejos, admirables valores y constante motivación para seguir adelante en mi vida cotidiana y profesional.

A mi padre Mario

Por ser todo un ejemplo a seguir en todo momento, con su constancia y perseverancia ha podido motivar mi alma llena de metas y logros, que con esfuerzo podrán compensar los deseos de un padre tan maravilloso.

A mi hermana Karol

Quien me ha apoyado, querido y afirmado en todo momento, virtudes por las cuales me hacen ser la persona que soy, mejorando cada día por una familia llena de amor y paz.

Andrés Moreno

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de las fuerzas armadas ESPE, y todos quienes conforman esta prestigiosa institución por habernos formado y haber compartido los conocimientos necesarios para desarrollarnos profesionalmente.

Queremos agradecer a nuestros padres y hermanos por la confianza, amor y apoyo que nos han brindado en los buenos y malos momentos de nuestra vida y carrera académica.

Con extrema gratitud al Ing. Patricio Vaca quien con sus conocimientos y pasión por nuestra carrera forjó gran ímpetu de trabajo.

Estamos seguros de que todas nuestras metas planteadas darán frutos y resultados, por todo el esfuerzo destinado a cada una de nuestras acciones.

INDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN	II
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	III
AUTORIZACIÓN	IV
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTOS	VII
INDICE DE CONTENIDOS	VIII
INDICE DE TABLAS	XI
INDICE DE FIGURAS	XII
RESUMEN.....	XIV
ABSTRACT.....	XV
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.	3
2.1. Cultivo de tomate	3
2.1.1. Temperatura	3
2.1.2. Características botánicas.....	3
2.1.3. Requerimientos edafoclimaticos.....	4

2.2.	Cultivo en sustrato	4
2.3.	Plagas y enfermedades más importantes.....	5
2.3.1.	Enfermedades foliares.....	5
2.3.2.	Enfermedades del suelo	6
2.3.3.	Plagas causantes de enfermedades.....	6
2.3.4.	Enfermedades vasculares en tomate.	7
2.3.5.	Control fitosanitario de nematodos.....	10
2.3.6.	Controles fitosanitarios de enfermedades en el suelo.....	11
III.	METODOLOGÍA.....	15
3.1.	Ubicación del lugar de investigación.	15
3.1.1.	Ubicación política.....	15
3.1.2.	Ubicación Geográfica	15
3.1.3.	Ubicación geográfica.....	16
3.1.4.	Ubicación ecológica.....	16
3.2.	Materiales.....	17
3.3.	Métodos.....	18
IV.	RESULTADOS	29
4.1.	Altura.....	29
4.2.	Área foliar.	32
4.3.	Días a la floración.	37
4.4.	Altura del primer botón floral.	38
4.5.	Distancia entre racimos.	40
4.6.	Racimos por planta.....	41

4.7. Frutos por racimo.....	43
4.8. Peso del fruto.....	46
4.9. Producción en kg/planta.....	49
4.10. Producción en el ensayo y por hectárea.....	51
4.11. Incidencia de enfermedades.....	52
4.12. Análisis económico de los tratamientos.....	58
V. CONCLUSIONES.....	59
V. RECOMENDACIONES.....	60
VI. BIBLIOGRAFÍA.....	61

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Esquema del análisis de varianza.	22
Tabla 2. Escala de plantas infectadas para establecer la presencia de plagas y enfermedades.	25
Tabla 3. Análisis de varianza para la variable altura del tallo.	29
Tabla 4. Análisis de varianza para la variable área foliar.	33
Tabla 5. Análisis de varianza para la variable días a la floración.	37
Tabla 6. Análisis de varianza para la variable altura del primer botón floral.	39
Tabla 7. Análisis de varianza para la variable distancia entre racimos.	40
Tabla 8. Análisis de varianza para la variable racimos por planta.	42
Tabla 9. Análisis de varianza para la variable frutos por racimo.	44
Tabla 10. Análisis de varianza para la variable peso del fruto.	47
Tabla 11. Análisis de varianza para la variable producción en kg/planta.	49
Tabla 12. Producción total por tratamiento.	51
Tabla 13. Producción total por hectárea.	51
Tabla 14. Análisis de varianza para la variable incidencia de enfermedades.	53
Tabla 15. Resultado de identificación de enfermedades presentes en cuello y raíz de cada tratamiento.	57
Tabla 16. Resultado de identificación de enfermedades presentes en el follaje de cada tratamiento.	58
Tabla 17. Beneficio - Costo de los tratamientos.	59

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del lugar en estudio	16
Figura 2. Área total por unidad experimental	20
Figura 3. Diseño del experimento	21
Figura 4. Prueba de Tukey al 5% para altura de plántulas en la primera evaluación	30
Figura 5. Prueba de Tukey al 5% para altura de plántulas en la segunda evaluación.....	30
Figura 6. Prueba de Tukey al 5% para altura de plántulas en la tercera evaluación.....	31
Figura 7. Prueba de Tukey al 5% para altura de plántulas en la cuarta evaluación.....	31
Figura 8. Prueba de Tukey al 5% para la variable área foliar en la primera evaluación.....	34
Figura 9. Prueba de Tukey al 5% para la variable área foliar en la segunda evaluación.....	34
Figura 10. Prueba de Tukey al 5% para la variable área foliar en la tercera evaluación.....	35
Figura 11. Prueba de Tukey al 5% para la variable área foliar en la cuarta evaluación.....	36
Figura 12. Prueba de Tukey al 5% para la variable días a la floración.....	37
Figura 13. Prueba de Tukey al 5% para la variable altura del primer botón floral.....	39
Figura 14. Prueba de Tukey al 5% para la variable distancia entre racimos.	41
Figura 15. Prueba de Tukey al 5% para la variable racimos por planta.....	42
Figura 16. Prueba de Tukey al 5% para la variable frutos por racimo en la primera evaluación.	44
Figura 17. Prueba de Tukey al 5% para frutos por racimo en la segunda evaluación.	45
Figura 18. Prueba de Tukey al 5% para la variable peso del fruto en la primera evaluación.	47
Figura 19. Prueba de Tukey al 5% para la variable peso del fruto en la segunda evaluación.	48
Figura 20. Prueba de Tukey al 5% para la variable kilogramos de fruta por planta.....	50
Figura 21. Prueba de Tukey al 5% para la variable incidencia de enfermedades en la primera evaluación.....	54
Figura 22. Prueba de Tukey al 5% para la variable incidencia de enfermedades en la segunda evaluación.	54

Figura 23. Prueba de Tukey al 5% para la variable incidencia de enfermedades en la tercera evaluación.....	55
Figura 24. Prueba de Tukey al 5% para la variable incidencia de enfermedades en la cuarta evaluación.....	55
Figura 25. Prueba de Tukey al 5% para la variable incidencia de enfermedades en la quinta evaluación.	56

RESUMEN

La evaluación de alternativas de manejo para el control de enfermedades de suelo del tomate riñón, producido en sustratos a campo abierto. Fue realizada en la finca “Santa Rosa” Santo Domingo, parroquia Valle Hermoso, (00°00`44,57``S y 79°19`41,18``W) 260 msnm, su temperatura promedio de 25 °C, una humedad relativa de 99 %. Dándose la mejor alternativa de manejo y prevención de enfermedades vasculares en el cultivo, evaluando los rendimientos obtenidos en kg/planta. Investigaciones realizadas demuestran que el cultivo del tomate es afectado por agentes causantes de enfermedades vasculares como *Fusarium*, *Phytophthora*, *Verticilium* y *Pseudomonas* los que limitan su rendimiento y vida útil. Se estudiaron cinco métodos de control; microorganismos (3L/ha), Propamocarb (1,5 L/ha), Himexasol (2L/ha), insumos orgánicos (5 Tn/ha) y un método convencional a base de sulfato de cobre con Himexasol. La fase de laboratorio la hizo AGROORGANIC, el área de ensayo fue 204 m². Con presencia de patógenos a nivel radicular todos los tratamientos presentaron *Phytophthora* pero el tratamiento de microorganismos no presentó *Erwinia* ni *Fusarium*, a nivel de follaje todos los tratamientos presentaron *Phytophthora* y *Alternaria* pero el tratamiento de microorganismos no presentó *Botrytis*. Los resultados identificaron que el uso de microorganismos genera la mejor respuesta en las plantas, obteniendo resultados de producción de 7,8 Kg de fruta/planta. Mientras que el rendimiento más bajo lo mostró el tratamiento de 1,5L/ha de Propamocarb con 3,7 kg de fruta/planta.

PALABRAS CLAVE:

- **MICROORGANISMOS TOMATE**
- ***FUSARIUM***
- ***PHYTOPHTHORA***
- ***PSEUDOMONAS***

ABSTRACT

The evaluation of management alternatives for the control of soil diseases of kidney tomato, produced in substrates and open field. It was carried out at the "Santa Rosa" estate in Santo Domingo, Valle Hermoso parish, (26°00'44.57"S and 79°19'41.18"W) 260 meters above sea level, its average temperature is 25°C, a relative humidity of 99 %. Given the best alternative of management and prevention of vascular diseases in the crop, evaluating the yields obtained in kg / plant. Research has shown that tomato cultivation is affected by agents that cause vascular diseases such as Fusarium, Phytophthora, Verticilium and Pseudomonas that limit its performance and shelf life. Five control methods were studied; Microorganisms (3L / ha), Propamocarb (1.5 L / ha), Himexasol (2L / ha), organic inputs (5 Tn / ha) and a conventional method with copper sulphate base with Himexasol. The laboratory phase was AGROORGANIC, the test area was 204 m². With presence of pathogens at the root level all treatments presented Phytophthora but the treatment of microorganisms neither Erwinia plant nor Fusarium, a level of foliage all treatments presented Phytophthora and Alternaria but the treatment of microorganisms no exposure Botrytis. The results identified that the use of microorganisms generates the best response in plants, obtaining production results of 7.8 kg of fruit / plant. While the lowest yield showed the treatment of 1.5L / ha Propamocarb with 3.7 kilograms of fruit / plant.

KEYWORDS:

- **MICROORGANISMOS TOMATE**
- ***FUSARIUM***
- ***PHYTOPHTHORA***
- ***PSEUDOMONAS***

“EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE MANEJO PARA EL CONTROL DE ENFERMEDADES DE SUELO DEL TOMATE RIÑÓN, PRODUCIDO EN SUSTRATOS A CAMPO ABIERTO”.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el tomate riñón es la hortaliza más cultivada en el mundo, por su contenido nutricional y su demanda en la dieta diaria. Se lo puede cultivar a campo abierto y en invernadero, desde el nivel del mar hasta una altura de 3200 msnm; es decir, en zonas tropicales, valles y en zonas andinas en condiciones de invernadero (AAIC, 2003).

En el Ecuador existen aproximadamente 906,52 hectáreas destinadas a la producción de tomate riñón, siendo este valor el 1,47 % de los cultivos transitorios en el país (INEC, 2011). El rendimiento de este cultivo es de 1 200 cajas por cada 1 000 m² bajo invernadero (BANCO CENTRAL DEL ECUADOR, 2007).

El cultivo del tomate riñón en Santo Domingo es una alternativa válida de producción debido a su aceptación y a la facilidad de mercado que posee, por lo que debe ser más estudiado y considerado en los programas de investigación y desarrollo de la universidad.

El tomate es afectado por enfermedades causadas por hongos del suelo y otros, en particular los cultivos de tomate en campo abierto, donde se hace uso intensivo del suelo o monocultivo (Sepúlveda, Sepúlveda, & Morales, 2012).

La utilización de sustratos es una alternativa para disminuir pérdidas económicas por ataques de patógenos, se lograría efectivos controles, prevención de enfermedades, y su diseminación.

Para el control de enfermedades vasculares en el cultivo de tomate, el mercado dispone de una amplia gama de agroquímicos, productos orgánicos y

biológicos, por lo que es recomendable la evaluación de las mejores alternativas aplicables para Santo Domingo que garanticen los rendimientos y perspectivas de este cultivo.

El cultivo del tomate es afectado por agentes causantes de enfermedades vasculares tales como fusariosis, *Phytophthora*, verticiliosis y *Pseudomonas* los mismos que limitan su rendimiento y vida útil (Marquina, 2002).

La falta de experiencias locales en este cultivo limita su expansión y la posibilidad de optar por esta alternativa de diversificación de producción, así como el uso de alternativas de manejo fitosanitario que estén dentro de los parámetros de sostenibilidad en la producción de alimentos.

La mala elección o el uso incorrecto de agroquímicos para el control de enfermedades vasculares en el cultivo de tomate, afectan al productor y al ambiente, eleva los costos de producción, y no satisface los requerimientos fitosanitarios que necesita este cultivo.

II. MARCO TEÓRICO.

2.1. Cultivo de tomate

2.1.1. Temperatura

El tomate riñon del género *Lycopersicon* se ubica en la región andina, desde el sur de Colombia al norte de Chile, y aparentemente fue domesticado como cultivo en México, ya que era considerado como mala hierba (InfoAgro, 2010).

Fue introducido inicialmente en Europa aproximadamente en el siglo XVI, siendo este el inicio del cultivo, así como su comercialización e industrialización, iniciando así la producción y desarrollo de cultivares destinados para la industria y mesa (Perez, Hurtado, Aparicio, Argueta, & Larin, 2012).

2.1.2. Características botánicas

Se caracteriza por su tamaño arbustivo, su ciclo de vida es anual. Por su variedad este puede desarrollarse de forma erecta, semierecta o rastrera, las variedades determinadas tienen un crecimiento limitado e ilimitado en las variedades indeterminadas (Perez, Hurtado, Aparicio, Argueta, & Larin, 2012). Tallos levemente angulosos, semileñosos y con tricomas, sus hojas son compuestas, posee entre siete y nueve folíolos peciolados, lobulados y con borde dentado. El sistema radicular puede alcanzar hasta dos metros, su raíz es pivotante con muchas raíces secundarias (Escalona, Alvarado, Monardes, Urbina, & Martin, 2009). Su flor amarilla es perfecta, posee cinco o más sépalos, cinco o más pétalos acompañados de cinco a seis estambres.

Las inflorescencias son de tipo racimo, se componen de cuatro a 12 flores (Perez, Hurtado, Aparicio, Argueta, & Larin, 2012). Su fruto está formado por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas (Escalona, Alvarado, Monardes, Urbina, & Martin, 2009).

2.1.3. Requerimientos edafoclimaticos

Se adapta a zonas cálidas, adaptándose bien al calor y a cambios de temperatura como sequías, es poco tolerante a las heladas. La humedad relativa requerida para este cultivo es entre el 60% y 80%. En cuanto a la temperatura media mensual óptima para su correcto desarrollo es de 21 a 24°C, pudiendo adaptarse a temperaturas que van desde los 18 hasta los 25°C. Requiere suelos profundos, con texturas medias, suelos permeables altos en materia orgánica, con pH entre 5,5 y 6,8 (Escalona, Alvarado, Monardes, Urbina, & Martin, 2009).

2.2. Cultivo en sustrato

El uso de sustratos es funcional y eficaz en la mayoría de hortalizas y cultivos florales bajo protección. Este sistema se ha impuesto en cultivos de alta tecnología, con limitantes en el uso del suelo. Para poder utilizar sustratos se deben mantener objetivos claros en el establecimiento de invernaderos, dado que el suelo pueda ser incultivable, en suelos donde la proliferación de enfermedades y plagas no pueda ser controlada, especialmente si los cultivos son sensibles (Soria & Olivert, 2002).

Características que justifican el uso de sustratos:

- a) Permiten una óptima relación aire/agua en el sistema radicular de la planta.
- b) Admite controlar de mejor manera la nutrición de la planta, ya que no existen interacciones.

- c) Permite optimizar y usar de mejor manera los fertilizantes y el agua, sin contaminar los suelos y acuíferos.
- d) Facilita el uso de sustratos como la paja de cereales, la fibra de coco, ladrillo triturado, fibra de madera, residuo de la industria del corcho.
- e) Disminuye o elimina las enfermedades más comunes del suelo, disminuyendo el uso de desinfectantes tóxicos como el bromuro de metilo.
- f) A nivel de cultivo se obtiene gran uniformidad facilitando podas, tutorado y labores culturales.
- g) Cultivos más precoces con mayores rendimientos productivos, disminuyendo el consumo de energía en relación a cultivos tradicionales.
- h) Generalmente se puede obtener una mejor calidad de cultivo y por lo tanto del producto (Soria & Olivert, 2002).

2.3. Plagas y enfermedades más importantes

Enfermedades representativas del cultivo de tomate según (FAO, 2002).

2.3.1. Enfermedades foliares

- *Phytophthora infestans*
- *Alternaria alternata* y *solani*
- *Colletotrichum phomoides*
- *Botrytis cinérea*
- *Septoria lycopersici*
- *Leveillula taurica*

2.3.2. Enfermedades del suelo

- *Fusarium oxysporum f.sp. lycopersici*
- *Xanthomonas campestris pv. vesicatoria*
- *Pseudomonas syringae pv. tomato*
- *Pectobacterium caratovora*
- *Rhizoctonia solani*

2.3.3. Plagas causantes de enfermedades.

2.3.3.1. Nematodos

La incidencia de nematodos en los suelos es común, estos parasitan el sistema radicular de la planta, siendo *Meloidogyne incognita* la especie más dañina, disminuyendo la absorción y funcionalidad del sistema radicular, debido a las agallas y nodulaciones que causan los nematodos. Como resultado del ataque las plantas detienen su crecimiento, presentan deficiencias, marchites y sin un control la planta incluso muere (Cadenas, González, & Hernández, 2002).

En el mercado existen variedades resistentes a *Fusarium oxysporum f.sp.* con resistencia a las razas 1 y 2 y en menor proporción a la raza 3. Esta resistencia puede perderse cuando se producen heridas ya sea por nematodos o por el laboreo. Por lo tanto el suelo libre de nematodos así como evitar la rotura de raíces al laborear el suelo contribuirá a mantener la sanidad del cultivo (González, 2006).

Los nematodos interaccionan con otros patógenos, ya sea como vectores de virus o de forma pasiva, facilitando la entrada de bacterias y hongos por las heridas que han provocado (Worldwide, 2006).

2.3.3.2. Gallina ciega

Es una plaga esporádica, *Phyllophaga spp* presente en la mayoría de cultivos, especialmente en suelos donde existe alta cantidad de materia orgánica, causando daños en raíces (Revelo, Mora, Gallegos, & Garcés, 2008).

La entrada de la bacterias y hongos en la planta se produce a través de aberturas naturales o heridas causadas, por insectos como *Phyllophaga spp* (Worldwide, 2006).

2.3.4. Enfermedades vasculares en tomate.

2.3.4.1.Damping off

Es un problema presente principalmente en plántulas, presentándose desde su preemergencia hasta un mes de edad. Sus síntomas son marchites repentina, ocasionando un alto índice de mortalidad en los cultivos, invernaderos o almácigos.

Esta enfermedad puede ser ocasionada por un conjunto de hongos que agrupan a *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Phytophthora* y *Fusarium*. Son hongos caracterizados por permanecer largos periodos de tiempo en el suelo, residuos de plantas, malezas. Esta enfermedad prolifera en zonas de alta humedad, en suelos compactos donde no se haya realizado desinfecciones (Sánchez, 2008).

2.3.4.2.Marchitez por fusarium

Los síntomas en esta enfermedad se observan en etapas de maduración de la fruta, con una decoloración amarillenta de hojas bajas que avanza hacia hojas jóvenes. En situaciones de severa infección las plantas pueden morir. El sistema de raíces se torna café y con frecuencia se pudre, notándose daños de color café a nivel del cuello de la planta, expandiéndose hacia el sistema vascular, sin superar los 25 cm sobre el nivel del suelo, diferenciándola de otras enfermedades (Seminis, 2008).

2.3.4.3. Bacterias

“*Pseudomonas syringae pv tomato*” es transmitida por semilla. Se disemina por el salpique del agua de lluvia y las herramientas de trabajo, especialmente durante los trasplantes. El patógeno puede sobrevivir en los restos de cosecha hasta por 30 semanas. También, varias especies de las malezas pueden albergar a la bacteria. La supervivencia de la bacteria en suelos no tratados es de corta duración (menos de 30 días) ocasiona síntomas a nivel de hojas, tallos, peciolo, sépalos y frutos. Provocando lesiones que se extienden por toda la hoja pero es más notable en el envés que en el haz. Las lesiones pueden unirse llegando a producir necrosis en grandes porciones del tejido. Los tallos, peciolo, pedúnculo, pedicelo y sépalos son igualmente afectados; en estas zonas de la planta las lesiones tienen forma ovalada. En fruto se forman pequeñas manchas oscuras que raramente son mayores a 1 mm de diámetro (Gómez, Hernández, & López, 2011).

“*Pseudomonas corrugata*”, las condiciones que favorecen el desarrollo de la enfermedad son bajas temperaturas nocturnas y alta humedad ambiental. La bacteria puede ser transmitida mediante semilla enferma y permanecer posteriormente en el campo sobre hospederos alternativos causa una enfermedad llamada médula negra, presentándose en plantas vigorosas de tallos gruesos, robustas, conocida por su síntoma más común que es el pardeamiento de la médula, presentándose en muchos casos en el tallo y peciolo, provocando el marchitamiento y muerte de la planta (Cadenas, González, & Hernández, 2002).

Para prevenir el ataque de esta bacteria, no se deben ocasionar heridas a las plantas, evitar los excesos de fertilización nitrogenada, proveer buenos drenajes y desinfectar las herramientas con que se hacen las podas; estas medidas deben practicarse siempre (MAG).

“Erwinia carotovora subsp. carotovora” ataca los cultivos de tomate, entrando en los troncos por las heridas y produciendo una pudrición blanda y acuosa, pudiendo ocasionar la muerte rápida de la planta (Cadenas, Gonzáles, & Hernández, 2002).

Se presenta en condiciones de elevada humedad y agua sobre la planta con heridas (lluvia o rocío). Incrementan la susceptibilidad de la planta los niveles elevados de fertilización nitrogenada. Uno de los síntomas observados es el oscurecimiento externo del tallo, generado por la podredumbre de los tejidos próximos a los puntos de infección. El ingreso de la bacteria a la planta (infección) se produce por heridas provocadas principalmente por desbrote. Posteriormente avanza provocando la descomposición de la médula y los tejidos cercanos. En los frutos el ingreso de la bacteria se produce por heridas o picaduras de insecto. La bacteria descompone internamente el fruto y toma el aspecto de una bolsa de agua adherida a la planta (INTA, 2012).

“Xanthomonas campestris pv” conocida como bacteriosis, provoca en las plantas afectadas hojas con lesiones oscuras, causando un amarillamiento general de la hoja, en el fruto aparecen manchas acuosas con un diámetro de tres a seis mm de diámetro. La propagación de este patógeno se puede dar al momento de extraer semillas, la forma de entrada a la planta se produce en las heridas o aberturas naturales. La humedad y las altas precipitaciones permiten la proliferación de las bacterias, presentándose principalmente en cultivos a campo abierto en temporada lluviosa, pudiendo permanecer en plantas infectadas o en el suelo durante al menos un año (hortalizas, 2006)

2.3.4.4. Tizón Tardío

“*Phytophthora infestans*” es un hongo que en condiciones de alta humedad y temperatura puede presentarse incluso en cultivos protegidos. Capaz de infectar órganos como hojas, tallos y frutos en menos de 48 horas. Los síntomas presentes en las plantas afectadas son manchas aceitosas a nivel de hojas y una esporulación blanquecina en su envés. A nivel de frutos puede desarrollarse en el pedúnculo, las condiciones de desarrollo de esta enfermedad se dan en humedades que superan el 90%, noches frescas y días cálidos (Cadenas, Gonzáles, & Hernández, 2002).

Enfermedad que puede manifestarse varias veces en el mismo ciclo de cultivo (policíclica). Se observa en períodos de alta humedad ambiental (generadas por neblina, lloviznas persistentes y/o exceso de riego) y temperaturas entre 17 y 22 °C durante más de 12 horas. Puede atacar en cualquier estado de desarrollo de la planta. Los primeros síntomas se manifiestan en hojas necrosadas (tejido muertos) rodeadas de un borde blanco. Las lesiones pueden incrementarse, tomar toda la hoja, pasando simultáneamente a tallos y frutos. Los tallos presentan segmentos de tejido muerto (necrosis) oscuros que pueden llegar a estrangularlo por completo. En fruto se observa zonas de color chocolate, característica distintiva de esta enfermedad (INTA, 2012).

2.3.5. Control fitosanitario de nematodos.

Los controles fitosanitarios contra nematodos puede realizarse mediante actividades culturales y químicas como son:

- Desinfección del suelo antes del trasplante con el uso de Bromuro de metilo o carbofuran, una vez que el cultivo a sido establecido se puede utilizar ingredientes activos como oxamilo y cadusafos.
- Utilización de injertos resistentes.
- El uso de cultivares resistentes o parcialmente resistentes.
- Uso de microorganismos.
- Aplicaciones de materia orgánica al sustrato.
- La sustitución del suelo por sustrato, donde su incidencia es alto pese a realizarse desinfecciones (Canovas & Magan, 2008).

2.3.6. Controles fitosanitarios de enfermedades en el suelo.

La desinfección es una de las primeras acciones que tiene que llevar a cabo todo agricultor al inicio de cada cultivo.

Los patógenos se desarrollan principalmente en lugares donde existe una buena relación de humedad y temperatura, como son los invernaderos, donde se favorecen y estimulan y desarrollo, las causas para la presencia de estos patógenos son el monocultivo y sus escasas rotaciones, altas densidades poblacionales, reduciendo progresivamente los rendimientos en el cultivo. Los tratamientos utilizados en la prevención y control de esta micro fauna y micro flora se denomina desinfección, y tiene como finalidad combatir los agentes patógenos del suelo (Nemátodos, *Fusarium*, *Pythium*, *Phytophthora*, *Verticillium*, *Sclerotinia*, etc.) (Sotrafa, 2011).

2.3.6.1. Controles químicos de enfermedades

Se deberá utilizar tratamientos específicos según el hongo que esté actuando y la aplicación se realizaran alrededor del cuello de la planta. Las materias activas recomendadas para los diferentes agentes causales son Etridiazoles y Propamocarb

para control de *Pythium spp*, Metalaxil y Propamocarb en el caso de *Phytophthora spp*, Propamocarb e Hymexasol para controlar *Fusarium oxysporum f.sp.* (Salmeron, y otros, 1995).

2.3.6.2. Control biológico de enfermedades

El control biológico es el uso de organismos (o de sus metabolitos o subproductos) que son enemigos naturales de una plaga o patógeno, con el fin de reducir o eliminar sus efectos dañinos en las plantas o sus productos. De manera similar al uso de gatos para controlar poblaciones de ratones o el uso de bacterias benéficas (como los lactobacilos) para preservar alimentos o prevenir infecciones gastrointestinales, el control biológico de plagas y patógenos ha sido utilizado en la agricultura de manera empírica desde sus inicios. La razón principal por la cual muchos productos agrícolas no son destruidos completamente por las plagas y las enfermedades es la presencia natural de agentes de control biológico: organismos capaces de antagonizar con las plagas o patógenos, reduciendo sus efectos nocivos.

El caso de los plaguicidas biológicos es el más estudiado: se comercializan varios productos de este tipo desde la década de los setenta. Destacan los ejemplos de *Bacillus thuringiensis* y de hongos que atacan insectos (entomopatógenos). En el caso de agentes biológicos para el control de enfermedades (principalmente producidos por hongos), los éxitos comerciales son todavía limitados y están basados principalmente en hongos de los géneros *Trichoderma*, *Gliocladium*, *Streptomyces*, *Coniothyrium* y *Candida*, y bacterias de los géneros *Pseudomonas*, *Bacillus* y *Agrobacterium* (Serrano & Galindo, 2007).

El hongo *Trichoderma sp.*, ha sido estudiado mundialmente por sus excelentes características como biocontrolador de hongos del suelo como *Phytophthora*, *Fusarium*, *Sclerotium*, *Rhizoctonia* y *Pythium*, causantes de enfermedades en los cultivos (Perdomo, Peña, Guédez, Castillo, & Cásales, 2007).

2.3.6.3.Insumos más utilizados por los productores de tomate en la región.

PROPAMOCARB

Es un fungicida sistémico, que pertenece al grupo de los carbamatos, previene y combate hongos del suelo y follaje del grupo de los Oomicetos: *Pythium sp*, *Phytophthora sp*, *Peronospora sp*, *Pseudoperonospora sp*, *Aphanomyces*, *Bremia*, *Plasmopara*. Es utilizado en el tratamiento de semillas y material de propagación vegetativa.

Posee una acción fungistática, protegiendo semillas, plántulas y esquejes, contra infecciones y daños causados por hongos del suelo y follaje. Posee la capacidad de traslocarse dentro de la planta después de su absorción por las raíces a las hojas. No es fitotóxico y puede aplicarse en cualquier estado de desarrollo de las plantas. Además de su efecto fungicida, tiene una acción bioestimulante en la mayoría de los cultivos (Bayer CropScience, 2016).

HYMEXAZOL

Es un insumo multipropósito o multitarea, protege el cultivo contra hongos del suelo y desarrolla los cultivos en forma rápida mejorando su calidad.

El hymexazol, es un promotor del crecimiento, es totalmente sistémico y con elevada actividad contra hongos del suelo de los géneros *Aphanomyces*, *Pythium* ,

Corticium, Fusarium, Verticillium, Diplodia, y de algunos grupos anastomósicos de *Rhizoctonia* y *Agrobacterium tumefaciens* (SmmmitAgro, 2016).

ABONOS ORGÁNICOS

Los abonos orgánicos son productos semi compostados, que se obtienen de la biofermentación aeróbica de materiales orgánicos, procesos en los cuales muchas veces se superan los 70 grados centígrados de temperatura eliminando así microorganismos patógenos y permitiendo el desarrollo de bacterias termofílicas benéficas, principalmente del género *Bacillus* (India, 2016).

Estos abonos pueden catalogarse como agentes biocontroladores de nematodos fito parásitos (Márquez & Fernández, 2006).

COCTELES BACTERIANOS

Los cocteles bacterianos actúan como bioinoculadores de suelos a base de microorganismos en dilución de ácidos húmicos, estos devuelven la fertilidad perdida a los suelos. Los productos comerciales tienen más de 30 cepas de microorganismos de los géneros *Trichoderma*, *Gliocladium*, *Streptomyces*, *Coniothyrium* y *Candida*, y bacterias de los géneros *Pseudomonas*, *Bacillus* y *Agrobacterium* seleccionados en su contenido, los mismos que rehabilitan el suelo, haciéndolo más fértil, estos productos son compatibles con la agricultura sostenible y ecológica (Natrual Earth, 2016).

III. METODOLOGÍA.

3.1. Ubicación del lugar de investigación.

3.1.1. Ubicación política.

País:	Ecuador
Provincia:	Santo Domingo de los Tsachilas
Cantón:	Santo Domingo
Parroquia:	Valle Hermoso
Sitio:	Finca “Santa Rosa”
Dirección:	km 12 de la Vía Valle Hermoso – El Triunfo.

3.1.2. Ubicación Geográfica

Latitud	00° 00′ 44,57"
Longitud	79° 19′ 41,18"
Altitud	260 msnm

3.1.3. Ubicación geográfica.

El área de investigación.

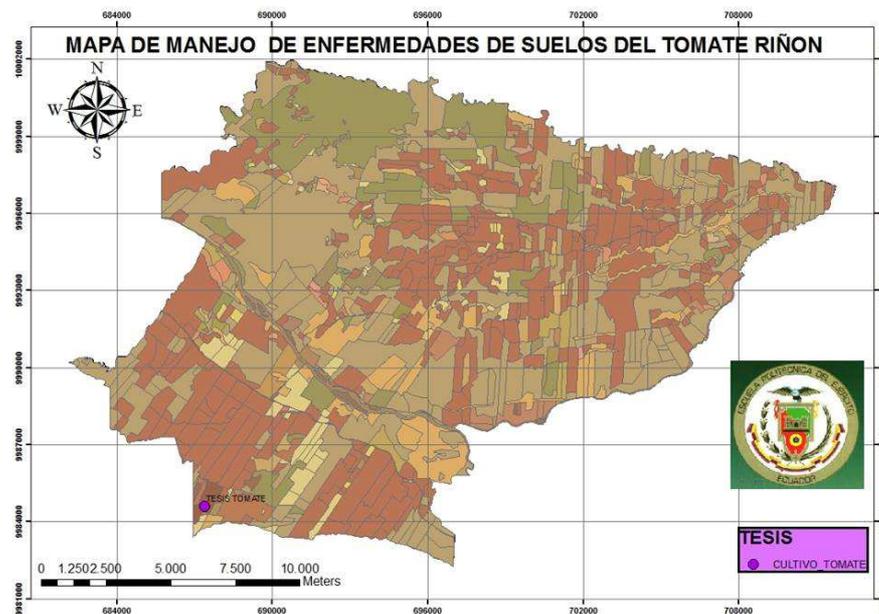


Figura 1. Ubicación del lugar en estudio

3.1.4. Ubicación ecológica.

Zona de vida: Bosque Muy Húmedo Subtropical

Altitud: 260 m.s.n.m.

Temperatura: 23 – 26 °C

Precipitación mensual: Máxima: abril 800 mm/mes, Mínima: agosto 100 mm/mes

Humedad relativa: 99%

Textura: Franco

Fuente: (Gobierno de Valle Hermoso, 2015).

3.2. Materiales.

Materiales de campo	Materiales de oficina
<ul style="list-style-type: none"> • Plantas de tomate (variedad Daniela) • Fundas con sustrato (25 libras) • Sistema de riego : Cintas con goteros autocompensantes • Cinta tomatera • Balanzas (g - kg) • Alambre número 12 • Postes de caña guadua de 2,5 metros • Fertilizantes • Agroquímicos • Bombas de mochila y accesorios de fumigación 	<ul style="list-style-type: none"> • Computadora • Cámara digital • Etiquetas • Material de escritorio • Libreta de campo. • GPS.

3.3.Métodos

3.3.1. Diseño experimental

3.3.1.1.Factores a probar

Uso de productos fitosanitarios para el control y prevención de enfermedades vasculares por efecto de diferentes ingredientes activos y sustancias orgánicas, comparadas con un tratamiento testigo que es el manejo convencional que le dan los productores de la región.

3.3.1.2.Tratamientos

T0 = Tratamiento testigo, manejo convencional

T1= Aplicación de microorganismos, con dosis de 3 L/ha.

T2 = Aplicación de Propamocarb, con una dosis de 1,5 L/ha.

T3 = Aplicación de Himexasol, 2 L/ha.

T4 = Aplicación de insumos orgánicos, en dosis de 5 Tn/ha.

3.3.1.3. Tipo de diseño

El diseño que se utilizó en la investigación es de Bloques Completos al Azar (DBCA), debido a la heterogeneidad del terreno, ya que presenta árboles en uno de sus linderos.

$$Y_{ij} = \mu + B + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Es la respuesta (variable de interés o variable media)

μ = Es la media general del experimento

τ_i = Es el efecto del tratamiento

B = Es el efecto del bloque.

ε_{ij} = es el error aleatorio asociado a la respuesta Y_{ij}

3.3.1.4.Repeticiones o bloques

Se realizaron cinco repeticiones para cada uno de los tratamientos evaluados.

3.3.1.5.Características de la UE

Cada unidad experimental contó con veinticuatro plantas, que fueron distribuidas en cuatro hileras con seis plantas. En la parcela neta se consideraron ocho unidades básicas (dos hileras con cuatro plantas).

- Número de Unidades experimentales: 25
- Área de las unidades experimentales: 8,4m²
 - Largo: 4 m
 - Ancho: 2,1 m
- Área de la parcela neta : 3,84 m²
 - Largo: 2,4 m
 - Ancho: 1,6 m
- Área total del ensayo: 224,6 m²

A continuación se presenta el área correspondiente a la unidad experimental de la parcela:

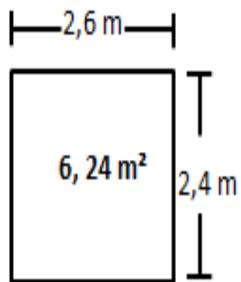
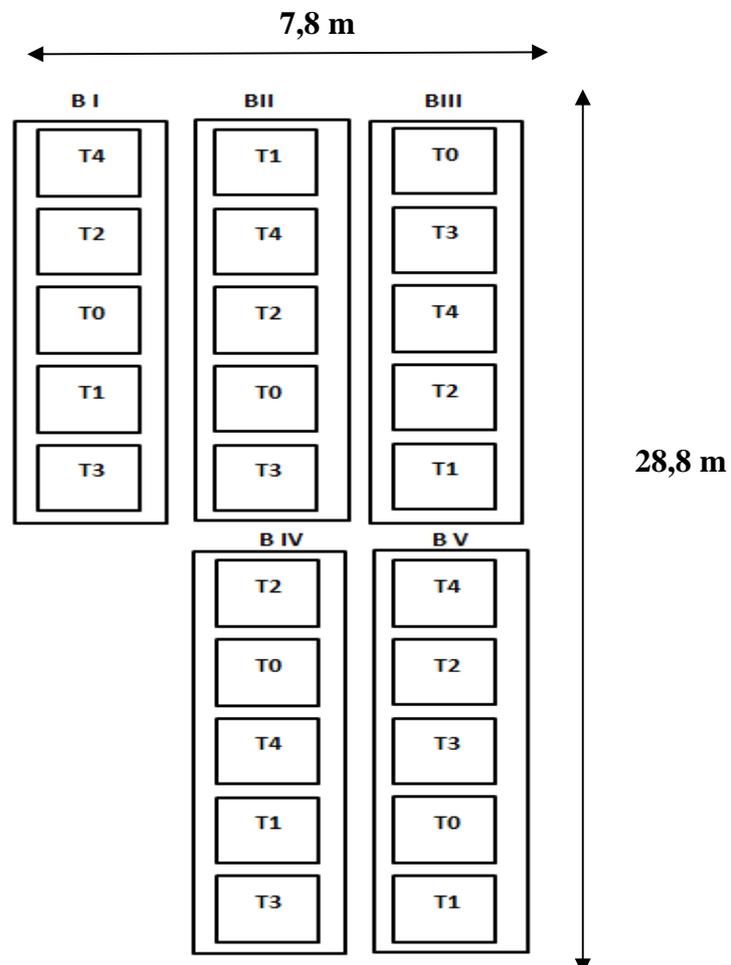


Figura 2. Área total por unidad experimental

3.3.1.6. Croquis del experimento



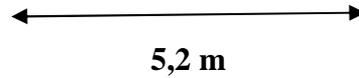


Figura 3. Diseño del experimento

3.3.2. Establecimiento del ensayo

3.3.2.1.Llenado de fundas

Las fundas fueron llenadas con un 25% de materia orgánica (pollinaza), 25% de aserrín de balsa y 50% de tierra de cultivo de cacao, las fundas de sustrato tienen una capacidad de 25 lb.

3.3.2.2.Siembra

Se realizó la siembra a las 9:00 am, en forma manual colocando una planta por funda, y con una fertilización de fondo de 5g/planta de 10-30-10. Cinco días después se procedió a monitorear el porcentaje de mortalidad existente con la finalidad de hacer una resiembra, se remplazaron ocho plantas.

3.3.2.3.Densidad

Se utilizó una densidad de 2,94 plantas/ m² (29 400 plantas/ha), ya que según análisis de trabajos de tesis realizados en la ESPE (Cornejo C. , 2009) y (Ramírez, 2013) estas son las densidades con mejores resultados para la región.

3.3.2.4. Distancia de siembra

Se utilizó una distancia entre plantas de 0,4m, 0,6 entre hileras y 1,20 m de calles entre las dobles hileras.

3.3.2.5. Número de plantas

Para el ensayo se utilizaron 600 plantas distribuidas en un área de 204 m².

3.3.2.6. Tutoreo

Se utilizó alambre #12 galvanizado colocado sobre cañas que fueron usados como postes y ubicados cada 5 m y una altura de 2 m. Teniendo un total de 12 hileras con 30m de largo cada una de ellas.

3.3.3. Análisis estadístico.

3.3.3.1. Análisis de varianza

El experimento contaba con cinco tratamientos, cinco repeticiones, teniendo como resultado veinticinco unidades experimentales.

3.3.3.2. Esquema del análisis de varianza

A continuación se presenta la tabla 1, donde se realizó el análisis de varianza.

Tabla 1. Esquema del análisis de varianza.

F.V.	G.L.
Tratamiento	4
Bloque	4
Error Experimental	8

Total	16
-------	----

3.3.3.3. Coeficiente de variación.

Para el cálculo del coeficiente de variación se utilizó la siguiente fórmula:

$$CV = \frac{\sqrt{CM_e}}{X} * 100 =$$

Dónde:

CV = Coeficiente de variación.

CMEE = Cuadrado medio del error experimental.

X = Promedio de tratamiento

3.3.3.4. Análisis funcional

El análisis funcional se lo realizó mediante la aplicación de la prueba de significación de Tukey al 5%.

3.3.3.5. Estimación de costos

Para el cálculo del costo total se utilizó la siguiente fórmula:

$$CT = CF + CV$$

Dónde:

CT = Costo total

CF = Costo fijo

CV = Costo variable

Para realizar el análisis económico fue indispensable tener los costos fijos, costos variables y los costos de oportunidad.

Los costos fijos cuyo monto total no se modifica de acuerdo con la actividad de producción, los costos variables se modifican de acuerdo a variaciones del volumen de producción (o nivel de actividad), tratándose de bienes y servicios, el costo de oportunidad es un concepto económico que permite designar el valor de la mejor opción no realizada o el costo de la inversión de los recursos disponibles a costa de las inversiones alternativas disponibles. (Backer & Ramírez, 2005).

Este proceso se realizó mediante el análisis costo-beneficio, técnica que se usó para evaluar la inversión del proyecto de investigación, cuya finalidad fue comparar los costos con los beneficios asociados a la realización del trabajo investigativo.

3.3.4. Variables a medir

3.3.4.1. Desarrollo de la planta en las diferentes etapas fenológicas de la planta

Desde los 15 días post trasplante se tomaron datos de altura y cobertura, realizando este proceso cada 15 días por tres ocasiones.

Se evaluó además días a la floración, altura del primer botón floral, distancia entre racimos. Estos datos fueron tomados cuando al menos el 75% de las plantas en la parcela neta se encontraba en la etapa fenológica correspondiente.

3.3.4.2. Evaluación de la incidencia de enfermedades

El monitoreo fue diario, ya que las hortalizas tienen un crecimiento muy dinámico, pero la información del proceso fue registrada de forma mensual, la primera evaluación de enfermedades registrada fue cuando la planta cumplió 20 días

después del trasplante, debido a que a esa edad ya hubieron plantas que presentaron síntomas de enfermedades.

Para realizar las evaluaciones de enfermedades, de la parcela neta se contabilizaron las plantas afectadas y se convirtieron los datos porcentuales, donde mediante la utilización de la escala propuesta por CYMMYT (Vélez, 2017) , se determinó su incidencia. A continuación se muestra la escala utilizada:

Tabla 2. Escala de plantas infectadas para establecer la presencia de plagas y enfermedades.

Plantas infectadas	Escala	Incidencia
0 % - 29%	1	Baja
30 % - 40 %	2	Media baja
41 % - 60 %	3	Media
61 % - 80 %	4	Media alta
81 % - 100 %	5	Alta

3.3.4.3.Rendimiento

Durante la vida útil de la planta se tomaron datos de producción de fruta/planta, Kg de fruta/m², número de pisos florales/planta, número de frutas/racimo, peso promedio de la fruta y numero de cajas por ha. Estos datos fueron tomados a cada unidad básica de la investigación, trabajando con un promedio por unidad experimental y proyectándolo a producción/ hectárea.

3.3.4.4. Identificación de microorganismos patógenos

La identificación de microorganismos presentes en la planta fue realizada mediante un análisis de laboratorio en la empresa “Agroorganic”, evaluando el sistema radicular y foliar de la planta.

La muestra enviada a laboratorio fue recolectada a las 7:00 am, debido a que el laboratorio debía recibirla el mismo día. El sistema radicular fue enviado de forma completa, lavado y secado, para las muestras foliares se tomaron hojas al azar. Las muestras fueron enviadas en sobres de papel, con su respectiva etiqueta.

3.3.5. Métodos específicos de manejo del experimento

3.3.5.1.Preparación del sustrato

Se recolectó tierra fértil para el llenado de fundas plásticas de 25 libras, este sustrato fue una mezcla de tierra agrícola más materia orgánica y aserrín de balsa en una proporción 2:1:1. Una vez llenadas las fundas se ubicaron en el sitio definitivo donde se estableció el cultivo. Luego de esto cada una de las fundas fue desinfectada con agua hirviendo.

3.3.5.2.Siembra

Se utilizaron plantas de la variedad Daniela “Hazera” , en el proceso se aplicó una fertilización de fondo de fertilizante comercial 10-30-10 con una dosis de 5g/planta.

3.3.5.3.Selección de plantas

Por cada tratamiento se tomaron al azar ocho plantas para su evaluación, a estas se las identificó con una cinta de color en el cuello de la planta.

3.3.5.4.Tutoreo

Para esta práctica se utilizó caña guadua de 2 m desde la superficie del suelo, en las cuales se templó alambre número 12, para el amarre de las plantas se utilizó cinta plástica tomatera, sujetando la parte basal de la planta con el alambre.

Cada semana se revisó el tutoreo ya que el crecimiento de la planta es muy dinámico y la necesidad de amarre es constante.

3.3.5.5.Riego

Las plantas fueron regadas diariamente, con un aproximado de 1 litro de agua por planta.

3.3.5.6.Control fitosanitario

Se utilizaron diferentes tratamientos químicos (Ver anexos), mediante el uso de una bomba de mochila de 20 litros de capacidad, según sea la necesidad del cultivo.

3.3.5.7.Fertilización

Para la fertilización se utilizaron fertilizantes edáficos y foliares, además el uso de fertilizantes solubles para el fertirriego utilizando el sistema de riego (Ver anexos).

3.3.5.8.Control de malezas

Se eliminaron las malezas manualmente cada 7 días, para evitar competencia por nutrientes y hospedaje de insectos.

3.3.5.9. Podas

Se realizó una primera poda de formación, está a nivel de brotes axilares 15 días después del trasplante, dejando un solo eje principal para cada una de las plantas.

Posteriormente se realizaron podas sanitarias cada 8 días, eliminando manualmente las hojas, tallos y frutos enfermos con el propósito que la incidencia de enfermedades no proliferen. Para realizar las podas se utilizaron tijeras, las mismas que fueron desinfectadas con limón al pasar de planta en planta.

3.3.5.10. Cosecha

La cosecha se la realizó manualmente, esta comenzó a los 74 días después de la siembra. La fruta fue recolectada en baldes cubiertos con papel periódico para evitar el estropeo debido a golpes o rozaduras, posteriormente la fruta fue limpiada y empacada en cajas de 18 kg que es la caja comercial en el mercado.

IV. RESULTADOS

4.1. Altura

En la tabla 3 se presenta el análisis de varianza para la variable altura, medida desde el cuello hasta el límite del meristema apical de la planta, donde desde la primera evaluación realizada 15 días después del trasplante se pudo establecer que existió una variación estadísticamente significativa en cuanto a los tratamientos.

Tabla 3. Análisis de varianza para la variable altura del tallo.

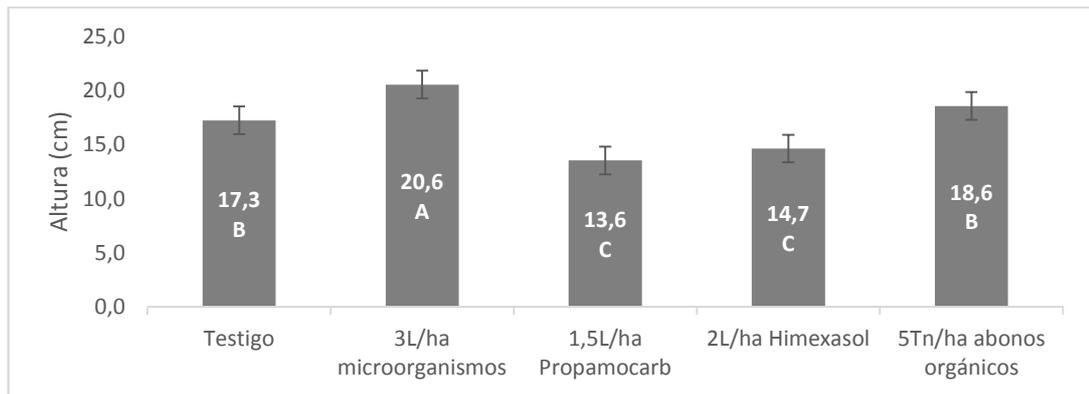
Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrado medio por evaluación			
		1	2	3	4
Tratamiento	4	40,78	227,98	1073,17	105,86
Bloque	4	0,17	2,04	0,49	32,46
Error	16	0,67	0,51	1,4	10,64
Total	24				
Coeficiente de variación		4,82	2,04	1,56	3,21
p-valor de tratamiento		<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*	0,0003*

ns: no significativo; *: significativo

Durante las 4 evaluaciones se establecieron datos para $p < 0,05$ teniendo como resultado diferencias significativas para todos los tratamientos en cada una de las evaluaciones. Dentro de los tratamientos establecidos, existen variantes en cuanto a los ingredientes activos de los materiales utilizados, que van a marcar diferencias incluso si se desearía desde la semilla tal como (SmmmitAgro, 2016), donde se menciona como el himexasol es capaz de estimular y acelerar la germinación de las semillas. Esto podría determinar un crecimiento inicial diferenciado del resto de

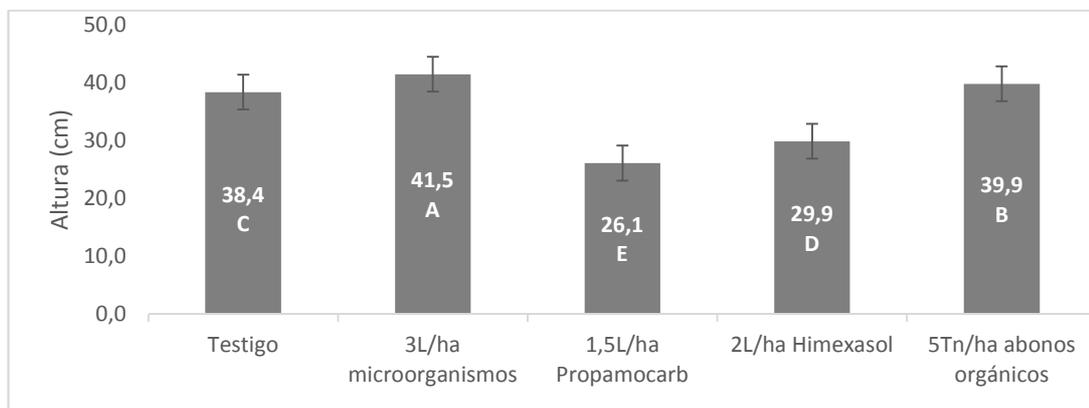
tratamientos debido a la estimulación radicular que el ingrediente activo Himexasol efectúa, marcando una tendencia de crecimiento a lo largo del ensayo.

Figura 4. Prueba de Tukey al 5% para altura de plántulas en la primera evaluación



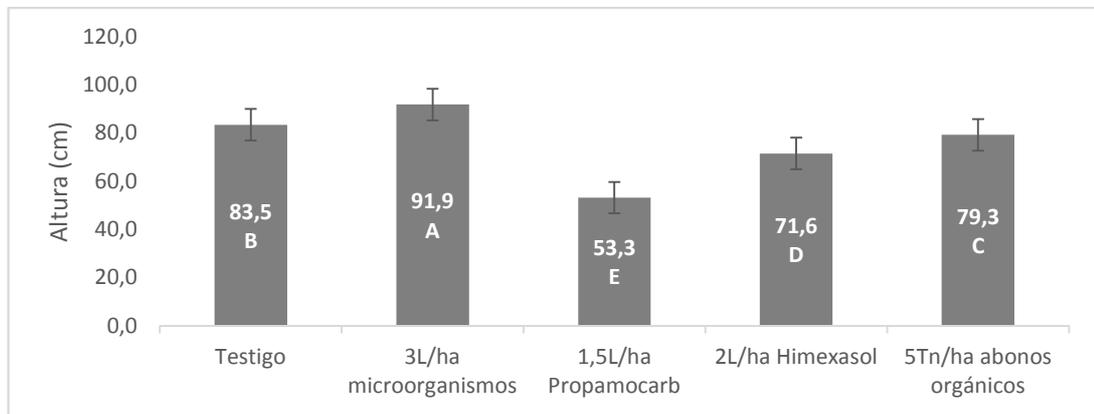
En la primera evaluación de altura se determinó un promedio de altura de 20,6 cm en el tratamiento 1 (aplicación de microorganismos) siendo, significativamente superior al resto de tratamientos. Tanto el tratamiento 2 (1,5L/ha Propamocarb) con un promedio de 13,6 cm y T3 (2L/ha himexasol) con un promedio de 14,7 cm mostraron promedios no significativos entre si y que difieren del tratamiento testigo, 1 y 4 (5 Tn/ha insumos orgánicos) con un promedio de 18,6 cm.

Figura 5. Prueba de Tukey al 5% para altura de plántulas en la segunda evaluación



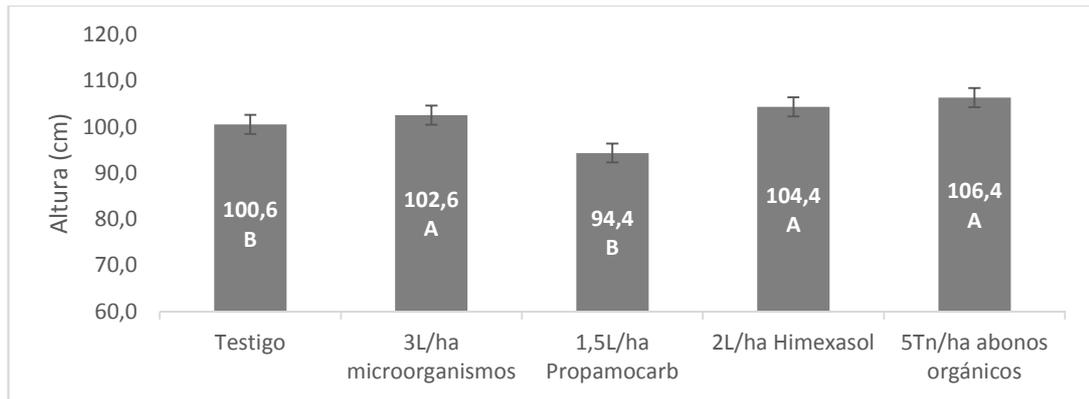
En la segunda evaluación de datos se establecieron diferencias significativas entre todos los tratamientos, incluyendo en T0 que corresponde al testigo agronómico, marcando un promedio de 41,5 cm por el T1 (3L/ha microorganismos), siendo el mejor tratamiento del ensayo al igual que la primera toma. Mientras que el tratamiento con un menor promedio en altura fue T2 (1,5L/ha Propamocarb) con 26,1 cm.

Figura 6. Prueba de Tukey al 5% para altura de plántulas en la tercera evaluación



En la tercera evaluación de datos todos los tratamientos mantuvieron una diferencia estadísticamente significativa. Los promedios de altura por tratamiento mantuvieron el mismo patrón en cuanto al mejor promedio T1 (3L/ha Microorganismos) con 91,9 cm y el menor T2 (1,5L/ha Propamocarb) con 53,3 cm.

Figura 7. Prueba de Tukey al 5% para altura de plántulas en la cuarta evaluación



Después de la CUARTA toma de datos a los 75 días después del trasplante, referente a la altura de las plantas los promedios por tratamiento variaron, determinando al T3 (2L/ha Himexasol) con 104,4 cm, T4 (5 Tn/ha insumos orgánicos) con 106,4 cm y T1(3L/ha Microorganismos) estadísticamente iguales y mejores tratamientos. El T0 (testigo) con 100,6 y T2 (1,5 L/ha Propamocarb) con 94,4 cm mostraron promedios estadísticamente iguales, diferenciándolos del resto de tratamientos.

Inicialmente los tratamientos marcaron una diferencia significativa para cada uno de ellos, debido a un posible estrés por parte de los tratamientos en estudio. Conforme el ensayo se desarrolló, los tratamientos marcaron diferencias significativas para dos grupos de tratamientos, es decir que 3 de los 5 tratamientos fueron iguales y con los más altos promedios, a diferencia del otro grupo que mantuvieron los promedios más bajos.

4.2. Área foliar.

El área foliar fue tomada a partir de la base del peciolo de la hoja compuesta hasta el extremo del foliolo externo. Dentro de este parámetro, las mediciones establecieron diferencias significativas para todos los tratamientos en estudio en cada una de las observaciones realizadas con $p < 0,05$. Determinando que cada uno de los tratamientos presento una cobertura total diferenciada estadísticamente.

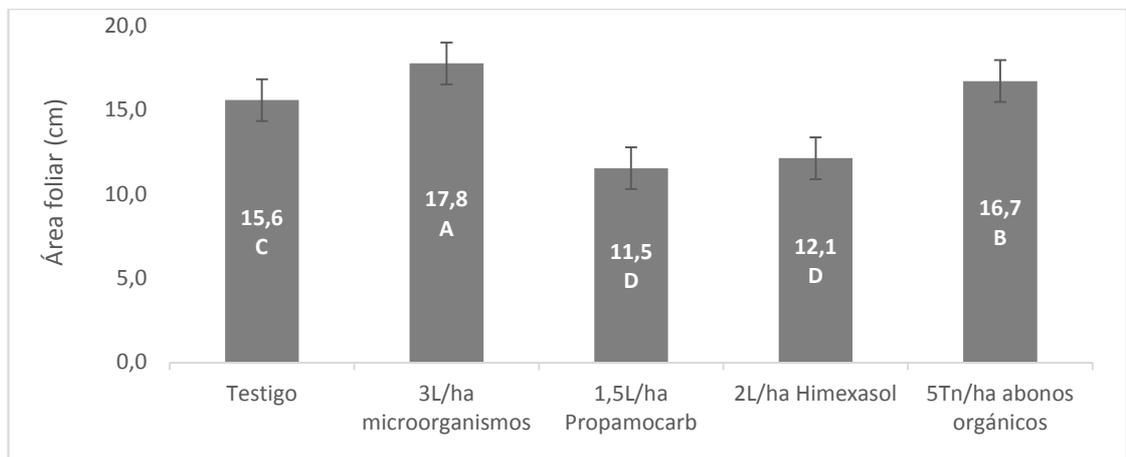
Tabla 4. Análisis de varianza para la variable área foliar.

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrado medio por evaluación			
		1	2	3	4
Tratamiento	4	38,56	205,4	834,44	253,44
Bloque	4	0,24	0,51	1,5	36,94
Error	16	0,14	0,55	1,76	23,62
Total	24				
Coefficiente de variación		2,55	2,15	1,73	4,85
p-valor de tratamiento		<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*	0,001*

ns: no significativo; *: significativo

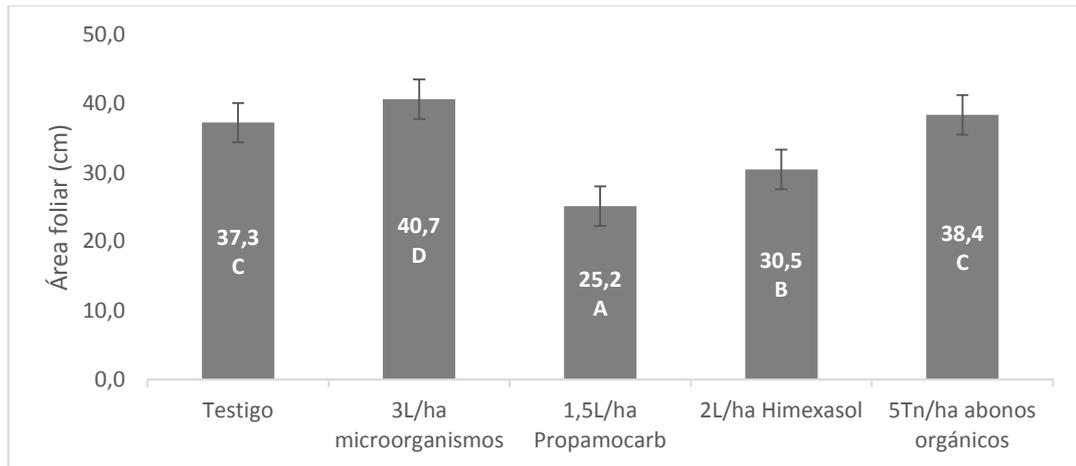
Existen varios aspectos que pueden determinar la cobertura y vigorosidad de una planta. En esta investigación se establecieron diferencias significativas en las 4 tomas de datos, las cuales estarían inicialmente relacionadas en un caso con las condiciones fisicoquímicas del sustrato (T4 ; 5 Tn/ha insumos orgánicos) que permiten un mejor desarrollo de raíces y desarrollo vegetativo que en este caso sería la cobertura (Folquer, 1976). Otro aspecto a tomar en cuenta son los tratamientos que además de ser controladores de patógenos son estimulantes radiculares, donde ejercerían su efecto en el desarrollo vegetativo como lo marca el autor antes mencionado.

Figura 8. Prueba de Tukey al 5% para la variable área foliar en la primera evaluación



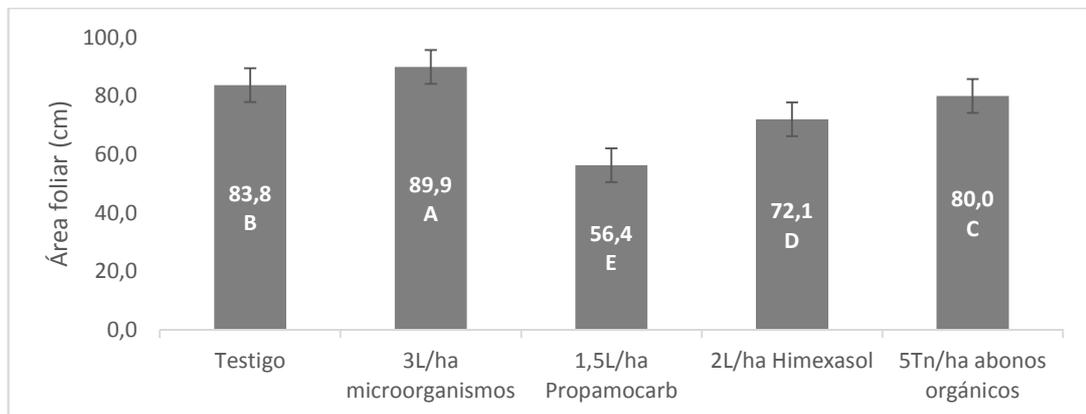
En la primera toma de datos de área foliar en las plantas se obtuvieron diferencias significativas entre los tratamientos exceptuando T2 (1,5 L/ha Propamocarb) 11,5 cm y T3 (2L/ha Himexasol) 12,1 cm que fueron tratamientos estadísticamente iguales, además de ser los promedios más bajos de la toma de datos, diferenciándolos del resto. El T1 (3L/ha Microorganismos) con 17,8 cm se diferenció como el de mayor promedio de cobertura de los tratamientos.

Figura 9. Prueba de Tukey al 5% para la variable área foliar en la segunda evaluación



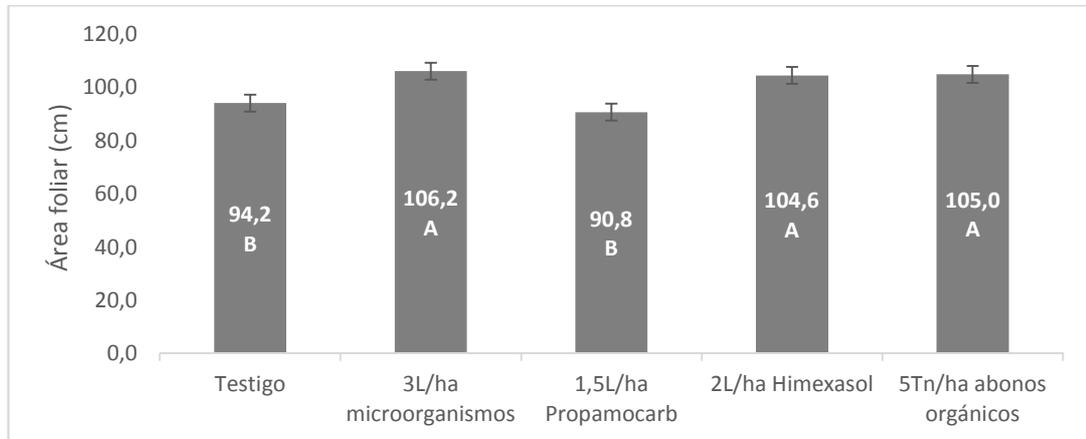
La segunda toma de datos para área foliar en el ensayo presentó al T1 (3L/ha microorganismos) con 40,7 como el mejor promedio de los tratamientos. Por otro lado el T2 (1,5L/ha Propamocarb) mantuvo el promedio más bajo dentro de los tratamientos con 25,5 cm de cobertura.

Figura 10. Prueba de Tukey al 5% para la variable área foliar en la tercera evaluación



Los resultados de los datos obtenidos en la tercera evaluación representan una diferenciación estadísticamente significativa para todos los tratamientos, teniendo al T1 (3L/ha Microorganismos) con 89,9 cm como el promedio más alto del ensayo y al tratamiento T2 (1,5L/ha Propamocarb) con 56,4 cm como el promedio más bajo de todos los tratamientos.

Figura 11. Prueba de Tukey al 5% para la variable área foliar en la cuarta evaluación



En la cuarta evaluación de área foliar se establecieron diferencias más ajustadas entre los tratamientos estudiados, obteniendo una igualdad estadística de mayor promedio entre T1 (3L/ha Microorganismos) con 106,2 cm, T3 (2L/ha Himexasol) con 104,6 cm y T4 (5Tn/ha insumos orgánicos) con 105 cm. Por otra parte los promedios más bajos pertenecieron a los tratamientos T0 y T2 con 94,2 cm y 90,8 cm respectivamente.

A los 75 días después del trasplante se realizó una prueba de significancia para los datos de área foliar, donde se marcaron dos grupos de promedios diferenciados estadísticamente. Uno de los factores influyentes en posibles efectos radiculares en esta variante es que el grupo “B” de menores promedios son tratamientos que en su funcionamiento no ejerce ningún tipo de estímulo de crecimiento a diferencia del otro grupo.

Otro factor que puede modificar la variable de área foliar y crecimiento vegetativo son la densidad poblacional, diciendo que mientras la densidad sea mayor, existirá un menor desarrollo reflejándose incluso en otras áreas vegetativas (Sánchez, 1997).

4.3. Días a la floración.

Al realizar el análisis de varianza para los días a la floración se pudo determinar una diferencia significativa entre los tratamientos en estudio. Por otro lado no existieron diferencias significativas entre los bloques dispuestos en el ensayo.

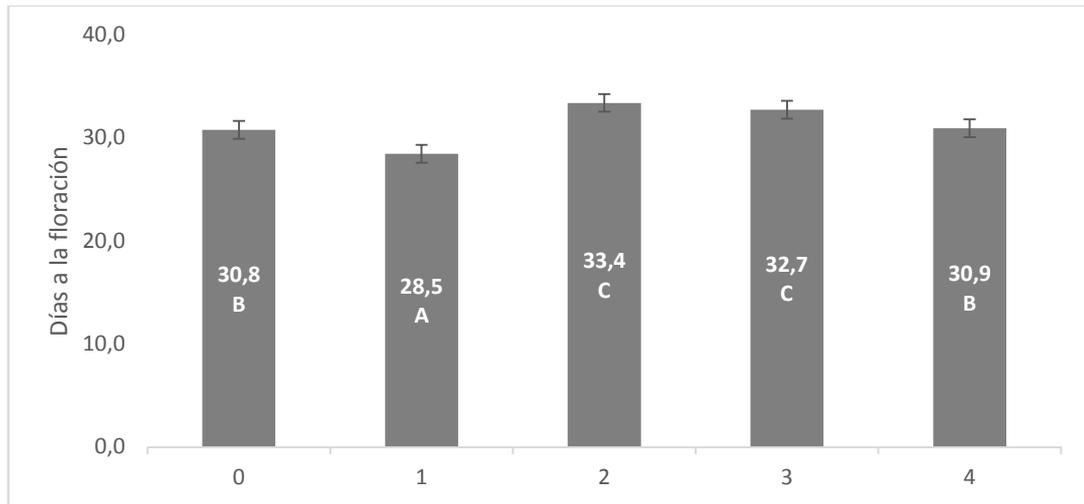
Tabla 5. Análisis de varianza para la variable días a la floración

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	p-valor
Tratamiento	75,28	4	18,82	100,5	<0,0001*
Bloque	0,41	4	0,1	0,54	0,7054ns
Error	3	16	0,19		
Total	78,68	24			
Coefficiente de variación	1,38				

ns: no significativo; *: significativo

En la tabla 5 de análisis de varianza para los días a la floración se obtuvo un valor de p-valor <0,0001 lo cual indica diferencias altamente significativas, para los bloques o repeticiones dentro del campo experimental no se obtuvieron diferencias significativa teniendo como resultado p-valor de 0,7054.

Figura 12. Prueba de Tukey al 5% para la variable días a la floración.



El tratamiento con el menor número de días promedio para la floración es el T1 (3L/ha Microorganismos) con 28,8 días después del trasplante. Mientras que los tratamientos con el mayor número de días a la floración fueron el T2 (1,5L/ha Propamocarb) con 33,4 días y T3 (2L/ha Himexasol) con 32,7 días.

Uno de los factores más influyente dentro de esta variable es la genética de la planta para establecer sus flores (Gates, 1955) que a diferencia de otros estudios realizados en la zona de Santo Domingo (Cornejo C. , 2009) y (Ramírez, 2013), marcan promedios entre 39 y 40 días, mientras que para el híbrido en estudio se estableció un promedio sobresaliente de 28,5 días debido a la acción de los tratamientos.

4.4. Altura del primer botón floral.

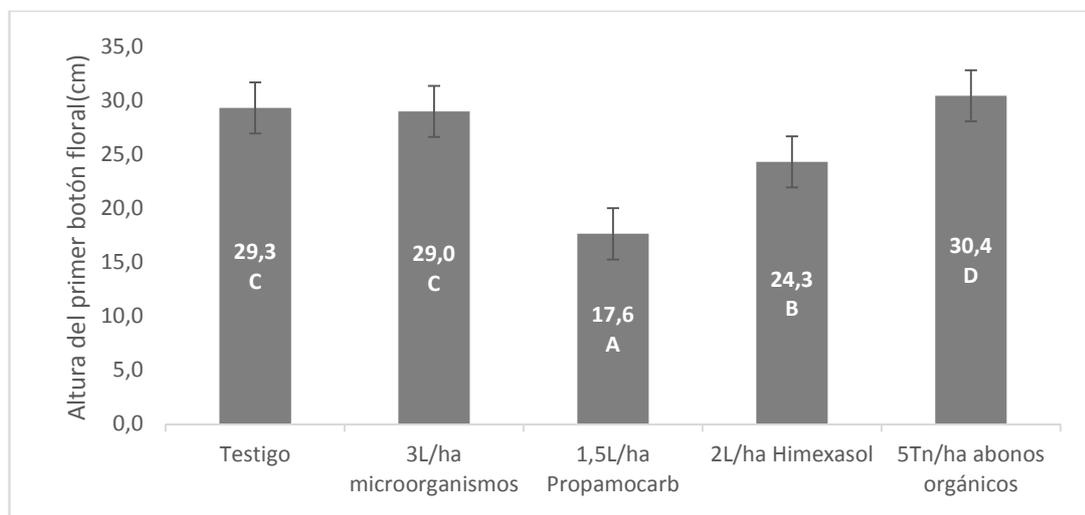
La altura del primer botón floral se determinó una vez que el racimo esté listo para el cuaje de frutos. Su medición fue establecida desde el cuello de la planta hasta la base del pedúnculo floral. Luego de tomar los datos, se determinó que los tratamientos obtuvieron diferencias estadísticas significativas con $p < 0,05$. Mientras que entre bloques no presentaron diferencias con un valor de $p = 0,2604$.

Tabla 6. Análisis de varianza para la variable altura del primer botón floral.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	p-valor
Tratamiento	561,52	4	140,38	790,2	<0,0001*
Bloque	1,04	4	0,26	1,46	0,2604ns
Error	2,84	16	0,18		
Total	565,4	24			
Coefficiente de variación	1,61				

ns: no significativo; *: significativo

Figura 13. Prueba de Tukey al 5% para la variable altura del primer botón floral.



En este caso el mejor tratamiento pertenece al menor promedio que pertenece al T2 (1,5L/ha Propamocarb) con 17,6 cm de altura al primer racimo, mientras que el peor tratamiento con el promedio de altura más alto es T4 (5Tn/ha insumos orgánicos).

La altura del primer racimo permite realizar proyecciones del número de cosechas y aprovechamiento del tipo de tutoreo que se disponga. En variables ya analizadas se puede determinar que el T2 (1,5L/ha Propamocarb) posee los

promedios menos ventajosos en cuanto a altura y cobertura, por lo que al ser plantas pequeñas su primer racimo floral tendría lugar a una altura inferior a los demás tratamientos.

4.5. Distancia entre racimos.

La distancia entre racimos se la determino desde la base del primer racimo hasta la base del siguiente racimo. Después de realizar el análisis de varianza se pudo determinar que no existió una diferencia significativa para este parámetro de medida tanto para los tratamientos como para los bloques o repeticiones.

Tabla 7. Análisis de varianza para la variable distancia entre racimos.

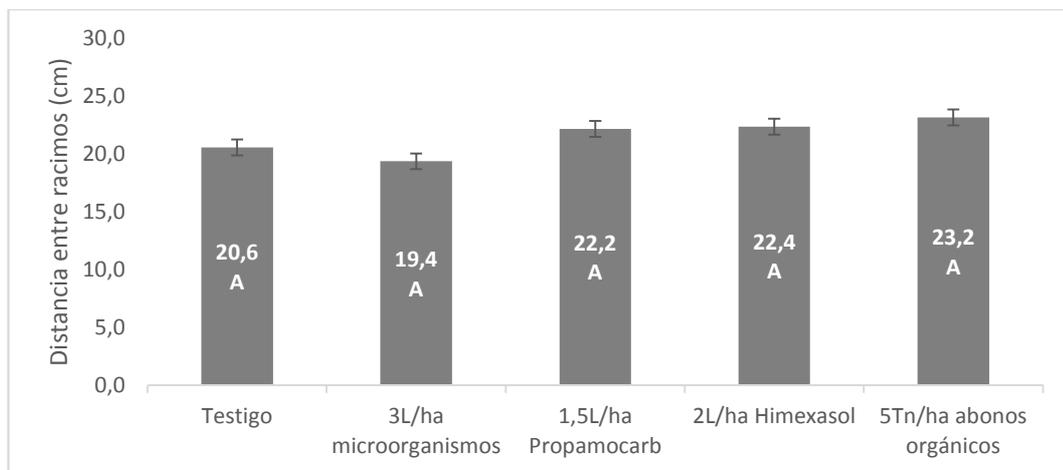
Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	p-valor
Tratamiento	46,96	4	11,74	2,39	0,0943ns
Bloque	2,56	4	0,64	0,13	0,9691ns
Error	78,64	16	4,92		
Total	128,16	24			
Coefficiente de variación	10,28				

ns: no significativo *: significativo

Mediante el cuadro de análisis de varianza se obtuvo un valor de $p=0,0943$ para la fuente de variación de los tratamientos, donde no mostro diferencias significativas. Para los bloques o repeticiones se obtuvo un valor de $p=0,9691$ que de igual manera establecen una igualdad.

Una vez que el primer racimo floral emerge, la importancia por obtener flores aumenta, y con ello la distancia entre racimos es determinante a la hora de aprovechar el espacio vegetativo. Generalmente estas características vienen determinadas por las casas comerciales de semillas donde no es posible dar un valor concreto de esta distancia entre racimos, pero los superlativos que expresan dan una idea de la distancia entre racimos que puedan tener, por lo que fue necesario determinar la influencia que podía tener el manejo del cultivo en dicho parámetro que finalmente no representó diferencia alguna.

Figura 14. Prueba de Tukey al 5% para la variable distancia entre racimos.



En la figura 14 se observan los promedios de distancias entre racimos para cada uno de los tratamientos. Estos resultados señalan la poca variabilidad que este parámetro puede tener ante la aplicación de los tratamientos en estudio.

4.6. Racimos por planta.

Al realizar el análisis de varianza de los racimos por planta se pudo determinar que si existe una diferencia significativa entre los tratamientos expuestos, mientras que para los bloques no se presentaron diferencias estadísticamente significativas.

Tabla 8. Análisis de varianza para la variable racimos por planta.

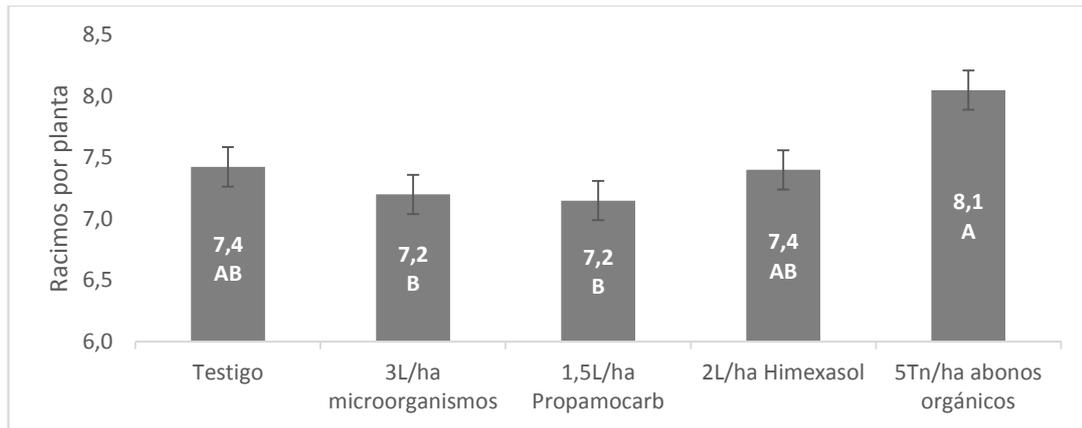
Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	p-valor
Tratamiento	2,66	4	0,66	4,11	0,0177*
Bloque	0,64	4	0,16	0,99	0,4422ns
Error	2,59	16	0,16		
Total	5,88	24			
Coeficiente de variación	5,39				

ns: no significativo; *: significativo

En la tabla 8 se encuentra del análisis de varianza para racimos por planta se representa el p –valor de 0,0177 para los tratamientos en estudio, dando como resultado una diferencia significativa del promedio de racimos por planta en cada tratamiento, además se representa p-valor de 0,4422 para el valor de los bloques, manifestando que no existe una diferencia considerada como significativa al momento de realizar un bloqueo o repeticiones del ensayo.

En el híbrido estudiado se contabilizó el número de racimos cosechados hasta las 20 semanas después del trasplante donde el factor fertilización y manejo fitosanitario del cultivo jugaron un rol importante puesto que mientras más racimos de fruta posee una planta, requerirá de más nutrientes para satisfacer el crecimiento adecuado de la fruta.

Figura 15. Prueba de Tukey al 5% para la variable racimos por planta.



En la figura 15 se puede apreciar que el T4 (5Ton/ha insumos orgánicos) con 8,1 racimos por planta, es el mejor tratamiento al momento de medir este parámetro, por el contrario los tratamientos con menores promedios resultaron ser T1 (3L/ha Microorganismos) y T2 (1,5 L/ha Propamocarb) con 7,2 racimos por planta, que estadísticamente los marcaron como los tratamientos de menor resultado. Los demás tratamientos T0 y T3 marcaron una relación con los tratamientos antes mencionados debido al error establecido en el análisis de varianza aplicado.

(Escalante, 1989) Menciona que al aumentar el número de frutos la demanda de nutrientes incrementa así como la elevación de foto asimilados en los frutos. Un factor fundamental para que estos distintivos se manifiesten es la sanidad y funcionalidad del sistema radicular por lo que las condiciones del sustrato son parte fundamental de la productividad.

4.7. Frutos por racimo.

Dentro del parámetro de evaluación de frutas por racimo, se establecieron dos tomas de datos para lo cual se realizó un análisis de varianza donde se representa que no existió una diferencia significativa entre los tratamientos durante la primera toma, y por otra parte en la segunda observación el promedio de frutas por racimo se muestra mucho más variable entre tratamientos, dando como resultado una diferencia altamente significativa entre tratamientos para dicha toma.

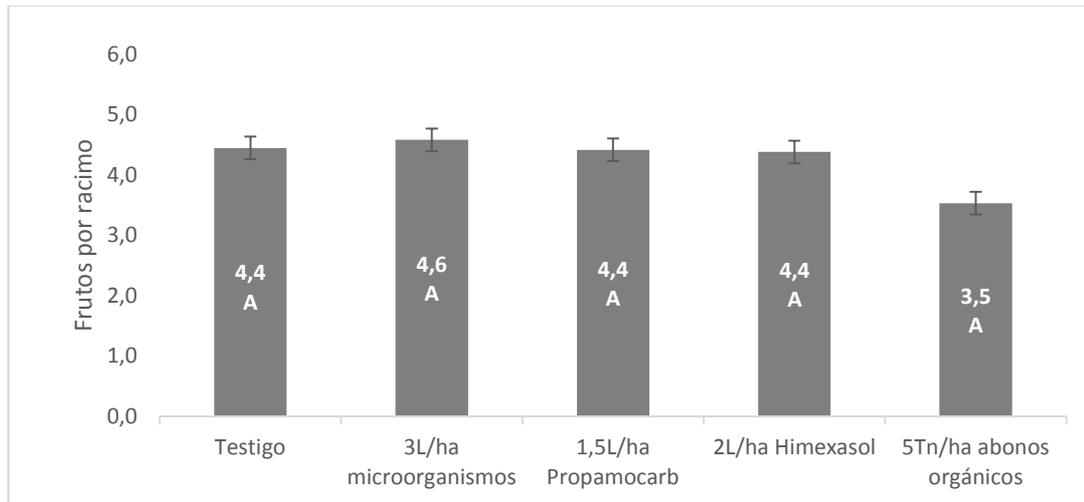
Tabla 9. Análisis de varianza para la variable frutos por racimo.

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrado medio por evaluación	
		1 (13/02/2017)	2(27/03/2017)
Tratamiento	4	0,88	6,06
Bloque	4	0,31	0,12
Error	16	1,01	0,34
Total	24		
Coeficiente de variación		23,46	16,55
p-valor de tratamiento		0,5007ns	<0,0001*

ns: no significativo; *: significativo

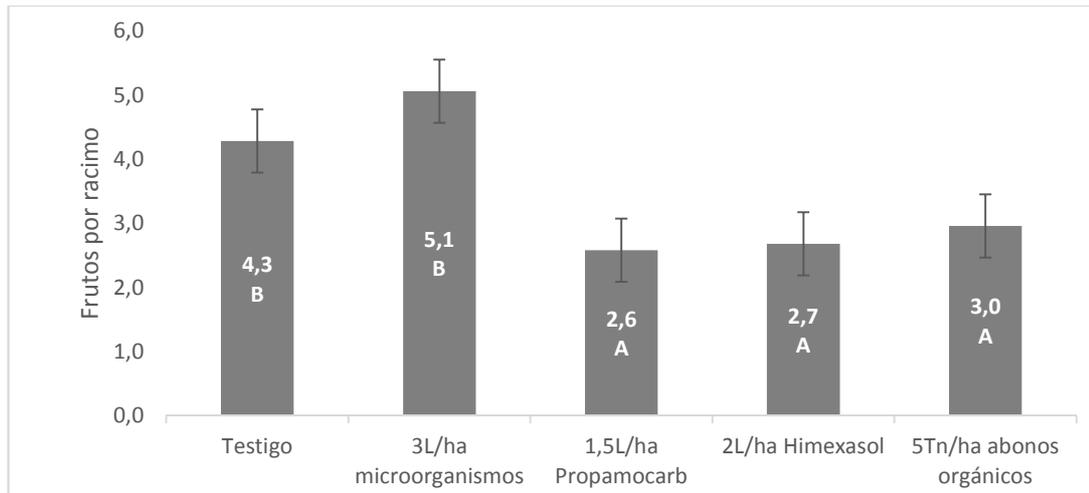
En la ADEVA realizada se puede determinar para la primera observación un resultado de p-valor igual a 0,5007 lo cual determina que en dicha toma los tratamientos fueron iguales estadísticamente. En la segunda observación y toma de datos, esto varia puesto que el resultado obtenido para determinar significancia fue de $p=0,0001$ satisfaciendo la hipótesis alternativa en cuestión a la variable de frutos por racimo, la misma que dice: Las alternativas fitosanitarias aplicadas al sustrato influirán en la sanidad del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum*) producido a campo abierto.

Figura 16. Prueba de Tukey al 5% para la variable frutos por racimo en la primera evaluación.



En la figura 16 se puede apreciar la primera toma de datos y se observa claramente una igualdad entre promedio de frutas por racimo para todos los tratamientos con una ligera variación matemática para el tratamiento T4 (5Tn/ha insumos orgánicos) con un valor de 3,5 frutas por racimo, mientras que el resto de los tratamientos superan o mantienen entre 4,4 frutas por planta en promedio.

Figura 17. Prueba de Tukey al 5% para frutos por racimo en la segunda evaluación.



En la figura 17 se puede determinar que existen una alta diferencia significativa para dos grupos de tratamientos, manteniéndose como los mejores a los tratamientos T1 (3L/ha Microorganismos) con 5,1 frutas por planta y T0 (Testigo) con 4,3 frutas por racimo. Manteniendo en cierta medida el promedio de la primera toma, con la diferencia que marca la disminución de frutas por planta del resto de tratamientos T2, T3 y T4 que mantienen valores estadísticamente iguales entre sí pero que difieren de los ya mencionados.

(Natural Earth, 2016) Indica que el número de frutos por planta se asocian a las partes morfológicas de la misma planta, por ello el número de frutos va a depender del tipo de inflorescencias del cultivar del ensayo, teniendo que flores compuestas comprendan mayor número de flores y con ello más frutas por racimo. El tratamiento con una solución de microorganismos pretende además de proteger el sistema radicular de la planta, estimular una mayor floración y con ello aumentar los rendimientos de cultivos en proceso con dicho producto.

4.8. Peso del fruto.

Al realizar el análisis de varianza para el peso del fruto en dos tomas de datos, se puede determinar que en la primera toma no se establecieron diferencias significativas en los pesos promedio de los frutos para los diferentes tratamientos. Por otro lado en la segunda toma 15 días después de la primera observación si se marcó una diferencia significativa entre los tratamientos mediante el uso de la prueba de significancia de Tukey al 5%.

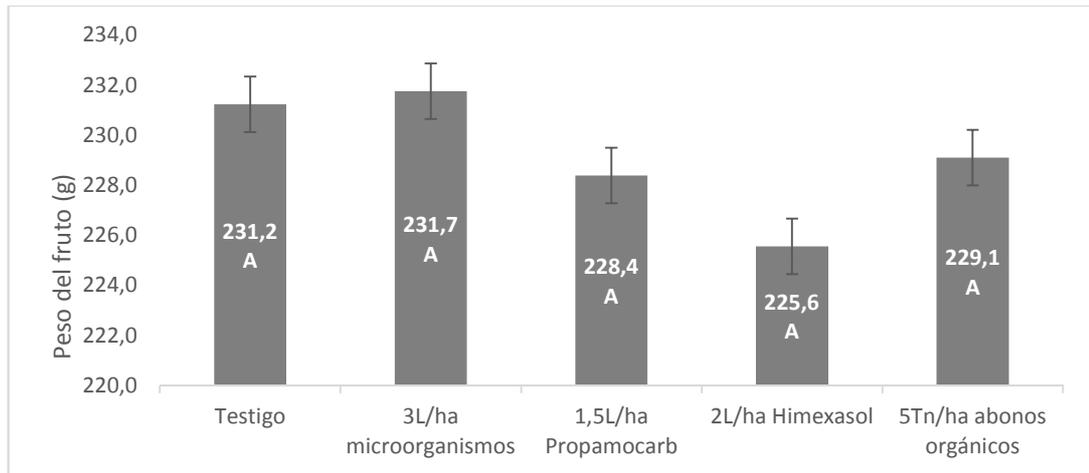
Tabla 10. Análisis de varianza para la variable peso del fruto.

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrado medio por evaluación	
		1 (13/02/2017)	2(27/03/2017)
Tratamiento	4	30,74	1864,2
Bloque	4	22,77	0,22
Error	16	13,57	0,29
Total	24		
Coeficiente de variación		1,61	0,27
p-valor de tratamiento		0,1075ns	<0,0001*

ns: no significativo; *: significativo

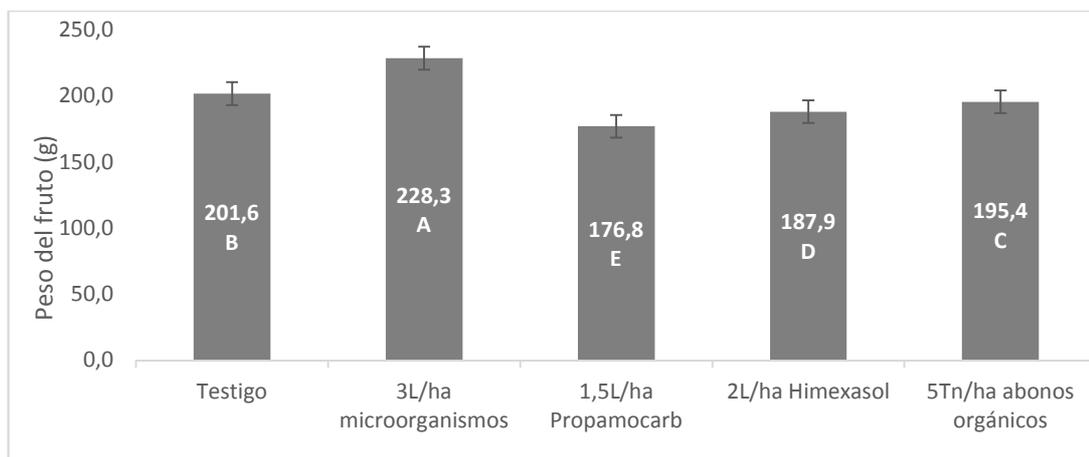
Luego de realizar la ADEVA para los pesos de frutos de los tratamientos en estudio se establecieron diferencias significativas en la segunda toma de datos con $p=0,0001$. Mientras que para la primera observación el valor $p=0,1075$ determino que no existieron diferencias en cuanto a los promedios de peso de los frutos, es decir que todos los pesos estadísticamente fueron iguales inicialmente en la cosecha.

Figura 18. Prueba de Tukey al 5% para la variable peso del fruto en la primera evaluación.



Luego de realizar la primera observación de pesos de frutos de cada tratamiento, no se presentaron diferencias estadísticamente significativas para la variable. Por otro lado, en grandes volúmenes de cosecha los gramos cuentan, por lo que dentro de los tratamientos expuestos, quien se llevó el promedio más alto en peso fue T1 (3L/ha Microorganismos) con 231,7 g.

Figura 19. Prueba de Tukey al 5% para la variable peso del fruto en la segunda evaluación.



En la segunda toma de datos para la variable de pesos de frutos por tratamiento, se establecieron diferencias significativas para todos los tratamientos, teniendo como los mejores pesos promedio a T1 (3L/ha Microorganismos) con 228,3

g mientras que el tratamiento con el menor promedio fue T2 (1,5L/ha Propamocarb) con 176,8 g en promedio, el tratamiento testigo por otro lado marco el mejor segundo promedio con 201,6 gramos.

(Antonio & Solis, 1999) Demostraron que al aumentar el peso del fruto, el número de los mismos podría disminuir, tal y como se demuestra en los resultados de racimos/planta donde el tratamientos con microorganismos resulto con el promedio más bajo, con la diferencia de poseer los calibres más altos. De esta manera se podrían establecer podas de frutos con el fin de conseguir promedios mucho más altos para los frutos.

4.9. Producción en kg/planta.

En el análisis de varianza para la evaluación de la producción en kg por planta, se observa que estadísticamente si existe diferencia significativa entre los tratamientos en estudio, mientras que entre bloques o repeticiones no existió diferencia alguna.

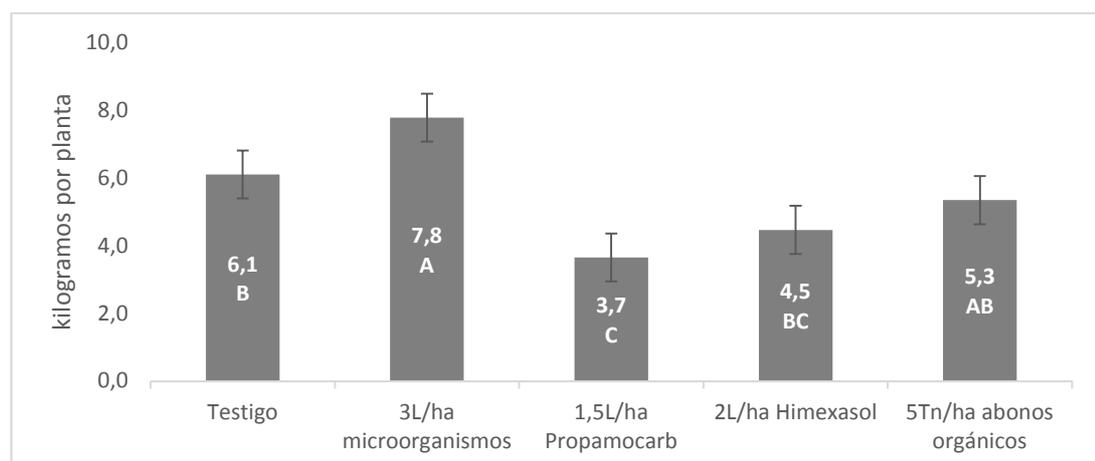
Tabla 11. Análisis de varianza para la variable producción en kg/planta.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	p-valor
Tratamiento	50,86	4	12,71	33,83	<0,0001*
Bloque	3,1	4	0,77	2,06	0,1339ns
Error	6,01	16	0,38		
Total	59,97	24			
Coeficiente de variación	11,2				

ns: no significativo; *: significativo

Para los tratamientos del ensayo se determinó una diferencia altamente significativa por cuanto a la producción de kg de fruta por planta promedio con un valor $p=0,0001$ y por otra parte en cuanto a los bloques no presento diferencias significativas con un valor $p=0,1339$.

Figura 20. Prueba de Tukey al 5% para la variable kilogramos de fruta por planta.



Luego de realizar la ADEVA correspondiente el peso en Kg por planta de fruta se determinó que el mejor promedio, con una diferencia significativa fue el T1

(3L/ha Microorganismos) con un promedio de 7,8 Kg/Planta, seguido por el T0 (Testigo) con 6,1 Kg/Planta, y teniendo como promedio más bajo al T2 (1,5L/ha Propamocarb) con 3,7 Kg/Planta.

Para la variable Kg/Planta se tomó en cuenta los parámetros antes establecidos como son el número de racimos por planta, el promedio de frutos por racimo y los gramos, en cada uno de los tratamientos. De esta manera se resumiría la producción total para cada caso y determinar desde el punto de vista rentable y de vida útil del cultivo, cual es el mejor tratamiento a nivel de productividad.

4.10. Producción en el ensayo y por hectárea.

Tabla 12. Producción total por tratamiento

Tratamiento	Kg/planta	Número de plantas	Producción total/Tratamiento(Kg)
Testigo	5,92	120	710,75
3L/ha microorganismos	7,84	120	941,17
1,5L/ha Propamocarb	3,45	120	414,59
2L/ha Himexasol	4,69	120	562,92
5Tn/ha abonos orgánicos	5,24	120	629,02

Tabla 13. Producción total por hectárea

Tratamiento	Kg/planta	Número de plantas/ha	Producción total/ha (Kg)	Producción total/ha (ton)
Testigo	5,92	29 400	174134,00	174,13
3L/ha microorganismos	7,84	29 400	230586,11	230,59
1,5L/ha Propamocarb	3,45	29 400	101575,60	101,58
2L/ha Himexasol	4,69	29 400	137914,67	137,91
5Tn/ha abonos orgánicos	5,24	29 400	154109,95	154,11

En las tablas 12 y 13 se puede observar diferencia de producción entre tratamiento, aceptando así la hipótesis alternativa, ya que la sanidad del cultivo se ve reflejada en la producción final del mismo.

El T1 (3L/ha Microorganismos) con un promedio de 7,8 Kg/Planta, superó la producción obtenida por (Cornejo C. , 2009) y (Ramírez, 2013) donde el promedio de producción fue de 5,8 y 6,3 kg/planta respectivamente.

4.11. Incidencia de enfermedades.

En el ensayo se presentaron enfermedades a nivel de hojas y frutos tales como *Alternaria solani*, y *Botrytis cinerea lycopersici* determinadas por un análisis de laboratorio, para su análisis de laboratorio se enviaron 15 hojas de la planta, las mismas que fueron tomadas al azar. También se determinó la presencia de patógenos causantes de daños a nivel vascular en los distintos tratamientos estudiados como se muestra en el la tabla 15, para esta evaluación se envió el sistema radicular de la planta, el mismo que fue limpiado y lavado con abundante agua para el posterior envío al laboratorio. Las muestras fueron empacadas en fundas de papel con su respectiva etiqueta.

Al realizar un análisis de varianza para las plantas, flores y frutos afectados por enfermedades se pudo determinar que durante la primera toma de datos no existió diferencia significativa entre tratamientos, mientras que a partir de la segunda hasta la quinta toma de datos los valores p marcaron una alta diferencia significativa para los tratamientos mediante el uso de la prueba de significancia de Tukey al 5%.

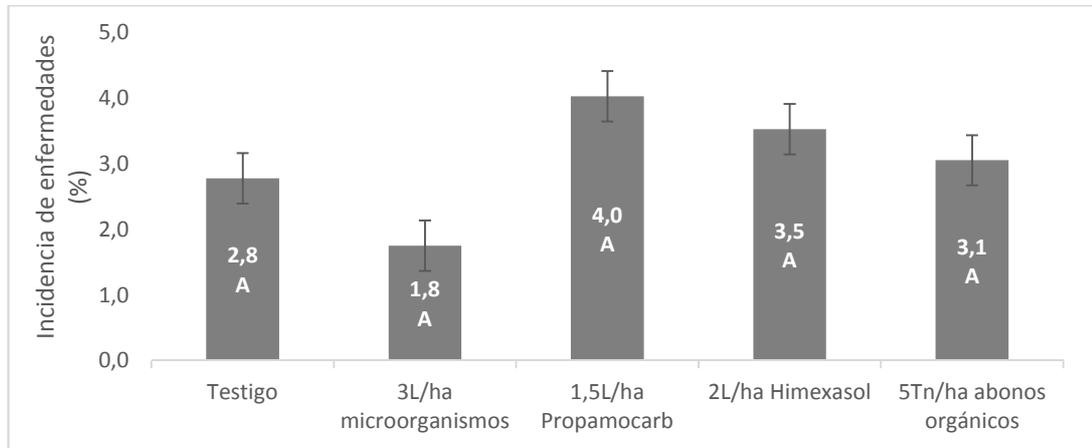
Tabla 14. Análisis de varianza para la variable incidencia de enfermedades.

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrado medio por evaluación				
		1	2	3	4	5
Tratamiento	4	0,01	0,04	0,03	0,61	3,66
Bloque	4	0,0034	0,01	0,01	0,1	0,01
Error	16	0,0044	0,01	0,01	0,01	0,02
Total	24					
Coefficiente de variación		6,48	7,71	5,9	4,32	5,01
p-valor de tratamiento		0,3384ns	0,0091*	0,0079*	<0,0001*	<0,0001*

ns: no significativo; *: significativo

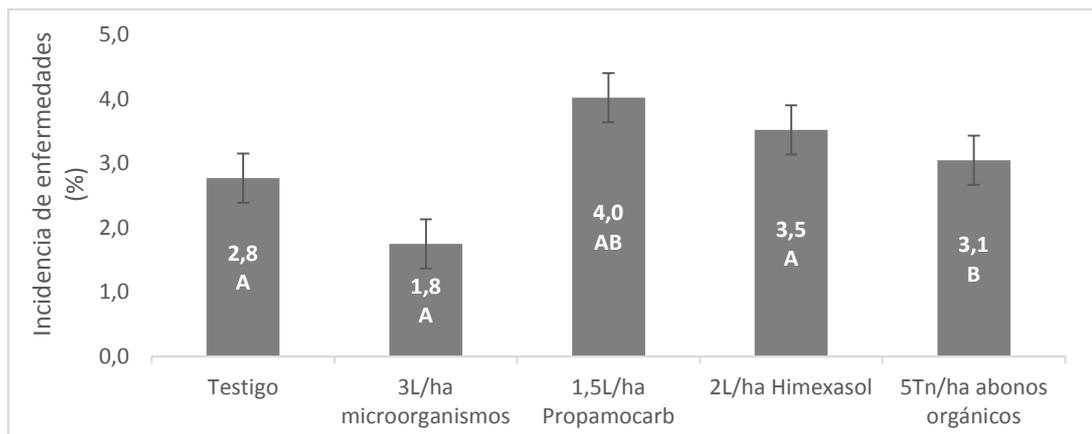
En la ADEVA realizada, se establece un valor $p=0,3384$ para la primera toma de datos la cual no marca diferencias significativas, mientras que a partir de la segunda las diferencias comenzaron a marcarse significativas. La segunda toma de datos tuvo un valor de $p=0,0091$ marcando diferencias entre tratamientos, para la tercera toma el valor fue de $p=0,0079$ que de igual manera significo una diferencia entre tratamientos. Finalmente los dos últimos registros marcaron un valor $p=0,0001$ lo cual permite determinar una diferencia altamente significativa para los tratamientos expuestos.

Figura 21. Prueba de Tukey al 5% para la variable incidencia de enfermedades en la primera evaluación.



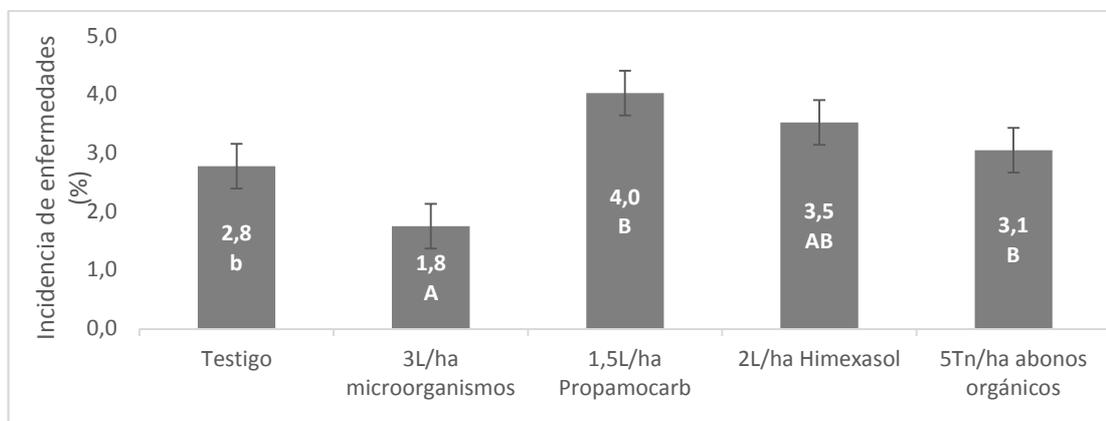
En la figura 21 se puede determinar que mediante el error obtenido en la ADEVA los promedios de ataque de enfermedades en todos los tratamientos es estadísticamente igual, sin embargo destacan por un menor valor el tratamiento T1 (3L/ha Microorganismos) con 1,8 de afección en la escala establecida de medición.

Figura 22. Prueba de Tukey al 5% para la variable incidencia de enfermedades en la segunda evaluación.



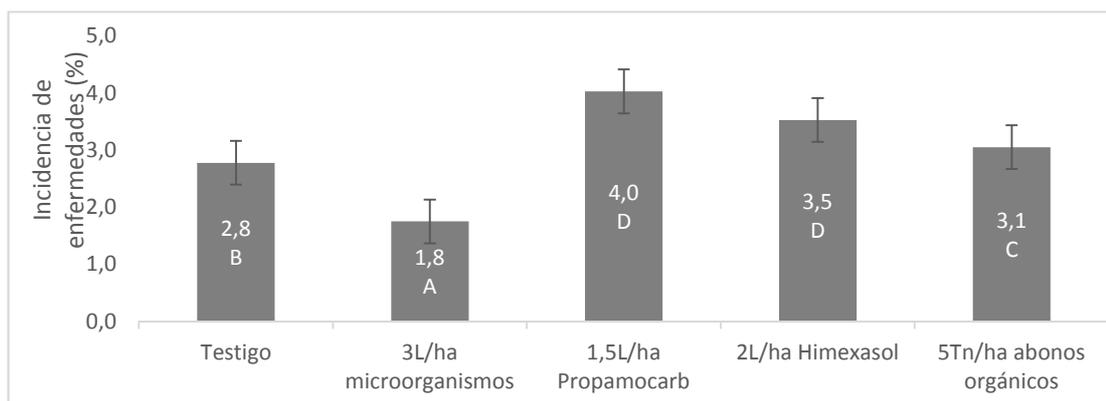
Las diferencias entre tratamientos es significativa pero con traslapes de error como resultado del análisis de varianza para la incidencia de enfermedades. Manteniéndose el T1 (3L/ha Microorganismos) como el tratamiento con menor incidencia de enfermedades con un valor de 1,8 y por otro lado el tratamiento con mayor incidencia de enfermedades está el T2 (1,5 L/ha Propamocarb) con un promedio de 4,0.

Figura 23. Prueba de Tukey al 5% para la variable incidencia de enfermedades en la tercera evaluación.



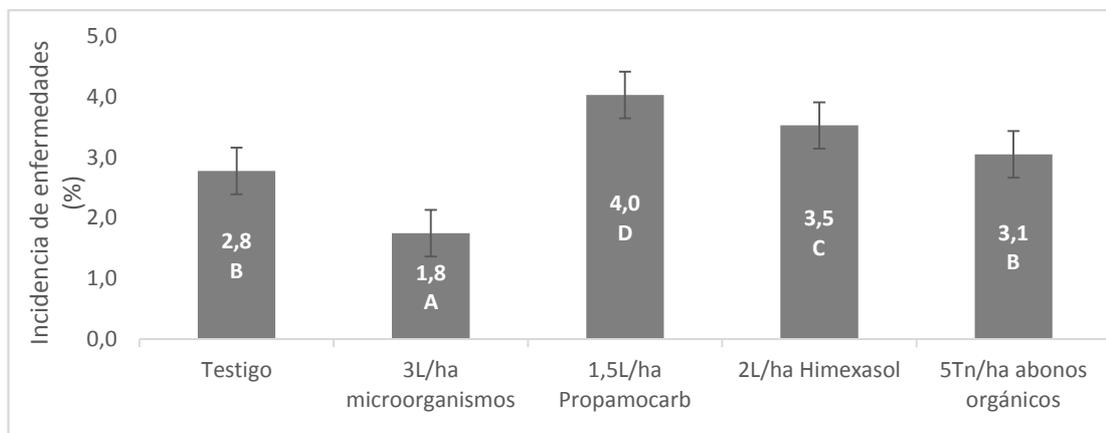
La tendencia de valorización de enfermedades se mantuvo en la tercera toma de datos teniendo al T1 (3L/ha Microorganismos) con 1,8 en el valor que manifiesta el ataque de enfermedades, mientras que el T2 (1,5L/ha Propamocarb) mantuvo la mayor incidencia de plagas significativa de los tratamientos.

Figura 24. Prueba de Tukey al 5% para la variable incidencia de enfermedades en la cuarta evaluación.



Los valores de las enfermedades se mantuvo en la cuarta evaluación teniendo al T1 (3L/ha Microorganismos) con 1,8, mientras que el T2 (1,5L/ha Propamocarb) con 4,0 mantuvo la mayor incidencia de plagas significativa de los tratamientos en promedio.

Figura 25. Prueba de Tukey al 5% para la variable incidencia de enfermedades en la quinta evaluación.



En la quinta evaluación, la mayoría de los tratamientos fueron estadísticamente diferentes teniendo finalmente como el tratamiento con menor incidencia de enfermedades al T1 (3L/ha Microorganismos) con 1,8 de valor promedio, y como el peor tratamiento al T2 (1,5L/ha Propamocarb) con un valor de 4 en lo referente a incidencia de enfermedades. Existió una relación entre el tratamiento T0 y T4 debido al traslape de los errores obtenido de la ADEVA de los promedios.

Los resultados de enfermedades a nivel de hojas flores y frutos no mostraron diferencias entre tratamientos al inicio del experimento puesto que al ser plantas jóvenes y con los tratamientos fitosanitarios preventivos son menos susceptibles a cualquier ataque patógeno.

Conforme el cultivo se desarrollaba y los frutos comenzaron a madurar las enfermedades como *Alternaria solani* comenzaron a presentarse a nivel de hojas, mientras que alrededor de la semana 20 existió un brote de *Phytophthora infestans*.

A nivel de frutos existió la presencia de *Botrytis cinérea* alrededor de la semana 23 luego de realizar las últimas cosechas del ensayo, por lo que no mostró una afectación económica.

La escala utilizada para determinar el nivel de afectación se vio diferenciada por la sistemática y protección de los tratamientos según las especificaciones técnicas por parte de los proveedores para ciertos patógenos. Mientras que para las enfermedades antes mencionadas ningún tratamiento hace énfasis en efectos preventivos o curativos.

Tabla 15. Resultado de identificación de enfermedades presentes en cuello y raíz de cada tratamiento.

Tratamiento	<i>Erwinia</i>	<i>Fusarium</i>	<i>Phytophthora capsici</i>
Testigo	(+)		(+)
3L/ha microorganismos			(+)
1,5L/ha Propamocarb	(+)	(+)	(+)
2L/ha Himexasol	(+)	(+)	(+)

5Tn/ha abonos orgánicos	(+)	(+)	(+)
(+: Presencia del patógeno.			Agroorganic – Marzo 2017

En el caso de *Phytophthora capsici* se presentó en todos los tratamientos, aunque sin causar daños en el cultivo, por otro lado el tratamiento tratado con microorganismos se mantuvo excepcionalmente libre de patógenos vasculares como *Erwinia coratovora* y *Fusarium oxysporum* en relación a los demás tratamientos aplicados.

Tabla 16. Resultado de identificación de enfermedades presentes en el follaje de cada tratamiento

Tratamiento	<i>Phytophthora</i>	<i>Botrytis</i>	<i>Alternaria solani</i>
Testigo	(+)		(+)
3L/ha microorganismos	(+)		(+)
1,5L/ha Propamocarb	(+)	(+)	(+)
2L/ha Himexasol	(+)	(+)	(+)
5Tn/ha abonos orgánicos	(+)	(+)	(+)
(+: Presencia del patógeno.			Agroorganic – Marzo 2017

Phytophthora infestans fue la enfermedad de mayor incidencia dentro de los tratamientos, específicamente a nivel de follaje a partir de los 75 días después del trasplante, mientras que *Alternaria solani* se presentó a los 60 días después del trasplante. En cuanto a *Botrytis cynerea* existieron frutos afectados en las últimas semanas de cosecha, donde el cultivo se ve más susceptible a daños por este patógeno, aunque sin determinar bajas a nivel de producción considerables.

4.12. Análisis económico de los tratamientos.

Tabla 17. Beneficio - Costo de los tratamientos

Concepto	Unidades	Tratamiento				
		0	1	2	3	4
Rendimiento promedio	Kg	710,75	941,17	414,59	562,92	629,02
Rendimiento ajustado (-5%)	Kg	703,64	931,76	410,45	557,29	622,73
Beneficio bruto	\$	351,82	465,88	205,22	278,64	311,36
Costos totales	\$	249,24	241,65	238,98	248,49	241,63
Beneficio neto	\$	102,58	224,23	-33,76	30,16	69,73

Los costos por tratamiento no varían de manera representativa, mientras que al momento de determinar los beneficios económicos, el T1 donde se aplicaron microorganismos benéficos, obtuvo ganancias de hasta el 230% más en relación al segundo mejor tratamiento (T0 Tratamiento testigo) permitiendo dar como económicamente factible a dicho tratamiento en las condiciones de estudio del proyecto.

V. CONCLUSIONES

- En la variable desarrollo vegetativo que evaluó altura y cobertura de follaje, el mejor tratamiento fue T3, el tratamiento biológico T1 obtuvo el menor tiempo de días a la floración a partir del trasplante, fue también el tratamiento con mejor producción de fruta por planta 7,84 Kg. Y el tratamiento económicamente más rentable.

- T1 desarrolló una mejor rizosfera en la planta mejorando la absorción de nutrientes, lo que asociado a las labores culturales y manejos racionales de plagas y enfermedades presento la mejor calidad de planta.
- El promedio más alto en cuanto al número de racimos por planta corresponde al T4 manejado con 5 toneladas por hectárea de abonos orgánicos con 8,1 racimos por planta, mientras que T1 obtuvo el mejor promedio de frutas por racimo, el mejor peso por fruta, (228,3 gramos) y el mayor número de frutos por racimo.
- En lo que respecta a enfermedades vasculares, *Phytophthora capsici* afecto levemente a todos los tratamientos, *Fusarium oxysporum* y *Erwinia coratovora*, no afectaron al T1. La plaga que mayores pérdidas representó fue *Prodiplosis longifila*.
- Los costos por tratamiento no tienen una variación representativa, T1 obtuvo los mejores ingresos, seguido por T0.

V. RECOMENDACIONES

- Utilizar sustratos correctamente desinfectados para la producción de tomate a campo abierto en zonas de humedad excesiva y suelos de mala calidad.
- Se recomienda la aplicación de microorganismos (3L/ha), para mejorar los rendimientos del cultivo.

- Combinar los insumos biológicos, orgánicos y químicos para dar un manejo integrado a las plagas y enfermedades del cultivo, cuidando de esta manera la salud, el ambiente y la economía del productor.
- Utilizar en los programas fitosanitarios insumos con extractos de algas marinas como estimulante para mejorar el cuaje de flores y el incremento del número de racimos por planta y los frutos por racimo.

VI. BIBLIOGRAFÍA

AAIC. (Diciembre de 2003). El cultivo de tomate riñón en invernadero. Recuperado el 01 de Octubre de 2016, de <http://repository.unm.edu/bitstream/handle/1928/11199/El%20cultivo%20de%20tomate%20ri%C3%B1%C3%B3n%20en%20invernadero.pdf>

Antonio, A., & Solís, V. (1999). Evaluación del rendimiento, calidad, precocidad y vida de anaquel de 21 genotipos de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en invernadero en Chapingo, México. . Chapingo, México: Departamento de Fitotecnia. UACH.

Backer, J., & Ramírez, P. (2005). Contabilidad de Costos un Enfoque. Recuperado el 01 de Octubre de 2016, de https://www.researchgate.net/publication/31635280_Contabilidad_de_costos_un_enfoque_administrativo_para_la_toma_de_decisiones_M_Backer_DN_Ramirez_Padilla_L_Jacobsen

BANCO CENTRAL DEL ECUADOR. (Noviembre de 2007). Programa de Encuestas de Coyuntura. Recuperado el 01 de Octubre de 2016, de <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/Encuestas/Coyuntura/Integradas/etc200703.pdf>

Bayer CropScience. (2016). Previcur - Ficha técnica del cultivo. Recuperado el 02 de Octubre de 2016, de http://www.agrytec.com/agricola/images/stories/secciones/sanidad_vegetal/auspiciante/previcur

Cadenas, F., Gonzáles, J., & Hernández, M. (2002). Publicaciones Cajamar. Obtenido de <http://www.publicacionescajamar.es/pdf/series-tematicas/agricultura/tecnicas-de-produccion-en-cultivos.pdf>

Calle, M. (2006). Universidad del Azuay - Plan de negocios para una empresa agroindustrial de tomate riñón en la ciudad de Cuenca. Recuperado el 01 de Octubre de 2016, de <https://www.uazuay.edu.ec/bibliotecas/mba/05824.pdf>

Canovas, F., & Magan, J. J. (2008). Publicaciones Cajamar. Obtenido de <http://www.publicacionescajamar.es/pdf/series-tematicas/agricultura/tecnicas-de-produccion-en-cultivos.pdf>

Cornejo, C. (2009). "Evaluación de la respuesta agronómica bajo cubierta de dos híbridos de tomate riñón (*Lycopersicon esculentum*), de crecimiento indeterminado dominique y michaela, en la parroquia san José de Alluriquín". Recuperado el 02 de Noviembre de 2016, de ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/2525/1/T-ESPE-IASA%20II-002300.pdf>

Escalante. (1989). Evaluación de cinco variedades de jitomate en hidroponía bajo invernadero rustico. . Chapingo, Mexico: Departamento de fitotecnia. UACH.

Escalona, V., Alvarado, P., Monardes, H., Urbina, C., & Martin. (2009). MANUAL DE CULTIVO DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Recuperado el 30 de Septiembre de 2016, de http://www.cepoc.uchile.cl/pdf/Manua_Cultivo_tomate.pdf

FAO. (2002). El Cultivo Protegido en Clima Mediterráneo - Cap 6. . Recuperado el 30 de Septiembre de 2016, de <http://www.fao.org/docrep/005/s8630s/s8630s08.htm>

Folquer. (1976). El tomate: estudio de la planta y su producción. Buenos Aires, Argentina: 2a ed. Edit. Hemisferio Sur, 104 p. .

Gates, G. (1955). The response of the young tomato plant to a brief period of wáter shortage . The whole plan and its principal parts.

Gobierno de Valle Hermoso. (2015). Dirección de Planificación Territorial. Recuperado el 30 de Septiembre de 2016, de <http://app.sni.gob.ec/sni->

link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/1768120600001_PDyOT%20VALLE%20HERMOSO%20diagnostico_30-10-2015_12-11-13.pdf

Gómez, R., Hernandez, L., & López, J. (Noviembre de 2011). Centro de Investigación Regional del Pacífico Centro. Recuperado el Mayo de 2017, de <http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3034/ENFERMEDADES%20FUNGOSAS%20Y%20BACTERINAS%20DEL%20CULTIVO%20DEL%20TOMATE%20EN%20EL%20ESTADO%20DE%20NAYARIT%202.pdf?sequence=1>

González, P. (17 de Abril de 2006). Recuperado el Marzo de 2017, de http://www.pv.fagro.edu.uy/fitopato/enfermedades/Fusarium_tom.html

Hortalizas, P. d. (Marzo de 2006). Plagas y enfermedades del tomate. Recuperado el 02 de Octubre de 2016, de http://vegetablemdonline.ppath.cornell.edu/NewsArticles/Tomato_Spanish.pdf

India. (2016). Biocompost - Ficha tecnica. Recuperado el 02 de Octubre de 2016, de <http://www.pronaca.com/site/principalAgricola.jsp?arb=1100&cdgPad=26&cdgCat=1&cdgPr=763>

INEC. (Agosto de 2011). Instituto nacional de estadísticas y censos. Recuperado el 01 de Octubre de 2016, de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/vdatos/>

InfoAgro. (2010). EL CULTIVO DEL TOMATE (1ª parte) . Recuperado el 30 de Septiembre de 2016, de <http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate.htm>

INTA. (11 de Octubre de 2012). Obtenido de <http://www.manualfitosanitario.com/InfoNews/GuiaConsultaEnfermedadesTomateWeb.pdf>

MAG. (s.f.). Recuperado el Mayo de 2017, de http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/tec_tomate.pdf

Márquez, M., & Fernández, E. (2006). Sidalc. Obtenido de <http://www.sidalc.net/repdoc/A1842e/A1842e.pdf>

Marquina, J. T. (2002). Publicaciones cajamar. Obtenido de <http://www.publicacionescajamar.es/pdf/series-tematicas/agricultura/tecnicas-de-produccion-en-cultivos.pdf>

Monardes, H. (2009). Importancia económica del cultivo en la región, país y el mundo. Recuperado el 01 de Octubre de 2016, de http://www.cepoc.uchile.cl/pdf/Manua_Cultivo_tomate.pdf

Natrual Earth. (2016). Nusoil - Ficha tecnica. Recuperado el 02 de Octubre de 2016, de <http://www.nusoilconsumagrowcolombia.com/index.php/que-es-sumagrow/>

Obregón, M. (Septiembre de 2012). Alternativas microbiologicas para el combate de enfermedades, insectos y nematodos en el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Recuperado el 02 de Octubre de 2016, de <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00310.pdf>

Perdomo, M., Peña, J., Guédez, C., Castillo, C., & Cásales, L. (2007). Universidad de los andes. Obtenido de <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/27300/1/articulo5.pdf>

Perez, J., Hurtado, G., Aparicio, V., Argueta, Q., & Larin, &. (2012). Guía Técnica - Cultivo de tomate. Recuperado el 30 de Septiembre de 2016, de <http://www.centa.gob.sv/docs/guias/hortalizas/Guia%20Tomate.pdf>

Ramírez, G. (2013). "Evaluación agronómica bajo cubierta de tres híbridos de tomate riñón (*Lycopersicum sculentum* Mill), en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas". Recuperado el 02 de Noviembre de 2016, de ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/6247/1/T-ESPE-STO%20DGO-002467.pdf>

Revelo, J., Mora, E., Gallegos, P., & Garcés, S. (2008). Iniap. Obtenido de <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/513/1/iniapsci280.pdf>

Salmeron, V., Rodriguez, M., Gomez, V., Sáez, E., Belda, J., Casado, E., & Garcia., J. (Diciembre de 1995). Plagas y enfermedades del tomate - Junta de Andalucía - Consejería de agricultura y pesca. Recuperado el 02 de Octubre de 2016, de http://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1337169519Plagas_y_Enfermedades_del_Tomate_en_Almerxa__Control_Racional__BAJA.pdf

Sánchez. (1997). Valoración de características para la formación de un arquetipo de jitomate apto para un ambiente no restrictivo. Montecillos, México: Instituto de Recursos Genéticos y Productividad. Colegio de Postgraduados.

Sánchez, M. (2008). Manejo integrado de plagas y enfermedades en tomate, chile y papa. Recuperado el 01 de Octubre de 2016, de <http://www.funprover.org/formatos/manualTomate/Manejo%20de%20Enfermedades%20del%20Tomate.pdf>

Seminis. (2008). Guía de la enfermedad del tomate. Recuperado el 01 de Octubre de 2016, de <https://www.seminis.com/global/es/growerresources/Documents/guias/enfermedades/GUIA ENFERMEDAD TOMATE.pdf>

Sepúlveda, F., Sepúlveda, P., & Morales, A. (Septiembre de 2012). INIA - URURI - Nematodos y hongos del suelo que afectan el cultivo de tomate. Recuperado el 01 de Octubre de 2016, de http://platina.inia.cl/ururi/informativos/Informativo_INIA_Ururi_70.pdf

Serrano, L., & Galindo, E. (Marzo de 2007). Recuperado el Mayo de 2017, de <http://www.ibt.unam.mx/Geg/lineas/Control%20Biologico%20Ciencia.pdf>

SmmitAgro. (2016). Tachigaren - Ficha tècnica. Recuperado el 02 de Octubre de 2016, de <http://www.summitagromexico.com.mx/tachigaren.php>

Soria, C. B., & Olivert, J. A. (2002). IVIA. Obtenido de <http://www.ivia.gva.es/documents/161862582/161863558/Cultivo+sin+suelo+de+hortalizas/bb39ab24-ef7c-4f51-82a7-ebf73e414e18;jsessionid=1AA82571381910586CD969DBE0196B50.node1>

Sotrafa. (Abril de 2011). Desinfección de suelos agrícolas mediante la utilización de plásticos especiales. Recuperado el 02 de Octubre de 2016, de <https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=5&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjI1rHqnrzPAhXGTCYKHf5rAv0QFggyMAQ&url=http%3A%2F%2Fwww.sotrafa.com%2Fes%2Fdescargas%2Fcategory%2F15-desinfeccion.html%3Fdownload%3D37%3Aarticulo-desinfeccion&usg=>

Vélez, E. (2017). “Estudio comparativo del manejo convencional, orgánico, y mixto en la producción de brócoli (*Brassica oleracea* L.), en la provincia de Imbabura.”.

Obtenido de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/12977/1/T-ESPE-002807.pdf>

Vidhyasekaran, P. (2004). Concise encyclopedia of plant pathology. Haworth Reference Press of Haworth Press.

Villarroel, F. (1997). Introducción a la botánica sistemática - Universidad Central.

Worldwide, M. M. (Marzo de 2006). Productores de Hortalizas. Recuperado el Mayo de 2017, de http://vegetablemdonline.ppath.cornell.edu/NewsArticles/Tomato_Spanish.pdf