

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, MANAGUA  
FACULTAD REGIONAL MULTIDISCIPLINARIA, MATAGALPA**



**MONOGRAFIA PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO AGRONOMO**

**TEMA:**

Diferentes dosis de *Trichoderma asperellum* en el desarrollo y control de enfermedades fitopatógenas del cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) Sébaco, Matagalpa, segundo semestre del 2016.

**AUTOR:**

Br. Ángel Alpidio Laguna Lizano

**TUTORA:**

Msc. Virginia López Orozco

**ASESOR:**

Lic. Edmundo Montenegro

**Matagalpa, febrero 2017**





**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, MANAGUA  
FACULTAD REGIONAL MULTIDISCIPLINARIA, MATAGALPA**



**MONOGRAFIA PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO AGRONOMO**

**TEMA:**

Diferentes dosis de *Trichoderma asperellum* en el desarrollo y control de enfermedades fitopatógenas del cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) Sébaco, Matagalpa segundo semestre del 2016

**AUTOR:**

Br. Ángel Alpidio Laguna Lizano

**TUTORA:**

Msc. Virginia López Orozco

**ASESOR:**

Lic. Edmundo Montenegro

**Matagalpa, febrero 2017**



## ÍNDICE

Contenidos	Páginas
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>i</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>ii</b>
<b>OPINIÓN DE LA TUTORA</b> .....	<b>iii</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>iv</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>II. ANTECEDENTES</b> .....	<b>3</b>
<b>III. JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>5</b>
<b>IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>6</b>
<b>V. OBJETIVOS</b> .....	<b>8</b>
5.1 Objetivo General: .....	8
5.2 Objetivos Específicos: .....	8
<b>VI. HIPÓTESIS</b> .....	<b>9</b>
<b>VII. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>12</b>
6.1 Introducción .....	12
6.2 Cultivo de pepino .....	12
6.2.1 Descripción.....	12
6.2.2 Importancia económica y alimenticia .....	13
6.2.3. Origen.....	13
6.2.4 Caracteres morfológicos del pepino.....	14
6.2.5 Etapas Fenológicas .....	15
6.2.6 Polinización .....	15
6.2.7 Variedades.....	16
6.3 Manejo Agronómico .....	17
6.3.1 Requerimientos edáficos y climáticos .....	17
6.3.2 Preparación de suelo .....	19
6.3.3 Siembra .....	21
6.3.3.1 Época de siembra.....	22
6.3.3.2 Distanciamiento de siembra.....	23
6.3.3.3 Sistema de siembra .....	23
6.3.3.4 Variedades de siembra en Nicaragua .....	24
6.3.3.5 Tipos de tutores .....	25
6.3.3.6 Rotación de cultivo .....	26
6.3.4 Riego .....	27
6.3.5 Fertilización .....	28
6.3.6 Control de malezas .....	29

<b>6.3.7 Plagas del cultivo de pepino</b> .....	30
<b>6.3.7.1 Control de plagas</b> .....	31
6.3.8 Principales enfermedades del cultivo de pepino por hongos .....	32
<b>6.3.8.1 Control de enfermedades</b> .....	32
6.3.9 Cosecha .....	32
6.4 <i>Trichoderma a.</i> ....	33
<b>6.4.1 Definición</b> .....	33
<b>6.4.2 Taxonomía</b> .....	34
<b>6.4.3 Características generales</b> .....	34
<b>6.4.3.1 Características microscópicas</b> .....	35
<b>6.4.4 Interacción con la planta</b> .....	36
<b>6.4.5 Interacción con el ambiente</b> .....	36
<b>6.4.6 Antagonismo</b> .....	37
<b>6.4.7 Micoparasitismo</b> .....	38
<b>6.4.8 Competencia</b> .....	40
<b>6.4.9 Actividad Antibiótica</b> .....	41
6.5 <i>Trichoderma</i> en control de nematodos.....	42
6.6 Método de aplicación .....	43
6.7 Pruebas antagonista de <i>Trichoderma</i> contra hongos fitopatógenos .....	43
6.8 Ventajas de <i>Trichoderma</i> .....	44
<b>VII. DISEÑO METODOLÓGICO</b> .....	<b>46</b>
7.1 Ubicación del experimento .....	46
7.2 Tipo de investigación .....	47
7.3 Dimensión de ensayo.....	48
7.4 Diseño Experimental .....	48
7.5 Tipo de muestreo .....	49
<b>7.5.1 Muestreo probabilístico</b> .....	49
<b>7.5.2 Muestreo aleatorio simple:</b> .....	49
<b>7.5.3 Tamaño de la muestra:</b> .....	49
7.6 Tratamiento evaluado.....	52
7.7 Plano de campo .....	55
7.8 Manejo Agronómico del experimento.....	56
7.9 Variables evaluadas .....	60
7.10 Análisis estadístico .....	61
<b>VIII. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b> .....	<b>62</b>

8.1 Influencia de diferentes dosis de <i>Trichoderma a.</i> , en el desarrollo del cultivo de pepino ( <i>Cucumis sativus</i> ) .....	62
<b>8.1.1 Crecimiento</b> .....	62
<b>8.1.3 Diferenciación</b> .....	74
8.2 Efecto de <i>Trichoderma a.</i> , como controlador biológico de enfermedades fitopatógenas.....	80
8.3 Diferentes dosis de <i>Trichoderma a.</i> , en la producción del cultivo de pepino ( <i>Cucumis sativus</i> ) .....	82
8.4 Análisis económico .....	84
<b><i>IX. CONCLUSIONES</i></b> .....	<b>87</b>
<b><i>X. RECOMENDACIONES</i></b> .....	<b>88</b>
<b><i>XI. BIBLIOGRAFÍA</i></b> .....	<b>89</b>
<b><i>XII. ANEXOS</i></b> .....	

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Etapas Fenológicas del pepino .....	15
Tabla 2. Taxonomía de <i>Trichoderma</i> .....	34
Tabla 3. Procedimiento para el cálculo de la desviación estándar. ....	50
Tabla 4. Descripción de las dosis de tratamientos.....	53
Tabla 5. Plano de campo .....	55
Tabla 6. ANDEVA para el número de hojas verdaderas 16 dds .....	62
Tabla 7. ANDEVA para el número de hojas.....	64
Tabla 8. ANDEVA el número de guías 25 dds. ....	66
Tabla 9. ANDEVA número de flores por planta 31 dds. ....	68
Tabla 10. ANDEVA número de hijos por planta 31 dds.....	70
Tabla 11. ANDEVA número de frutos por planta 37 dds. ....	72
Tabla 12. ANDEVA altura de tallo 25 dds. ....	74
Tabla 13. ANDEVA tamaño de la hoja 25 dds. ....	76
Tabla 14. ANDEVA velocidad de guía en las plantas 25 dds.....	78
Tabla 15. ANDEVA sobre control de <i>Trichoderma</i> en enfermedades fitopatógenos causadas por hongos. ....	80
Tabla 16. ANDEVA de Producción de pepino .....	82
Tabla 17. Venta de pepino.....	84
Tabla 18. Venta de pepino tomando en cuenta pepinos dañados que fueron descartados .....	84
Tabla 19. Relación costo beneficio .....	85
Tabla 20. Costo beneficio relacionado .....	85
Tabla 21. Costos por tratamiento .....	86

## DEDICATORIA

Primeramente le dedico este trabajo a Dios por haberme permitido sobresalir, dándome fortaleza, sabiduría y paciencia para culminar mis estudios.

A mi madre Tereza Lizano Méndez por haberme dado la vida y apoyarme siempre en mis estudios para que saliera adelante, siendo mi mayor razón y deseo de superación.

A mi padre Ángel Alpidio Laguna González por ser el sustento y el motivo por el cual estudie la carrera al brindarme sus experiencias y conocimientos.

A mi hermana Dora Massiel Laguna Lizano por siempre creer en mí brindándome su apoyo y comprensión.

Mi novia Magda Isabel Zelaya Mendoza por ser mi razón de existir dándome consejos y ser el soporte por el cual he sobresalido en mi vida.

A mi amigo Edwin René Jarquín Martínez por ser un hermano para mí y haberme ayudado a realizar este trabajo.

Gracias por toda su comprensión, amor y apoyo.

Br. Ángel Alpidio Laguna Lizano.



## **AGRADECIMIENTO**

Doy agradecimientos primeramente a Dios por darme sabiduría, fortaleza y bendiciones al culminar una meta más en mi vida.

A mi familia por ser el pilar de mis triunfos en especial a mi madre.

A la tutora Msc. Virginia López Orozco que con su comprensión y conocimientos me brindo todo su apoyo y consejos en todo momento. Muchas Gracias.

El laboratorio Biotor en especial a mi amigo Lic. Edmundo Montenegro por brindar apoyo, información, ideas y respuestas necesarias para realizar la investigación y culminarla.

A toda muchas gracias.

Br. Ángel Alpidio Laguna Lizano.

## OPINIÓN DE LA TUTORA

El Br. Ángel Alpidio Laguna Lizano ha concluido la monografía para optar al título de ingeniería Agronómica con el tema” Evaluación de diferentes dosis de *Trichoderma asperellum* en el desarrollo y control de enfermedades fitopatógenas en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) Sébaco, Matagalpa, segundo semestre 2016”.

Con la investigación del bachiller Laguna Lizano, está fortaleciendo científicamente los conocimientos sobre el uso de *Trichoderma* en el cultivo de pepino, con el fin de aumentar el desarrollo, protección y producción del cultivo.

El trabajo ha sido el resultado del autor, atendiendo a corregir las observaciones en función de mejorar la calidad científica del trabajo.

Como tutora de la monografía, considero que cumple con los requisitos establecidos en la normativa de la UNAN, Managua, FAREM Matagalpa.

MSc. Virginia López Orozco

## RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se evaluó el efecto de la aplicación de diferentes dosis de *Trichoderma asperellum* en el desarrollo y control de enfermedades fitopatógenas del cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) Sébaco, Matagalpa segundo semestres del 2016, con el objetivo de demostrar que un producto orgánico puede generar buenos resultados en el desarrollo del cultivo. Se utilizó el diseño de Bloque Completamente al Azar, con tres repeticiones y cuatro tratamientos. El área total del experimento fue 324 m<sup>2</sup> y un área útil por parcela de 18.5m<sup>2</sup>., las dosis utilizadas fueron 200 gr/mz, 250 gr/mz, 300 gr/mz, además del testigo absoluto. Se evaluó la influencia de las dosis en el desarrollo tomando sub variables como número de hojas, flores, guías frutos, altura de planta, velocidad de guía, tamaño de hoja; se aplicaron dosis para ver el control sobre enfermedades y la producción del cultivo. Se determinó que los mejores resultados en el desarrollo se obtienen con la aplicación de Trichoderma a razón de 300 gr/mz generando un mayor crecimiento, la variable sobre el control de enfermedades fitopatógenas el resultado fue nulo al no presentarse distintas enfermedades y no generar control sobre la única enfermedad mildiu. Se recomienda implementar Trichoderma debido a que influye en el desarrollo de la planta y su protección, además de ser un producto totalmente orgánico.

## I. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación trata la temática de evaluación de diferentes dosis de *Trichoderma Asperellum* en el desarrollo y control de enfermedades fitopatógenas en el cultivo de pepino, con el propósito de evaluar la influencia de las dosis sobre el desarrollo y su protección sobre enfermedades en Sébaco, Matagalpa segundo semestre del año 2016.

El problema de la investigación abordado se da por la degradación de los suelos y el medio ambiente debido a la utilización de químicos que afectan la agricultura del país generando rendimientos pésimos y hongos fitopatógenos dañinos, al experimentar resistencia a los diferentes químicos, por lo cual es necesario tomar medidas contra este tipo de daños disminuyendo la utilización de estos químicos e implementando el uso de compuestos orgánicos que puede ayudar a combatir estos hongos.

Se investigó la influencia de las diferentes dosis sobre el cultivo para observar si generaba un mayor desarrollo de las plantas, una mayor producción, además de una protección sobre enfermedades fitopatógenas.

El propósito de la investigación es demostrar que un compuesto orgánico puede incrementar el desarrollo del cultivo y su resistencia a enfermedades para tratar de disminuir la implementación de productos químicos en el país.

La presente investigación se realizó en El beneficio de frijol llamado Esperanza Coop a 3 kilómetros de la Ciudad de Sébaco, Matagalpa durante el segundo semestre del año 2016, consistió en la siembra de cultivo de pepino (*Cucumis Sativus*) utilizando un diseño experimental de Bloque Completamente al Azar (BCA) con el propósito de medir variables como el desarrollo del cultivo, control biológico de hongos y la relación costo beneficio.

En el establecimiento se utilizó un híbrido de pepino (Tropicuke), se realizaron cuatro bloques con tres repeticiones dando un total de 12 bloques, los bloques contaron con 18.5 metros cuadrados los cuales alojaron un promedio de 60 plantas por bloques dando un total de 720 plantas, se realizó una azarización para que el resultado sea un bloque con diferentes tratamientos y se aplicó el hongo *Trichoderma* a., a diferentes dosis, una dosis mínima de 200 gramos por manzana que será el tratamiento uno, una dosis promedio de 250 gramos

por manzana como tratamiento dos, una dosis alta de 300 gramos por manzana el tratamiento tres, y una parcela final testigo absoluto como tratamiento cuatro.

Se implementó una semilla por golpe, debido al alto porcentaje de germinación que posee la semilla. Las condiciones agroecológicas del lugar brindaron un buen establecimiento del experimento al presentar un suelo Franco Arenoso, una temperatura promedio de 25°C al cultivo se le aplicaron buenas prácticas agrícolas como son manejo cultural de malezas, plagas y un sistema de tutorado garantizando su desarrollo.

Las diferentes variables que se evaluaron son el desarrollo del cultivo, actividad para el biocontrol de hongos fitopatógenos, así como su rentabilidad para esto se aplicaron herramientas básicas de experimentación como observación, media, muestra, ANDEVA y programas de procesamiento de datos como Excel y Minitab versión 16.

Las diferentes dosis de *Trichoderma a.*, eran los tratamientos a seguir en cuanto a sus condiciones de desarrollo de la planta y sus propiedades para el biocontrol de hongos fitopatógenos, así como su rentabilidad, se demostró que el tratamiento con la mayor dosis generó mejores resultados en el desarrollo de la planta, el control de las enfermedades fue nulo, siendo mildiu la única enfermedad presente y el estudio experimental proporciona rentabilidad.

## II. ANTECEDENTES

Se han realizado diferentes investigaciones de la utilización de *Trichoderma* en el desarrollo y control de enfermedades de algunos cultivos obteniendo resultados positivos en las variables estudiadas.

Pacheco (2009), realizó una investigación titulada Efecto de *Trichoderma* h. y *Trichoderma viride*, en la producción de plantas de café (*Coffea arábica*) variedad caturra a nivel de vivero, el objetivo fue evaluar el crecimiento de las plantas y si disminuía el ataque de damping off (mal del talluelo), dentro de las sub variables que se estudiaron fueron el porcentaje de germinación, porcentaje de emergencia, porcentaje de incidencia de damping off, tamaño radicular, altura de la planta, diámetro del tallo y el número de hojas por planta, dentro de los principales resultados se demostró los beneficios del hongo mejorando la longitud radicular, altura y diámetro de tallo, así como el número de hojas y una disminución en un 90% de la incidencia de damping off en las plantas de café.

Cisneros (2010), elaboró una investigación de la utilización de *Trichoderma* para el control del hongo diseminador de la enfermedad mal de talluelo o damping off, el objetivo era demostrar la capacidad del hongo como biofungicida en diferentes dosis, los resultados demostraron un control sobre la enfermedad del 70% controlando en su mayoría hongos del género *Rhizoctonia* y *Fusarium* que son diseminadores de la enfermedad, no obstante también se obtuvieron resultados a nivel de desarrollo en el cultivo como son un mejor tamaño en los frutos, peso de fruto y la cantidad de estolones generados por cada planta.

Mejía (2007), elaboró un trabajo sobre el Control del nematodo nodulador de la raíz (*Meloidogyne sp*) en el cultivo de Okra americana (*Abelmoschu sesculentus*) utilizando *Trichoderma* H., Pochonia, micorriza y marigold. Con el objetivo de demostrar cuál de estos tratamientos podría bajar la incidencia de este nematodo que es una de las principales plagas que ataca el cultivo de Okra americana, como resultado logro determinar que el hongo *Trichoderma* H. es capaz de generar diferentes exudados que puede contrarrestar y eliminar al nematodo *Meloidogyne* en el 40% a pesar de que este hongo su característica principal no es el control de nematodos, sin embargo se obtuvo un mejor número de frutos y producción de la planta con la aplicación de este hongo.

En Bogotá, Colombia, Produjeron *Trichoderma spp.*, y evaluaron su efecto en el cultivo de crisantemo, con el objetivo de generar mejores cepas de este hongo, así como valorar su capacidad de control de hongos fitopatógenos y su ayuda en la producción de crisantemo, dentro de los principales resultados se encontraron las características de *Trichoderma* al ser antagonista in vitro de los hongos *Sclerotinia sclerotium*, *Rhizoctonia spp.*, y *Fusarium spp.*, con relación a sus resultados con respecto al cultivo se encontraron un mejor enraizamiento, mayor longitud radicular, mayor longitud foliary peso de ramos de exportación (Chávez, 2006).

PROBIOMA (2012), realizó un proyecto sobre *Trichoderma spp.*, y su potencial en biorremediación de suelos con el objetivo de demostrar las características de este hongo biológico en ayuda al suelo, dentro de los principales resultados se concluye que una acción importante desarrollada por este hongo debido a su alta agresividad, se relaciona con la producción de redes miseliales que envuelven las partículas de suelo, aumentando su estabilidad y resistencia a la erosión, esta función sumada a la transformación de materia orgánica, se manifestó en el aumento de porosidad, aireación y permeabilidad del suelo.

### III. JUSTIFICACIÓN

La presente monografía tiene como temática diferentes dosis de *Trichoderma asperellum* en el desarrollo y control de enfermedades fitopatógenos en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) Sébaco, Matagalpa segundo semestre del 2016.

Su propósito es evaluar la influencia de diferentes dosis de *Trichoderma a.*, en el desarrollo del cultivo y su influencia sobre enfermedades fitopatógenas, con el fin de conocer que dosis genera un mayor desarrollo, producción en el cultivo y si controla algunas enfermedades fitopatógenas.

Debido a la agricultura moderna donde se utiliza cantidad de químicos que generan daños ambientales, se realiza esta investigación donde se trata de demostrar que un producto completamente orgánico puede generar un mayor desarrollo y protección a la planta sin necesidad de utilizar un producto sintético de esta manera crear un mejor ambiente.

Esta investigación tendrá un impacto en el sector agrícola al conocer un nuevo producto totalmente orgánico que puede proteger el cultivo de algunas enfermedades causadas por hongos y generar un mayor desarrollo en las plantas.

Este trabajo será de mucha utilidad para los productores agrícolas, ya que les permitirá ampliar su conocimiento, conocer un nuevo producto que existe en el país que no daña el medio ambiente, generando mayores beneficios al suelo y protección a la planta, además ayuda a que los estudiantes de agronomía conozcan la importancia de los productos biológicos que hoy en día son muy utilizados a nivel mundial.

#### IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Según González (2011), la contaminación por fertilizantes se produce cuando éstos se utilizan en mayor cantidad de la que pueden absorber los cultivos, o cuando se eliminan por acción del agua o del viento de la superficie del suelo antes de que puedan ser absorbidos. Los excesos de nitrógeno y fosfatos pueden infiltrarse en las aguas subterráneas o ser arrastrados a cursos de agua. Esta sobrecarga de nutrientes provoca la eutrofización (acumulación de residuos orgánicos) de lagos, embalses y estanques y da lugar a una explosión de algas que suprimen otras plantas y animales acuáticos. Los métodos agrícolas, forestales y pesqueros y su alcance son las principales causas de la pérdida de biodiversidad del mundo. Los costos externos globales de los tres sectores pueden ser considerables.

La producción agropecuaria tiene profundos efectos en el medio ambiente en conjunto. Los plaguicidas son la principal fuente de contaminación del agua por nitratos, fosfatos. También son la mayor fuente antropogénica de gases responsables del efecto invernadero, metano y óxido nitroso, y contribuyen en gran medida a otros tipos de contaminación del aire y del agua. La agricultura afecta también a la base de su propio futuro a través de la degradación de la tierra, la salinización, el exceso de extracción de agua y la reducción de la diversidad genética agropecuaria. Sin embargo, las consecuencias a largo plazo de estos procesos son difíciles de cuantificar (González, 2011).

El uso de fertilizantes químicos especialmente la urea, disminuye la fertilidad del suelo, baja el contenido de humus, elimina los microorganismos, lo acidifica, inhibe la capacidad nodulatoria de las leguminosas y finalmente promueve la erosión (Gómez, 2007).

El calentamiento global, la degradación de los suelos, la contaminación ambiental, la demanda internacional y la calidad del producto son algunos de los factores que hacen que la agricultura orgánica sea inestable y se recurra a la implementación de químicos que no hacen más que dañar el suelo y el medio ambiente, debido a estas razones es necesario implementar nuevas actividades orgánicas como es la implementación de hongos beneficiosos al suelo como es el caso de *Trichoderma*, algunas micorrizas, entre otros que poseen características para el control de hongos fitopatógenos y brinda beneficios sobre el desarrollo de las plantas.

La utilización de químicos para el desarrollo de los cultivos y el control de enfermedades cada vez es más frecuente en la agricultura moderna, desenfreno y uso de los mismos para generar mejor calidad en las cosechas ha desencadenado una contaminación ambiental extrema y degradación de los suelos, la implementación de fungicidas a altas escalas ha ido generando a través de los años una mayor resistencia en los diferentes hongos fitopatógenos que atacan a la planta y de esta manera haciendo más difícil su control y proliferando sus daños, las demandas del mercado moderno hacen que el uso de estos químicos sea más utilizado al tratar de complacer los requisitos sobre calidad y tamaño de frutos.

No obstante, existen compuestos orgánicos que se pueden utilizar para erradicar el uso de químicos y que generan grandes beneficios no solo al medio ambiente también a la planta misma, como son los hongos benéficos que pueden ser desde micorrizas, hongos antagonista como *Trichoderma*, hongos controladores de nematodos y hongos controladores de insectos, estos al ser completamente orgánicos son una gran alternativa para tratar de erradicar o disminuir el uso de agroquímicos, además de brindar otros beneficios agronómicos.

### **Pregunta general**

¿Cuál será el efecto de diferentes dosis de *Trichoderma a.* en el desarrollo y control de enfermedades fitopatógenas del cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) en Sébaco, Matagalpa segundo semestre del 2016?

### **Preguntas específicas**

¿Cuál será la influencia de diferentes dosis de *Trichoderma a.*, en el desarrollo del cultivo de pepino?

¿Qué efecto tendrá el uso de *Trichoderma a.*, como controlador biológico de hongos fitopatógenos en el cultivo de pepino?

¿Qué dosis de *Trichoderma a.*, brindará una mejor producción?

¿Cuál será la relación costo-beneficio de la implementación de este hongo?

## V. OBJETIVOS

### 5.1 Objetivo General:

Evaluar diferentes dosis de *Trichoderma a.*, en el desarrollo, producción y control de enfermedades fitopatógeno del cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) Sébaco, Matagalpa segundo semestre del 2016.

### 5.2 Objetivos Específicos:

- 1) Determinar la influencia de diferentes dosis de *Trichoderma a.*, en el desarrollo del cultivo de pepino (*Cucumis sativus*).
- 2) Evaluar el efecto de *Trichoderma a.*, como controlador biológico de enfermedades fitopatógenas.
- 3) Determinar las dosis de *Trichoderma a.*, en la producción del cultivo de pepino (*Cucumis sativus*).
- 4) Calcular los costos de producción del experimento.
- 5) Elaborar recomendaciones sobre la utilización e implementación de *Trichoderma a.*

## VI. HIPÓTESIS

### Variables, sub variables e indicador

- 1) Determinar la influencia de diferentes dosis de *Trichoderma a.*, en el desarrollo del cultivo de pepino (*Cucumis sativus*).

Sub Variable/ Crecimiento (Número de hojas).

Ho: No existe diferencia estadística significativa con 5% de error en la implementación de *Trichoderma a.*, en el desarrollo de la planta en el cultivo de pepino (Número de hojas).

Ha: Existe diferencia estadística significativa con 95% de confianza en la implementación de *Trichoderma a.*, en el desarrollo de la planta en el cultivo de pepino (Número de hojas).

Sub Variable Crecimiento (Número de guías).

Ho<sub>2</sub>: No existe diferencia estadística significativa con 5% de error en la implementación de *Trichoderma a.*, en el desarrollo de la planta en el cultivo de pepino (Número de guías).

Ha<sub>2</sub>: Existe diferencia estadística significativa con 95% de confianza en la implementación de *Trichoderma a.*, en el desarrollo de la planta en el cultivo de pepino (Número de guías).

Sub Variable Crecimiento (Número de flores).

Ho<sub>3</sub>: No existe diferencia estadística significativa con 5% de error en la implementación de *Trichoderma a.*, en el desarrollo de la planta en el cultivo de pepino (Número de flores).

Ha<sub>3</sub>: Existe diferencia estadística significativa con 95% de confianza en la implementación de *Trichoderma a.*, en el desarrollo de la planta en el cultivo de pepino (Número de flores).

Sub Variable Crecimiento (Número de hijos).

Ho<sub>4</sub>: No existe diferencia estadística significativa con 5% de error en la implementación de *Trichoderma a.*, en el desarrollo de la planta en el cultivo de pepino (Número de hijos).

Ha<sub>4</sub>: Existe diferencia estadística significativa con 95% de confianza en la implementación de *Trichoderma a.*, en el desarrollo de la planta en el cultivo de pepino (Número de hijos).

Sub Variable Crecimiento (Número de frutos).

Ho<sub>5</sub>: No existe diferencia estadística significativa con 5% de error en la implementación de *Trichoderma a.*, en el desarrollo de la planta en el cultivo de pepino (Número de frutos).

Ha<sub>5</sub>: Existe diferencia estadística significativa con 95% de confianza en la implementación de *Trichoderma a.*, en el desarrollo de la planta en el cultivo de pepino (Número de frutos).

Sub Variable Diferenciación (Altura de planta).

Ho<sub>6</sub>: No existe diferencia estadística significativa con 5% de error en la implementación de *Trichoderma a.*, en el desarrollo de la planta en el cultivo de pepino (Altura de planta).

Ha<sub>6</sub>: Existe diferencia estadística significativa con 95% de confianza en la implementación de *Trichoderma a.*, en el desarrollo de la planta en el cultivo de pepino (Altura de planta).

Sub Variable Diferenciación (Tamaño de la hoja).

Ho<sub>7</sub>: No existe diferencia estadística significativa con 5% de error en la implementación de *Trichoderma a.*, en el desarrollo de la planta en el cultivo de pepino (Tamaño de la hoja).

Ha<sub>7</sub>: Existe diferencia estadística significativa con 95% de confianza en la implementación de *Trichoderma a.*, en el desarrollo de la planta en el cultivo de pepino (Tamaño de la hoja).

Sub Variable Diferenciación (Velocidad de guías).

Ho<sub>8</sub>: No existe diferencia estadística significativa con 5% de error en la implementación de *Trichoderma a.*, en el desarrollo de la planta en el cultivo de pepino (Velocidad de guías).

Ha<sub>8</sub>: Existe diferencia estadística significativa con 95% de confianza en la implementación de *Trichoderma a.*, en el desarrollo de la planta en el cultivo de pepino (Velocidad de guías).

- 2) Evaluar el efecto de *Trichoderma a.*, como controlador biológico de hongos fitopatógenos.

Sub Variable Síntomas (Plantas enfermas con presencia de hongos fitopatógeno coloración etc.).

$H_{09}$ : No existe diferencia estadística significativa con 5% de error en la implementación de *Trichoderma A.* para el control de hongo fitopatógenos en el cultivo de pepino (Plantas enfermas por hongos).

$H_{a9}$ : Existe diferencia estadística significativa con 95% de confianza en la implementación de *Trichoderma A.* para el control de hongos fitopatógeno en el cultivo de pepino (Plantas enfermas por hongos).

3) Evaluar diferentes dosis de *Trichoderma a.*, en la producción del cultivo de pepino.

Sub Variable producción (Número de pepinos generados por tratamiento).

$H_{010}$ : No existe diferencia estadística significativa con 5% de error en la implementación de diferentes dosis de *Trichoderma a.*, en la producción del cultivo de pepino (Número de pepinos generados por tratamientos).

$H_{a10}$ : Existe diferencia estadística significativa con 95% de confianza en la implementación de *Trichoderma a.*, en la producción del cultivo de pepino (Número de pepinos generados por tratamientos).

## VII. MARCO TEÓRICO

### 6.1 Introducción

El marco teórico que fundamenta esta investigación proporcionará al lector una idea clara sobre este tema, en donde se habla sobre el tipo de cultivo que se utilizará haciendo énfasis en sus características y cualidades, así como el manejo lo cual es esencial para el desarrollo del experimento, además se habla sobre el tratamiento a utilizar, *Trichoderma a.*, y sus características que influyen no solo en el desarrollo, sino también en la baja incidencia de enfermedades causadas por hongos fitopatógenos.

### 6.2 Cultivo de pepino

#### 6.2.1 Descripción

Plantas herbáceas anuales, rastreras o trepadoras, monoicas o con flores hermafroditas presentes, algamas auto compatibles, de tallos angulosos y de grandes hojas acorazonadas y alternas, con grandes pecíolos. En cada nudo del tallo se produce una hoja y un largo zarcillo que se considera una hoja modificada adaptada para sujetar a la planta en su hábito de trepadora (Talavera, 2005).

El cultivo de pepino es una planta rastrera y trepadora, tallo en forma de zarcillos, crece mejor cuando se agregan tutores las cuales ayudan en su desarrollo y crecimiento uniforme, es una planta de ciclo anual que puede cultivarse en cualquier época, es de ciclo corto.

Según Ureña (1992), el pepino es una planta herbácea, anual de porte rastrero y con zarcillos. Las primeras recolecciones en las variedades más precoces pueden obtenerse a los 40-45 días después de germinación, con un sistema radicular ramificado y superficial, aunque su raíz principal profundiza un metro, poseen un tallo herbáceo trepador y rastrero estas características permite que la planta puedan desarrollarse erectas por medio de guías verticales, lo cual concuerda con lo que expresa (Talavera, 2005).

### **6.2.2 Importancia económica y alimenticia**

El cultivo del pepino es muy importante, ya que tiene un elevado índice de consumo, pues sirve de alimento tanto en fresco como industrializado. El cultivo de esta hortaliza tiene una estabilidad de la superficie, con un aumento de la producción y exportación.

España es el principal exportador de pepino a la Unión Europea, con un volumen aproximado de 430.000 toneladas, seguido de Holanda con 300.000 toneladas, correspondiendo a los meses de noviembre a marzo las mayores cantidades exportadas, no obstante, y pese al esfuerzo del sector por controlar las exportaciones a la Unión Europea desde otros países no comunitarios que perjudican a las exportaciones españolas, como sucede con Marruecos, que han experimentado elevados incrementos durante la campaña 2009/2010 en relación con las anteriores campañas, no sólo en pepino sino también en la mayoría de los productos hortícolas (Santacruz, s.f).

El pepino es una planta de alto consumo y de propiedades industriales estas características hacen a este cultivo viable para su cosecha y exportación generando una buena rentabilidad por lo cual se debería hacer una explotación del mismo, mejorando las condiciones y alcanzando un mayor índice de productividad a nivel nacional para suplir necesidades de los distintos mercados a los cuales estaría ligado su explotación.

Ureña (1992), concuerda sobre su importancia expresando que en República Dominicana se presenta condiciones edafo-climaticas para que el cultivo de pepino se coseche todo el año, con las cuales se pueden satisfacer las necesidades nacionales, el pepino se mantiene como una de las hortalizas de mayor vigencia, dado que la producción es de corto tiempo y se obtienen frutos de buena calidad. La dedicación de algunas agroindustrias a la conservación de pepinos para exportación ha promovido la siembra de cultivares especializados para conservas.

### **6.2.3. Origen**

El pepino es originario de las regiones tropicales del Sur de Asia, siendo cultivado en la India desde hace más de 3000 años. De la india se extiende a Grecia y de ahí a Roma y posteriormente se introdujo en China. El cultivo de pepino fue introducido por los romanos

en otras partes de Europa; aparecen registros de este cultivo. En Francia en el siglo IX, en Inglaterra en el siglo XIV y en Norteamérica a mediados del siglo XVI, El primer híbrido apareció en 1872 (Infoagro, 2010).

Su origen es a nivel occidental y luego se transportó a otros lugares del planeta para su explotación debido a que es comestible es utilizado en encurtidos.

Sin embargo, Ureña, (1992) opina que las producciones antiguas de pepinos cultivados actualmente son desconocidos y que sigue siendo un misterio el modo y la razón del desarrollo de las variedades que se conocen hoy en día, aunque en la actualidad se localiza en todo el mundo con diferentes variedades. Pero también cree que la planta es nativa del sur de Asia y que probablemente fue cultivada por primera vez hace 3000 años en algún lugar del noroeste de la india lo cual coincide con lo expresado por (Infoagro, 2010).

#### **6.2.4 Caracteres morfológicos del pepino**

Es una planta anual, consta de raíz principal que se ramifica rápidamente para dar raíces secundarias superficiales muy finas y alargadas y de color blanco. Los tallos son angulosos y espinosos de porte rastrero y trepador. Las hojas tienen unos pecíolos muy largos. Tienen tres o más lóbulos y terminan en punta y son de color verde oscuro y recubierto de un vello muy fino. Las flores son unisexuales, se localizan en las axilas de las hojas y son de color amarillo. Las flores son de corto pedúnculo y pétalos amarillos. Los frutos son de color verde claro a color verde oscuro hasta alcanzar un color amarillento cuando está totalmente maduro, aunque su recolección se realiza antes de su madurez fisiológica. La pulpa es acuosa de color blanquecino con semillas en su interior repartidas a lo largo del fruto (Talavera, 2005).

Las características morfológicas permiten identificar una planta de pepino y conocer las características desde sus partes subterráneas hasta las partes aéreas, algunas estructuras tamaño y colores de sus frutos y flores, de esta manera se reconoce cuando una planta se está desarrollando de la manera adecuada sin presentar problemas en ninguna de sus fases.

Sin embargo Ureña, (1992) el sistema radicular del pepino es muy ramificado y superficial, aunque su raíz mida más de un metro en caso de suelos sueltos o fértiles, la raíces están

ubicadas a 30 cm, con un tallo herbáceo trepador, el pepino es totalmente decumbente (rastrero) cuando se deja libre de crecimiento, las hojas son simples, alternas y ligeramente vellosas de gran tamaño, sus flores son masculinas o femeninas de fecundación cruzada realizada generalmente por insectos, pero en ocasiones posee flores hermafroditas, sus frutos son bayas carnosas con una longitud de 5 hasta 40 cm lo cual concuerda con lo expresado por (Talavera, 2005).

### 6.2.5 Etapas Fenológicas

**Tabla 1.** Etapas Fenológicas del pepino

Estado Fenológico	Días después de siembra
Emergencia	4-6
Inicio de emisión de guías	15-24
Inicio de floración	27-34
Inicio de cosecha	43-50
Fin de cosecha	75-90

Fuente: (Bravo, 2013).

Las etapas fenológicas de los cultivos permiten ver cómo se desarrollan al pasar los días esto brinda una gran información para hacer los diferentes métodos de control de plagas así también como fertilizaciones para ayudar al cultivo en su crecimiento y desarrollo, todo cultivo pasa por diferentes etapas desde su plantación hasta su cosecha.

Arias (2007), considera igual que Bravo (2013), que estas son las etapas fenológicas del cultivo utilizando la misma cantidad de días por fase fenológica, sin embargo, recalca que algunos híbridos mejorados de corto periodo, produciendo a los 50 días por lo cual sus etapas fenológicas disminuyen considerablemente.

### 6.2.6 Polinización

La polinización se efectúa a nivel de campo principalmente a través de insectos (abejas). En los cultivares híbridos de tendencia ginoica, al haber cruce por abejas, pero insuficiente polinización, se producen deformaciones de los frutos, volviéndose no comercializables. En

cultivos vigorosos, con un buen sistema radicular, bien desarrollado, aumenta la cantidad de flores femeninas (Santacruz, s.f).

Los pepinos obtenidos en invernadero son partenocárpicos (el fruto se desarrolla sin necesidad de ser fecundado), careciendo, por lo tanto, de semillas. Si la flor femenina se fecunda, se desarrollan entonces las semillas, abultándose el extremo en forma de maza y quedando inservible para el mercado. De ahí que se tengan que quitar, De ahí que se tengan que quitar, todas las flores masculinas, ya que la entrada de insectos puede producir la fecundación. Como siempre queda alguna flor masculina, es imprescindible, en el cultivo en invernaderos, poner mallas de plástico en las ventanas (Santacruz, s.f).

Las plantas que se reproducen por polinización cruzada necesita de insectos benéficos que ayuden a realizar esta polinización los cuales llevan entre sus alas polen a las otras flores que lo necesitan para la fructificación.

Ureña (1992), coincide con Santacruz, (s.f) en que como en otras cucurbitáceas las abejas son imprescindibles para favorecer la fecundación y aumentar la producción en las plantaciones comerciales de pepino. Generalmente los cálculos se hacen a base de una colmena para cada 6-8 hectáreas. Aunque Ureña recalca que para un buen efecto de las abejas en el proceso de fecundación se debe tratar de no usar insecticidas muy tóxicos durante la fase de floración, estos eliminan gran parte de la población de insectos benéficos.

### **6.2.7 Variedades**

Tradicionalmente se siembran cultivares de polinización abierta o libre, sin embargo, el pepino es uno de los cultivos hortícolas que durante los últimos años las casas productoras de semillas han trabajado mucho en mejoramiento genético dando origen a muchos híbridos. De acuerdo a su genética encontramos 2 tipos de pepino: cultivares tradicionales o de polinización abierta e híbridos, resultantes de la cruce de 2 líneas puras. El precio de estas semillas sin embargo es mayor (Santacruz, s.f).

Los híbridos a su vez por su hábito de floración pueden ser: híbridos Monoicos, es decir, plantas con flores masculinas y femeninas y que fue el primer tipo de híbridos que se

desarrollaron; híbridos ginoicos, es decir, plantas con flores 100% femeninas, debiendo incluirse en la semilla comercial, otro cultivar que actúa como polinizador en un 10 a 15%.

La mayor parte de las variedades cultivadas de pepino son híbridas, habiéndose demostrado su mayor productividad frente a las no híbridas. Se pueden englobar en los siguientes tipos:

Pepino corto y pepinillo ("tipo español"). Son variedades de fruto pequeño (longitud máxima de 15 cm), de piel verde y rayada de amarillo o blanco. Se utilizan para consumo en fresco o para encurtido, pepino medio largo ("tipo francés"). Variedades de longitud media (20-25 cm), monoicas y ginoicas. Dentro de estas últimas se diferencian las variedades cuyos frutos tiene espinas y las de piel lisa o mini pepinos (similares al "tipo Almería", pero más cortos), pepino largo ("tipo holandés"). Variedades cuyos frutos superan los 25 cm de longitud, ginoicas, de frutos totalmente partenocárpicos y de piel lisa, más o menos asurcada. El tamaño de las hojas es mucho más grande. (Santacruz, s.f).

El cultivo presenta diferentes variedades e híbridos que se han ido mejorando con el tiempo, estas variedades e híbridos no solo varían según los avances sino también en dependencia del lugar en un cultivar, para polinización cruzada se frecuenta el uso de híbridos debido a que se necesitan flores de ambos sexos para producir frutos de buena calidad.

Sin embargo Ureña (1992), divide el cultivar del pepino en dos grupos de acuerdo a la forma de consumo, frescos o de ensaladas, y de encurtidos o de conservación. Los primeros se caracterizan por sus frutos largos o medio largos y los segundos son cortos o pequeños. Normalmente se utilizan cultivares de consumo fresco o ensalada brindando los mejores rendimientos, los híbridos Dasher 2 no obstante los productores no lo utilizan debido a su elevado precio prefiriendo de esta manera variedades locales.

## **6.3 Manejo Agronómico**

### **6.3.1 Requerimientos edáficos y climáticos**

El pepino se puede cultivar en cualquier suelo, pero responde mejor en suelos arcillo arenosos a francos bien drenados. Si el suelo no es el ideal, hay que proveer las condiciones adecuadas para prevenir el exceso de agua (encharcamiento) que en cualquier cultivo es un

gran problema. La planta de pepino no tolera la salinidad por lo cual el pH debe estar entre 5.5 y 6.8 (Arias, 2007).

El pepino es una planta con elevados requerimientos de humedad, siendo la humedad relativa óptima durante el día de 60 a 70% y durante la noche de 70 a 90%. Sin embargo, los excesos de humedad durante el día pueden reducir la producción, al disminuir la transpiración y por ende la fotosíntesis. Con humedad ambiental más alta del 90% la atmósfera está saturada de vapor de agua lo que es conducido para desarrollar enfermedades fungosas. Además, un cultivo mojado por la mañana empieza a trabajar más tarde, ya que la primera energía disponible deberá cederla a las hojas para poder evaporar el agua de su superficie (Arias, 2007)

El pepino es una planta que crece, florece y fructifica con normalidad incluso en días cortos (con menos de 12 horas de luz), aunque también soporta elevadas intensidades luminosas y a mayor cantidad de radiación solar, mayor es la producción (Infoagro, 2010)

La planta muere cuando la temperatura desciende a menos de 1°C, comenzando con un marchitamiento general de muy difícil recuperación. Respecto a la humedad relativa del aire, el cultivo es muy exigente, a excepción del período de recolección, período en que la planta se hace más susceptible a algunas enfermedades fungosas, que prosperan con humedad relativa alta (Talavera, 2005).

La precipitación, así como la humedad deben ser relativamente bajas de manera que se reduzca la incidencia de enfermedades, no tolera excesos de agua por lo que se produce en zonas con una precipitación entre los 500 y 1200 mm/año (Arias, 2005).

Los vientos con varias horas de duración, de más de 30 km/horas de velocidad, aceleran la pérdida de agua de la planta, al bajar la humedad relativa del aire; aumentando las exigencias hídricas de la planta, reduce la fecundación por menor humedad de los estilos florales. En definitiva provoca detención de crecimiento, reduce la producción y acelera la senescencia de la planta, al dañar follaje, especialmente tallos y hojas (Santacruz, s.f).

Los cultivos necesitan de diferentes características edafo-ambientales para subsistir las cuales propician su germinación y crecimiento durante todo su ciclo. El cultivo del pepino tiene una gran adaptabilidad cabe recordar que su origen fue en India un lugar de climas

cálidos, debido a esto se puede llegar a perder una plantación en lugares muy helados, la velocidad del viento daña la planta y puede presentar problemas al doblarse sus guías o zarcillos, se puede adaptar a cualquier tipo de suelo pero necesita de un buen manejo agronómico para desarrollarse de manera correcta.

Sin embargo Ureña (1992), difiere sobre lo expresado, opina que el pepino exige buena aireación y drenaje, siendo los terrenos de textura franco o franco arenoso los más adecuados, los suelos arenosos bien provistos de agua se pueden prestar para este cultivo, pero si hay deficiencia de agua no son apropiados, ya que no aseguran un balance adecuado de humedad. Los arcillosos presentan muchas limitaciones, como son el poco desarrollo que experimentan las raíces, debido a la mala aireación, lo que puede ocasionar que las raíces lleguen a pudrirse a causa del estancamiento del agua y también puede producirse un alargamiento del periodo de fructificación. El pepino es exigente en cuanto a riqueza del suelo, prefiere suelos ricos en humus. El pH óptimo está comprendido entre 6.5 y 7.

También se pueden obtener buenos rendimientos con pH oscilante entre 5.5 y 6.8. En cuanto a la humedad relativa es la más exigente de las cucurbitáceas, principalmente durante la germinación y la emergencia esto se debe a la alta transpiración de su sistema foliar y la poca profundidad de raíces, su humedad relativa óptima es de 80-90% y la del suelo no menos de 80% de capacidad de campo. Su temperatura óptima está comprendida entre 25 y 30°C, con respecto a la luminosidad se relaciona con Talavera expresando que el pepino es una planta de días cortos y largos, las temperaturas bajas y días cortos favorecen la formación de flores femeninas, mientras que los días largos y temperaturas altas favorecen las flores masculinas.

### **6.3.2 Preparación de suelo**

Se debe seleccionar un terreno de preferencia con topografía plana, con un grado de pendiente de 2% como máximo, que disponga de agua para riego si se desea una producción continua. Una vez seleccionado, se procede a tomar las muestras de suelo para su respectivo análisis, inclusive se hace necesario un análisis fitopatológico y nematológico del suelo, el pepino es susceptible a nematodos y hongos del suelo y por lo tanto se debe de prevenir cualquier tipo de problema antes de proceder a sembrar (Santacruz, s.f).

La preparación del suelo se debe iniciar con la mayor anticipación posible 45 días antes del trasplante o siembra, de modo de favorecer el control de malezas y permitir una adecuada incorporación y descomposición de los residuos vegetales que existen sobre el suelo. Se debe hacer de la mejor forma para contar con un suelo nivelado, firme y de textura uniforme previo a la siembra para un desarrollo óptimo del cultivo (Arias, 2007).

Hay que tener en cuenta que las labores de preparación del suelo serán diferentes de un terreno a otro, e inclusive de una vez a otra en el mismo lugar, porque dependerá de factores como tipo de suelo, preparación del suelo efectuada en cultivos anteriores, presencia de suelo árido, tipo de malezas, contenido de humedad y capacidad económica del agricultor entre otras (Santacruz s.f).

Una posible secuencia de preparación de suelo es la siguiente:

- Si existieran problemas de compactación como piso de arado: Subsuelo.
- Arado (30 centímetros de profundidad).
- Rastreado (2 pasos)
- Nivelado
- Mullido
- Surcado y/o encamado.

Es recomendable levantar el camellón o la cama de siembra por lo menos 20-25 centímetros, para proporcionar un drenaje adecuado al cultivo, en especial en la época lluviosa (Talavera, 2005).

Una buena germinación y crecimiento de la planta depende de la preparación del terreno previamente a la siembra, debe cultivarse en lugares completamente planos, debido a que es una planta rastrera y si se colocara en una pendiente afectaría su rendimiento, es una planta muy susceptible a hongo fitopatógeno del suelo, toda la preparación se debe hacer de manera cultural evitando el uso de químicos contaminantes del suelo, así también como priorizar el uso de camellones y drenaje debido a que el exceso de agua prolifera la aparición de hongos fitopatógenos, en todo cultivo se debe realizar una preparación de

suelo adecuada libre de malezas y un suelo que no sea compacto, eliminar las plagas del suelo las cuales deben ser observadas y eliminada para evitar daño al cultivo. Se pueden realizar arados para dejar un suelo totalmente suelto que no afecte el crecimiento de las raíces y la planta germine y crezca de manera adecuada.

Ureña (1992), considera que se debe hacer un arado a una profundidad de 25-30 cm, luego se dejan transcurrir 10 a 15 días, lo que ayuda a la meteorización del suelo, la descomposición de malezas y facilita que emerjan nuevas malezas, y se realiza la segunda labor, que consiste en un corte perpendicular al primero (cruce) y a la misma profundidad. Al cabo de 7 a 10 días se realizan las labores de rastras necesarias hasta dejar el suelo completamente pulverizado, generalmente 2 o 3 pases. Es recomendable que el suelo tenga una nivelación, para eliminar los problemas de mal drenaje. En suelos constantemente trabajados, se hace necesario el subsolado o labores de preparación profundas (45-50 cm) para romper la capa endurecida de suelo, producto de las labores superficiales de preparación de suelo.

### **6.3.3 Siembra**

El éxito del establecimiento del cultivo está determinado por la calidad de la semilla, condiciones del suelo y la propia labor de siembra. Al momento de la siembra, el suelo debe estar bien mullido, con suficiente humedad y lo suficientemente firme para que la semilla quede en estrecho contacto con la tierra húmeda. Puede hacerse en forma mecánica o manual; En Nicaragua ésta última es la practicada. Se utiliza entre 2 y 3 libras de semilla por manzana. La semilla debe colocarse a una profundidad no mayor de un centímetro (Santacruz, s.f).

La calidad de la semilla influye en el poder germinativo y el crecimiento inicial de la planta así como la resistencia a hongos patógenos del suelo, la preparación del suelo también es importante ya que se necesita un suelo suelto para que las raíces crezcan sin restricciones, la profundidad de siembra no debe ser alta, esto para evitar que la planta no genere pudriciones y germine más rápido. Siempre es necesaria una aplicación de insecticidas o fungicidas para evitar el daño en las primeras etapas de las plagas y hongos que habitan en

el suelo, sin embargo, con una buena preparación del suelo se evita el uso de estos químicos.

Arias (2007), expresa que los factores determinantes de la siembra son la calidad de la semilla, condiciones del suelo y la propia labor de siembra. Al momento de la siembra el suelo debe estar mullido y completamente húmedo para garantizar una buena germinación. Se utiliza de 3.5 a 4 libras de semilla por hectárea. Esta actividad se hace en forma manual colocando de una a dos semillas por postura para hacer un raleo antes de la floración.

### **6.3.3.1 Época de siembra**

El pepino puede cultivarse todo el año, tanto en época seca (si se cuenta con riego), como lluviosa, para mantener la oferta al mercado local; pero con fines de exportación en la época de noviembre a enero.

Las siembras de la época lluviosa presentan menos problemas de virosis, pero pueden aumentar las enfermedades causadas por hongos. Debe considerarse programar las siembras para cosechar el producto en aquellos meses del año cuando los precios en el mercado nacional son elevados, es decir en mayo y entre los meses de noviembre y diciembre para lo cual las siembras deberán realizarse en los meses de marzo (para cosechar en mayo) y en los meses de septiembre y octubre (cosechar en noviembre y diciembre) (Talavera, 2005).

Es una planta anual que puede cultivarse en cualquier época del año dependiendo si se cuenta con agua y un buen sistema de riego, además depende de la demanda del mercado actual que es donde va dirigido el producto, aunque es recomendable no explotar un mismo cultivo siempre en un solo lugar y hacer rotaciones para evitar enfermedades fungosas y degradar el suelo. La época de siembra es de mucha importancia para generar una buena cosecha, en invierno las plantas son más susceptibles a hongos y en verano al ataque de virus, esta información es de mucha importancia para el manejo de un cultivo, ya que se debe realizar un mejor sistema de drenaje en invierno así como tener un mayor control sobre las diferentes plagas.

Según Bravo (2013), en México las fechas de siembra varían dependiendo de la región donde se cultiva y de la variedad utilizada. Durante la temporada verano, se siembra de abril a septiembre y durante la temporada invierno de octubre-marzo, sin embargo, Arias (2007), concuerda con Talavera expresando que se puede cultivar todo el año en el país si se cuenta con un sistema de riego y que la siembra está ligada a la demanda nacional.

### **6.3.3.2 Distanciamiento de siembra**

En pepino los distanciamientos de siembra varían de acuerdo al sistema de siembra utilizado, al cultivar, textura del suelo, sistema de riego, ambiente, prácticas culturales locales y época. Una buena recomendación deberá estar basada en experimentación local y desarrollarse para cada caso en particular.

Los distanciamientos entre hileras pueden variar entre 1 metro y 1.20 metros; por lo que el distanciamiento entre postura y/o plantas oscilan entre 0.15 m y 0.40 metros (Morales et al, s.f).

El pepino al tener un hábito rastrero la distancia entre plantas no debe ser muy corta como la de cualquier hortaliza, debido a que se puede dar un enredamiento entre ramas o hijos, así como la distancia entre surco. Este tipo de planta es difícil conocer las vías que va a seguir debido a esto una de las practicas que se utiliza son tutores los cuales también influyen en su distanciamiento.

Sin embargo, Ureña (1992), explica que la distancia de siembra depende de la variedad de pepino y la aplicación de tutor o guía, la variedad de pepino para ensalada cuando se realiza sin guía es de 1.3 m a 1.8 m entre surcos y 0.4 m a 0.6m entre plantas. En caso de que se usen guías el distanciamiento recomendable es de 1 m por 0.25m. Para el pepino de encurtido y sin guías, el distanciamiento recomendable es de 1 m entre surco y 0.3 entre planta y en caso de usar guías se puede usar 0.9m entre surco y 0.25 entre planta.

### **6.3.3.3 Sistema de siembra**

Este cultivo es una planta guiadora que puede extender su follaje libremente sobre el suelo, como también puede trepar ayudada por sus zarcillos.

Comúnmente se le cultivaba sobre el suelo en ambas épocas, por el desconocimiento de técnicas adecuadas de manejo en la mayoría de los casos y en otros por el costo adicional que significa una estructura para sostenerlo. Sin embargo, hoy en día se han visto las ventajas de un cultivo tutorado que compensan ese mayor costo y en algunas situaciones solo así se ha hecho viable su producción (Talavera, 2005).

Uno de los mejores métodos de explotación del cultivo de pepino se da al utilizar tutores o guías, es una planta con hábitos de trepadora, por lo cual para obtener un mejor desarrollo de la misma se necesita aplicar tutores o guías. Además, este sistema permite que no haya un cruce entre plantas evitando que se enreden y dejando que la planta se desarrolle, sin tener limitantes y de esta manera fomentando un mejor crecimiento de sus partes áreas.

Arias (2007), también cree que uno de los mejores sistemas de siembra es emplear el tutorado, es una práctica imprescindible para mantener la planta erguida, mejorando la aireación general y aprovechando de mejor manera la radiación y la realización de las labores culturales con mucha mayor eficiencia. Todo esto repercute positivamente en la producción, calidad de fruta y control de plagas y enfermedades, la altura del tutor es importante debido que a la zona donde se desarrollan los frutos es hasta la altura de la cuerda superior del tutor. Por esta razón es deseable dentro de lo posible usar estacas de 2 metros o más de altura.

#### **6.3.3.4 Variedades de siembra en Nicaragua**

Las variedades que se utilizan en Nicaragua son Dasher II, que es un híbrido de frutos rectos y grandes, verde oscuro uniforme y consistente es líder del mercado y tropicalizado. La variedad POINSET 76, es una variedad de fruto alargado y delgado en su extremo floral, tipo de pepino tradicional rústico con un ciclo de 63 días y Tropicuke que es un híbrido de frutos lisos, color verde oscuro y tolerantes a varias enfermedades (RAMAC, 2014).

Existen diferentes variedades que se pueden cultivar, algunas con resistencia a enfermedades, con diferencias en el fruto tanto en color y tamaño y otras variedades precoces de ciclo corto, así como rendimiento. El productor elige que variedad implementar se deben aplicar buenas prácticas agrícolas para alcanzar los mejores rendimientos.

Según Ureña (1992), el híbrido Tropicuke, se caracteriza por ser vigorosa y producir predominantemente flores femeninas. Los frutos son de color verde oscuro uniformes de 20 cm de largo y 6 cm de ancho y de forma cónica en la parte inicial y terminal. La primera recolección se inicia a los 40 a 45 días y se prolonga durante 5 semanas. Es tolerante al virus del mosaico del pepino, mildiu, antracnosis y mancha angular de la hoja. Los rendimientos pueden llegar a 100 quintales por hectárea con buenas labores agrícolas.

### **6.3.3.5 Tipos de tutores**

Existen 3 tipos de espalderas o tutores:

Espaldera en plano inclinado: Utiliza tutores de bambú o madera de 2.50 metros de longitud; el tutor vertical se entierra 0.50 metros. La distancia de los tutores en la hilera es de 4 metros; La primera hilera de alambre galvanizado # 18 o pita nylon se coloca a una altura de 0.30 m y la distancia entre las hileras siguientes es de 0.40 m. La hechura de las espalderas debe iniciarse antes de que las plantas comiencen a formar guía.

Espaldera tipo “A”: Con tutores unidos en un extremo y separados entre 1-1.30 m. en el suelo. La siembra se efectúa a ambos lados de la espaldera.

Espaldera vertical: Los tutores llevan una hilera de alambre o pita nylon en la parte superior, se amarran las plantas con pita y en el otro extremo se sujeta a la hilera de alambre.

Algunas veces se incluye otra hilera de alambre en la parte inferior de los tutores y con la pita se forma una red entre las 2 hileras de alambre, donde se colocan las plantas. Existen en el mercado redes especiales para educar guías de pepino (Talavera, 2005).

Existen diferentes tipos de tutores o espalderas para utilizar cada una de diferentes mecanismos y con diferentes materiales dependiendo del tipo de economía que tenga el productor se puede emplear una diferente cada tutor, debe tener casi los dos metros debido al crecimiento de los zarcillos, de estos tutores el más sencillo y económico es el de espaldera tipo A, ya que genera un crecimiento en ambos lados de la espaldera y no se necesita mucho material para su aplicación o uso.

Valle (2012), elaboro un manual sobre técnicas para la producción de pepino en Nicaragua destacando las ventajas de la producción de pepino en espaldera concordando con lo expresado por Talavera, 2005. Expresa que en Nicaragua las cucúrbitas han sido cultivadas tradicionalmente sobre el suelo. Por lo cual se hace necesario implementar otra forma de cultivar, como es el caso de la espaldera la cual permite mejorar la calidad del fruto, evitando las manchas por contacto con el suelo, así como las deformaciones y pudriciones provocadas por la misma razón, así como la incidencia de plagas y enfermedades es menor, lo que garantiza una mayor producción y frutos de mayor calidad.

#### **6.3.3.6 Rotación de cultivo**

No se recomienda el cultivo continuo de pepino ni de otras especies que pertenezcan a la misma familia. Al cabo de 4-5 años se debe sembrar pepino en el mismo sitio. Una eficiente rotación garantiza, en primer lugar, una buena economía al no realizar gastos en medidas profilácticas contra las enfermedades y la lucha contra los insectos es mínima. El pepino se desarrolla bien después de repollo, tomate, leguminosas, papas o después de preparar suelos que habían sido ocupados por hierbas perennes, debido a que las raíces presentes proveen al suelo de buenas condiciones físicas, más una apreciable cantidad de materia orgánica (Ureña, 1992).

Las plantas pertenecientes a la misma familia son atacadas por la misma cantidad de insectos y enfermedades fitopatógenas en un lugar donde se siembre cultivo de igual familia, se verá un incremento en la población de plagas y enfermedades que atacan a este cultivo y por lo cual se puede peligrar la cosecha y crecimiento del mismo. Una rotación evita que una plaga prolifere cortando su ciclo y siga haciendo el mismo daño a los cultivos, además la rotación ayuda al suelo a mantener y mejorar los contenidos de materia orgánica y mejorar su fertilidad.

Flores (2001), opina que una rotación de cultivos tiene como objetivo el desarrollo de sistemas de producción diversificados que aseguren la sostenibilidad del suelo promoviendo cultivos que se alternen año con año para que mantengan la fertilidad del suelo y reduzcan los niveles de erosión. Toda rotación de cultivos debe considerar los recursos y las necesidades de los productores. Dentro de los objetivos de una rotación de

cultivos se encuentran 1) Incrementar los rendimientos de los cultivos en relación con los monocultivos. 2) Mantener y mejorar los contenidos de materia orgánica del suelo. 3) Mejorar la fertilidad del suelo y mantener un balance de los nutrimentos disponible para las plantas. 4) Reducir la erosión hídrica y eólica. 5) Mejorar la adaptación de la labranza de conservación en comparación con los monocultivos. 6) Mejorar el drenaje, la aireación del suelo, y el tamaño y la estabilidad de los agregados del suelo. 7) Reducir la incidencia de malezas, insectos y enfermedades en los cultivos de esta manera concuerda con lo expresado por Ureña (1992), que una rotación de cultivos ayuda a una mejor explotación agrícola.

#### **6.3.4 Riego**

Es necesario hacer un riego pre-siembra profundo un par de días antes de la siembra para uniformar la humedad en el suelo y facilitar la siembra al no existir encharcado durante esta actividad. Posteriormente debe de mantenerse la humedad del suelo tomando en cuenta la evapotranspiración diaria de la zona. Es importante revisar la humedad del suelo utilizando las manos para determinar la humedad óptima y no errar con la cantidad de riego (Arias, 2007).

El riego es un punto crítico dentro del sistema de producción, pues más que proveer agua, es el método de alimentación para el cultivo. Las plantas, al igual que los animales deben alimentarse todos los días. La diferencia es que a las plantas debe facilitarse esta actividad dándoles agua en forma racional diariamente y no regar ni en forma excesiva o insuficiente. Un buen manejo del riego hace que la planta desarrolle un buen sistema radicular con una buena distribución de raíces. Una buena distribución de raíces hace que la planta sea más eficiente al momento de alimentarse. Esto ayuda a que la planta se alimente correctamente debido a que el agua y el aire constituyen el 96% de los nutrientes que una planta necesita para vivir y casi todo esto entra por las raíces (Arias, 2007).

Un sistema de riego aporta a la planta la cantidad de agua necesaria para sus procesos fisiológicos evitando la pérdida de agua, de esta manera se evita un encharcamiento el cual es un ambiente para hongos, la cantidad de agua que se aplica se disminuye reduciendo de esta manera costos, el cultivo como toda planta necesita de muchas cantidades de agua

durante todo su ciclo, aunque necesita más durante floración y fructificación, el riego por goteo es el mejor tipo de riego a utilizar debido a que ejerce menos pérdida por evapotranspiración y las ventajas que trae este sistema al momento de luchar contra hongos y plagas del suelo.

Valle (2012), manifiesta que para garantizar la productividad del cultivo se debe utilizar riego, siendo el sistema más conveniente el riego por goteo. Este tipo de riego es muy eficiente y económico. Para suelos pesados se recomienda usar cintas de riego de flujo lento, para suelos más livianos se recomienda usar cintas de flujo rápido.

Bravo, (2013) opina que el cultivo necesita buena disponibilidad de agua en el ámbito radicular para obtener altas producciones; la cantidad de agua debe de proporcionarse de acuerdo; a la edad del cultivo y la evapotranspiración potencial del lugar donde esté el cultivo. Debe evitarse el encharcado o inundado del suelo. Los períodos críticos de riego en el cultivo de pepino son: durante la germinación de la semilla, la floración y en la formación de frutos. Se recomienda aplicar el agua en estos periodos en forma oportuna y controlada. Es muy importante el sistema de drenaje, para eliminar los excesos de humedad, debido a que una adecuada aireación en su sistema radicular, para poder sostener su actividad productiva.

### **6.3.5 Fertilización**

En la fertilización debe haber un balance nutricional con todos los elementos necesarios para el buen desarrollo del pepino. Aún más importante que la fertilización es manejar correctamente el agua de riego, el cual es un factor crítico para obtener una óptima nutrición ya que toda la nutrición que logra el cultivo es a través del agua en el suelo. Es preciso enfatizar que el riego es el nutriente más importante que tiene la planta. Si se riega mucho se lixivia y se diluyen mucho los nutrientes. Si se riega poco la planta no tiene disponibilidad de los mismos.

El balance de los nutrientes es tan importante como las relaciones que deben existir entre el N:K, el K:Ca y el Ca:Mg, con el propósito de evitar tener antagonismo y poder controlar el desarrollo de las plantas y su resistencia a los factores ambientales o enfermedades. Una nutrición bien balanceada permite tener el desarrollo adecuado de la planta para optimizar

el rendimiento. Las aplicaciones foliares de nutrientes pueden ser necesarias de vez en cuando pero la verdadera nutrición de una planta se realiza a través del sistema radicular que es el órgano especializado en esta labor (Santacruz, s.f).

Como toda planta demanda una cantidad de nutrientes esenciales para su desarrollo y en dependencia de la etapa en que se encuentre demanda más de los diferentes nutrientes existentes en el suelo, dentro de los principales nutrientes que extrae están los macronutrientes y los no menos importantes que son los micronutrientes la falta de uno de estos nutrientes hace que el cultivo no se desarrolla bien y se presenta susceptible a enfermedades por lo cual es necesario realizar un plan de fertilización

Arias (2007), Señala que en la fertilización debe haber un balance nutricional con todo los elementos necesarios para el buen desarrollo del pepino. Los principales nutrientes a aplicar son N, P, K, Ca, Mg, S, B.

### **6.3.6 Control de malezas**

Las malezas disminuyen el rendimiento y desarrollo del cultivo debido a que compiten por agua, luz y nutriente; además son hospederas de plagas y enfermedades. La competencia es más crítica en los primeros 45 días del cultivo.

Las principales malezas que afectan a las cucurbitáceas son:

- Perennes: Coyolillo (*Cyperus rotundus*), Barrenillo (*Cynadon dactylon*), Pasto Johnson (*Sorghum halapense*) (Talavera, 2005).
- Anuales: Zacate de agua (*Echinochloa spp.*), Pata de gallina (*Euleusine indica*), Verdolaga (*Portulaca oleracea*), Bledo (*Amaranthus spp.*)

El control de malezas se puede efectuar en forma manual, mecánica y química. Debido a que hay muchas clases de malezas, a veces no se pueden controlar con un solo método; es por eso que con frecuencia es necesario combinar el control manual con el químico. El control manual se realiza utilizando un azadón con este implemento se arranca y voltea la maleza, lográndose un buen control (Talavera, 2005).

Una vez establecido el cultivo, el control se efectúa con cultivadora, normalmente este control debe ser acompañado de una acción manual para el control de las malezas sobre la hilera de plantas. El control químico consiste en el uso de productos químicos (herbicidas), previo al uso de cualquier herbicida es recomendable realizar pruebas, para comprobar su comportamiento frente a las condiciones específicas que tiene el cultivo en una localidad determinada.

Como todo cultivo es afectado por las distintas malezas que no hacen más que competir y privar al cultivo principal de requerimientos básicos como agua, luz, nutrientes etc. El control de malezas debe hacerse antes de la siembra de manera cultural y química, además hay que darle seguimiento e ir erradicando mientras el cultivo cumple con sus diferentes fases fenológicas, de utilizarse un producto químico debe hacerse con la mayor precaución posible para evitar una intoxicación y quema del cultivo principal, además la erradicación de malezas previene la afectación de plagas y enfermedades que se alojan en estas, de esta manera obtener mejor crecimiento y desarrollo de la planta.

Según Arias (2007), es una labor esencial en el cultivo de pepino como en cualquier cultivo, evitar la competencia de agua, nutrientes, luz, y espacio de crecimiento con una maleza. Además es sumamente importante recordar que las malezas son fuentes de enfermedades y plagas. Si un cultivo esta con malezas no se está haciendo un manejo integrado del cultivo.

### **6.3.7 Plagas del cultivo de pepino**

Las principales plagas del pepino son: 1) los áfidos o pulgones (*Aphis spp.*) las ninfas y adultos chupan la savia de las hojas y brotes, las hojas se encrespan, se marchitan y caen además son vectores de virus. 2) gusano cortador terreo (*Agrotis spp*) las larvas cortan los tallos o los atraviesan al ras del suelo y debilitan la planta, 3) gusano perforador del pepino y melón (*Diaphana nitidalis* y *Diaphania hyalinata*) las larvas se alimentan de tallos, yemas terminales, flores y frutos, disminuyen la producción, las dos especies perforan y dañan los frutos haciendo túneles, 4) Minador serpentina de la hoja (*Liriorny sasativae*) las larvas forman minas y galerías en las hojas, 5) Mosca blanca (*Bemisia tabaci*) las ninfas

succionan nutrientes del follaje, hojas amarillas, moteadas y encrespadas, transmite el virus del mosaico dorado (VMD) y ataque severo en época caliente y seca (Talavera, 2005).

Las plagas atacan en cualquier momento aunque disminuye su acción en época seca, pueden dañar cualquier parte de la planta que son indispensable para su crecimiento, hay insectos masticadores y chupadores, los chupadores no solo succionan la savia, también son vectores de virus los cuales debilitan la planta y no permiten su desarrollo, de esta manera se necesita planificar su control para evitar pérdidas.

Bravo (2013), afirma que las principales plagas del cultivo del pepino son la ganilla ciega (*phyllophaga spp.*) la cual corta la planta desde la raíz, la tortuguilla (*Diabrotica balteata*) que mastica y perfora las hojas, el pulgón (*myzuspersicae*) que es un chupador, el perforador del fruto (*Diaphania nitidalis*) que afecta el fruto generando pudriciones y hongos. De esta manera coincide con Talavera al mencionar algunas de las plagas que afectan a este cultivo.

#### **6.3.7.1 Control de plagas**

Antes de hacer una aplicación química, es importante efectuar un muestreo, para determinar la cantidad y especies de insectos presentes, tanto benéficos como dañino, este muestreo se hace al azar, tratando de cubrir una área representativa de la parcela cultivada, no menos de 10 metros de muestreo por hectárea, cada punto debe cubrir un metro cuadrado. Con base en los resultados obtenidos, se toma la decisión que plagas combatir y que productos aplicar (Bravo, 2013).

Realizar un muestreo brinda la información necesaria sobre el tipo de insecto que está dañando la planta y si el daño es significativo dependiendo del tipo de severidad de cuantas plantas presentan daños por este tipo de insecto es que se toma una decisión en cuanto a la utilización de un químico o de un método cultural para contrarrestar su afectación dependiendo de la cantidad de plantas en el lugar se toma la muestra, de ser el daño alto o significativo propasando el umbral económico se aplica un químico de control rápido para evitar que la plaga siga proliferando y afectando más plantas.

Sin embargo Ureña (1992), opina que se debe aplicar una rotación de cultivos, no sembrar cultivares hospederos como las mismas cucurbitáceas, solanáceas y algunas leguminosas,

utilizar parasitoides para controlar insectos dañinos como la utilización de Trichograma, así como insecticidas a base de compuestos orgánicos para no dañar el ambiente, si el daño es máximo emplear químicos sintéticos a base de piretroide.

### **6.3.8 Principales enfermedades del cultivo de pepino por hongos**

Las enfermedades que atacan al cultivo de pepino son: 1) Mildiú lanoso *Cenicilla (Pseudoperonospora cubensis)* Manchas amarillas en el haz de las hojas y manchas en el envés cubiertas por una lana grisácea negra en el envés, en el pepino las manchas son angulares y en el melón son claras. 2) Mildiú polvoriento (*Oidium Sphaerotheca fulligineae Oidium spp.*) Marcas blanquecinas circulares con aspecto polvoriento en ambos lados de las hojas jóvenes y las yemas verdes se arrugan, se sacan y se desprenden (Infoagro, 2010).

#### **6.3.8.1 Control de enfermedades**

Para evitar que las enfermedades ataquen al cultivo se deben seguir las siguientes labores agronómicas: sembrar en épocas apropiadas, evitar sembrar nuevos cultivos de cucurbitáceas cerca de los viejos, destruir rastrojos y evitar riego por aspersión, utilizar variedades con tolerancia y distribuir las parcelas de acuerdo al viento, alta densidad de siembra, siembra sincronizada por zonas, usar plástico como Mulch, controlar malezas como hospederos alternos, barreras vivas y rotación de cultivos (Morales et al. s.f).

Sin embargo Ureña (1992), afirma que se debe utilizar fungicidas cuando el daño por las enfermedades es severo, se recomienda la destrucción de malezas, rotación de cultivos, variedades resistentes, desinfección de la semilla, evitar terrenos pesados encharcados, controlar insectos vectores. Si se utilizara fungicidas utilizar Maneb y Mancozeb.

### **6.3.9 Cosecha**

La cosecha del pepino se hace manual entre los 40 a 55 días después de la siembra (antes que las semillas completen su crecimiento y se endurezcan) sujeto a las condiciones climatológicas.

La cosecha se realiza en forma manual cortando el fruto sin dañar el pedúnculo pues esto causa heridas y deshidratación rápida de la fruta. Los cortes se realizan día de por medio (lo

ideal es a diario) colocando los frutos en canastas plásticas con cuidado de no dañarlos. Una vez en las canastas la fruta debe ser protegida del sol y el viento. Las canastas son transportadas a la empacadora en camiones o carretas para continuar el proceso de clasificación y empacado (Santacruz, s.f)

Arias (2007), afirma que la cosecha se realiza de forma manual entre los 40 a 55 días después de siembra dependiendo de la variedad, en este cultivo los frutos se cosechan en estado inmaduro aunque próximo a su tamaño final por lo que es sumamente importante que el cosechador este entrenado para reconocer las características exigidas por el mercado al cual está destinada la producción. El personal de cosecha debe tener las uñas corta para evitar arañones en los frutos. Generalmente la fruta debe ser verde oscura brillante. Se realiza de forma manual cortando el fruto sin dañar el pedúnculo pues esto causa heridas y deshidratación rápida de la fruta. Los cortes se realizan día de por medio (lo ideal es a diario) colocando los frutos en canastas plásticas con cuidado de no dañarlos. Una vez en las canastas la fruta debe ser protegida del sol y el viento. Las canastas son transportadas a la empacadora en camiones o carretas para continuar el proceso de clasificación y empacado.

## **6.4 *Trichoderma a.***

### **6.4.1 Definición**

Este hongo es un habitante natural del suelo y puede desempeñarse como saprófito o como parásito de otros hongos. Es ampliamente conocido por su conducta antagonista y utilizado para biocontrol, debido a su ubicuidad, a su facilidad para ser aislado y cultivado, a su crecimiento rápido en un gran número de sustratos ya que no ataca plantas (Chávez, 2006).

Según EC-ORGANICS (2008), *Trichoderma* spp., también es un hongo anaeróbico facultativo que naturalmente se encuentra en el suelo en poblaciones representativas. El hongo se encuentra muy distribuido en el mundo y naturalmente se presenta en diferentes hábitats, especialmente los que contienen una buena cantidad de materia orgánica o desechos vegetales en descomposición. Su desarrollo se ve favorecido por la presencia de

altas densidades de raíces, las cuales son colonizadas rápidamente por estos microorganismos.

Uno de los mecanismos interesantes de Trichoderma es tomar los nutrientes de los hongos (a los cuales degrada) y de materiales orgánicos ayudando a su descomposición, por lo cual las incorporaciones de materia orgánica y compostaje lo favorecen; también requiere de humedad para poder germinar, la velocidad de crecimiento de este microorganismo es bastante alta, por esto es capaz de establecerse en el suelo y controlar enfermedades; probablemente sea el hongo beneficioso más versátil y polifacético que abunda en los suelos.

#### 6.4.2 Taxonomía

**Tabla 2.** Taxonomía de Trichoderma

Reino	Fungi
División	Eumycota
Subdivisión	Ascomycotina
Clase	Euascmycetes
Orden:	Hypocreales
Familia:	Hypocraceae
Género:	Trichoderma
Especie	Trichoderma asperellum

Fuente: Rossman et al. (1999).

#### 6.4.3 Características generales

Este género pertenece al grupo de hongos Deuteromicetes u hongos imperfectos, al orden Hifales (Monoliales) y se caracteriza por presentar conidióforos hialinos, muchas veces blanquecinos, no verticilados, fialides simples o en grupos, conidias hialinas, unicelulares ovoides que yacen en pequeños racimos terminales, se les reconoce fácilmente por su rápido crecimiento y el color verde de las conidas. En su estado vegetativo presenta un micelio o septos simples. Son haploides y su pared está compuesta por quitina y glucanos.

Son anaeróbicos facultativos y se reproducen asexualmente por conidios. Las hifas que llevan las esporas o conidióforos son ramificadas (Harman, et al. 2004).

Este hongo no posee una etapa sexual son asexuales, eso hace que su proliferación o existencia sea más en el suelo y logre parasitar y proteger la planta por mucho tiempo, presentan en sus células un juego de cromosomas por lo cual son haploides, además pueden desarrollarse aunque no exista oxígeno, se reproducen a través de conidios que son el conjunto de micelio del hongo y son beneficioso para los suelos.

EC-ORGANICS (2008), afirma que el hongo *Trichoderma* pertenece a la subdivisión Deuteromycetes que se caracterizan por no poseer, o no presentar un estado sexual determinado. De este microorganismo existen más de 30 especies, todas con efectos benéficos para la agricultura y otras ramas. Su estructura de esporulación son conidios, y su estructura de resistencia, clamidosporas; éstas son similares a las de otros hongos formadores de clamidosporas, son de 5 a 10 veces más grandes que los conidios, por sus grandes reservas de lípidos (32); son intercalares o terminales, de forma cilíndricas a globosa; por su naturaleza, representan la forma de propagación más efectiva.

#### **6.4.3.1 Características microscópicas**

Los conidióforos son erectos, hialinos, en su mayoría ramificados, no verticilados, los cuales pueden ser solitarios o en grupos. Las fialides son en forma de botella, únicas o en grupos, hinchadas en la región central pero delgada hacia el ápice: son hialinas y en ángulo recto con respecto a los conidióforos. Las conidias son unicelulares subglobosas u oblongas, lisas o equinuladas, hialinas o verdes y ocurren en masas es los ápices de las fialides (Arango, 1988).

Este tipo de características permite identificarlos a nivel microscópico, las conidias o esporas son su método de reproducción asexual las cuales presenta una forma de semiglobo se puede identificar por su color verde al observarse a través de un microscopio.

Según Herrera (2010), el micelio es raro en su mayoría, visto al microscopio es fino, los conidióforos son ramificados, parecen un árbol pequeño. Los mismos se presentan como penachos compactados que forman anillos con un sistema de ramas irregular de manera

piramidal. Estos terminan en fiálides donde se forman las esporas asexuales o conidios, de gran importancia para la identificación taxonómica a nivel de especies. Son haploides y su pared está compuesta por quitina y glucanos.

#### **6.4.4 Interacción con la planta**

Se ha comprobado que el *Trichoderma* produce sustancias estimuladoras del crecimiento y desarrollo de las plantas. Estas sustancias actúan como catalizadores o aceleradores de los tejidos meristemáticos primarios (los que tienen potencial de formar nuevas raíces) en las partes jóvenes de éstas, acelerando su reproducción celular, logrando que las plantas alcancen un desarrollo más rápido que aquellas plantas que no hayan sido tratadas con dicho microorganismo (Nalimova, 1999).

Algunas especies de *Trichoderma* han sido reportadas como estimuladoras de crecimiento en especies tales como clavel, crisantemo, tagetes, petunia, pepino, berenjena, arveja, pimienta, rábano, tabaco, tomate, lechuga, zanahoria, papa, algodón, fríjol y pastos ornamentales (Nalimova, 1999).

El hongo *trichoderma* brinda ventajas al estimular el crecimiento de las plantas al fortalecer sus tejidos las hace más fuertes en el medio, acelera un mejor desarrollo en algunas plantas e inclusive acelera la germinación o el porcentaje de la misma, estimulando el crecimiento en las raíces ayuda que la planta absorba más nutrientes generando un mejor crecimiento para la lucha contra los patógenos.

Según Custombio (2013), *Trichoderma* también logra posicionarse alrededor de la superficie de las raíces exudando fito-hormonas que estimulan el crecimiento de pelos absorbentes al tener más pelos las plantas pueden absorber más nutrientes aprovechando el programa de fertilización, mejorando el crecimiento de la planta y su desarrollo durante su ciclo vegetativo.

#### **6.4.5 Interacción con el ambiente**

El hongo *Trichoderma* al encontrarse en el suelo produce enzimas que ayudan a descomponer la materia orgánica que cae en la tierra incorporándola al suelo mejorando su

porosidad y calidad. Al mejorar la calidad del suelo trichoderma establece condiciones favorables para lombrices e otros seres benéficos de la estructura de la tierra dando un efecto colateral o secundario positivo, además ataca a los patógenos siendo capaz de parasitar, controlar, destruir varios hongos existentes en el suelo, además permite una mejor actividad microbiana en el suelo, devolviendo la vida al mismo. Así mismo proporciona una mayor retención de agua al mejorar la estructura física del suelo (Custombio, 2013).

Este hongo ejerce una buena relación con el suelo ayudando a conservarlo brindándole protección, además de que ayuda a descomponer materia orgánica para su mejor aprovechamiento, es un método que puede ser utilizado para rescatar aquellos suelos dañados por las exigencias de la agronomía moderna con la utilización de químicos que dañan y degradan los suelos eliminando la cantidad de microorganismos beneficiosos que se encuentran en este con la ayuda de *Trichoderma* se fomenta una agricultura más orgánica y menos destructiva del ambiente.

Según Rodríguez (2013), *Trichoderma* se encuentra en suelos abundantes en materia orgánica. Es aeróbico y pueden estar en los suelos con pH neutro hasta ácido. La temperatura determina la cantidad y la tasa de crecimiento del hongo varios estudios han evaluado el efecto de la temperatura en la germinación de esporas y el crecimiento del tubo germinal, la temperatura óptima se encuentra entre 15 y 30°C. Este hongo en el suelo crece mejor bajo humedad moderada que en altas debido a que la alta humedad disminuye la aireación del suelo, tanto la luz y su espectro influyen en el desarrollo fundamentalmente sobre la esporulación, la luz además, influye en la producción de metabolitos secundarios.

#### **6.4.6 Antagonismo**

Las especies del género *Trichoderma* son los antagonistas más utilizados para el control de enfermedades de plantas producidas por hongos, debido a su ubicuidad (capacidad de encontrarse), a su facilidad para ser aisladas y cultivadas, a su crecimiento rápido en un gran número de sustratos ya que no atacan a plantas superiores. Los mecanismos por los que las cepas del género *Trichoderma* desplazan al Fito-patógeno son fundamentalmente de tres tipos. Competición directa por el espacio o por los nutrientes, producción de

metabolitos antibióticos, ya sean de naturaleza volátil o no volátil y parasitismo directo de determinadas especies de *Trichoderma* sobre los hongos Fito-patógenos (Elad, 1985).

Sin embargo Grondona (1997), recalca que los mecanismo por el cual las cepas del hongo *Trichoderma* desplazan a los fitopatógenos está fundamentalmente asociado a competencia directa por el espacio o por nutrientes y producción de metabolismos. Esta capacidad también depende de la especificidad de la cepa y de sus modos de acción; es decir, pueden existir aislamientos que sean más eficientes para el control de un patógeno que de otro; por tal motivo, la especificidad debe ser evaluada aunque concuerda con Elad (1985), en que entre sus mecanismos se encuentran: antibiosis, competencia (por espacio y nutrientes), micoparasitismo, desactivación de enzimas de los patógenos y otros.

Recientemente, Harman (2004) informó de nuevos mecanismos con los cuales *Trichoderma* ejerce su acción como antagonista y colonizador de las raíces, como son:

- 1) Aceleración del desarrollo del sistema radicular que posibilita la tolerancia al estrés por parte de la planta.
- 2) Solubilización y absorción de nutrientes inorgánicos.
- 3) Estimulación del crecimiento vegetal.
- 4) Inducción de resistencia.

Estos actúan indirectamente sobre los patógenos, ya que su acción es provocar o impulsar mecanismos de defensa fisiológicos y bioquímicos en la planta. El estudio de estos modos de acción en condiciones de campo es complejo, pues *Trichoderma* es un hongo cuyo hábitat es el suelo y la mayoría de estos procesos se efectúan en la rizósfera.

#### **6.4.7 Micoparasitismo**

El micoparasitismo es esencialmente una interacción hospedero-parásito. La interacción comienza con el reconocimiento del hospedero o de moléculas liberadas por este, por acción enzimática del micopárasito. Tales señales pueden ser generadas por los diferentes polímeros componentes de la pared de distintas estructuras de hongos patógenos o

productos de degradación de la pared celular que son libreados durante el contacto o el acercamiento del hospedero (Mukherjee et al. 2004).

En este proceso, inicialmente el micopárasito crece directamente hacia su hospedero y usualmente se enrolla alrededor de este, o se une por la formación de estructuras similares a ganchos y apresorios. Seguido de esta interacción el micoparasito algunas veces penetra el micelio del hospedero, aparentemente por la degradación de su pared celular. Finalmente se asume que este utiliza el contenido intracelular del hospedero. Para que el micoparasitismo ocurra en el suelo, las hifas del antagonista deben crecer hacia el contacto con los propágulos (esclerocios o hifas del fitopatógeno) y parasitarios (Knudsen, et al. 1991).

La primera señal de interacción detectable muestra un crecimiento quimiotropico de trichoderma en respuesta a algún estímulo en la hifa del hospedero o hacia un gradiente de químicos producidos por el mismo. Cuando el micoparasito hace contacto físico con su huésped, sus hifas se enrollan alrededor de este o se le adhieren por medio de estructuras especializadas. Como un paso posterior a estas interacciones el micopárasito penetra al micelio huésped, degradando aparentemente de manera parcial su pared celular (Howell, 2003).

El hongo posee diferentes propiedades al momento de parasitar al hospedante como enzimas para degradar paredes y hacer fácil su entrada y la erradicación del hongo hospedante. En el proceso de micoparasitismo se puede observar que el hongo atraviesa por varias etapas hasta lograr el total control sobre el hospedante erradicándolo debido a que algunos hongos son resistentes a la diferentes enzimas producida por el antagonismo.

Según Rodríguez (2013), cree que es un proceso complejo en la interacción antagonista-patógeno, que ocurre en cuatro etapas: Crecimiento quimiotrófico donde *Trichoderma* puede detectar a distancia a sus posibles hospedantes, Reconocimiento: Se considera que existe una alta especificidad del antagonista por su sustrato, Adhesión y enrollamiento: Ocurre por la asociación de un azúcar de la pared del antagonista con una lectina presente en la pared del patógeno y Actividad lítica: Producción de enzimas líticas extracelulares, fundamentalmente quitinasas, glucanasas y proteasas, que degradan las paredes celulares del patógeno y posibilitan la penetración de las hifas de *Trichoderma*.

En otras interacciones, las especies de *Trichoderma* lograron producir polisacaridasas, proteasas y lipasas, compuestos que pueden intervenir en la degradación de la pared de las células de *Fusarium oxysporum*. Se evidencia la existencia de una selectividad en la producción enzimática por el antagonista en dependencia del agente fitopatógeno a controlar.

#### **6.4.8 Competencia**

La competencia en la rizósfera es importante debido a que un agente de biocontrol no puede competir por espacio y nutrientes si es incapaz de crecer en la rizósfera. Las especies de *Trichoderma* bien sean adicionadas al suelo o aplicadas como tratamiento de semillas, crecen simultáneamente con el desarrollo del sistema radicular de la planta tratada (Howell, 2003).

Aunque la competencia en la rizósfera puede no ser el mecanismo principal de este control biológico, contribuye en sinergia con los otros mecanismos para lograr un control eficaz (Howell, 2003).

Lo que define a un controlador biológico es su capacidad de competencia con otros organismos de su misma categoría o especie, el hongo antagonista *Trichoderma* posee características para hacerlo un gran competidor por nutrientes de esta manera frenando la alimentación de otros hongos, también posee cualidades como un rápido crecimiento y poder colonizar la rizósfera de una manera más rápida logrando que el hongo invasor no suspenda a la planta de una alimentación regular de nutrientes, estas características de competencia hacen que el antagonista a pesar de no poder controlar todo los hongos fitopatógenos con su micoparasitismo compita y reduzca su daño a través de su alimentación.

Según Rodríguez (2013), un factor esencial para que exista competencia es la escasez o limitación de un requerimiento (espacio y/o nutrientes), por lo que competencia puede definirse como el comportamiento desigual de dos o más organismos ante un mismo requerimiento, siempre y cuando la utilización del mismo por uno de ellos, reduzca la cantidad necesaria para los demás.

La presencia de *Trichoderma* en suelos agrícolas y naturales en todo el mundo es una evidencia, de que es un excelente competidor por espacio y recursos nutricionales, y de su plasticidad ecológica. La competencia por nutrientes de *Trichoderma*, es principalmente por carbono, nitrato y hierro. De forma general, entre las cualidades que favorecen la competencia de este antagonista se encuentra, la alta velocidad de crecimiento que posee gran parte de sus aislamientos y la secreción de metabolitos de diferente naturaleza, que frenan o eliminan a los competidores en el microambiente. Este modo de acción influye en «bloquear el paso» al patógeno y resulta importante para la diseminación del antagonista.

#### **6.4.9 Actividad Antibiótica**

El *Trichoderma*, posee aislamientos con poderes antibióticos, los cuales actúan contra varios microorganismos Fito-patógenos. Se comporta como saprófito en la rizósfera, siendo capaz de destruir residuos de plantas infectadas por patógenos. La producción de enzimas tales como quitinasas y glucanasas producidas son responsables en la disminución de los hongos patógenos. Estas enzimas son hidrolíticas y degradan los polisacáridos que otorgan rigidez y estructura a la pared celular de hongos destruyendo la integridad de los mismos, así mismo se ha establecido que estos hongos pueden producir proteasas que afectan las enzimas de los patógenos perturbando su capacidad de atacar a las células de las plantas (Howell, 2003).

Los exudados producidos por el hongo antagonista *Trichoderma* generan una base de antibiosis, la cual ayuda a combatir los diferentes hongos fitopatógenos, estos exudados en si son la mayoría de enzimas que degradan las paredes celulares de los hongos y dificultan tanto como su penetración a la planta como su alimentación generando a su vez la competencia con el antagonista. La antibiosis es parte fundamental en la actividad controladora del hongo generando una base capaz de proteger la raíz y generar un control eficaz sobre los hongos fitopatógenos que se encuentran en el suelo.

Según Rodríguez (2013), afirma que los metabolitos con actividad antifúngica secretados por *Trichoderma* constituyen un grupo de compuestos volátiles y no volátiles, muy diverso en cuanto a estructura y función, muchas cepas de *Trichoderma* producen estos metabolitos

secundarios, algunos de los cuales inhiben otros microorganismos, con los que no se establece contacto físico y estas sustancias inhibitorias fueron considerados «antibióticos».

## 6.5 Trichoderma en control de nematodos

*Trichoderma sp.*, es un biorregulador efectivo contra nematodos del género *Meloidogyne* por medio de sus toxinas e hifas. Las quitinasas y proteasas de *Trichoderma spp.*, que son muy similares a las de los hongos nematófagos poseen potencial para atacar estos invertebrados. El proceso parasítico y el efecto de las enzimas y metabolitos de *Trichoderma* sobre nematodos pueden ocurrir en el suelo, en el interior de las raíces o sobre la superficie de estas (Pérez et al. 2006)

La capacidad bioestimulante de *Trichoderma sp.*, a tal fenómeno se le atribuye también un control sobre *Meloidogyne spp.*, debido a la producción de metabolitos estimuladores del crecimiento vegetativo por parte del hongo, o la acción simultánea de ambos factores. Se sabe que *Trichoderma* es un antagonista de excelencia, comprobada su efectividad no solo contra *Meloidogyne spp.* Sino también sobre numerosos patógenos del suelo que pueden afectar el crecimiento y desarrollo del cultivo (Chung y Baker, 1986)

*Trichoderma a.*, no solo es antagonista de hongos y bioestimulador también tiene características nematófagas para combatir nematodos y reducir su población esto debido a los tipos de enzimas que genera similares a otros hongos controladores de nematodos, también al mejorar las raíces de las plantas hace que la penetración de los nematodos se vea reducida, así como también su daño a nivel radicular.

Méndez y Polanco (2006), informan resultados que muestran un notable decrecimiento de las poblaciones de nematodos formadores de agallas con una dosis de 8 kg/ha de *T. harzianum* en diferentes etapas del cultivo del tomate al reducir las poblaciones de grado tres y cuatro, de una escala de cinco grados, a grado uno.

## 6.6 Método de aplicación

Puede ser aplicado en compostaje o materia orgánica en descomposición para acelerar el proceso de maduración de estos materiales, los cuales a su vez contendrán el hongo cumpliendo también función de biofungicida (Elad, 1985).

Debido a que es un producto biológico puede ser agregado con diferentes productos biológicos como compost, lombriz humus etc. Sin tener una baja efectividad si no que al agregarlo con estos genera una mejor reacción de aplicación del mismo componente orgánico, se puede agregar directo a la semilla, pero es un método de poca aplicación a nivel nacional se utiliza el método al drench directo al suelo y se puede agregar en cualquier etapa del cultivo.

Rodríguez (2013), recalca que *Trichoderma* puede ser inoculado al sustrato para semilleros o directamente al suelo en semilleros a campo abierto. Este tipo de tratamiento ofrece incluso una protección mayor a los cultivos. También puede mezclarse con abonos orgánicos (estiércol, casting y biotierra) y otras enmiendas utilizadas como biofertilizantes, tal como se hace con inoculantes bacterianos usados como fertilizantes ecológicos. Con la inoculación a la semilla de *T. harzianum*, obtuvo disminución en poblaciones de *R. solani*, *Sarocladium spp.* Y *Pythium spp.*, en suelo, con incremento de la actividad del micoparásito.

## 6.7 Pruebas antagonista de *Trichoderma* contra hongos fitopatógenos

Las pruebas de antagonismo in vitro llevadas a cabo con las dos cepas de *Trichoderma* sp. En agar PDA con una incubación de siete días a 25°C, presentaron un antagonismo evidente en la prueba de enfrentamiento dual contra los hongos fitopatógenas evaluados (*Fusarium sp.*, *Rhizoctonia spp.*, y *Sclerotinia sclerotiorum*). Se presentó una acción antagonica y una elevada actividad colonizadora de parte de las cepas de *Trichoderma* con un antagonismo de 22.4% contra los hongos fitopatógenas (Chávez, 2006).

Estudios realizados a nivel de laboratorio se ha demostrado la capacidad del hongo *Trichoderma* para contrarrestar la afectación y crecimiento de otros hongos fitopatógenas

que afectan a las plantas disminuyendo su capacidad de movimiento en el suelo mediante mecanismos como la competencia, el parasitismo y producción de antibióticos.

Según Howell (2003), Esta actividad antagónica ha sido reportada en varios estudios, los cuales expone los diferentes mecanismos empleados por el agente biocontrolador *Trichoderma*, para la disminución o eliminación de la población de hongos fitopatógenos. Dentro de los mecanismos empleados por *Trichoderma* para el control de hongos fitopatógenos se encuentra el micoparasitismo, antibiosis, competencia por nutrientes y espacio, entre otros.

## 6.8 Ventajas de *Trichoderma*

Dentro de las principales ventajas que ofrece *Trichoderma*: 1) Protege las raíces de enfermedades causadas por *pythium*, *Rhizoctonia* y *Fusarium*, permite el crecimiento de raíces más fuertes y por lo tanto, sistemas radiculares más sanos. 2) Aumenta la capacidad de captura de nutrientes y de humedad, así como mejora rendimientos en condiciones de estrés hídrico. 3) No requiere equipamiento especial para su aplicación. 4) Compatible con inoculantes de leguminosas y posibilidad de aplicar a semillas que han sufrido un tratamiento fungicida químico. 5) Disminuyen y en algunos casos eliminan la necesidad de tratar con fungicidas químicos, reduciendo los costos y reduciendo el uso de fertilizantes, pues las plantas tienen más raíces y los utilizan mejor (IABIOTEC, 2008).

La utilización de este hongo permite que las raíces crezcan más sanas y fuertes para la extracción de nutrientes, también la protege de diferentes hongos fitopatógenos al generar competencia y su habilidad de micoparasitismo y de antibiosis, ayuda al suelo brindándole una mejor absorción de materia orgánica así como estimulando la actividad microbiana del mismo además elimina los costos de utilización de químicos fúngicos contaminantes del ambiente.

Según Nalimova (1999), dentro de las ventajas se encuentran: 1) Ofrece un control eficaz de enfermedades de plantas. 2) Posee un amplio rango de acción. 3) Elevada propagación en el suelo, aumentando sus poblaciones y ejerciendo control duradero en el tiempo sobre hongos fitopatógenos. 4) Ayuda a descomponer materia orgánica, haciendo que los

nutrientes se conviertan en formas disponibles para la planta, por lo tanto tiene un efecto indirecto en la nutrición del cultivo. 5) Estimula el crecimiento de los cultivos porque posee metabolitos que promueven los procesos de desarrollo en las plantas. 6) Puede ser aplicado en compostaje o materia orgánica en descomposición para acelerar el proceso de maduración de estos materiales, los cuales a su vez contendrán el hongo cumpliendo también función de biofungicida. 7) Favorece la proliferación de organismos benéficos en el suelo, como otros hongos antagónicos. 8) No necesita plazo de seguridad para recolección de la cosecha. 9) Preservación del medio ambiente al disminuir el uso de fungicidas.

## VII. DISEÑO METODOLÓGICO

### 7.1 Ubicación del experimento

El experimento se llevó a cabo a 2 kilómetros de la ciudad de Sébaco, Matagalpa-Nicaragua carretera panamericana en el beneficio Esperanza Coop, el clima de la ciudad de Sébaco caliente, con temperatura media anual que oscila entre los 21° y 30° C., en algunos casos alcanza temperaturas máximas extremas de 41° C., la precipitación pluvial varía, la mínima es de unos 800mm y la máxima alcanza los 2,000 mm, caracterizándose por una buena distribución durante todo el año, la estación seca es de noviembre a abril, se encuentra a 469.67 msnm (Enacal, s.f).

El experimento se encontró ubicado entre las coordenadas 12° 50' 10.90'' de latitud norte y 86° 6' 23.86'' de longitud oeste, el clima predominante es de sabana tropical, caracterizado como semi- húmedo (Google maps, 2016).



Beneficio Esperanza Coop.



## 7.2 Tipo de investigación

El tipo de investigación era experimental, probabilística de carácter correlacional-explicativo, de corte transversal con un enfoque cuantitativo.

La investigación experimental se presenta mediante la manipulación de una variable experimental no comprobada, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento particular (Ruíz, 2009).

Una investigación correlacional tiene como objetivo medir el grado de relación que existe entre dos o más conceptos o variables, en un contexto en particular. En ocasiones solo se realiza la relación entre dos variables, pero frecuentemente se ubican en el estudio relaciones entre tres o más variables (Hernández, 2004).

La investigación explicativa es aquella que tiene relación causal, no solo persigue describir o acercarse a un problema, sino que intenta encontrar las causas del mismo. Existen diseños experimentales y no experimentales (Sabino, 1992).

La investigación cuantitativa se asienta en un marco conceptual cercano a las matemáticas y a la estadística; por ello, es un tipo de investigación que demanda la construcción de una base de datos que generalmente requieren mucho cuidado y disciplina al momento de identificar, levantar y registrar la información; de lo cual, depende su validez y confiabilidad (López, 2013).

El desarrollo de la investigación era experimental debido a que se realizó un diseño de parcelas donde se midió una variable no comprobada, probabilística debido a que cualquier planta que formo parte de la población tenía la probabilidad de ser seleccionada, además se trabajó con una muestra, es correlacional porque se observó las relaciones y diferencias entre variables, explicativo porque se demostraran las causas por la cual uno de los tratamientos genera o no genera mejores resultados, era de corte transversal debido a que la investigación se realizó en el segundo semestre del 2016, además posee un enfoque cuantitativo porque se midieron variables numéricas y se construyó una base de datos.

### 7.3 Dimensión de ensayo

El área total era de 324 metros cuadrados 18 m x 18 m, el área experimental tenía un tamaño de 280.5 m<sup>2</sup>, 17 m x 16.5 m, el tamaño de cada parcela fue de 18.5 m<sup>2</sup>, 5 m x 3.7 m divididas por 0.7 metros entre parcela, y 0.5 m entre repetición, se realizaron tres repeticiones de cuatro parcelas con un total de 12 parcelas experimentales, en cada parcela había un total de 60 plantas de pepinos con una distancia de 0.2 m entre planta y 1.2 m entre surcos, dando como resultado 720 plantas, se dieron espacios libres en las parcelas debido a que el tratamiento es biológico y se debe evitar que invada otro tratamiento (Tabla 3).

### 7.4 Diseño Experimental

El diseño experimental era un BCA o Bloque Completamente al Azar en el cual el tratamiento 1 es la parcela que incluye (*Trichoderma a.*), a una dosis mínima de 200 gr/mz, el tratamiento 2 *Trichoderma a.*, a una dosis promedio de 250 gr/mz, el tratamiento 3 *Trichoderma a.*, a una dosis alta de 300 gr/mz, y el tratamiento 4 es un testigo absoluto sin ningún tratamiento (Tabla 4).

Se realizaron diferentes aplicaciones del producto *Trichoderma a.*, basándose en las etapas fenológicas del cultivo de pepino se aplicó en la semilla y luego directamente al suelo.

Según Hinkelman (1994), el diseño de Bloque Completamente al Azar es el más simple y quizás el más ampliamente usado de los diseños de bloques al azar. El material experimental es dividido en diferentes grupos, con diferentes tratamientos llamados unidades experimentales (EU) cada uno, donde las UE dentro de cada grupo son lo más homogénea posible y las diferencias entre las UE sea dada por estar en diferentes grupos. Los conjuntos son llamados bloques. Dentro de cada bloque las UE son asignadas aleatoriamente, cada tratamiento ocurre exactamente una vez en un bloque.

Se cumple con los principios del diseño utilizado.

## **7.5 Tipo de muestreo**

### **7.5.1 Muestreo probabilístico**

Los métodos de muestreo probabilísticos son aquellos que se basan en el principio de equiprobabilidad. Es decir, aquellos en los que todos los individuos tienen la misma probabilidad de ser elegidos para formar parte de una muestra y, consiguientemente, todas las posibles muestras de tamaño  $n$  tienen la misma probabilidad de ser seleccionadas. Sólo estos métodos de muestreo probabilísticos nos aseguran la representatividad de la muestra extraída y son, por tanto, los más recomendables.

El método de muestreo probabilístico que se utilizó fue el siguiente:

### **7.5.2 Muestreo aleatorio simple:**

El procedimiento que se empleó fue el siguiente: 1) se asignó un número a cada individuo de la población y 2) a través de un medio mecánico (papeles dentro de una bolsa) se eligió un número y se muestreo dependiendo del tamaño de la muestra que eran 9 papeles por parcela.

### **7.5.3 Tamaño de la muestra:**

De cada parcela.

Para calcular el tamaño de la muestra primero se necesita conocer la desviación estándar y el error muestral.

Se toma cualquier variable al azar en primer instancia se calculó el número de hojas totales por planta.

**Tabla 3.** Procedimiento para el cálculo de la desviación estándar.

Calculo para la Desviación estándar		
Numero de hojas	X - X'	(X - X') <sup>2</sup>
4	-0,2	0,04
5	0,8	0,64
3	-1,2	1,44
4	-0,2	0,04
5	0,8	0,64
3	-1,2	1,44
4	-0,2	0,04
5	0,8	0,64
4	-0,2	0,04
5	0,8	0,64
42		5,6

Promedio Numero de hojas	4,2
--------------------------	-----

Donde  $X - X'$  = es la resta entre el número de hojas – el promedio

$(X - X')^2$  = el resultado de  $X - X'$  es elevado al cuadrado.

Calculo de la desviación estándar según el número de muestras

Dónde:

$(X-X')^2$  = Es la sumatoria del resultado sobre la media al cuadrado.

N= es el número de muestras tomadas.

$$S = \sqrt{\frac{\sum(X - X')^2}{N - 1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{5.6}{10 - 1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{5.6}{9}}$$

$$S = \sqrt{0.62}$$

$$S = 0.7874 = 0.79$$

## Calculo del error muestral

Dónde:

Z = El nivel de confianza con el que se trabaja al ser del 95% Z es igual a 1.96 es un valor constante.

S= Es la desviación estándar

N = número de muestras

$$E = Z \frac{S}{\sqrt{n}}$$

$$E = 1.96 \frac{0.79}{\sqrt{10}}$$

$$E = 1.96 \frac{0.79}{3.16}$$

$$E = 1.96 * 0.25$$

$$E = 0.49$$

Calculo de la muestra por parcela

Dónde:

N = es la población de cada parcela que son 60 plantas.

S = la desviación estándar.

E = Es el error muestral

Z = El nivel de confianza al 95% valor constante 1.96.

$$n = \frac{N * S^2 * Z^2}{(N - 1)E^2 + S^2 Z^2}$$

$$n = \frac{60 * 0.79^2 * 1.96^2}{(60 - 1)0.49^2 + 0.79^2 * 1.96^2}$$

$$n = \frac{60 * 0.62 * 3.84}{(59)0.24 + 0.62 * 3.84}$$

$$n = \frac{142.84}{14.16 + 2.38}$$

$$n = \frac{142.84}{16.54} \quad n = 8.63 = 9 \quad (\text{Suárez, 2011}).$$

## 7.6 Tratamiento evaluado

El tratamiento que se evaluó se describe a continuación:

*Trichoderma a.*, este hongo es utilizado en la agricultura orgánica para tratamiento de semillas y suelo para el control de diversas enfermedades producidas por hongos, así como también ayuda en el desarrollo del cultivo, son hongos anamórficos aislados principalmente del suelo y de materia orgánica en descomposición, se trabajará con 3 distintas dosis del hongo, una dosis mínima de 200gr/mz, una dosis promedio de 250gr/mz y una dosis alta de 300gr/mz, se obtuvo la relación de cada dosis para cada parcela dando un resultado de 0.52gr al tratamiento 1, 0.65gr para el tratamiento 2 y 0.78 gr para el tratamiento 3.

La relación de *Trichoderma a.*, por gramo de producto equivale a  $1 \times 10^9$  lo que significa que en cada gramo de producto existen 1 billón de esporas o micelios del hongo.

Se ha comprobado que el hongo *Trichoderma* produce sustancias estimuladoras del crecimiento y desarrollo de las plantas. Estas sustancias actúan como catalizadores o aceleradores de los tejidos meristemáticos primarios (los que tienen potencial de formar nuevas raíces) en las partes jóvenes de éstas, acelerando su reproducción celular, logrando que las plantas alcancen un desarrollo más rápido que aquellas plantas que no hayan sido tratadas con dicho microorganismo (Namilova, 1999).

El hongo *Trichoderma* al encontrarse en el suelo produce enzimas que ayudan a descomponer la materia orgánica que cae en la tierra y la incorpora en el suelo mejorando su porosidad y calidad al mejorar la calidad del suelo, *Trichoderma* establece condiciones favorables para lombrices y otros seres benéficos de la estructura de la tierra dando un efecto colateral o secundario positivo, además ataca a los patógenos siendo capaz de parasitar, controlar y destruir varios hongos existentes en el suelo, además permite una mejor actividad microbiana en el suelo y devolviendo la vida al mismo (Custombio, 2013).

Todavía se desconoce que dosis de *Trichoderma a.*, es la correcta para el óptimo desarrollo del cultivo de pepino y sobre su influencia en enfermedades fitopatogenos del mismo, así como también no se conoce que sucederá si se aplica trichoderma en diferentes repeticiones.

La dosis mayor de Trichoderma a razón de 300 gr/mz fue la que generó mejores resultados en el desarrollo del cultivo, sin embargo Trichoderma no logro controlar mildiu a nivel de campo que fue la única enfermedad que se presentó en el experimento y no genero resultados en cuanto a producción, se aplicó trichoderma cinco veces durante el experimento y no genero resultados adversos solo positivos.

**Tabla 4.** Descripción de las dosis de tratamientos.

Número de aplicación	Dosis de tratamiento kilogramos hectárea (10000m <sup>2</sup> )	Dosis de tratamiento kilogramos manzana	Dosis en gramos	Dosis en 18.5 m <sup>2</sup>	Tiempo de aplicación	Tipo de aplicación	Cantidad de agua por dosis en 18.5 m <sup>2</sup>	
1	0.28 kg/ha	0.20 kg/mz	2800 gr/ha	0.52gr	Antes de siembra	A la semilla	520 cc	
	0.35 kg/ha	0.25 kg /mz	3500 gr/ha	0.65gr				
	0.42 kg/ha	0.30 kg/mz	4200 gr/ha	0.78gr				
2	0.28 kg/ha	0.20 kg/mz	2800 gr/ha	0.52gr	Emergiendo guías	Edáfica al drench directo al suelo		
	0.35 kg/ha	0.25 kg /mz	3500 gr/ha	0.65gr				
	0.42 kg/ha	0.30 kg/mz	4200 gr/ha	0.78gr				
3	0.28 kg/ha	0.20 kg/mz	2800 gr/ha	0.52gr	Floración			Edáfica al drench directo al suelo
	0.35 kg/ha	0.25 kg /mz	3500 gr/ha	0.65gr				
	0.42 kg/ha	0.30 kg/mz	4200 gr/ha	0.78gr				
4	0.28 kg/ha	0.20 kg/mz	2800 gr/ha	0.52gr	Fructificación		Edáfica al drench directo al suelo	
	0.35 kg/ha	0.25 kg /mz	3500 gr/ha	0.65gr				
	0.42 kg/ha	0.30 kg/mz	4200 gr/ha	0.78gr				
5	0.28 kg/ha	0.20 kg/mz	2800 gr/ha	0.52gr	2 semanas después del primer corte	Edáfica al drench directo al suelo		
	0.35 kg/ha	0.25 kg /mz	3500 gr/ha	0.65gr				
	0.42 kg/ha	0.30 kg/mz	4200 gr/ha	0.78gr				

Fuente: Elaboración propia

Se aplicó *Trichoderma* siguiendo las etapas fenológicas debido a que se iban a medir según estas variables que se desarrollan durante el crecimiento del cultivo

La relación de *Trichoderma a.*, por gramo de producto equivale a  $1 \times 10^9$  lo que significa que en cada gramo de producto existen 1 billón de esporas o micelios del hongo, según Biotor lab la dosis de *Trichoderma a.*, es 0.35 kg/ha

Fórmula para el cálculo por parcela de  $18.5 \text{ m}^2$ . Se aplica una regla de tres

$$200 \text{ gr} = 7026 \text{ m}^2 \quad = \frac{18.5 \text{ m}^2 * 200 \text{ gr}}{7026 \text{ m}^2} = \frac{3700}{7026} \text{ gr} = 0.52 \text{ gr} * 1000 = 520 \text{ mg}$$

$$X \text{ ----- } 18.5 \text{ m}^2$$

Para una dosis por manzana se ocupan 200 litros de agua, para el cálculo de la cantidad de agua para una dosis de 0.52 gr en  $18.5 \text{ m}^2$ , se aplica también una regla de tres donde:

Una bomba de mochila contiene 20 litros y se aplican 10 bombadas por manzana que son igual a 200 litros, para una dosis de 200 gr/mz primero se obtiene la dosis por bomba de mochila que es igual a  $200 \text{ gr} / 10$  (total de bombadas por mz) = 20 gr es la dosis por bomba, se realiza la regla de tres utilizando la cantidad de gramos en  $18.5 \text{ m}^2$ .

$$20 \text{ gr} = 20 \text{ lts de agua} \quad \frac{0.52 \text{ gr} * 20 \text{ lts}}{20 \text{ gr}} = \frac{10.4}{20} \text{ lts} = 0.52 \text{ lts} * 1000 \text{ cc} = 520 \text{ cc}$$

$$0.52 \text{ gr} \text{ ----- } X$$

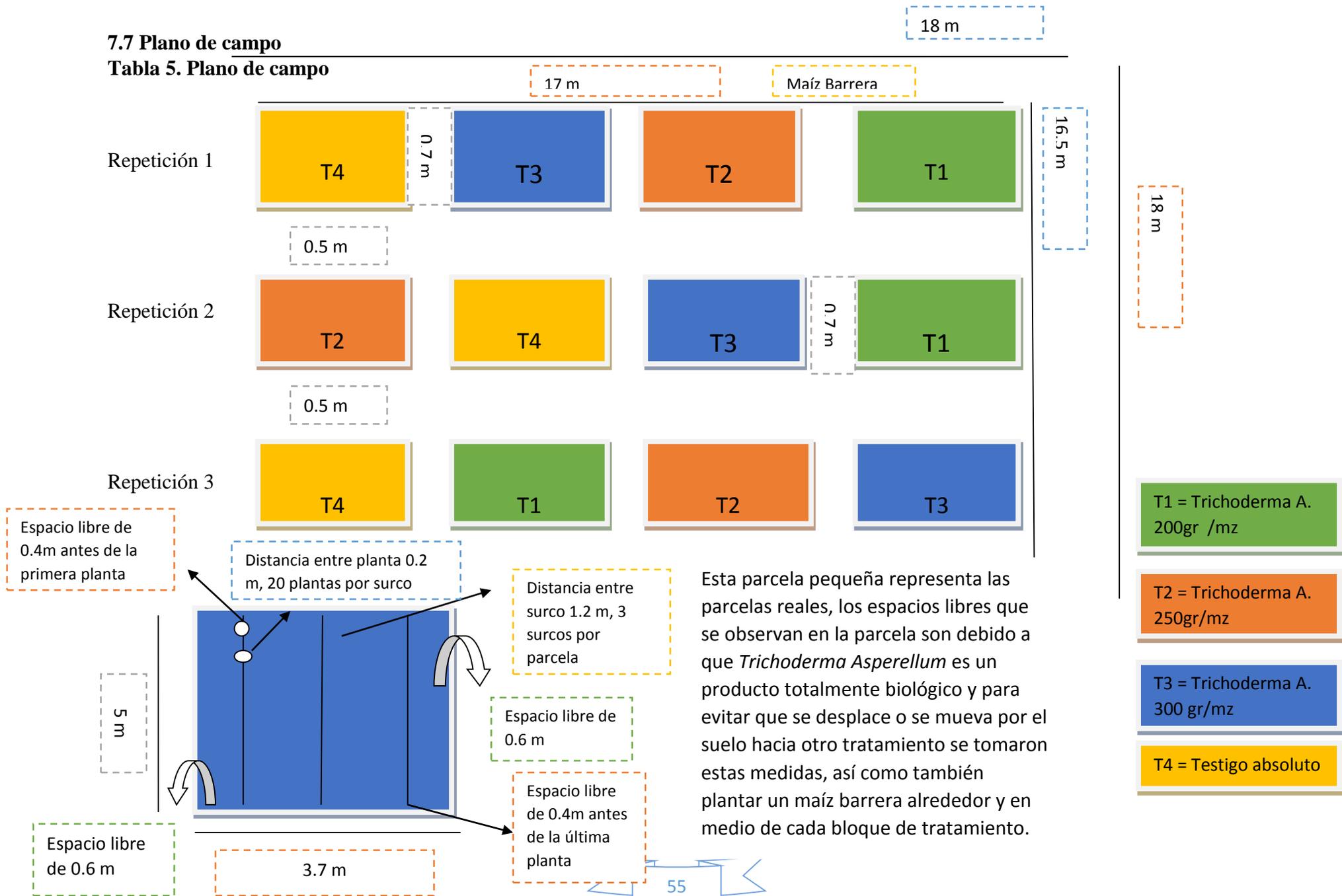
La cantidad de agua no varía dependiendo la dosis debido a que las dosis se disuelven en 200 litros de agua a razón de una manzana y al subir o disminuir las dosis de *Trichoderma a.*, no es necesario alterar la dosificaciones de agua.

Según Biotor lab (2016) el agua funciona para activar el hongo y es un medio de transporte hasta llegar al suelo.

No existen muchas investigaciones sobre si el pH del agua afecta la vida del hongo *Trichoderma*, sin embargo Bioworks (2016), expresa que deben usarse aguas con pH neutro o levemente ácido.

## 7.7 Plano de campo

Tabla 5. Plano de campo



## **7.8 Manejo Agronómico del experimento**

### 7.8.1 Preparación del terreno

#### 7.8.1.1 Medición

Primeramente se midió el lugar donde se realizó el experimento, se trazaron las parcelas con sus distancias utilizando una cinta, cabuyas y estacas (Fotografía 2).

#### 7.8.1.2 Aplicación de herbicida

Se aplicó herbicida a todo el área experimental debido a que se encontraban muchas malezas se utilizó Gramoxone y se esperó una semana que realizara su efecto (Fotografía 3).

#### 7.8.1.3 Quema

Se procedió a quemar las malezas para generar un lugar inocuo (Fotografía 4).

#### 7.8.1.4 Pendiente

La medición de pendiente se llevó a cabo utilizando cinta, un nivel y la formula  $Dv/ dh * 100$  donde la distancia vertical era de 0.29 m y la distancia horizontal es de 18 m dando como resultado 1.6% de pendiente lo que expresa que es un lugar plano (Fotografía 9).

#### 7.8.1.5 Prueba Cassanova

Se elaboró una prueba cassanova y de botella para identificar la textura de suelo, el resultado fue un suelo franco- arenoso (Fotografía 8).

#### 7.8.1.6 Prueba de hongos

Primeramente se cortaron botellas de plástico, se realizó arroz semi-cocido, este arroz se metía a la botella, la cual era tapaba con una tela además de hule para que no se ensuciara o entraran insectos, y se enterraba en el suelo se esperó una semana y las muestras se llevaron a laboratorio para su observación (Fotografía 5, 6).

#### 7.8.1.7 Camellones

Se realizaron 4 camellones por parcela para maximar el espacio y generar una cantidad de plantas mayor pero se revisó bibliografía concluyendo que el procedimiento estaba

mal y se realizaron 3 camellones debido a que el tratamiento es biológico al ser los espacios demasiado cerca podría haberse dado una migración o una invasión a otro tratamiento lo cual se tenía que evitar (Fotografía 10).

#### 7.8.1.8 Rotulación

Se elaboraron rótulos para cada parcela de esta manera logra su identificación y no confundirse a la hora de aplicar tratamientos (Fotografía 13, 14).

#### 7.8.1.9 Barrera

Primeramente se sembró el maíz barrera por toda la parte exterior de las parcelas y por en medio para protección de cada tratamiento, de este maíz lo que se obtuvo fue para consumo propio (Fotografía 11).

### 7.8.2. Siembra

#### 7.8.2.1 Siembra de pepino

La semilla de pepino fue tratada por sus respectivas dosis de trichoderma antes de ser sembradas, al testigo no se le aplico (Fotografía 19).

#### 7.8.2.2 Trasplante

Debido a un error en la realización del experimento ya que se había sembrado utilizando un diseño de 4 camellones por parcela el cual no era correcto debido que se podría haber dado una invasión de trichoderma a la otra parcela, se corrigió y se realizaron 3 camellones dejando sus respectivos espacios a los cuales se trasplantaron las plantas germinadas (Fotografía 21).

#### 7.8.3 Riego

El riego de las parcelas se hacía dos veces al día primeramente en la mañana a las 7:00 am y en la tarde a las 4:00 pm, el agua era extraída de un pozo, se llevaba el agua al lugar en un camión, regándose con una regadora todo el experimento (Fotografía 20, 27).

## 7.8.4 Tratamiento

### 7.8.4.1 Aplicación de Trichoderma a.

Primeramente se pesaron las dosis de Trichoderma que se iban a ocupar en cada parcela, la primera aplicación fue a la semilla, las demás aplicaciones fueron directamente al suelo se necesitó de una bomba pequeña de mano para la aplicación debido a que las dosis eran muy pequeñas y solo necesitaban 500 cc de agua, se aplicó un total de 5 veces (Fotografía 18, 29).

## 7.8.5 Manejo del cultivo

### 7.8.5.1 Trampas

Se colocaron trampas amarillas por todo el lugar para tratar de evitar el daño por mosca blanca, además se colocaron trampas cervezas para atraer insectos (Fotografía 22,23).

### 7.8.5.2 Deshierbe

De manera manual se trataba de mantener el experimento libre de malezas deshierbando (Fotografía 36).

### 7.8.5.3 Recuento de plagas

Debido a que las trampas amarillas no realizaron efectos se elaboró un recuento de plagas de toda la parcela dando una sobrepoblación de áfidos y mosca blanca por lo cual se vio en la necesidad de utilizar insecticida.

### 7.8.5.4 Aplicación de insecticida

Se aplicó insecticida para el control de áfidos y mosca blanca debido que las trampas no dieron resultados, los insecticidas utilizados fueron bioking y muralla delta.

### 7.8.5.5 Tutorado

Elaboración de tutorado de espalderas tipo A, y tutor de una sola estaca esto se realizó antes de que la planta empezara a presentar guías, se ocuparon 9 estacas por parcela dando un total de 108, más otras 8 estacas utilizadas para dar soporte dando como resultado 116 estacas en total de todo el experimento, se utilizó alambre de amarre para amarrar las estacas y alambre galvanizado para dar un soporte a la planta (Fotografía 34,35).

#### 7.8.5.6 Amarre

De manera que la planta subiera hacia el tutor se amarraba con un hilo la planta y sus hijos hacia el alambre galvanizado que pasaba por en medio de los tutores (Fotografía 38).

#### 7.8.5.7 Aplicación de fungicida

Debido a que Trichoderma no genero ningún efecto en el control de mildiu y la enfermedad estaba dañando demasiado la planta se procedió a aplicar un fungicida conocido como Trivia es cual controlo y sano las plantas (Fotografía 48).

#### 7.8.5.8 Diaphania spp.

Una de las plagas que más causo daño en el cultivo fue diaphania o el gusano perforador del pepino el cual ataco muchos frutos generando grandes pérdidas se realizó una sola aplicación de producto Snaiper (Tiametoxan + Lambda) debido a que no se quería contaminar el lugar con mucho químico y se tiene q eliminar el adulto (Fotografía 44, 45).

#### 7.9.5.9 Accidentes

Ocurrieron tres accidentes durante la elaboración del experimento, primeramente por realizar un mal diseño se realizó un trasplante que era innecesario todas las plantas sobrevivieron, segundo un animal (garrobo) se alimentó de 8 plantas las cuales fueron remplazadas por otras plantas del mismo tiempo de siembra, además se colocó un plástico negro , tercero debido a fuertes lluvias se cayeron los tutores por lo cual se perdieron un total de 10 plantas estas plantas solo afectaron un poco la producción fueron 5 plantas de tratamiento dos en la primera repetición y el tratamiento dos en su tercera repetición (Fotografía 55).

#### 7.8.6 Toma de datos

La toma de datos se realizó primeramente a los 16 días después de siembra para observar la cantidad de hojas verdaderas, luego las tomas se hacían 5 días después de la aplicación del producto, recordando que es un producto biológico, por lo cual los resultados se observan de manera más lenta que un producto químico, cada aplicación se realizaba tomando en cuenta las etapas fenológicas del cultivo (Fotografía 31).

## 7.9 Variables evaluadas

Las variables que se evaluaron en el experimento de Bloque Completamente al Azar fueron primero la influencia de las diferentes dosis en el desarrollo del cultivo de pepino se utilizó una regla para medir indicadores como la altura del tallo y el tamaño de la hoja, además mediante observación y conteo se tomó en cuenta el número de hojas, número de hijos, número de guías, velocidad de guías, número de flores y número de frutos (Anexo 1).

La segunda variable que se evaluó es la capacidad del hongo *Trichoderma a.*, como controlador biológico de hongos fitopatógenos, para esto se realizó una comparación entre los tratamientos y las enfermedades que se desarrollaron en el cultivo, la única enfermedad que se presentó fue mildiu causado por el patógeno *pseudonospora cubensis* se aplicó *Trichoderma* de manera foliar para observar si era capaz de controlarla o no (Anexo 1).

La tercera variable que se midió era evaluar la diferentes dosis de *Trichoderma a.*, en la producción del cultivo de pepino para esto se tomaron datos y a través de observación y conteo se obtuvo el resultado de cuál de los tratamientos brinda una mejor producción (Anexo 1).

Como cuarta variable se realizó una relación de los costos del experimento y el rendimiento del cultivo en general, para esto se observó la producción del experimento y todos los gastos que se llevaron a cabo, se calculó mediante fórmulas si el resultado es positivo o negativo (Anexo 1).

## 7.10 Análisis estadístico

Cada una de las variables estudiadas fue sometida a través de un análisis de varianza (ANDEVA o ANOVA) y una prueba estadística de Tukey, se trabajara con un nivel de confianza al 95%.

Se realizaron los supuestos de ANDEVA 1) independencia de los errores, 2) Normalidad, 3) homocedasticidad, se aprobaron estos supuestos.

El análisis de la varianza (ANOVA) es una potente herramienta estadística, de gran utilidad tanto en la industria, para el control de procesos, como en el laboratorio de análisis, para el control de métodos analíticos. Los ejemplos de aplicación son múltiples, pudiéndose agrupar, según el objetivo que persiguen, en dos principalmente: la comparación de múltiples columnas de datos y la estimación de los componentes de variación de un proceso (Boque,s.f).

Cuando se realiza un análisis de varianza, un valor de F significativo indica que no todas las condiciones producen el mismo efecto sobre la variable independiente. Con el fin de tener mayores elementos para la toma de decisiones es importante saber dónde se encuentran dichas diferencias significativas y si éstas siguen unas tendencias que permitan una mejor toma de decisiones.

Una prueba que nos permite evaluar dicha diferenciación es la prueba de Tukey, que mide la diferencia de los valores de la medias de dos grupos en términos de la varianza intragrupal (Flores, 2013)

## VIII. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En el experimento realizado sobre las diferentes dosis de *Trichoderma asperellum* en el desarrollo y control de enfermedades fitopatógenas del cultivo de pepino (*Cucumis sativus*), se estudiaron diferentes variables las cuales generaron distintos resultados con respecto a sus indicadores los cuales permitieron realizar la toma de datos, las variables a tomar en cuenta fueron la influencia de *Trichoderma a.*, en el desarrollo del cultivo, evaluar el efecto de *Trichoderma* como controlador de hongos fitopatógenos, evaluar las diferentes dosis en la producción y realizar una análisis económico cada una contaba con sus diferentes sub-variables e indicadores. Se utilizaron cuatro tratamientos el primer tratamiento (T1) una dosis mínima de *Trichoderma* a 200 gr/mz, tratamiento dos (T2) una dosis promedio de *Trichoderma* a 250gr/mz, tratamiento tres (T3) una dosis alta de *Trichoderma* a razón de 300 gr/mz y un último tratamiento cuatro (T4) el cual era un testigo.

### 8.1 Influencia de diferentes dosis de *Trichoderma a.*, en el desarrollo del cultivo de pepino (*Cucumis sativus*)

#### 8.1.1 Crecimiento

Se toman en cuenta los cambios cuantitativos que tienen lugar en el desarrollo como el número de hojas, hijos, guías, flores y frutos.

**Tabla 6.** ANDEVA para el número de hojas verdaderas 16 dds

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Tratamientos	5,6491666 67	3	1,8830556	65,182692 31	0,00005706 38	4,7570626 63
Repeticiones	0,0466666 67	2	0,02333333 3	0,8076923 08	0,48907810 9	5,1432528 5
Error	0,1733333 33	6	0,02888888 9			
<b>Total</b>	5,8691666 67	11				

Fuente: Resultados de investigación

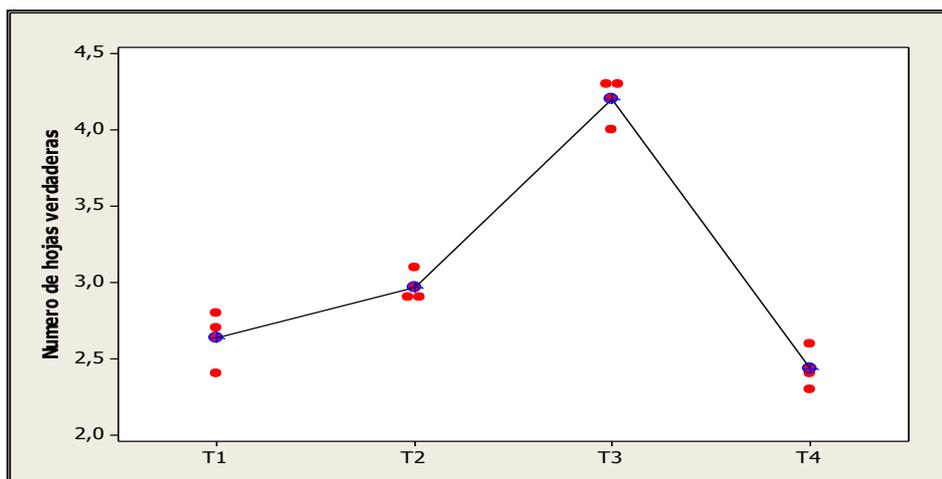
$$CV = \frac{\sqrt{CME}}{X} * 100 \quad CV = \frac{\sqrt{0.028}}{3.1} * 100 = 5.39\%$$

Si el coeficiente de variación es menor del 30% se expresa una mayor calidad de datos, que son más homogéneos y verídicos.

En la tabla de análisis de varianza se observa que la F calculada es mayor que la F tabulada, se acepta la hipótesis alternativa, se rechaza la hipótesis nula.

Gráfico 1: Comportamiento de medias en hojas verdaderas 16 dds.

Fuente: Resultados de investigación.



T3	A
T2	B
T1	C
T4	C

La prueba de rango múltiples de Tukey al 5% agrupo en distintos rangos los tratamientos, donde el tratamiento tres generó mejor resultado en cuanto a la cantidad de hojas verdaderas a los 16 días después de siembra (dds) con un promedio de 4.2, el tratamiento dos demostró un poco de crecimiento con un resultado 2.96, los tratamientos uno y cuatro contaron con un resultado de 2.63 y 2.43 los cuales se representan en un mismo rango lo que significa que existe una diferencia mínima pero no es estadísticamente significativa entre el tratamiento testigo y el tratamiento con la menor dosis de *Trichoderma*.

Se demostró que al aplicar *Trichoderma* en diferente dosis se obtuvieron buenos resultados en cuanto la presentación de hojas, debido a que este hongo ayuda al crecimiento de la planta al posicionarse en las raíces y genera una mayor absorción de nutrientes, este resultado también se demuestra en una investigación realizada sobre *Trichoderma* spp., en el cultivo de café variedad caturra en vivero en el cual a través del análisis de varianza, la prueba de Tukey y el coeficiente de variación determinaron que el tratamiento de *Trichoderma h.*, con dosis de 10 gr obtuvo el mayor porcentaje en cuanto al número de hojas de la planta a los 30,60 y 90 días después del repique (Pacheco, 2009).

**Tabla 7.** ANDEVA para el número de hojas

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Tratamientos	20,403333	3	6,80111111	51,54526316	0,000112383	4,757062663
Repeticiones	0,10166667	2	0,05083333	0,385263158	0,695963494	5,14325285
Error	0,79166667	6	0,13194444			
Total	21,2966667	11				

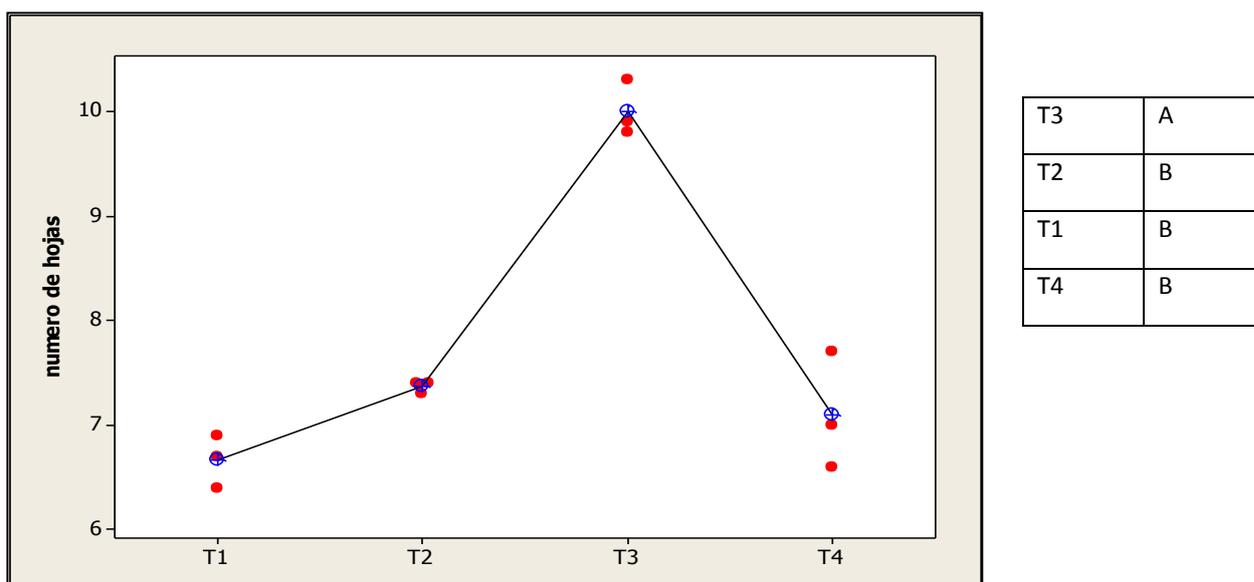
Fuente: Resultados de investigación.

$$CV = \frac{\sqrt{CME}}{\bar{X}} * 100 \quad CV = \frac{\sqrt{0.13}}{7.8} * 100 = 4.6\%$$

En la tabla de análisis de varianza se observa una diferencia, lo cual representa que existe una diferencia estadística significativa entre los tratamientos de esta manera se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula.

Grafico 2: Comportamiento de medias para el número de hojas 25 días dds.

Fuente: Resultados de investigación.



La prueba de Tukey al 5% agrupo en diferentes rangos los tratamientos, donde el tratamiento tres generó mejores resultados en cuanto a la cantidad de hojas presente a

los 25 días después de siembra (dds) con un promedio de 10.00, el tratamiento dos con un promedio 7.36, el tratamiento uno con 6.66 y el tratamiento cuatro con 7.10, en los tratamientos 1,2,4 la prueba no observa diferencia estadística por lo cual los agrupo en el mismo rango lo que expresa que la aplicación de *Trichoderma* a una dosis promedio y mínima no generan grandes resultados en comparación con el testigo.

*Trichoderma* influyó en el crecimiento de la planta de manera cuantitativa al generar un mayor número de hojas generando un mejor vigor y una planta más fuerte, estos resultados concuerdan con los expresado por la investigación sobre cambios bioquímicos inducidos en cebolla por la inoculación con *Trichoderma harzianum* en donde se demuestra que las plantas de ocho semanas inoculadas con *T. harzianum*, aumentaron 3 veces el número de hojas (Aparicio, 2010); los datos concuerdan con los obtenidos por Santana R. (2003), quien manifiesta que los tratamientos en los que se aplicó *Trichoderma* el número de hojas obtuvieron diferencias significativas con respecto a los testigos, observándose un efecto bioestimulante de este hongo, desde la etapa de germinación hasta la etapa de desarrollo y crecimiento de la planta.

**Tabla 8.** ANDEVA el número de guías 25 dds.

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Tratamientos	4,24916667	3	1,41638889	37,2189781	0,000284495	4,757062663
Repeticiones	0,15166667	2	0,07583333	1,99270073	0,216948754	5,14325285
Error	0,22833333	6	0,03805556			
Total	4,62916667	11				

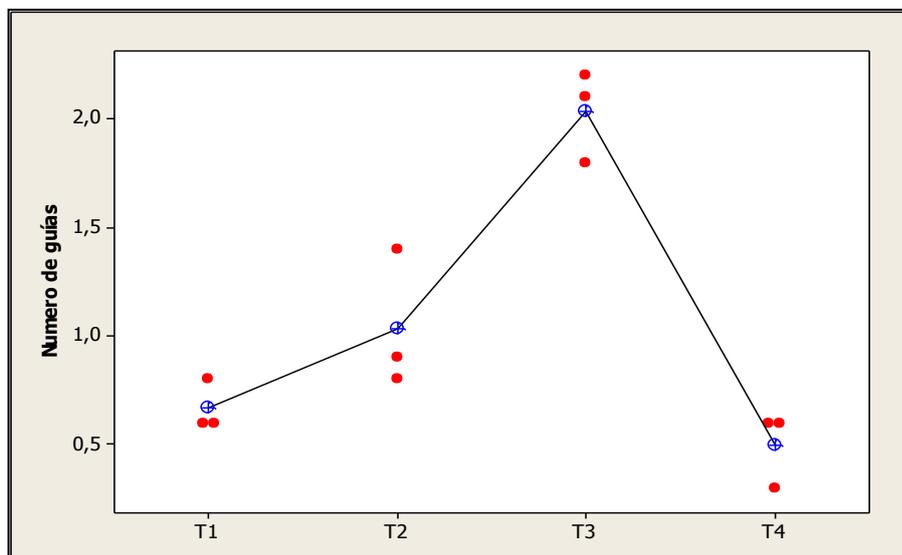
Fuente: Resultados de investigación.

$$CV = \frac{\sqrt{CME}}{\bar{x}} * 100 \quad CV = \frac{\sqrt{0.038}}{1.1} * 100 = 17.72\%$$

La tabla del análisis de varianza muestra que existe una diferencia estadística significativa entre tratamientos en cuanto al número de guías aceptándose la hipótesis alternativa y rechazando la hipótesis nula.

Grafico 3: Comportamiento de media para el número de guías 25 días dds.

Fuente: Resultados de investigación.



T3	A
T2	B
T1	B
T4	B

La prueba de Tukey al 5% agrupo los tratamientos en rangos, donde el tratamiento tres generó mejor resultado con promedio de 2.03 plantas que presentaron guías, el tratamiento dos con un promedio 1.03, el tratamiento uno con 0.67 y el tratamiento cuatro con 0.5, el tratamiento tres se encuentra entre el rango más alto en comparación

con los otros tratamientos, el tratamiento uno, dos y cuatro se encuentran en el mismo rango por lo cual la diferencia estadística dentro de estos tratamientos es baja.

El tratamiento con la mayor dosis fue el único que presentó aumento en el número de guías, las guías tienen el objetivo de adherir la planta al tutor y darle firmeza al tallo; estos datos concuerdan con la investigación realizada por Cisneros (2010), al analizar los efectos de diferentes dosis de *Trichoderma* en el cultivo de fresa expresa que puede incidir en el comportamiento agronómico del cultivo debido a que el porcentaje de crecimiento a los 30 días después del trasplante fue mejor en dosis de *Trichoderma* con promedio más altos.

**Tabla 9.** ANDEVA número de flores por planta 31 dds.

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Tratamientos	23,84916667	3	7,949722222	77,7690217	0,000034151	4,757062663
Repeticiones	1,166666667	2	0,583333333	5,70652174	0,040910021	5,14325285
Error	0,613333333	6	0,102222222			
Total	25,62916667	11				

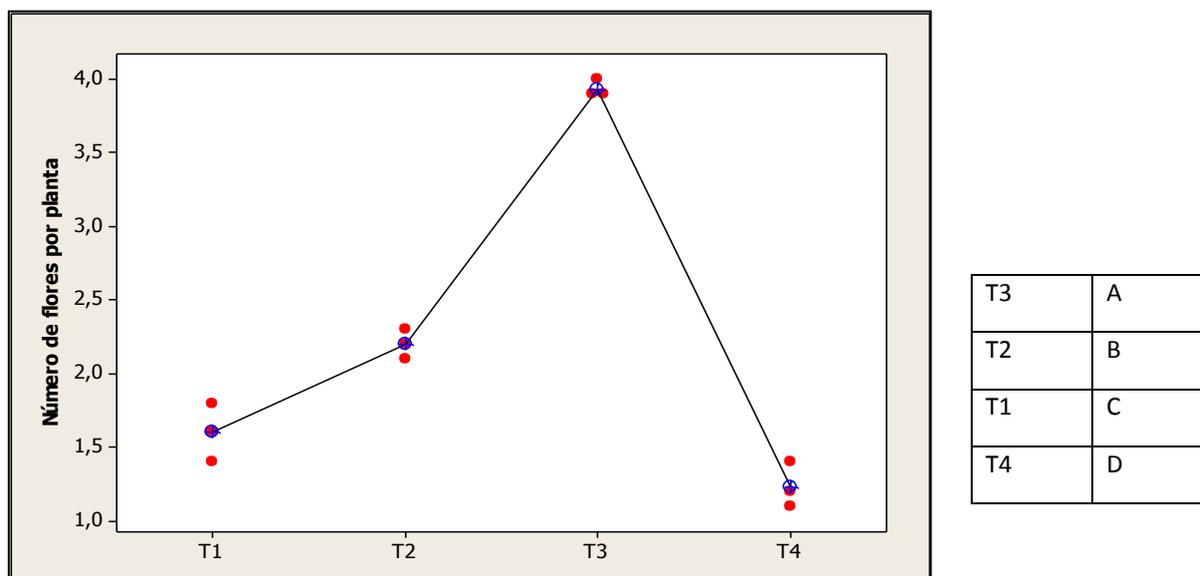
Fuente: Resultados de investigación.

$$CV = \frac{\sqrt{CME}}{\bar{X}} * 100 \quad CV = \frac{\sqrt{0.10}}{2.3} * 100 = 13.74\%$$

La tabla del análisis de varianza representa que existe una diferencia estadística significativa entre los tratamientos por cantidad de flores que presentaban a los 31 dds, aceptándose la hipótesis alternativa y rechazándose la hipótesis nula.

Gráfico 3: Comportamiento de media número de flores 31 días dds.

Fuente: Resultados de investigación.



En la prueba de Tukey al 5% agrupó en diferentes rangos los tratamientos, donde el tratamiento tres generó mejor resultado con un promedio de 3.93 plantas que

presentaron flores, el tratamiento dos con un promedio 2.20, el tratamiento uno con 1.60 y el tratamiento cuatro con 1.23, el tratamiento tres se encuentra entre el rango más alto en comparación con los otros tratamientos, cada tratamiento obtuvo diferente rango presentando diferencias entre cada uno de ellos siendo el mejor el tratamiento tres y el peor el testigo.

El desarrollo de las flores se debe a una buena nutrición por parte de la planta, el tratamiento tres es el que presenta mayor número de flores por planta por lo cual se expresa que es el tratamiento que más se ha beneficiado con la utilización de *Trichoderma*, este aumento en el desarrollo causado por el hongo se puede deber a diferentes razones, Harman (2004), sugieren que la presencia de *Trichoderma* en el medio de cultivo donde se desarrolla la planta, induce las hormonas de crecimiento y cambios en el metabolismo vegetal.

**Tabla 10.** ANDEVA número de hijos por planta 31 dds.

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Tratamientos	4,1425	3	1,380833333	110,4666667	0,00001222	4,757062663
Repeticiones	0,045	2	0,0225	1,8	0,244140625	5,14325285
Error	0,075	6	0,0125			
Total	4,2625	11				

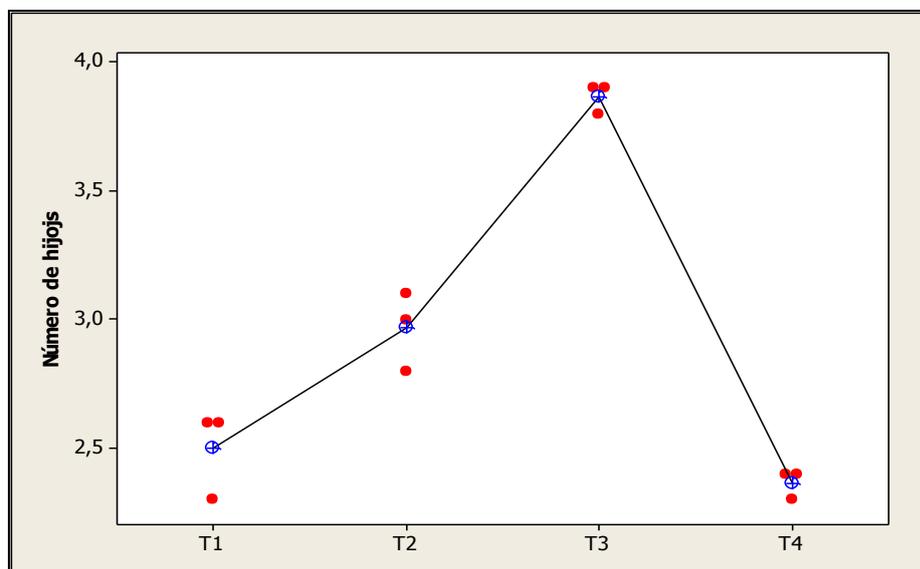
Fuente: Resultados de investigación.

$$CV = \frac{\sqrt{CME}}{\bar{X}} * 100 \quad CV = \frac{\sqrt{0.0125}}{2.9} * 100 = 3.85\%$$

La tabla del análisis de varianza se observa que existe una diferencia estadística significativa entre los tratamientos según el número de hijos que presenta la planta a los 31 dds, aceptándose de esta manera la hipótesis alternativa y rechazando la hipótesis nula.

Gráfico 4: Comportamiento de medias número de hijos 31 días dds.

Fuente: Resultados de investigación.



T3	A
T2	B
T1	C
T4	C

En la prueba de Tukey al 5% agrupo en rangos los tratamientos, donde el tratamiento tres generó el mejor resultado con un promedio de 3.86 hijos por planta, el tratamiento

dos con promedio 2.96 en segundo, los tratamiento uno con 2.5 y el tratamiento cuatro 2.36 comparte el mismo rango, en cuanto al total de hijos que se presentó a los 31 días, no existe diferencia entre la dosis mínima de *Trichoderma* y el testigo.

Al presentar mayor número de hijos significa que habrá una mejor producción, ya que cada hijo trae nuevas flores y nuevos frutos, al momento de realizar este análisis el tratamiento tres presentaba un mayor número de hijos por planta, estos resultados concuerdan con los realizados por Chávez (2006), donde en pruebas realizadas sobre producción en el cultivo de Crisantemo los tratamientos donde se inoculó *Trichoderma* generaron un mayor número de ramos de exportación, esto es ratificado por Custombio (2013), el cual expresa que *Trichoderma* también logra posicionarse alrededor de la superficie de las raíces exudando fito-hormonas, que estimulan el crecimiento de pelos absorbentes, al tener más pelos las plantas pueden absorber más nutrientes aprovechando el programa de fertilización, mejorando el crecimiento de la planta y su desarrollo durante su ciclo vegetativo.

**Tabla 11.** ANDEVA número de frutos por planta 37 dds.

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Tratamientos	23,84916667	3	7,949722222	77,7690217	0,0000341517	4,757062663
Repeticiones	1,166666667	2	0,583333333	5,70652174	0,040910021	5,14325285
Error	0,613333333	6	0,102222222			
Total	25,62916667	11				

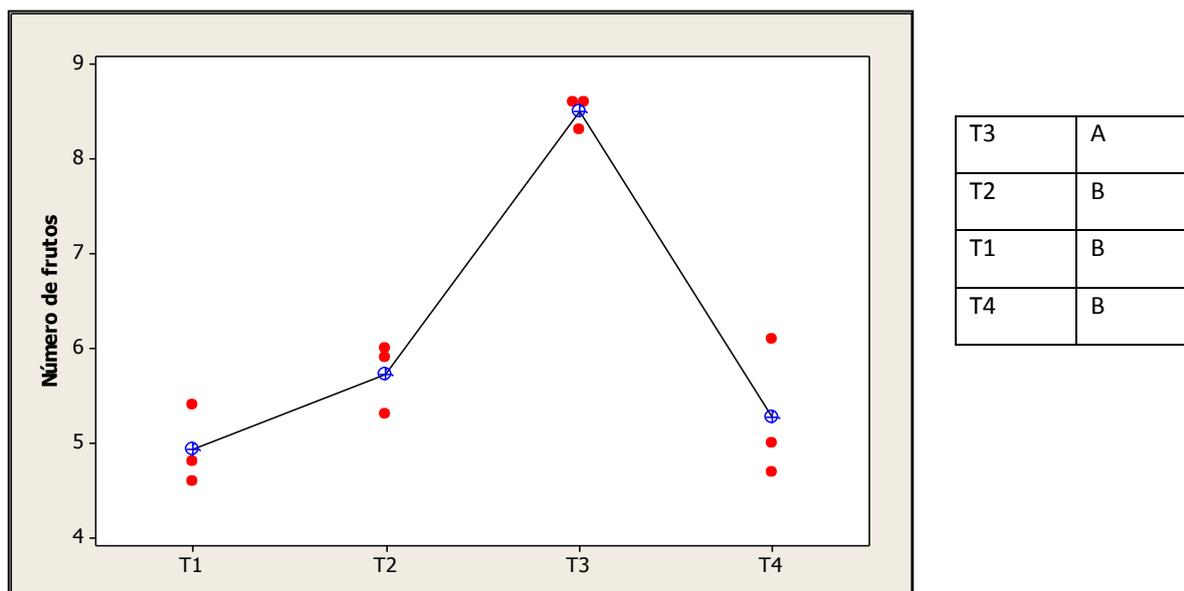
Fuente: Resultados de investigación.

$$CV = \frac{\sqrt{CME}}{X} * 100 \quad CV = \frac{\sqrt{0.10}}{6.1} * 100 = 5.18\%$$

La tabla del análisis de varianza se observa que existe una diferencia estadística significativa entre los tratamientos según el número de hijos que presentó la planta a los 31 dds, aceptándose la hipótesis alternativa.

Gráfico 5: Comportamiento de media número de frutos 37 días dds.

Fuente: Resultados de investigación.



En la prueba de Tukey al 5% agrupo en rangos los tratamientos, el tratamiento tres generó el mejor resultado con un promedio de 8.5 frutos presentes en la planta, el

tratamiento uno, dos, cuatro son ubicados en el mismo rango, o sea que no existe diferencia estadística entre estos tratamientos para la presentación de frutos, el tratamiento uno obtuvo un promedio de 4.93, el tratamiento dos 5.73 y el tratamiento cuatro 5.26.

Estos resultados concuerdan con los demostrados por Cisneros (2010), en el cultivo de fresa que expresa que una dosis promedio y una dosis alta de *Trichoderma* generan un mayor número de frutos que la dosis menor y el testigo también es ratificado por Chávez (2006), en las pruebas realizadas en el cultivo de Crisantemo en los tratamientos con *Trichoderma* generaron una mayor producción al presentar plantas con mayor longitud foliar, peso fresco, peso de ramos y mayor número de ramos.

### 8.1.3 Diferenciación

Se toman en cuenta los cambios cualitativos que tienen lugar en el desarrollo como el altura del tallo, tamaño de la hoja, velocidad de guías.

**Tabla 12.** ANDEVA altura de tallo 25 dds.

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Tratamientos	212,809167	3	70,9363889	29,68394746	0,000537007	4,757062663
Repetición	17,795	2	8,8975	3,72323608	0,088844118	5,14325285
Error	14,3383333	6	2,38972222			
Total	244,9425	11				

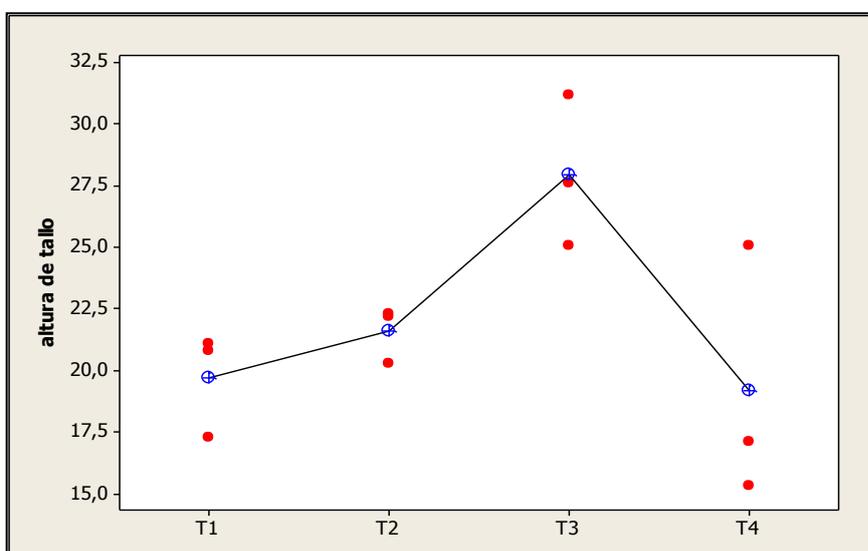
Fuente: Resultados de investigación.

$$CV = \frac{\sqrt{CME}}{X} * 100 \quad CV = \frac{\sqrt{2.38}}{21.4} * 100 = 7.20\%$$

El análisis de varianza demuestra que se obtuvo diferencia estadística significativa en cuanto a la altura de tallo a los 25 dds por lo cual se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula.

**Gráfico 6.** Comportamiento de media altura del tallo 25 días dds.

Fuente: Resultados de investigación.



T3	A
T2	AB
T1	AB
T4	B

La prueba de Tukey al 5% agrupo en rangos los tratamientos, donde el tratamiento tres generó mejores resultados en la altura de tallo de la planta con un promedio de 27.96 cm, el tratamiento dos con un promedio 21.60, el tratamiento uno con 19.63 y el tratamiento cuatro con 19.16, en los tratamientos uno, dos y tres la prueba no observa diferencia estadística agrupándolos en un rango A, sin embargo, el tratamiento uno- dos se agrupo también en el rango B, lo cual demuestra que existe una diferencia mínima entre estos tratamientos con respecto al tratamiento tres, el tratamiento uno y dos al estar en el mismo rango no representa ninguna diferencia estadística por lo cual se expresa que en cuanto a la altura de tallo una dosis mínima y una dosis promedio generan el mismo resultado, sin embargo, generan un mayor resultado que el testigo el cual obtuvo el menor rango posible.

Estos resultados son similares a los obtenidos por Pacheco (2009), en el cual la aplicación de *Trichoderma* influyó en la altura de tallo en las plantas de café a los 30,60 y 90 días después del repique en vivero y es ratificado por Erazo (2006), en el cual menciona que al aplicar *Trichoderma* este actúa primeramente como bioestimulante de crecimiento radicular, promoviendo el desarrollo de las raíces, debido a la secreción de fitohormonas incrementando la masa radicular, permitiendo una mayor asimilación de nutrientes y por ende una mayor altura de planta.

**Tabla 13.** ANDEVA tamaño de la hoja 25 dds.

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Tratamientos	27,5491667	3	9,18305556	16,75570198	0,00254396	4,757062663
Repetición	2,15166667	2	1,07583333	1,963000507	0,22086699	5,14325285
Error	3,28833333	6	0,54805556			
Total	32,9891667	11				

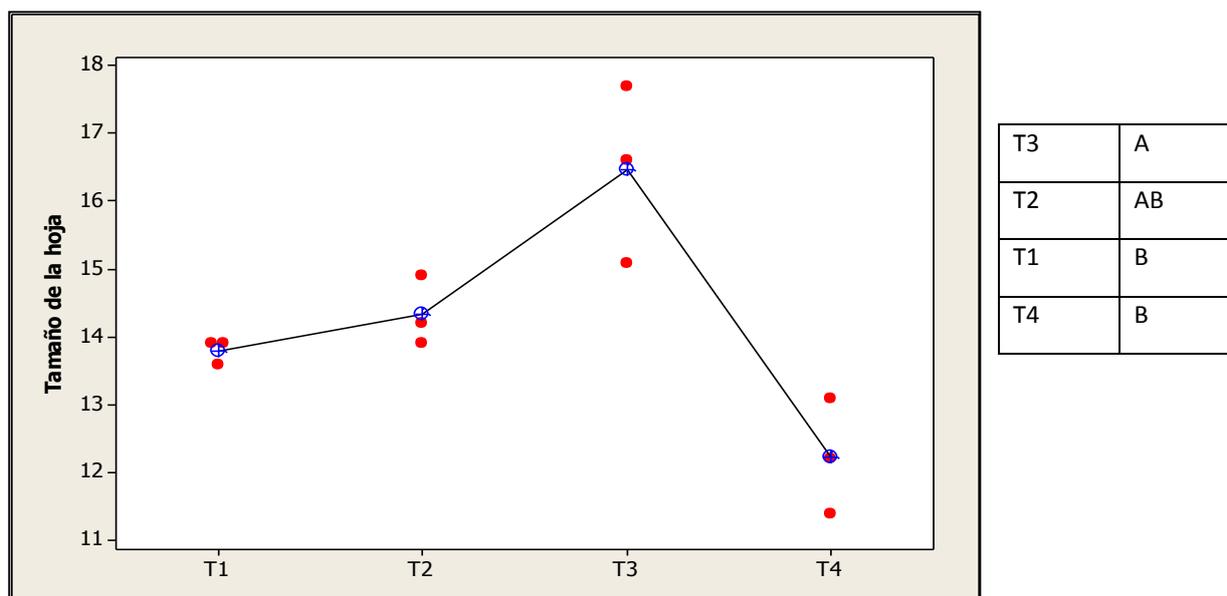
Fuente: Resultados de investigación.

$$CV = \frac{\sqrt{CME}}{\bar{x}} * 100 \quad CV = \frac{\sqrt{0.54}}{14.2} * 100 = 5.17\%$$

Los resultados del análisis de varianza representan diferencia estadística significativa entre tratamientos en cuanto al tamaño de la hoja evaluado a los 25 dds, aceptándose la hipótesis alternativa.

Gráfico 7. Comportamiento de media tamaño de hoja 25 días dds.

Fuente: Resultados de investigación.



La prueba de Tukey al 5% agrupo en rangos los tratamientos, donde el tratamiento tres generó mejores resultado con promedio de 16.46 cm, el tratamiento dos con un

promedio 14.33, el tratamiento uno con 13.80 y el tratamiento cuatro con 12.23, el tratamiento dos se encuentra entre el rango del tratamiento tres y un rango menor lo que expresa que existe una diferencia mínima entre estos dos tratamientos, sin embargo el tratamiento dos, uno y cuatro son agrupados también en el mismo rango lo cual representa que no existe diferencia estadística entre las dosis en cuanto al tamaño de la hoja a los 25 dds.

El tamaño de la hoja ayuda a generar una mejor captación de energía lumínica por parte de la planta para realizar la fotosíntesis y su resistencia a diferentes hongos, el tratamiento tres generó un mejor resultado en cuanto al tamaño de hoja lo cual concuerda con Santana (2003), manifestando que los tratamientos que se le aplicó *Trichoderma* se evidencio desarrollo del área foliar, no solamente en el número de hojas sino también en su vigor, también es ratificado por el resultado obtenido en plantas de crisantemo en las cuales se obtuvo una mayor longitud foliar (Chávez, 2006).

**Tabla 14.** ANDEVA velocidad de guía en las plantas 25 dds.

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Tratamientos	41,6666667	3	13,8888889	14,28571429	0,0038601	4,757062663
Repeticiones	2,16666667	2	1,083333333	1,114285714	0,38768627	5,14325285
Error	5,83333333	6	0,972222222			
Total	49,6666667	11				

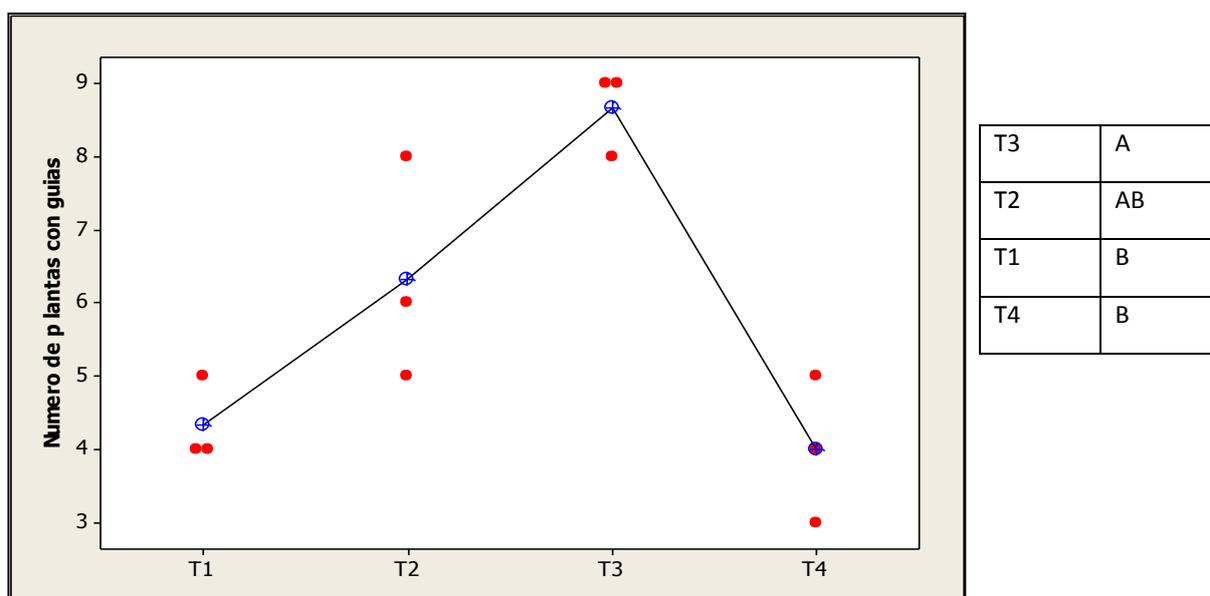
Fuente: Resultados de investigación.

$$CV = \frac{\sqrt{CME}}{\bar{X}} * 100 \quad CV = \frac{\sqrt{0.97}}{5.8} * 100 = 16.98\%$$

La tabla del análisis de varianza demuestra que existe una diferencia estadística significativa entre tratamientos en cuanto a la velocidad de guías presentada por las plantas a los 25dds, aceptándose la hipótesis alternativa.

Gráfico 8. Comportamiento de media velocidad de guías 25 días dds.

Fuente: Resultados de investigación.



La prueba de rangos múltiples de Tukey al 5% agrupó en rangos los tratamientos, donde el tratamiento tres generó un mejor resultado con un promedio de 8.66 plantas que

presentaron guías, el tratamiento dos con un promedio 6.33, el tratamiento uno con 4.33 y el tratamiento cuatro con 4.00, el tratamiento tres se encuentra entre el rango más alto, el tratamiento dos se encuentra en el rango del tratamiento tres y un rango bajo lo que expresa que la diferencia generada en estos dos tratamientos es mínima, con el resto el tratamiento dos se agrupa también en el mismo rango que el tratamiento uno y cuatro demostrando que su diferencia estadística no es tan relevante, se observó una diferencia entre tratamientos, pero no fue tan elevada ni tan significativa según la prueba de Tukey.

Para el cálculo de esta variable se tomó en cuenta las etapas fenológicas del cultivo de pepino, así como la planta presentaba guías o no, se realizó una prueba lógica en Excel tomando en cuenta cuantas plantas presentaban guías y se procesaron los datos; los datos concuerdan con lo expresado por Nalimova (1999), donde se ha comprobado que *Trichoderma* produce sustancias estimuladoras del crecimiento y desarrollo de las plantas. Estas sustancias actúan como catalizadores o aceleradores de los tejidos meristemáticos primarios (los que tienen potencial de formar nuevas raíces) en las partes jóvenes de éstas, acelerando su reproducción celular, logrando que las plantas alcancen un desarrollo más rápido que aquellas plantas que no hayan sido tratadas con dicho microorganismo.

## 8.2 Efecto de *Trichoderma a.*, como controlador biológico de enfermedades fitopatógenas.

Se toman en cuenta la cantidad de plantas dañadas por hongos fitopatógenos y se estudia la influencia de *Trichoderma* en su erradicación o control.

**Tabla 15.** ANDEVA sobre control de *Trichoderma* en enfermedades fitopatógenas causadas por hongos.

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Tratamientos	0	2	0	65535	#¡DIV/0!	5,14325285
Repeticiones	0	3	0	65535	#¡DIV/0!	4,757062663
Error	0	6	0			
Total	0	11				

Fuente: Resultados de investigación.

La tabla del análisis de varianza para el control de enfermedades fitopatógenas causadas por hongos demuestra que no existe diferencia estadística significativa, aceptándose la hipótesis nula.

Esto se debe a que no se presentaron enfermedades del suelo en todo los tratamiento con sus repeticiones y la única enfermedad fungosa que se desarrolló fue mildiu causado por el patógeno *pseudonospora cubensis*, se le aplicó *Trichoderma* de manera foliar, pero no se observó ningún control ni disminución del daño por lo cual se trabaja como valores nulos de cero control (no es necesario realizar una prueba de Tukey ni coeficiente de variación por ser valor nulo y no demostrar diferencia estadística significativa).

En los resultados obtenidos por Guerrón (2016), no se generó ninguna diferencia estadística significativa sobre el control de *Trichoderma* sobre la enfermedad causada por *Erwinia* en zanahoria, debido a que no se presentó la enfermedad y el resultado fue nulo, en contrario una investigación realizada por PROBIOMA, (2006) un diagnóstico microbiológico determinó la disminución de colonias de fitopatógenos causado por *fusarium*, *alternaria*, *pythium*, *botriti* y *rhizoctonia*.

Se realizó una técnica en campo para observar si existían hongos fitopatógenos en el suelo del lugar. La técnica consistía en preparar arroz semi cocido introducirlo en botellas de plástico cortadas por la mitad las cuales eran tapada con un tela blanca y un hule para evitar que entraran suciedades u animales que dañaran los resultados, estas botellas eran enterradas por 5 días en el suelo se enterraron un total de 4 botellas, según esta técnica a los 5 días iban a proliferar hongos y dependiendo del tipo de color del arroz se concluía si eran un hongo fitopatógenas o antagonista como ejemplo si el arroz se tornaba de un color rojo o rosado existían hongos de la especie *fusarium* en el suelo, si se tornaba de color gris o negro existían hongos del tipo *rhizoctonia*, si se tornaba verde existían *Trichoderma* y si se tornaba blanco existían *bacilus* (Amador, 2013).

La técnica se realizó y pasando los 5 días se desenterraron, se observó el crecimiento fructífero de hongos presentando una esporulación esponjosa, sin embargo, el arroz no se tornó de ningún color por lo cual la prueba no generó resultados.

Esta prueba se realizó con el objetivo de demostrar que se encontraban hongos fitopatógenos en el suelo y observar si realizaban algún daño radicular en el tratamiento testigo o el tratamiento con la menor dosis, sin embargo, no se observó ningún daño por lo cual no se demostró en el experimento si *Trichoderma* en altas dosis brindaba una mejor protección contra este tipo de hongos lo cual se enmarca en el marco teórico, debido a esto se aplicó *Trichoderma* de manera foliar, al observar daños por mildiu en las parcelas el control sobre mildiu fue nulo generando cero resultados por lo cual se recomienda hacer pruebas de antagonismo en laboratorios sobre la influencia de *Trichoderma*, en el patógeno *pseudonospora cubensis* causante de la enfermedad conocida como mildiu.

### 8.3 Diferentes dosis de *Trichoderma a.*, en la producción del cultivo de pepino (*Cucumis sativus*)

**Tabla 16.** ANDEVA de Producción de pepino

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Tratamientos	2388,66667	3	796,222222	2,494908173	0,156977023	4,757062663
Repeticiones	2561,16667	2	1280,583333	4,012620768	0,078292958	5,14325285
Error	1914,83333	6	319,138889			
Total	6864,66667	11				

Fuente: Resultados de investigación.

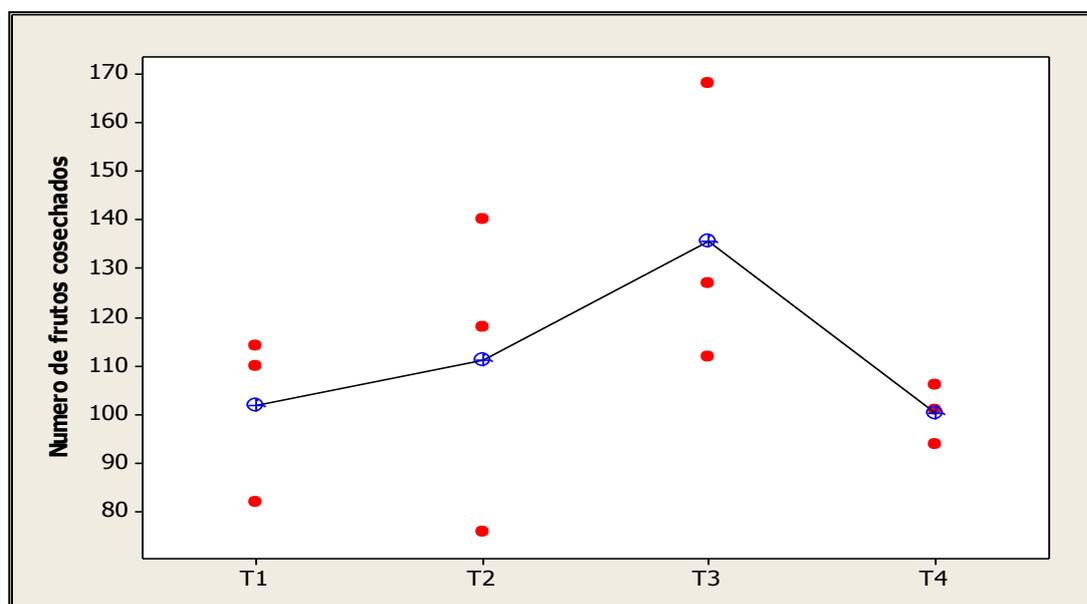
$$CV = \frac{\sqrt{CME}}{\bar{x}} * 100 \quad CV = \frac{\sqrt{319.13}}{337} * 100 = 5.30\%$$

La tabla del análisis de varianza se observa que no existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos según la producción total que generaron cada uno, aceptándose la hipótesis nula.

Se toman en cuenta el número de pepinos generado por parcela según los tratamientos.

Gráfico 9. Comportamiento de media en producción de pepino.

Fuente: Resultados de investigación.



No se realiza prueba de Tukey al 5% debido que no se acepta la hipótesis alternativa, se puede observar un mejor promedio de producción en el tratamiento tres con un resultado de 135.67 pepinos generados por el tratamiento, el tratamiento dos 111.33, el tratamiento uno con 102.33 y el tratamiento cuatro con un promedio de 100.33

Estos datos no concuerdan con los generados por Cisneros (2010), en el cual la dosis de Trichoderma generó mejores resultados de rendimiento en el cultivo de fresa no solo en producción también en el peso y tamaño del fruto, IABIOTEC (2008), expresa que Trichoderma aumenta la capacidad de captura de nutrientes y de humedad, generando un mayor desarrollo de la planta por lo cual una dosis un poco más alta puede generar resultados positivos, esto es ratificado por Chávez (2006), el cual en el cultivo de Crisantemo se observó una mayor producción con la aplicación de Trichoderma.

## 8.4 Análisis económico

**Tabla 17.** Venta de pepino

Venta de pepino			
Número	Cantidad	Saco	Precio
1	100	1	C\$ 200
2	100	1	C\$ 450
3	100	1	C\$ 450
4	100	1	C\$ 450
5	100	1	C\$ 450
6	100	1	C\$ 450
7	100	1	C\$ 450
8	100	1	C\$ 450
9	100	1	C\$ 450
10	100	1	C\$ 450
11	100	1	C\$ 450
12	100	1	C\$ 350
13	100	1	C\$ 250
<b>TOTAL</b>			C\$ 5300

Se toma en cuenta todo los pepinos que fueron vendidos la cantidad que se vende por saco es de 100 pepinos, el precio varía en dependencia del mercado además algunos sacos se vendían en Sébaco y otros en la ciudad de Matagalpa.

**Tabla 18.** Venta de pepino tomando en cuenta pepinos dañados que fueron descartados

Venta de pepino incluyendo el dañado			
Número	Cantidad	Saco	Precio
1	100	1	C\$ 200
2	100	1	C\$ 450
3	100	1	C\$ 450
4	100	1	C\$ 450
5	100	1	C\$ 450
6	100	1	C\$ 450
7	100	1	C\$ 450
8	100	1	C\$ 450
9	100	1	C\$ 450
10	100	1	C\$ 450
11	100	1	C\$ 450
12	100	1	C\$ 350
13	100	1	C\$ 250
14	100	1	C\$ 300
15	100	1	C\$ 300
16	100	1	C\$ 300
17	100	1	C\$ 300
18	100	1	C\$ 300
<b>TOTAL</b>			C\$ 6800

Tabla sobre venta de pepinos tomando en cuenta pepinos que estaban actos para el mercado y se encontraban dañados por diaphania spp., se les dio un precio simbólico desde el número 13 en adelante para observar de cuanto seria la ganancia si no se hubiese dado la afectación por esta plaga.

**Tabla 19.**Relación costo beneficio

Costo beneficio General	
Costo Total	C\$ 4998
Venta	C\$ 5300
Utilidad	C\$ 302

Costos generales tomando en cuenta todos los gastos. (Anexo 2)

**Tabla 20.** Costo beneficio relacionado

Costo beneficio relacionado	
Costo Total	C\$ 3238
Venta	C\$ 5300
Utilidad	C\$ 2062

Costo beneficio relacionado en una manzana	
Costo Total	C\$ 81,105.84
Venta	C\$ 132,755.08
Utilidad	C\$ 51,649.24

Costo beneficio relacionado tomando en cuenta lo que se utilizó (Anexo 2)

Se elaboraron dos tablas sobre la rentabilidad tomando en cuenta costos generales y los costos según el área del experimento se concluye que el experimento generó resultados positivos y ganancias, en la tabla general la ganancia fue mínima en total de 6% de ganancia, en la tabla costo beneficio relacionado fue un total de 64% de ganancias generadas.

**Tabla 21. Costos por tratamiento**

Total de producción de pepino por tratamiento		Venta C\$300 por saco	Gastos en parcela 55.5	Compra de producto	Total gastado	Utilidad
T4	301	C\$903	C\$554.65	-	C\$554.65	C\$348.35
T3	407	C\$1221	C\$554.65	C\$9.36	C\$564.01	C\$656.99
T2	334	C\$1002	C\$554.65	C\$11.7	C\$566.35	C\$435.65
T1	306	C\$918	C\$554.65	C\$14.04	C\$568.69	C\$349.31

Se le añade un precio simbólico de 300 córdobas a los saco de pepino, cada saco contiene 100 pepinos, se tomó en cuenta los gastos que se hicieron en la parcela mano de obra, estacas, insecticida etc., se aplicó una relación para el precio de trichoderma según el gramo de producto, el tratamiento tres genera mayor utilidad que los demás tratamientos.

El precio de Trichoderma a razón de 200 gr/mz es C\$720, el precio de 250 gr/mz es de C\$900, y el precio para la dosis de 300 gr/mz es de C\$1080. El precio es simbólico debido a que el laboratorio vende dosis solo de 250 gr/mz, sin embargo es fácil determinar el precio de las demás dosis haciendo una relación según el valor por gramo de producto.

Tratamiento 1 200 gr/mz con un valor de C\$720, se aplicaron 2.6 gramos de producto que equivalen C\$ 9.36

Tratamiento 2 250 gr/mz con un valor de C\$ 900, se aplicaron 3.25 gramos de producto que equivalen C\$ 11.7

Tratamiento 3 300 gr/ mz con un valor de C\$ 1080, se aplicaron 3.9 gramos de producto C\$ 14.04

Tratamiento 4 testigo absoluto.

## IX. CONCLUSIONES

- 1) Se determinó la influencia de diferentes dosis de *Trichoderma a.*, en el desarrollo del cultivo del pepino (*Cucumis sativus*), el tratamiento tres que consistió en dosis de Trichoderma a razón de 300 gr generó mejores resultados en sub variables de crecimiento y diferenciación demostrando que el hongo influye en el desarrollo del cultivo, aceptándose la hipótesis alternativa.
- 2) Se evaluó el efecto de *Trichoderma a.*, como controlador biológico de enfermedades fitopatógenas, la única enfermedad que se presentó en el cultivo fue mildiu causado por el patógeno *speudenosporas cubensis*, se aplicó *Trichoderma* a razón de la dosis evaluada por parcela pero no generó ningún efecto en el control, aceptándose la hipótesis nula.
- 3) Se determinó las dosis de *Trichoderma a.*, en la producción del cultivo según los resultados obtenidos de parte de ANDEVA no hubo diferencia estadística significativa entre los tratamientos, sin embargo el tratamiento tres fue uno de los más afectados por mildiu y *diaphania spp.*, que afectó la producción, se acepta la hipótesis nula.
- 4) Se calcularon los costos de producción del experimento tomando en cuenta los gastos realizados, se hizo una relación costo-beneficio con la producción generada del experimento, obteniéndose una rentabilidad, además se realizó una comparación según los tratamientos tomando en cuenta los gastos agronómicos y el gasto por tratamiento el tratamiento tres genera mayor utilidad.
- 5) Se elaboraron recomendaciones sobre la utilización e implementación de *T. asperellum*, en ayuda a los productores de este rubro, donde se tomó en cuenta la influencia en el desarrollo de la planta, producción y control de enfermedades.

## X. RECOMENDACIONES

- 1) Se recomienda la implementación de *Trichoderma a.*, al presentar buenos resultados en el desarrollo de la planta, además puede ser utilizado en cualquier etapa del cultivo y realizar diferentes aplicaciones durante su ciclo.
- 2) Ampliar la investigación sobre el uso de *Trichoderma a.*, ya se demostró que influye en el desarrollo del cultivo, ahora se puede implementar con otro fertilizante orgánico para obtener mayores resultados.
- 3) Realizar pruebas antagonistas en laboratorios de *Trichoderma a.*, sobre el patógeno *pseudonospora cubensis* causante de la enfermedad de las cucurbitáceas conocida como mildiu debido a que en campo no generó ningún resultado.
- 4) Establecer una investigación sobre el control biológico y orgánico de *diaphania spp.*, que es el gusano perforador del pepino el cual fue una de las plagas principales generando daños en producción,
- 5) Realizar dosificaciones de *Trichoderma Asperellum* para venta a pequeños y medianos productores.

## XI. BIBLIOGRAFÍA

Agamez, E. (2008). Trichoderma spp. Recuperado de [http://www.ecured.cu/Trichoderma\\_spp](http://www.ecured.cu/Trichoderma_spp)

Aparicio, J. (2010). Análisis de Trichoderma en tres variedades de cultivo de cebolla (*Allium cepa* L) y su control de *Sclerotium rolfsii*. Recuperado de <http://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/9716/177.pdf?sequence=1>

Arango, C. (1988). Características de Trichoderma. Recuperado de <http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis286.pdf>

Arias, S. (2007). Manual de producción de pepino. Las Limas, Cortes, Honduras. Edición USAID.

Bioworks (2016). Plantshield Trichoderma T22. Buenos aires, Argentina. Recuperado de <http://www.washington.com.ar/espanol/agro/pdfs/TRICHODERMA.pdf>

Boque, R., Maroto, A. (s.f.). El análisis de la varianza (ANOVA). Universidad Rovira. Recuperado de <http://rodi.urv.es/quimio/general/anovacast.pdf>

Bravo, J. (2013). Paquete tecnológico de pepino. Recuperado de <http://es.slideshare.net/josecito91/cultivo-de-pepino-29191910>.

Chávez, M. (2006). Producción de Trichoderma spp. y evaluación de su efecto en cultivo de Crisantemo (*Dendrathera grandiflora*). Recuperado de <http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis286.pdf>

Chung, C. H y Baker, R. (1986): Increased growth of plants in the presence of the biological control agent *Trichoderma harzianum*., *Plant Disease* 70: 145-148.

Cisneros, N. (2010). Aplicación de *Trichoderma harzianum* sobre la incidencia de damping off en el cultivo de fresa. Recuperado de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/140/10/T-UTB-FACIAG-AGR-000037.03.pdf>

Siari, C. (2012). Crecimiento y desarrollo vegetal. Recuperado de <http://fisiolvegetal.blogspot.com/2012/10/crecimiento-y-desarrollo.html>

CustombioGP(2013). Trichoderma. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=t6CKASrrBXo>

EC-ORGANICS (2011). Aplicación de Trichoderma harzianum sobre la incidencia de damping off en el cultivo de fresa. Recuperado de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/140/10/T-UTB-FACIAG-AGR-000037.03.pdf>

Elad, Z. G. (1985). Trichoderma harzianum como biofungicida para el biocontrol de phytophthoracapsici en plantas de pimiento (*capssicum annuum* L.). Recuperado de: <https://www.um.es/analesdebiologia/numeros/26/PDF/05-TRICHODERMA.pdf>

Enacal, (s.f). Caracterización municipal en Sébaco. Recuperado de <http://biblioteca.enacal.com.ni/bibliotec/Libros/enacal/Caracterizaciones/Matagalpa/Sebaco.html>

Erazo, A. (2006). Evaluación de tres dosis de Trichoderma harzianum para el control de tizon tardío (*Phytophthora infestans*) y costa negra (*Rizhoctonia solani*) en el cultivo de papa. Tesis de grado ESPOCH, FRN. pg 25.

Flores, F. (2001). Rotación de cultivos. Recuperado de <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasaapt/Rutaci%C3%B3n%20de%20cultivos.pdf>

Flores, L. (2013). Prueba de TUKEY. Recuperado de <http://prueba-de-tukey-unach.blogspot.com/2013/05/definicion.html>

Google maps, (2016). Coordenadas geográficas en google maps. Recuperado de <http://www.coordenadas-gps.com/>

Grondona, I. (1997). Physiological and Biochemical Characterization of Trichoderma harzianum, a Biological control agent against fungal plant pathogens. Applied and Environmental Microbiology. Vol. 63, No 8. p. 3189-3198.

Gómez, R.(2007), Control de plagas y enfermedades en los cultivos. Bogotá, Colombia. Edición Grupo latinos, primera edición.

González, F. (2011). Contaminación por fertilizantes “un serio problema ambiental”. Recuperado de <http://fgonzalesh.blogspot.com/2011/01/contaminacion-por-fertilizantes-un.html>

Guerrón, D. (2016). Evaluación de diferentes dosis de *Trichoderma* spp., para mejorar el sistema radicular, y *Bacillus* spp., para el control de pudriciones causadas por *Erwinia caratovora* en el cultivo de zanahoria (*Daucus carota*). UPEC. Tulcan, Ecuador.

Harman, G., Col H. (2004). *Trichoderma* species – Opportunistic, avirulent plant symbionts. *Nature Reviews*. Vol. 2. P.43 – 56.

Hernández, R. (2004). Metodología de la Investigación. Editorial Felix Varela, La Habana, Cuba.

Herrera, V. (2010). *Trichoderma Harzianum*. Recuperado de [http://www.ecured.cu/Trichoderma\\_harzianum](http://www.ecured.cu/Trichoderma_harzianum)

Howell, C. (2003). Mechanisms employed by *Trichoderma* species in the biological control of plant diseases: The history and evolution of current concepts. *Plant Disease*. Vol 87 No 1 p. 4 – 10.

IABIOTEC. (2008). Efecto de *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma viride*, en la producción de plantas de café (*Coffea arabica*) variedad caturra a nivel de vivero. Recuperado de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/334/1/13T0627GUILCAPI%20DANILO.pdf>

Infoagro. (2010). El cultivo del pepino. Recuperado de <http://www.infoagro.com/hortalizas/pepino.htm>

López, L. (2013). Enfoque cuantitativo de la investigación. Venezuela. Recuperado de <http://enfoquecuantitativopositivismo.blogspot.com/2013/05/enfoque-cuantitativo-de-la-investigacion.html>

Mejía, S. (2007). Análisis de *Trichoderma* en control del nematodo nodulador de raíz (*Meloidogynespp.*) en el cultivo de okra americana (*Abelmoschus esculentus*). Recuperado de <http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/698/1/T2390.pdf>

Méndez, M. I. R. y Polanco, G. A. (2006). Método de control con *Trichoderma harzianum* en casas de cultivo. En Memorias Taller Latinoamericano de Control Biológico de Fitopatógenos con *Trichoderma harzianum* en casas de cultivo. La Habana, Cuba.

Morales, I., Escalante, W., Galdeames, I. (s.f). Manejo agronómico del cultivo del pepino. Ed FUNDESRYAM. Recuperado de <http://www.fundesryam.info/biblioteca.php?id=1201>

Mukherjee, P (2004). Role of who G-proteinalphasubunits, TgaA and TgaB, in the antagonism of planta pathogens by *Trichoderma virens*. *Applied and Environmental Microbiology*. Vol. 70 No 1 p. 542-549.

Nalimova, S. M (1999). Producción y aplicación de *Trichoderma* spp. Como antagonista de hongos Fito-patógenos. Recuperado de: <http://www.agroweed.com/index.php/trichoderma-harzianum-beneficios-para-nuestras-plantas/>

Pacheco, E. (2009). Efecto de *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma viride*, en la producción de plantas de café (*coffearabica*) variedad caturra a nivel de vivero. Recuperado de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/334/1/13T0627GUILCAPI%20DANILO.pdf>

Pérez J. M. et al.(2008). Manejo agroecológico de poblaciones de nematodos en la agricultura urbana. VI Seminario Internacional de Sanidad Vegetal. Palacio de Convenciones. Septiembre. Ciudad de la Habana. Cuba.

PROBIOMA. (2012). *Trichoderma* spp. su aporte a la biorremediación de suelos. Santa Cruz, Bolivia. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/88719906/Biorremediacion-Trichoderma-PROBIOMA-Marzo-2012>

RAMAC (2014). Vademécum de productos. Managua, Nicaragua. Edición Hugo Sánchez.

Ramos, A. (2009). Cálculo del tamaño óptimo de la muestra. Recuperado de <http://es.slideshare.net/maule/guia-tamao-de-la-muestra>

Rodríguez, F. (2013). *Trichoderma* spp. y su función en el control de plagas en los cultivos. *Rev. Protección Veg.* vol.28 no.1 La Habana, Cuba.

Rossmann, A. Y., Samuels, G. J., Rogerson, C. T. and Lowen, R. (1999). Genera of Bionectriaceae, Hypocreaceae and Nectriaceae (Hypocreales, Ascomycetes). *Studies in Mycology* 42: 1-248.

Ruiz, L. (2009). Investigación experimental. Recuperado de <http://www.monografias.com/trabajos14/investigacion/investigacion.shtml>

Sabino, C. (1992). El proceso de investigación. Caracas, Venezuela. Recuperado de <https://es.scribd.com/doc/136719435/Investigacion-Explicativa>

Santacruz, G. (s.f). Cultivo de pepino. Recuperado de <http://www.monografias.com/trabajos-pdf5/cultivo-de-pepino/cultivo-de-pepino.shtml#manejodela>

Santana, R. (2003). Efecto de *Trichoderma viride* como estimulante de la germinación en el desarrollo de posturas de cafetos y el control de *Rhizoctonia solani* Kunh pg 22.

Sneh B., Burpee, L. y Ogoshi, A. (1991) Identification of *Rhizoctonia* Species, APS Press, St. Paul, MN.

SUÁREZ, Mario, (2004) Inter aprendizaje de estadística básica, Ed. Gráficas Planeta, Ibarra, Ecuador.

Talavera J. M. (2005). Guías tecnológicas de frutas y vegetales. Recuperado de <http://gamis.zamorano.edu/gamis/es/Docs/hortalizas/pepino.pdf>

Ureña, H. (1992). Cultivo de pepino. Santo Domingo, República Dominicana. Edición Pedro Pablo Peña.

Valle, N., Moran, J. (2012). Producción de cucurbitácea. Managua, Nicaragua. Edición DEPARTIR

# XII.ANEXOS

**ANEXO N° 1**

**OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

<b>Variable</b>	<b>Sub Variable</b>	<b>Definición Operacional</b>	<b>Indicador</b>	<b>Escala</b>
Influencia de diferentes dosis de Trichoderma en el desarrollo del cultivo de pepino	Crecimiento	Cambios cuantitativos que tiene lugar en el desarrollo	N° de hojas N° guías N° de flores N° de hijos N° de frutos	6-15 2-6 2-8 5-20 2-5
	Diferenciación	Cambios cualitativos que tiene lugar en el desarrollo	Altura de la planta Tamaño de hoja Velocidad de guía	15-35cm 15-18 días 10-25 cm
Efecto como controlador biológico de hongos fitopatógeno	Síntomas	Control sobre hongos causante de enfermedades radiculares y foliares	Plantas enfermas mostrando síntomas por infecciones de hongos	Porcentaje de Plantas enfermas por tratamiento.
Diferentes dosis de T. Asperillum en producción	Producción	Cantidad de pepinos generados por tratamiento	Número de pepinos	80 – 500 pepinos por tratamiento
Análisis económico del experimento	Rentabilidad	Cuánto cuesta realizar la siembra y aplicación de productos y comparar con los beneficios generados	Cantidad de dinero que se invierte y se genera.	Cantidad de dinero generado, cantidad de dinero invertido

**ANEXO N° 2**  
**TABLA DE COSTOS**

Tabla de costos								
Actividad	Materiales	precio por unidad	cantidad utilizada	Relación cantidad/experimento	dh	Precio dh	Total general	Total relacionado
Trazado de parcela	Cabuya	C\$ 370	1 rollo				C\$ 370	C\$ 370
aplicar herbicida	Gramoxone	C\$ 120	1 litro				C\$ 120	C\$ 120
Camellones	Azadón				1	C\$ 50	C\$ 50	C\$ 50
Rotulación	Poroplas	C\$ 60	1 metro				C\$60	C\$ 60
Bomba de agua de 500cc	Bomba	C\$ 40	2				C\$ 80	C\$ 80
trampas amarillas	Plástico	C\$ 8	4				C\$ 32	C\$ 32
miel para trampas	Miel	C\$ 50	1 litro				C\$ 50	C\$ 50
Compra de tratamiento	Trichoderma 250 gr	C\$ 900		10			C\$ 900	C\$ 40
Siembra de barrera	Maíz	C\$ 8	3				C\$ 24	C\$ 24
Siembra de pepino	Semilla 1 bote =3000 semillas	C\$ 1.500	1200 semillas	1200			C\$ 1.500	C\$ 600
Modificación de camellón	Azadón				1	C\$50	C\$ 50	C\$ 50
Trasplante					1	C\$50	C\$ 50	C\$ 50
aplicar insecticida	Bioking	C\$ 120	1 litro				C\$ 120	C\$

								120
aplicar insecticida	Muralla	C\$ 140	1 litro				C\$ 140	C\$ 140
Corte de estaca		C\$ 8	116				C\$ 928	C\$ 928
Colocación de estaca					1	C\$50	C\$ 50	C\$ 50
Alambre para sujetar	alambre de amarre	C\$ 24	6		1	C\$50	C\$ 194	C\$ 194
Alambre de cruce	alambre galvanizado	C\$ 32	5				C\$ 160	C\$ 160
hilo para amarrar hijos	Hilo plástico	C\$ 40	3				C\$ 120	C\$ 120
<b>Total</b>							C\$ 4.998	C\$ 3.238

Fuente: propia.

\*Los días hombres son valores significativos se tomó un precio bajo debido a que la actividad se realizaba en menos de dos horas por el tamaño del experimento\*

\*Se relaciona el bote de semilla debido a que la cantidad sobrante no se ocupa, así como de Trichoderma del cual sobraron 240gr y baja el precio del experimento\*

\*Se agregó un precio extra a las estacas las cuales fueron obtenidas de manera gratuita\*

\*Tanto la semilla como el tratamiento fueron donados por BIOTOR Lab.\* \*un dólar = C\$ 30 \*

ANEXO N° 3

TABLA UTILIZADA PARA ANDEVA DE PRODUCCIÓN

Producción		
Repetición 1	Frutos buenos	Dañados por diaphania
T4	11	3
T3	20	7
T2	14	5
T1	2	
TOTAL	47	15

29/10/2016

TOTAL COMPLETO	TOTAL DAÑADO
112	37

Repetición 2	Frutos buenos	Dañados por diaphania
T4	11	5
T3	6	2
T2	11	3
T1	8	3
TOTAL	36	13

TOTAL POR TRATAMIENTO	
T4	29
T3	33
T2	32
T1	18

Repetición 3	Frutos buenos	Dañados por diaphania
T4	7	4
T3	7	2
T2	7	2
T1	8	1
TOTAL	29	9

**ANEXO N° 4**

**TABLA DE EVALUACIÓN DE ENFERMEDADES**

Enfermedades fitopatógenas 25 dds				
Tipo de enfermedad	Incidencia Repetición 1			
Fungosa	T1	T2	T3	T4
Mal del talluelo	0	0	0	0
Mildiu	0	0	0	0
Oidium	0	0	0	0
Incidencia Repetición 2				
Fungosa	T1	T2	T3	T4
Mal del talluelo	0	0	0	0
Mildiu	0	0	0	0
Oidium	0	0	0	0
Incidencia Repetición 3				
Fungosa	T1	T2	T3	T4
Mal del talluelo	0	0	0	0
Mildiu	0	0	0	5
Oidium	0	0	0	0
Enfermedades fitopatógenas 35 dds				
Tipo de enfermedad	Incidencia Repetición 1			
Fungosa	T1	T2	T3	T4
Mildiu	0	0	0	0
Oidium	0	0	0	0
Incidencia Repetición 2				
Fungosa	T1	T2	T3	T4
Mildiu	0	0	0	0
Oidium	0	0	0	0
Incidencia Repetición 3				
Fungosa	T1	T2	T3	T4
Mildiu	8	6	3	12
Oidium	0	0	0	0
Enfermedades fitopatógenas 50 dds				
Tipo de enfermedad	Incidencia Repetición 1			
Fungosa	T1	T2	T3	T4

Mildiu	12	14	16	15
Oidium	0	0	0	0
Incidencia Repetición 2				
Fungosa	T1	T2	T3	T4
Mildiu	16	11	18	10
Oidium	0	0	0	0
Incidencia Repetición 3				
Fungosa	T1	T2	T3	T4
Mildiu	18	16	19	25
Oidium	0	0	0	0

## ANEXO N° 5

### TABLA UTILIZADA PARA ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Número de hijos

TRATAMIENTO	REPETICIONES		
	1	2	3
T1	2.3	2.6	2.6
T2	3.0	3.1	2.8
T3	3.8	3.9	3.9
T4	2.3	2.4	2.4

Número de flores

TRATAMIENTO	REPETICIONES		
	1	2	3
T1	1.4	1.6	1.8
T2	2.1	2.2	2.3
T3	3.9	4.0	4.3
T4	1.1	1.2	1.4

Número de ho jas

TRATAMIENTO	REPETICIONES		
	1	2	3
T1	6.4	6.9	6.7
T2	7.4	7.3	7.4
T3	10.3	9.9	9.8
T4	6.6	7.0	7.7



## ANEXO N° 7

### TABLA DE ACTIVIDADES REALIZADAS

Fecha	Actividad
11/08/16	Se aplicó gramoxone 600cc / 10 litros
17/8/16	se midió se trazaron parcelas y pendiente 1.6%
23/08/16	se cortó botellas
24/08/16	se enterraron pruebas para hongos
31/08/16	se realizaron los camellones, laboratorio en la tarde y se adquirió Trichoderma
1/09/16	se asarizo
05/09/16	siembra barrera de maíz, limpian camellones
06/09/16	compra de plástico para trampas amarillas, poroplas y bombita para aplicación de dosis
07/09/16	rotulación
09/09/16	pesaje de dosis de Trichoderma
10/09/16	aplicación de tricho, riego y siembra de pepino
21/09/16	se corrigieron camellones y se trasplanto
23/09/16	trampas amarillas miel y trampas cerveza
26/09/16	toma de datos y segunda aplicación del hongo
29/09/16	recuento de plagas
30/09/16	muralla, Bioking insecticida
03/10/16	corte de estacas
04/10/16	compra de mecate
5/10/16	toma de datos, colocación de estacas, deshierbe
6/10/16	se procedió a colocar estacas
7/10/16	aplicación, empezó a florecer
10/10/16	alambrado de estacas / medio hilar
11/10/16	hilo completo y toma de datos floración
14/10/16	tricho de manera biofungicida
17/10/16	toma de datos hijos frutos
19 – 20 /10/16	deshoje
20/10/16	Aplicación de trivía
22/10/16	hilar hijos etc
29/10/16	producción 1
31/10/16	cosecha 2
03/11/16	cosecha 3

07/11/16	cosecha 4
08/11/16	aplicación de snaiper
10/11/16	aplicación de tricho
11/11/16	cosecha 5
15/11/16	cosecha 6
18/11/16	cosecha 7
25/11/16	cosecha 8

## ANEXO N° 8

### FOTOGRAFIAS



Fotografía 1: Área experimental.



Fotografía 2: Medición del lugar.



Fotografía 3: Aplicación de herbicida.



Fotografía 4: Quema del lugar.



Fotografía 5. Prueba de hongos.



Fotografía 6: Micelio de hongos .



Fotografía 7: Pruebas de suelo Monolito.



Fotografía 8: Suelo para prueba cassanova.



Fotografía 9: Pendiente.



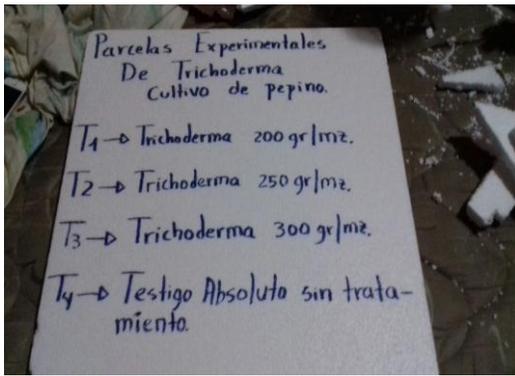
Fotografía 10: Realizando camellones.



Fotografía 11: Siembra de maíz barrera.



Fotografía 12: Semilla de pepino.



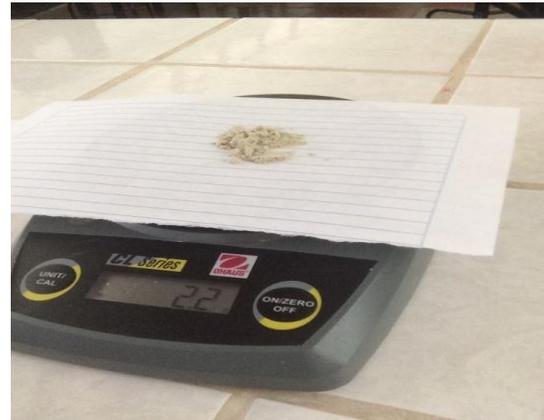
Fotografía 13: Elaborando rótulos.



Fotografía 14: Rotulación.



Fotografía 15: Adquisición de Tratamiento.



Fotografía 16: Pesaje de dosis.



Fotografía 17: Selección de semilla.



Fotografía 18: Aplicación de Tricho a semilla.



Fotografía 19: Siembra de pepino.



Fotografía 20: Riego del lugar.



Fotografía 21: Trasplante.



Fotografía 22: Trampas amarillas.



Fotografía 23. Trampa cerveza.



Fotografía 24: Establecimiento de trampas.



Fotografía 25: Colocación de plástico.



Fotografía 26: Agua para regar el cultivo.



Fotografía 27: Riego de las plantas.



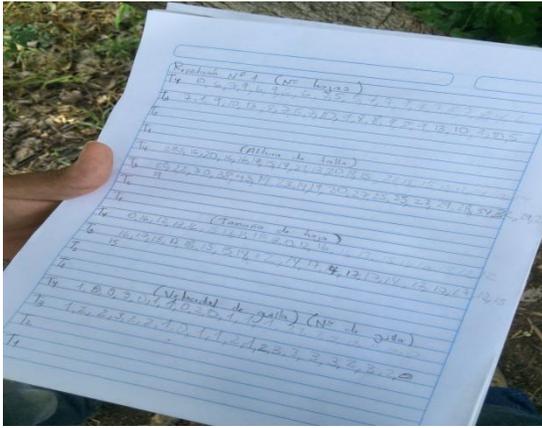
Fotografía 28: Preparación de tratamiento.



Fotografía 29: Aplicación de tratamiento.



Fotografía 30: Muestreo aleatorio simple.



Fotografía 31: Toma de datos.



Fotografía 32: Corte de estacas.



Fotografía 33: Colocación de mecate.



Fotografía 34: Colocación de estacas.



Fotografía 34: Amarre de estacas.



Fotografía 35: planta dañada por Tortuguilla



Fotografía 36: Maleza verdolaga.



Fotografía 37: Aplicación sobre mildiu.



Fotografía 38: Amarre de plantas.



Fotografía 39: Plantas amarradas.



Fotografía 40: Floración.



Fotografía 41: Parcela 30 días dds.



Fotografía 42: Marchitamiento por mildiu.



Fotografía 43: Crecimiento de frutos.



Fotografía 44: Diaphania estado larvar.



Fotografía 45: daño por diaphania.



Fotografía 46: fruto deformado por diaphania.



Fotografía 47: Fructificación.



Fotografía 48: Aplicación de fungicida.



Fotografía 49: Producción.



Fotografía 50: Insectisida snaipier para diaphania.



Fotografía 51: Aplicación de snaipier.



Fotografía 52: Maíz barrera en producción.



Fotografía 53: Cultivo 50 días dds.



Fotografía 54: Pepino apto para cosecha.



Fotografía 55: Plantas caídas.



Fotografía 56: Saco de pepino.