

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN RIEGOS

EVALUACIÓN DE FRECUENCIAS DE APLICACIÓN DE *Trichoderma harzianum*  
SOBRE EL DESARROLLO RADICULAR DE TOMATE; SALAMÁ, BAJA VERAPAZ  
TESIS DE GRADO

**HÈCTOR VINICIO RECINOS CABRERA**  
CARNET 21049-07

JUTIAPA, OCTUBRE DE 2015  
SEDE REGIONAL DE JUTIAPA

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN RIEGOS

EVALUACIÓN DE FRECUENCIAS DE APLICACIÓN DE *Trichoderma harzianum*  
SOBRE EL DESARROLLO RADICULAR DE TOMATE; SALAMÁ, BAJA VERAPAZ  
TESIS DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE  
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR  
**HÈCTOR VINICIO RECINOS CABRERA**

PREVIO A CONFERÍRSELE  
EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN RIEGOS EN EL GRADO ACADÉMICO DE  
LICENCIADO

JUTIAPA, OCTUBRE DE 2015  
SEDE REGIONAL DE JUTIAPA

## **AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**

RECTOR: P. EDUARDO VALDES BARRIA, S. J.  
VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO  
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO  
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.  
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS  
SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

## **AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS**

DECANO: DR. ADOLFO OTTONIEL MONTERROSO RIVAS  
VICEDECANA: LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ  
SECRETARIA: ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES  
DIRECTOR DE CARRERA: MGTR. LUIS MOISÉS PEÑATE MUNGUÍA

## **NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN**

LIC. EDWIN ROLANDO PAREDES MAZARIEGOS

## **TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN**

MGTR. JULIO ROBERTO GARCÍA MORÁN  
ING. MARIA ISABEL MORAN SOSA DE YANES  
LIC. ARTURO AMILCAR LEMUS CARRILLO

Guatemala 10 de septiembre de 2015

Consejo de Facultad  
Ciencias Ambientales y Agrícolas  
Presente

Estimados miembros del consejo:

Por este medio hago constar que he asesorado el trabajo de graduación del estudiante Héctor Vinicio Recinos Cabrera, carné 21049-07, titulada: "EVALUACIÓN DE FRECUENCIAS DE APLICACIÓN DE *Trichoderma harzianum* SOBRE EL DESARROLLO RADICULAR DE TOMATE; SALAMÁ, BAJA VERAPAZ

La cual considero que cumple con los requisitos establecidos por facultad previo a su autorización de impresión.

Atentamente,



Ing. Edwin Rolando Paredes Mazariegos

Colegiado no. 1385

Cod. URL. 3769



Universidad  
Rafael Landívar  
Tradición Jesuita en Guatemala

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
No. 06378-2015

### Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante HÉCTOR VINICIO RECINOS CABRERA, Carnet 21049-07 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN RIEGOS, de la Sede de Jutiapa, que consta en el Acta No. 06132-2015 de fecha 10 de octubre de 2015, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

EVALUACIÓN DE FRECUENCIAS DE APLICACIÓN DE *Trichoderma harzianum*  
SOBRE EL DESARROLLO RADICULAR DE TOMATE; SALAMÁ, BAJA VERAPAZ

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN RIEGOS en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 29 días del mes de octubre del año 2015.

  
\_\_\_\_\_  
ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES, SECRETARIA  
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
Universidad Rafael Landívar



## **AGRADECIMIENTOS**

A

DIOS: Por siempre ser mi guía y mi sustento.

Ing. Edwin Rolando Paredes Mazariegos: Por apoyarme en el trabajo de tesis como mi asesor.

Universidad Rafael Landivar: Por los conocimientos impartidos.

Ing. Darío Morales, Inga. Lilia Arévalo y Hugo Solares: Por el apoyo en la realización en el trabajo de campo.

## **ACTO QUE DEDICO**

A

DIOS quien me da la vida, salud y sabiduría; la honra y la gloria sea siempre para Él.

Mis padres: Héctor Vinicio Recinos Corea y María Cristina Cabrera Samayoa por sus sabios consejos y apoyo constante.

Mis hermanas: Gracias por estar siempre pendientes y apoyándome.

Mis sobrinos: Que este logro sea ejemplo para ellos.

Toda mi familia: Gracias por su apoyo.

Mi novia por su apoyo incondicional.

Mis amigos: Jorge Juan Castillo, Hugo Alberto Solares, Gelber Rodimiro Corado, Juan Samayoa y Luis Carlos Camey Vela.

# INDICE

<b>RESUMEN</b> .....	i
<b>SUMMARY</b> .....	ii
<b>I. INTRODUCCION</b> .....	1
2.1 CULTIVO DE TOMATE .....	2
2.1.1 Importancia económica .....	2
2.1.2 Clasificación taxonómica del tomate .....	3
2.1.2 Origen del tomate .....	3
2.1.3 Descripción botánica y morfológica del tomate .....	4
2.1.4 Clasificación según su hábito de crecimiento .....	7
2.1.5 Tipos de tomates comerciales .....	7
2.2 CULTIVO HIDROPONICO .....	9
2.3 CARACTERISTICAS GENERALES DE <i>Trichoderma sp.</i> .....	10
2.3.1 Morfología y taxonomía .....	11
2.3.2 Ciclo de vida .....	11
2.3.3 Efecto sobre el crecimiento de las plantas .....	11
2.3.4 Características de <i>Trichoderma harzianum</i> .....	12
2.3.5 <i>Trichoderma harzianum</i> como promotor de raíces .....	13
<b>2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	15
3.1 DEFINICION DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACION DEL TRABAJO .....	15
<b>3 OBJETIVOS</b> .....	16
4.1 OBJETIVO GENERAL .....	16
4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	16
<b>4 HIPÓTESIS</b> .....	17
5.1 HIPOTESIS ALTERNA .....	17
<b>VI. METODOLOGÍA</b> .....	18
6.1 LOCALIZACION DEL TRABAJO .....	18
6.2 MATERIAL EXPERIMENTAL .....	18
6.2.3 Razormin® (Atlántica Agrícola) .....	19
6.3 FACTOR A ESTUDIAR .....	20
6.5 DISEÑO EXPERIMENTAL .....	21
6.6 MODELO ESTADISTICO .....	21
6.7 UNIDAD EXPERIMENTAL .....	21
6.8 CROQUIS DE CAMPO .....	22



6.9 MANEJO DEL EXPERIMENTO .....	22
6.9.1 Trasplante .....	22
6.9.2 Colocación de clip.....	22
6.9.3 Bajado y guiado de la planta.....	23
6.9.4 Quitar clip y sogas .....	23
6.9.5 Deshoje .....	23
6.9.6 Desbrote.....	23
6.9.7 Saneamiento de tallos .....	23
6.9.8 Desfloramiento.....	24
6.9.9 Raleo de frutos.....	24
6.9.10 Colocación de gancho a racimos .....	24
6.9.11 Limpieza de invernadero .....	24
6.9.12 Fertirrigación.....	24
6.9.13 Manejo fito sanitario.....	24
6.9.14 Cosecha.....	24
6.10 VARIABLES RESPUESTA.....	25
6.11 ANALISIS DE LA INFORMACION .....	26
6.11.1 Análisis estadístico .....	26
6.11.2 Análisis económico.....	26
<b>VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>27</b>
<b>VIII. CONCLUSIONES .....</b>	<b>33</b>
<b>IX. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>34</b>
<b>X. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA .....</b>	<b>35</b>
<b>XI. ANEXOS .....</b>	<b>39</b>
Anexo 1. Croquis de Finca San Juan .....	39
Anexo 2. Ficha técnica <i>Trichoderma harzianum</i> (PHC T-22).....	40
Anexo 3. Ficha técnica Razormin.....	42
Anexo 4. Fotografías .....	46
Anexo 5. Clasificación de tomates según su color .....	49
Anexo 6. Especificaciones de clasificación de tomate para exportación .....	50
Anexo 7. Resumen de plan fitosanitario para el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero.....	51
Anexo 8. Requerimiento nutricional del cultivo de tomate .....	52
Anexo 9. Resumen de costos de producción para una hectárea de tomate bajo invernadero.....	53

Anexo 10. Resumen de costos de aplicación de <i>Trichoderma harzianum</i> y Razormin por m <sup>2</sup> en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero .....	54
Anexo 11. Resumen de ingresos por venta de tomate exportable y nacional con aplicaciones de <i>Trichoderma harzianum</i> y Razormin por m <sup>2</sup> en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero.....	54
Anexo 12. Cronograma de actividades .....	55

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos evaluados.....	20
Cuadro 2. Análisis de varianza para peso radicular.....	29
Cuadro 3. Prueba de Tukey para peso radicular.....	30
Cuadro 4. Análisis de varianza para diámetro de tallo.....	31
Cuadro 5. Prueba de Tukey para diámetro de tallo.....	32
Cuadro 6. Análisis de varianza para rendimiento.....	33
Cuadro 7. Prueba de Tukey para rendimiento.....	34
Cuadro 8. Análisis de varianza para rendimiento exportable.....	35
Cuadro 9. Prueba de Tukey para rendimiento exportable.....	36
Cuadro 10. Relación beneficio costo y rentabilidad.....	37
Cuadro 11. Asignación aleatoria de tratamientos y repeticiones.....	44

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Growbag de unidad experimental.....	21
Figura 2. Croquis de campo.....	22
Figura 3. Color adecuado de tomate para cosecha.....	25
Figura 4. Gráfico de barras del peso radicular.....	31
Figura 5. Gráfico de barras del diámetro del tallo.....	33
Figura 6. Gráfico de barras del rendimiento.....	35
Figura 7. Gráfico de barras del rendimiento exportable.....	37
Figura 8. Aplicación de <i>Trichoderma harzianum</i> en plantas de tomate.....	45
Figura 9. Aplicación de <i>Trichoderma harzianum</i> en plantas de tomate.....	46
Figura 10. Eliminación de parte aérea de la planta (descabezado).....	46
Figura 11. Sistema radicular de plantas de tomate con aplicaciones de <i>Trichoderma harzianum</i> .....	47
Figura 12. Sistema radicular de plantas de tomate con aplicaciones de <i>Trichoderma harzianum</i> .....	47

**EVALUACIÓN DE FRECUENCIAS DE APLICACIÓN DE *Trichoderma harzianum*  
SOBRE EL DESARROLLO RADICULAR EN TOMATE, SALAMA, BAJA  
VERAPAZ.**

**RESUMEN**

La siguiente investigación se realizó en Salamá, Baja Verapáz y tuvo como objetivo evaluar el efecto de cuatro frecuencias de aplicación de *Trichoderma harzianum* para el desarrollo del sistema radicular en injertos de plantas de tomate de crecimiento indeterminado tipo pera en condiciones de hidroponía. El diseño utilizado fue completamente al azar con seis tratamientos y cinco repeticiones. Se evaluaron cuatro variables respuesta siendo estas el peso del sistema radicular del porta injerto en gramos (g), diámetro de tallo del híbrido en centímetros (cm), rendimiento de fruto en kilogramos por metro cuadrado ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ) y rendimiento exportable de fruto en kilogramo por metro cuadrado ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ). Los tratamientos con frecuencia de aplicación de *T. harzianum* cada tres semanas y cada dos semanas estadísticamente fueron iguales y superiores al resto sobre el peso de masa radicular del porta injerto con valores de 8067.51 g y 7486.24 g. El tratamiento aplicado cada tres semanas tuvo un efecto diferente y superior en el diámetro de tallo con 1.05 cm, rendimiento total de 21.67  $\text{kg}/\text{m}^2$  y exportable de 18.69  $\text{kg}/\text{m}^2$  de fruto en comparación con el resto de tratamientos. Los resultados del análisis económico obtenidos en la presente investigación reflejaron que el tratamiento con frecuencias de aplicación de *T. harzianum* cada tres semanas fue el que registró los mayores valores de la relación beneficio/costo con 1.78 y rentabilidad de 178%.

## **EVALUATION OF *Trichoderma harzianum* APPLICATION FREQUENCIES ON THE ROOT DEVELOPMENT OF TOMATO, SALAMA, BAJA VERAPAZ**

### **SUMMARY**

This research study was carried out in Salamá, Baja Verapaz and its objective was to evaluate the effect of four application frequencies of *Trichoderma harzianum* for the development of a root system in grafts of pear type indeterminate tomato plants under hydroponic conditions. A complete randomized block design with six treatments and five replicates was used. Four response variables were used, which are: weight of the rootstock's root system in grams (g), diameter of the hybrid stem in centimeters (cm), fruit yield in kilograms per square meter (kg/m<sup>2</sup>), and export yield in kilograms per square meter (kg/m<sup>2</sup>). The treatments in which *T. harzianum* was applied every three and two weeks were statistically the same and greater than the others regarding the rootstock's root mass weight, with values of 8,067.51 g and 7,486.24 g. The treatment applied every three weeks had a different effect and it was better than the others, obtaining a stem diameter of 1.05 cm, a total yield of 21.67 kg/m<sup>2</sup>, and a fruit export yield of 18.69 kg/m<sup>2</sup>, compared with the other treatments. According to the economic analysis results of this research study, the treatment in which *T. harzianum* was applied every three weeks registered the highest cost-benefit relation values, with 1.78 and a profitability of 178%.

## I. INTRODUCCION

El tomate (*Solanum lycopersicum*) es la hortaliza más difundida en el mundo y la de mayor valor económico. Su demanda, y por lo tanto su cultivo, producción y comercio aumentan constantemente (FAO, 2010).

El uso de nuevas tecnologías ha permitido obtener mejores rendimientos por unidad de área y en menor proporción aumento de la superficie cultivada; las tecnologías más utilizadas que se pueden mencionar son: los túneles, casas mallas e invernaderos.

La raíz es el cerebro de la planta y el motor que va a marcar el ritmo de trabajo de la parte aérea de la misma. El tallo, las hojas, las flores y frutos, van a depender de lo que la raíz sea capaz de ordenar para que se consiga lo que queremos. Es por esto, por lo que debemos intensificar los cuidados sobre la misma, aunque esta sea resistente a muchos patógenos del suelo, porque de nada sirve para nuestro objetivo, todas estas resistencias si la raíz pierde sus pelos absorbentes, que son los que sirven para alimentarse (Horticom, 2011).

El incremento de la competitividad, nos obliga a exigir de la planta un mayor rendimiento y, para esto es necesario disponer de opciones tecnológicas que generen un mayor potencial radicular que nos desarrolle una parte aérea más fuerte, capaz de mejorar la productividad.

*T. harzianum* juega un papel muy importante ya que sus mecanismos de acción se basan como promotor de crecimiento radicular lo que se asocia al crecimiento vegetal de la planta proporcionándole un mayor vigor (Horticom, 2011).

La investigación se realizó en la Finca San Juan, Aldea El Estoraque, Salamá, Baja Verapaz en condiciones de hidroponía con el propósito de evaluar el efecto de cuatro frecuencias de aplicación de *T. harzianum* en comparación con un bioestimulante y enraizador, y testigo relativo con la finalidad de cuantificar el incremento de la masa radicular y su relación con el diámetro de tallo, el rendimiento total y exportable de fruto en el cultivo de tomate bajo el manejo de injerto.

## II. MARCO TEORICO

### 2.1 CULTIVO DE TOMATE

#### 2.1.1 Importancia económica

De acuerdo con cifras de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación-FAO- (2010), la producción mundial de hortalizas llegó en el 2010 a mil millones de toneladas, para llegar a esta cifra se estima que se cultivan anualmente 52 millones de hectáreas, con China, India, Turquía, Italia, Egipto, España, Brasil, México y la Federación Rusa entre los 10 principales países productores de hortalizas frescas y procesadas. Del total de la superficie, la FAO considera que el 22% (12 millones de hectáreas) está relacionado con agricultura protegida, y de éstas, el 10% (1.2 millones de hectáreas) lo constituyen estructuras permanentes o invernaderos.

Si se analiza la producción de invernaderos en Australia, Canadá, Corea del Sur, España, Estados Unidos, Francia, Israel, Italia, Japón, México, Nueva Zelanda, y los Países Bajos, se encuentra que la superficie de invernaderos es tan solo de 115,000 hectáreas. El remanente, de casi un millón de hectáreas, corresponde a China, Egipto, India, y otros países de Asia y de Oriente Medio, donde debido a las condiciones del clima se ha favorecido el desarrollo de pequeños invernaderos solares (FAO, 2010).

El tomate es la hortaliza con mayor demanda a nivel mundial. Su importancia radica en que posee cualidades para integrarse en la preparación de alimentos, ya sea cocinado o crudo en la elaboración de ensaladas, siendo el mayor productor a ese nivel China, al promediar 30.57 millones de toneladas anuales (25% del total mundial), seguida de los Estados Unidos de América con 11.37 millones de toneladas (9 % del total mundial) (Infoagro, 2004).

Según datos de FAO (2,010), Centroamérica representa el 0.15% de la producción mundial de tomate. Dentro de esto podemos destacar que el mayor productor de tomate es hasta esa fecha Guatemala con 192,207.00 toneladas (44.6% de la producción regional), en segundo lugar Honduras con 153,252.00 toneladas (35.6%), en tercer



lugar Costa Rica con 42,424.00 toneladas (9.8%), en cuarto lugar, El Salvador con 35,886.00 toneladas (8.3%) y en último lugar Nicaragua con 7,300.00 toneladas, representando el 1.7% de la producción regional.

Actualmente los consumidores están más interesados que nunca en el origen de los productos, de cómo fueron cultivados o si son seguros para comerse, así como del contenido nutricional enfatizando su preocupación por la posible contaminación con agroquímicos, especialmente por los de consumo en fresco (Brentlinger, 2002).

### **2.1.2 Clasificación taxonómica del tomate**

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Asteridae

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Género: *Solanum*

Especie: *S. lycopersicum*

Nombre binomial: *Solanum lycopersicum* (EcuRed, 2014).

### **2.1.2 Origen del tomate**

El tomate es una planta originaria de América, se localiza en la región andina que se extiende desde el sur de Colombia al norte de Chile, pero parece que fue en México donde se domesticó, quizá porque crecía como mala hierba entre los huertos. Durante el siglo XVI se consumían en México tomates de distintas formas y tamaños e incluso rojos y amarillos, pero para entonces ya habían sido llevados a España y servían como alimento en este país e Italia. En el resto de Europa solo se utilizaban en farmacias y así se mantuvieron en Alemania hasta comienzos del siglo XIX. Los españoles y portugueses difundieron el tomate a Oriente Medio y África, y de allí a otros países asiáticos y de Europa también se difundió a Estados Unidos y Canadá (Infoagro, 2004).

### **2.1.3 Descripción botánica y morfológica del tomate**

El tomate es una de las plantas de los trópicos americanos que ha alcanzado su mayor importancia y desarrollo fuera de su área de origen y fuera de los trópicos. En las últimas décadas la introducción a América Tropical de los cultivares mejorados en Estados Unidos y Europa, en particular de los tipos híbridos, ha ido eliminando los cultivares nativos, de calidad inferior (León, 2000).

#### **Porte**

La especie *Solanum lycopersicum* Miller contiene cultivares de porte erecto o rastrero, a menudo reducido en cultivo a un solo tallo; el eje central de la planta y sus ramas son de crecimiento monopodial y llevan en el ápice una yema vegetativa, de modo que crecen indeterminadamente. En el tallo y ramas, de las yemas axilares brotan hojas e inflorescencias; la norma es que entre dos inflorescencias se hayan generalmente tres hojas. Una norma de crecimiento distinta a la anterior se debe a un gen recesivo que afecta el crecimiento del tallo y las ramas al emitir una inflorescencia terminal o sea que el crecimiento es determinado y hay un número menor de hojas entre dos inflorescencias (Otzoy, 2000).

#### **Raíz**

El sistema radicular consiste en una raíz principal de la que salen raíces laterales y fibrosas, formando un conjunto que puede tener un radio hasta de 1.5 metros. En el cultivo, sin embargo, las labores de trasplantes destruyen la raíz principal y lo más común es que presente una masa irregular de raíces fibrosas. Es muy frecuente la formación de raíces adventicias en los nudos inferiores de las ramas principales (Otzoy, 2000).

## **Importancia del sistema radicular**

La raíz es el cerebro de la planta y el motor que va a marcar el ritmo de trabajo de la parte aérea de la misma. El tallo, las hojas, las flores y frutos, van a depender de lo que la raíz sea capaz de ordenar para que se consiga lo que queremos. Es por esto, por lo que debemos intensificar los cuidados sobre la misma, aunque esta sea resistente a muchos patógenos del suelo, porque de nada sirve para nuestro objetivo, todas estas resistencias si la raíz pierde sus pelos absorbentes, que son los que sirven para alimentarse (Horticom, 2011).

En un cultivo de tomate, hay una pérdida de raíz apreciable, cuando tiene que soportar un deshojado exagerado, una carga de fruto elevada, un exceso de temperatura o una bajada brusca, un mal manejo del riego, en definitiva un estrés al que no puede hacer frente y que provoca una pérdida importante del sistema radicular. La máxima competitividad a la que nos vemos sometidos, nos obliga a exigir de la planta un mayor rendimiento y es por ello, por lo que recurrimos a utilizar productos que generen un mayor potencial radicular que nos confiera una parte aérea más fuerte, capaz de mejorar tanto en producción como en calidad al cultivo tradicional (Horticom, 2011).

## **Tallo**

El tallo del tomate es herbáceo, aunque tiende a lignificarse en las plantas viejas. En corte transversal aparece más o menos circular, con ángulos o esquinas; en las ramas jóvenes es triangular. La epidermis se forma en una capa de células, las que a menudo tienen pelos largos. Debajo hay una zona de colénquima de dos a cinco células de espesor, que es más gruesa en las esquinas y que constituye el sostén del tallo. Luego la región cortical con cinco a 10 capas de parénquima, de células grandes con muchos espacios intercelulares finalmente el cilindro vascular se compone de afuera hacia adentro del floema, en bandas aisladas o unidas por conexiones delgadas, y xilema que forma un tejido continuo. La médula, que ocupa gran parte del tallo, tiene hacia la parte externa cordones de fibra del periciclo anterior (Otzoy, 2000).

## **Hojas**

La forma de las hojas del tomate es muy variable y depende en gran parte de condiciones ambientales. La lámina está dividida en 2 a 12 pares de segmentos o foliolos de diferente tamaño. Con frecuencia entre dos pares de foliolos grandes hay uno a tres pares más pequeños, en todo ello los bordes son muy recortados. En las hojas como en los tallos jóvenes hay abundante pubescencia. Los pelos pueden ser largos y agudos o de base corta terminando en una esferita de varias células (Otzoy, 2000).

## **Inflorescencia.**

La inflorescencia más corriente es una cima racimosa, generalmente simple en la parte inferior de la planta y más ramificada en la superior. Las flores tienen un pedúnculo corto y curvo hacia abajo, por lo que asumen una posición pendiente, el pedúnculo presenta al centro un engrosamiento que corresponde a la superficie de abscisión y es muy corriente en esta especie que un gran número de flores caiga prematuramente. El cáliz verde y persistente se forma de un disco corto, terminando en 5 a 10 sépalos agudos, verdes, muy pubescentes en el lado externo. La corola amarillo verdosa tiene cinco o más pétalos, seis por lo común en los cultivos comerciales, que forman un tubo corto en la base y se abren en un solo plano, con el ápice doblado hacia afuera cuando la flor está completamente abierta. Los estambres, 5 a 10 en cada flor, forman una columna irregular, con las anteras verticales y unidas, de unos cinco centímetros de largo. El pistilo está constituido por un ovario de varias celdas y un estilo largo, que sobresale apenas de las anteras y termina en un estigma achatado (Otzoy, 2000).

## **Polinización**

Las flores de un racimo se abren simultáneamente, de modo que siempre hay botones, flores y frutos en la misma ramilla. La antesis ocurre por lo común en las mañanas y 24 horas después se inicia la salida del polen. Este aparece en el lado interno de las anteras y, por la posición pendiente de la flor, cae directamente sobre la superficie de los estigmas. La autopolinización es la norma en los tomates cultivados. La polinización cruzada debido a insectos ocurre en un 5% de los casos (Escobar, 1994).

## **Fruto**

El fruto es una baya de forma muy variada. En los principales cultivos comerciales es oblada (aplanada con rebordes longitudinales o lisa; hay también elipsoidales y piriformes). En los tomates-maleza, predominan los frutos esféricos. El número de celdas en los frutos de los tomates silvestres es de dos. En los cultivares comerciales seleccionados por el mayor número de tabiques y su grosor, es corriente encontrar de 5 a 10 celdas (Escobar, 1994).

### **2.1.4 Clasificación según su hábito de crecimiento**

#### **Crecimiento Determinado**

Son plantas de tomate de tipo arbustivo las cuales presentan porte bajo, compactos y la producción de frutos se concentra en un período relativamente corto. Las plantas crecen, florecen y fructifican en etapas bien definidas o marcadas. Este tipo de tomate tiene inflorescencias apicales las cuales una vez que ocurrió la polinización, el crecimiento de la planta queda determinado o interrumpido. Sus yemas terminales no producen frutos, pero detienen el crecimiento del tallo. Existen en este tipo de hábito de crecimiento, tomates de crecimiento fuerte o grande y de hábito de crecimiento pequeño (Villela, 1993).

#### **Crecimiento Indeterminado**

Las plantas tienen inflorescencias laterales y su crecimiento vegetativo es continuo. La floración, fructificación y cosecha se extiende por períodos mucho más largos. Las yemas terminales de estas plantas no producen fruto, sino que continúan produciendo hojas y continúa el crecimiento del tallo. En estas plantas de hábito de crecimiento indeterminado se encuentran al mismo tiempo flores y frutos. Los tomates de ensalada o de mesa y los decorativos o Cherry son algunos ejemplos de este tipo de crecimiento (Villela, 1993).

### **2.1.5 Tipos de tomates comerciales**

Según Campos (2011), los tomates se pueden clasificar por su forma en cuatro grupos:

Redondos.

Asurcados.

Oblongos o alargados.

Cereza o cherry y cóctel.

**Tipo suelto** dentro de éste se encuentran:

**Tipo Larga Vida** (LSL o Long Shelf Life):

La gran ventaja de ese tipo de tomate es la mayor consistencia y gran conservación de los frutos para su posterior venta. La gran diferencia con respecto a los demás tipos es la introducción de los “genes nor y/o rin”, que son los responsables de su larga vida. Los tomates larga vida de hasta tres semanas poseen el gen nor que les da mejor sabor y color a costa de menor vida, mientras que el gen rin alarga la vida del tomate hasta seis o siete semanas perdiendo habitualmente algo de sabor y color, siendo debida esta última pérdida al lento desprendimiento de etileno que son los responsables de su larga vida. En contrapartida a una mayor vida comercial, el sabor es inferior a las variedades tradicionales (Campos 2011).

**Tipo Liso**

Son variedades que se comercializan en pintón, colores desde verde a naranja; son tomates de maduración rápida de dentro a fuera, no tienen genes de larga vida y tienen buen sabor y buena consistencia, jugosos y perfectos para ensalada; en maduro (color rojo) se usa para gazpachos y salsas. Es el tomate preferido para gran consumo en España y también en Italia (Campos 2011).

**Tipo beef o grueso**

Son tomates conocidos comercialmente por su gran tamaño y poca consistencia, muchas veces se asimila la denominación de “beef” con la de “liso” aunque no son exactamente lo mismo. Los mercados más importantes para este tipo de tomate son: mercado interior, Andalucía para su consumo en gazpachos y en el mercado exterior, Estados Unidos para el tomate fresco de hamburguesas (Campos 2011).

### **Tipo ramillete**

En este tipo se pueden encuadrar todas las variedades de corte en rojo que se recolecte el fruto unido al ramo. Las variedades ideales son las que tienen color rojo vivo, calibre M y la formación del ramillete en forma de raspa de pescado. En pleno invierno son las variedades de mayor tamaño las que imperan y en el resto se piden variedades con tamaño M-G. Ejemplo: en el mercado de USA y Canadá se demandan frutos de calibre grueso, decantándose hacia ramos de 4-5 piezas y calibres G y GG. El mercado británico demanda ramos de 8-9 frutos y calibres M y doble M. La recolección en racimo presenta la ventaja de ahorrar mano de obra de cara al envasado y prolongar la vida útil del fruto (Campos 2011).

### **Tipo cocktail**

Con frutos de calibre entre 30 y 50 milímetros y redondos. Se usan principalmente como adorno de platos. También los hay de tipo pera u oblongo y tienen las características de un tomate de industria por su consistencia, contenido en sólidos solubles y acidez, pero su consumo se realiza principalmente en fresco (Campos 2011).

### **Tipo cherry**

El número de frutos por racimo es muy variable oscilando entre 15 y más de 20. Son frutos con 10-25 milímetros de diámetro y se suelen presentar en pequeñas bandejas. Son frutos de piel fina con tendencia al rajado (Campos 2011).

## **2.2 CULTIVO HIDROPONICO**

La hidroponía es una técnica de cultivo sin tierra, en el cual se hace crecer plantas con o sin sustrato (el cual nunca es tierra, puede ser arena, concha de coco, concha de arroz, goma-espuma, técnica suspensión en el aire), el cual solo sirve de sostén para las raíces. El trabajo de hacer crecer la planta lo hace la solución de nutrientes con la cual se lava, se hace flotar o se irriga de forma continua la raíz de la planta (El mejor guía, 2007).

En Estados Unidos de América, el consumo de tomates (y de productos derivados de la hidroponía) ha aumentado de forma considerable en los últimos 20 años debido al cambio de mentalidad del americano promedio de consumir productos "más sanos, más orgánicos, con menos aditivos" sin embargo, la realidad es que en el cultivo hidropónico también se usan diferentes insecticidas, bactericidas y otros, solo que son más fáciles de controlar sus concentraciones y se usan en menos oportunidades debido al aislamiento relativo que mejora el control de plagas del cultivo hidropónico (El mejor guía, 2007).

Mientras el tomate crece de forma natural en los países con climas tropicales y subtropicales, en países con climas templados, el cultivo se realiza en invernaderos de cultivo hidropónico que pueden ser de sustrato o de raíz flotante (se prefiere el sustrato) (El mejor guía, 2007).

La ventaja de cultivar el tomate en un cultivo hidropónico en ambiente controlado (en invernadero) es la capacidad de modificar todos los factores relacionados con su desarrollo de forma más minuciosa como cultivar en áreas con suelos no aptos (si se hace con técnica de hidroponía), evitar las pérdidas excesivas de agua por evaporación, control estricto de la temperatura, riego más efectivo, control de los efectos del viento y de la exposición directa a la luz solar y la capacidad de "aislarlo" de las posibles plagas (esto no es totalmente cierto dado que algunas plagas logran ingresar a los invernaderos y requieren acciones más específicas). Pero, sobre todo la ventaja es poder aislarlo del suelo que en puede aportar salinidad, concentraciones inadecuadas de nitratos y otros minerales, humedad inadecuada, oxigenación pobre de las raíces y enfermedades (El mejor guía, 2007).

### **2.3 CARACTERISTICAS GENERALES DE *Trichoderma sp.***

Según Stefanova, Leiva, Larriganaga y Coronado (1999), indican que *Trichoderma* es un tipo de hongo anaeróbico facultativo que se encuentra de manera natural en un número importante de suelos agrícolas y otros tipos de medios. De este microorganismo existen más de 30 especies, todas con efectos benéficos para la agricultura y otras ramas. Este hongo se encuentra ampliamente distribuido en el



mundo, y se presenta en diferentes de zonas y hábitat, especialmente en aquellos que contienen materia orgánica o desechos vegetales en descomposición, así mismo en residuos de cultivos, especialmente en aquellos que son atacados por otros hongos.

Su desarrollo se ve favorecido por la presencia de altas densidades de raíces, las cuales son colonizadas rápidamente por estos microorganismos. Esta capacidad de adaptación a diversas condiciones medioambientales y sustratos confiere a *Trichoderma* la posibilidad de ser utilizado en diferentes suelos, cultivos, climas y procesos tecnológicos (Stefanova, *et al.*, 1999).

### **2.3.1 Morfología y taxonomía**

Este género pertenece a la subdivisión Deoteromycotyna, siendo un hongo imperfecto que carece de estructuras de reproducción sexual. Se encuentra ubicado en la clase Hyphomycetes, orden Hyphales y sus esporas asexuales, las cuales se forman sobre las hifas o en su interior, se encuentran expuestas libremente a la atmósfera (Agrios, 1999).

### **2.3.2 Ciclo de vida**

El organismo crece y se ramifica desarrollando típicas hifas fungales de 5 a 10  $\mu\text{m}$  de diámetro. La esporulación asexual ocurre en conidias unicelulares (3 a 5  $\mu\text{m}$  de diámetro), usualmente de color verde los que son liberados en grandes cantidades. Se forman clamidiosporas de descanso unicelulares, pero pueden fusionarse entre dos o más (Agrios, 1996).

### **2.3.3 Efecto sobre el crecimiento de las plantas**

Durante muchos años ha sido conocida la habilidad de estos hongos para incrementar la tasa de crecimiento y desarrollo de las plantas, en especial de su sistema radicular, si bien todavía no se conocen con certeza los mecanismos involucrados en este efecto así, se han descrito cepas del hongo que contribuyen al crecimiento, en cuanto a profundidad y masa de las raíces en cultivos como tomate, maíz y algunos pastos. Otro estudio indica que las raíces de las plantas de maíz colonizadas por *Trichoderma*

*harzianum* requieren un 40% menos de fertilizantes nitrogenados en relación a las raíces que no se encuentran colonizadas (Saninet, 2004).

A *Trichoderma* se le atribuye la producción de sustancias estimuladoras de crecimiento y desarrollo de las plantas. Estas sustancias actúan como catalizadores o aceleradores de los tejidos meristemáticos primarios en las partes jóvenes de éstas, acelerando un desarrollo más rápido. Su efecto ha sido comprobado en clavel, crisantemo, tagetes, petunia, pepino, berenjena, arveja, pimienta, rábano, tabaco, tomate, lechuga, zanahoria, papa, algodón, frijol, pastos y ornamentales. Se han realizado algunos estudios preliminares con *Trichoderma* para la estimulación del crecimiento sobre plantas de frijol, donde los aislamientos seleccionados estimularon la germinación y presentaron un aumento en la altura de las plantas entre el 70 y 80%, y una ganancia en peso de un 60% aproximadamente, ello supone un incremento en los rendimientos de este cultivo. Un ensayo similar realizado sobre pasto Estrella demostró que la ganancia en peso seco con algunos aislamientos es cercana al 23%, en longitud de las raíces y de estolones este incremento fue de un 30% (Ecured, 2015).

#### **2.3.4 Características de *Trichoderma harzianum***

Gams y Bissett (1998) indican que *Trichoderma harzianum* se encuentra dentro de los hongos deuteromicetos o también llamados hongos imperfectos donde se incluyen un gran número de especies de reproducción únicamente asexual, ya sea porque no tienen o porque no se conoce su reproducción sexual. *T. harzianum* se caracteriza por sus conidióforos terminados en fiálidas, esporas lisas, hialinas, con un solo núcleo, verdosas, subglobosas u ovoides y colonias de crecimiento rápido entre 7 y 9 centímetros (cm). Los conidióforos están muy ramificados teniendo cada ramificación forma de ángulo recto con la pequeña rama que la soporta. Cada conjunto de ramificaciones tiene forma piramidal semejante a un pequeño arbusto, morfología característica y típica de este hongo.

Todos los mecanismos de acción de *T. harzianum* se basan en el principal papel como promotor de crecimiento vegetal que tiene, el cual se manifiesta desde las primeras

fases de la plántula, y que le confiere mayores ventajas a la hora del trasplante (Gams y Bissett, 1998).

Chang, Baker, Kleifeld y Chet (1986), indican que *T. harzianum* se asocia a las raíces de la planta proporcionándole un mayor vigor y crecimiento. Este hongo crece a medida que lo hace el sistema radicular del vegetal con el que se encuentra asociado, alimentándose de los productos de desecho y de exudados que excreta la planta. Ésta a su vez se beneficia al poder colonizar mayor cantidad de suelo gracias al sistema de hifas del hongo, aumentando considerablemente de esta manera el crecimiento de la planta. Por ello, se produce un aumento de la captación de nutrientes y de agua en las raíces, ya que explora mayor volumen de suelo, y a su vez, incrementa la solubilización de nutrientes orgánicos como el fósforo. Este mayor vigor a su vez le proporciona a la planta una mayor tolerancia frente a diferentes tipos de estrés tanto abióticos (causado por fertilización, salinidad, riegos y condiciones climáticas no-óptimas como sequía, temperaturas altas, etc) como bióticos (ataques de patógenos).

*T. harzianum* en sentido estricto, comprende la mayoría de las cepas utilizadas en el control biológico de hongos fito-patógenos, siendo la cepa T-22 una de las más efectivas de las que se producen dada su compatibilidad con gran cantidad de productos fungicidas e insecticidas, y por su adaptación a las diferentes condiciones ambientales (Gams y Bissett, 1998).

### **2.3.5 *Trichoderma harzianum* como promotor de raíces**

Sus cepas están siempre asociadas con raíces de plantas y ecosistemas de raíces. Algunos autores han definido las cepas de *T. harzianum* como plantas simbiotes oportunistas, organismos avirulentos, capaces de colonizar raíces de plantas por mecanismos similares a los de los hongos micorrizales y producir compuestos que estimulan el crecimiento como citoquininas, zeatinas y giberelinas (GA3) ó relacionadas con GA3; así como promover mecanismos de defensa en plantas (Harman, Howell, Viterbo, Chet & Lorito, 2004).

Según Arora y Elander (1992), la colonización implica la habilidad para adherirse y reconocer raíces, penetrar y resistir metabolitos tóxicos producidos en respuesta a la invasión de organismos extraños, sean o no patógenos. Así mismo *T. harzianum* frecuentemente incrementa el crecimiento de las raíces y su desarrollo, productividad del cultivo, resistencia a estrés abiótico, la toma y uso de nutrientes (Benítez, Rincón, Limón y Codon, 2004). Pallás (2008), indica que han existido reportes que *Trichoderma harzianum* actúa como un estimulador de crecimiento y promotor de raíces en especies como tomate, lechuga, pepino, chile pimiento y frijol.

Castro y Rivillas (2006), indican que se ha demostrado el efecto inductor de *T. harzianum* en el crecimiento radicular y desarrollo de las plantas, además de actuar como un antagonista frente a hongos fitopatógenos. Observaron que aplicando *T. harzianum* en semilleros de tomate y chile pimiento se incrementó significativamente el crecimiento de las plantas comparados con aquellas que no recibieron dicho tratamiento. Estos trabajos muestran el beneficio de aplicar hongos como *Trichoderma harzianum* desde las primeras etapas de producción de un cultivo para obtener plantas vigorosas y sanas.

En una investigación realizada por Jiménez, Sanabria, Altuna & Alcano (2011) demuestran que *Trichoderma harzianum* aplicado en etapa de semillero, al momento del trasplante y quince días después del trasplante surte efectos positivos en plantas de tomate ya que es capaz de estimular el crecimiento aéreo y de raíces. Altomare, Norvell, Bjorkman & Harman (1999) sugirieron que la promoción del desarrollo se debe a que *Trichoderma* tiene la capacidad de solubilizar manganeso, sin importar el pH del medio, ni la disponibilidad del mismo, es decir, que lo solubiliza constantemente, y como este microelemento es requerido para funciones fisiológicas de las plantas, como fotosíntesis, metabolismo del nitrógeno, síntesis de los compuestos aromáticos, y además, para precursores de aminoácidos y hormonas, de fenoles y de lignina, se asegura en parte el crecimiento y la resistencia a enfermedades en las plantas.

## 2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 3.1 DEFINICION DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACION DEL TRABAJO

Actualmente algunas de las medidas utilizadas para estimular el crecimiento radicular y la protección de esta parte fundamental en plantas de tomate son productos químicos, los cuales representan riesgos para la salud del ser humano y del medio ambiente. Sin embargo, existen productos de origen biológico que cumplen la misma función además de ser amigables con el ambiente. Tal es caso de *Trichoderma harzianum*, utilizado como complemento al uso de productos químicos para estimular el crecimiento radicular en cultivo de tomate de crecimiento indeterminado bajo condiciones de invernadero en la región de Salamá, Baja Verapaz, en donde se ha identificado que el principal problema para hacer un uso efectivo del hongo es no tener establecida una frecuencia de aplicación la cual permita que este se mantenga con una mayor cobertura en el sustrato para que sus mecanismos de acción funcionen para estimular de manera eficiente el desarrollo del sistema radicular.

La investigación tuvo como propósito el evaluar el efecto de cuatro frecuencias de aplicación de *Trichoderma harzianum* en el incremento de la masa radicular, diámetro de tallo y rendimiento total y exportable en el cultivo de tomate tipo pera bajo la técnica de injerto en hidroponía en comparación con un bioestimulante-enraizador y un testigo, de esta forma los productores de este cultivo serán beneficiados con la información generada y puedan incorporar a su manejo una alternativa para complementar y no basarse únicamente en el uso de productos químicos ya que esta además de ser efectiva es amigable con el ambiente.

### **3 OBJETIVOS**

#### **4.1 OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el efecto de cuatro frecuencias de aplicación de *Trichoderma harzianum* para el desarrollo del sistema radicular en injertos de plantas de tomate de crecimiento indeterminado en condiciones de hidroponía.

#### **4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Cuantificar el desarrollo vegetativo de la planta incluyendo el peso del sistema radicular y el diámetro del tallo para cada tratamiento.
- Cuantificar el rendimiento total y exportable de fruto para cada uno de los tratamientos.
- Realizar el análisis económico para determinar la rentabilidad para cada tratamiento.

## 4 HIPÓTESIS

### 5.1 HIPOTESIS ALTERNA

Al menos una frecuencia de aplicación de *Trichoderma harzianum* tendrá un efecto diferente al resto en cuanto al desarrollo de sistema radicular del portainjerto, diámetro de tallo del híbrido, rendimiento total y exportable de fruto en plantas de tomate indeterminado tipo pera.

## VI. METODOLOGÍA

### 6.1 LOCALIZACION DEL TRABAJO

El trabajo se realizó en la Finca San Juan (anexo 1), en el municipio de Salamá, el cual se ubica a 150 km al norte de la ciudad capital, entre 15° 06' 12" de latitud norte y 90° 16' 00" de longitud oeste, con una altura de 940 msnm abarcando una extensión territorial de 776 km<sup>2</sup>, con una temperatura que oscila entre 15 y 23°C y una precipitación pluvial de 750 milímetros al año. La clasificación de suelos se encuentra en la clase II, se caracteriza por tener una pendiente de 10%, la textura del suelo es arenolimoso, con un color café claro (SIM, 2009).

### 6.2 MATERIAL EXPERIMENTAL

#### 6.2.1 Material genético

##### **Emperador**

Este patrón es de producción alta y planta equilibrada producido por la casa Rijk Zwaan 2012. Carácter generativo: mucha energía a los frutos (mayor calibre, buena calidad). Comportamiento muy bueno y muy estable en distintas condiciones y con muchas variedades de tomate. Buena tolerancia al frío. Nivel muy alto de resistencia a nematodos (*Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne javanica* y *Meloidogyne arenaria*).

##### **Tabaré**

Híbrido de crecimiento indeterminado de los denominados tipo Roma o tipo pera. Tiene la capacidad de producir entrenudos cortos y de mantener su vigor ante condiciones de estrés, manteniendo también su calidad de fruto.

Tomate pera para recolección en rojo. Planta con vigor medio y largo entrenudo. Fruto alargado y ramillete bastante grande. Buen cuaje hasta en las altas temperaturas y de muy buena firmeza. Producido por la casa Rijk Zwaan 2012.

#### 6.2.2 *Trichoderma harzianum* (PHC T-22®1.15%)

Descripción:

PHC T-22® (10<sup>7</sup> UFC/g)

Fungicida Orgánico



## Polvo Humectable

Composición porcentual: *Trichoderma harzianum* 1.15% que es equivalente a 11.5 gramos (g) de ingrediente activo (*Trichoderma harzianum* cepa T-22) por kilogramo (kg). Contenido no menos de  $1 \times 10^7$  Unidades formadoras de conidias por gramo de peso seco.

Ingredientes inertes: 98.85% (diluyente, dispersante, humectante y protector).

Clasificación de toxicidad: ligeramente tóxico (etiqueta verde).

Dosis: 90-120 g/100 litros (L) de agua, (recomendada) y utilizando la dosis máxima de 120 g/100 L de agua. (Ver anexo).

### 6.2.3 Razormin® (Atlántica Agrícola)

Es un bioestimulante líquido formulado a partir de aminoácidos, polisacáridos, macro y micronutrientes, que conjuntamente con una mezcla de factores de crecimiento, producen un espectacular desarrollo tanto radicular como de la parte aérea de las plantas y una mejor producción.

#### Características físicas

**Aspecto:** líquido.

**Color:** marrón.

**Densidad:** 1.20 – 1.21 g/cc.

#### Características químicas

Aminoácidos libres	7 % p/p
Materia orgánica total	25 % p/p
Nitrógeno total (N)	4 % p/p
Fósforo total soluble en agua ( $P_2O_5$ )	4 % p/p
Potasio total soluble en agua ( $K_2O$ )	3 % p/p
Polisacáridos	3 % p/p
Hierro (Fe) soluble en agua	0,4 % p/p
Manganeso (Mn) soluble en agua	0,1 % p/p
Boro (B) soluble en agua	0,1 % p/p
Zinc (Zn) soluble en agua	0,085 % p/p

Cobre (Cu) soluble en agua 0,02 % p/p  
Molibdeno (Mo) soluble en agua 0,01 % p/p  
Factores bioestimulantes y de enraizamiento: 1,52 % p/p.  
**pH:** 4 – 4,5.

### **Dosis**

Cultivo hidropónico: 1 L/ha. (Ver anexo).

### **6.3 FACTOR A ESTUDIAR**

Frecuencias de aplicación en semanas: cada semana, dos semanas, tres semanas y cuatro semanas.

### **6.4 DESCRIPCION DE LOS TRATAMIENTOS**

**Cuadro 1. Descripción de los tratamientos evaluados**

<b>Tratamiento</b>	<b>Frecuencia de aplicación</b>
T1	PHC T22 1.15% cada semana
T2	PHC T22 1.15% cada dos semanas
T3	PHC T22 1.15% cada tres semanas
T4	PHC T22 1.15% cada cuatro semanas
T5	Razormin®
T6	Testigo (sin aplicaciones)

Para la preparación de PHC T22 ® se agitó de manera continua hasta observar que ya no hubiera grumos, con ello nos aseguramos la homogeneidad de la solución y evitar el taponamiento de la bomba al momento de la aplicación, la dosis utilizada fue de 120 g/100 litros de agua ( $120 \times 10^7$  UFC) utilizando la misma dosis durante todas las aplicaciones. Las aplicaciones se llevaron a cabo un mes después del trasplante ya que antes de esa etapa la planta es muy susceptible al ataque de cualquier fitopatógeno y para ello se asegura haciendo una protección con un producto de origen químico.

Las aplicaciones de Razormin® dieron inicio al momento del trasplante con una frecuencia mensual y una dosis de 1 litro por hectárea.

Las aplicaciones de PHC T22 ® como de Razormin® se realizaron con una bomba de mochila de 16 L, aplicando el producto directamente al sustrato.

## 6.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño utilizado fue completamente al azar con seis tratamientos y cinco repeticiones.

## 6.6 MODELO ESTADISTICO

Completamente al azar:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Donde:

$y_{ij}$  = valor de la variable respuesta asociado a la  $ij$ -ésima unidad experimental (donde  $i = 1, 2, \dots, T$ ;  $j = 1, 2, \dots, R$ )

$\mu$  = media general

$T_i$  = efecto del  $i$ -ésimo tratamiento

$E_{ij}$  = error experimental asociado a la  $ij$ -ésima unidad experimental

## 6.7 UNIDAD EXPERIMENTAL

La unidad experimental la constituyó una bolsa de sustrato de fibra de coco con capacidad de 12 L. Cada bolsa de sustrato contiene dos plantas y cada una se dividió en dos ejes, haciendo en total cuatro ejes por bolsa de sustrato.



Figura 1. Growbag como unidad experimental

## 6.8 CROQUIS DE CAMPO

	S1		S2		S3	
1	T <sub>2</sub> R <sub>2</sub>	11	T <sub>4</sub> R <sub>2</sub>	21	T <sub>5</sub> R <sub>1</sub>	
2	T <sub>6</sub> R <sub>3</sub>	12	T <sub>3</sub> R <sub>2</sub>	22	T <sub>5</sub> R <sub>4</sub>	
3	T <sub>5</sub> R <sub>3</sub>	13	T <sub>3</sub> R <sub>1</sub>	23	T <sub>6</sub> R <sub>4</sub>	
4	T <sub>5</sub> R <sub>2</sub>	14	T <sub>4</sub> R <sub>1</sub>	24	T <sub>2</sub> R <sub>3</sub>	
5	T <sub>2</sub> R <sub>4</sub>	15	T <sub>4</sub> R <sub>3</sub>	25	T <sub>2</sub> R <sub>5</sub>	
6	T <sub>1</sub> R <sub>1</sub>	16	T <sub>3</sub> R <sub>4</sub>	26	T <sub>1</sub> R <sub>5</sub>	
7	T <sub>1</sub> R <sub>2</sub>	17	T <sub>1</sub> R <sub>4</sub>	27	T <sub>4</sub> R <sub>5</sub>	
8	T <sub>4</sub> R <sub>4</sub>	18	T <sub>6</sub> R <sub>2</sub>	28	T <sub>3</sub> R <sub>5</sub>	
9	T <sub>3</sub> R <sub>3</sub>	19	T <sub>1</sub> R <sub>3</sub>	29	T <sub>6</sub> R <sub>5</sub>	
10	T <sub>6</sub> R <sub>1</sub>	20	T <sub>2</sub> R <sub>1</sub>	30	T <sub>5</sub> R <sub>5</sub>	




Figura 2. Arreglo de los tratamientos en campo.

En donde: “S” es el número de surco, “T” el número de tratamiento y “R” el número de repetición.

## 6.9 MANEJO DEL EXPERIMENTO

### 6.9.1 Trasplante

Las plántulas injertadas y producidas en la empresa Pegon piloncito, S.A. fueron trasplantadas a los growbags a las siete semanas después de la siembra, en horas frescas de la mañana.

### 6.9.2 Colocación de clip

La colocación de este accesorio fue para evitar que las plantas que se encontraban en continuo crecimiento apical se agobiaran, este se colocó en la base del peciolo de la primera o segunda hoja de cada racimo de floración de cada eje, fijándose de la rafia de tutorado que se encuentra suspendida por medio de un gancho de metal el cual se coloca sobre el sistema de tutorado del invernadero. Esta actividad se realizó semanalmente y previo a colocarlos, todos los clips son desinfectados en peroximonosulfato a una concentración de 4 g/L.

### **6.9.3 Bajado y guiado de la planta**

Aproximadamente las plantas de tomate reportan un crecimiento semanal entre 20 y 25 cm, es por ello que los ganchos en los cuales se encuentra enrollada la soga de tutorado tiene una medida de 15 cm, de manera que cada vez que el ápice de las plantas alcanza la altura del sistema de tutorado se desenrolla la soga de acuerdo a lo requerido para que los racimos del eje tampoco queden demasiado bajos que puedan contacto con el grandcover para mantener la inocuidad y evitar posibles daños mecánicos. A lo largo de cada surco de cultivo se encuentra fijo un sistema de carga de tallos el cual está conformado por estructuras denominadas M's las cuales son hierros de construcción de 6.35 milímetros (mm) de diámetro.

### **6.9.4 Quitar clip y soga**

Se quitó los clips que dejaron de cumplir su función de sostén para la planta al igual que la soga de tutorado para evitar daños mecánicos a los ejes de las plantas y así poderse reutilizar después de ser desinfectados.

### **6.9.5 Deshoje**

Esta actividad se realizó con frecuencia semanal, consiste en eliminar las hojas más viejas de la planta, estas se eliminan manualmente sin la utilización de herramientas punzocortantes para evitar la diseminación de enfermedades por medio del contacto físico, en cada planta que se trabaja se debe de desinfectar el personal, también para evitar la diseminación de enfermedades infecciosas.

### **6.9.6 Desbrote**

Se removieron los brotes apicales y basales que salen de las yemas axilares de la planta debido a que estos absorben nutrientes evitando que lleguen a la fruta causando pérdida de crecimiento, tamaño y peso. El procedimiento adecuado es colocar el dedo índice y pulgar en el tallo y removerlo teniendo en cuenta que se deberá desinfectar las manos después de cada planta desbrotada.

### **6.9.7 Saneo de tallos**

El saneo es una actividad que es dedicada a remover los residuos de pedúnculos de hojas o raquis de racimos que pudieron haber quedado en los tallos de las plantas posteriores al deshoje o la cosecha ya que esto pueden ser fuente de inoculo inicial para diferentes enfermedades.

### **6.9.8 Desflore**

Consistió en cortar el exceso de flores del último racimo que la planta a puesto, dejándolo en 5 para optimizar el crecimiento y el desarrollo del fruto. Ésta labor se realizó semanal y manualmente.

### **6.9.9 Raleo de frutos**

Se removieron los frutos con daños, mal polinizados, o con algún defecto ya que esto afecta en el crecimiento de los demás frutos.

### **6.9.10 Colocación de gancho a racimos**

Consistió en colocar un gancho plástico en la soga de tutoreo y luego sujetar por el otro extremo al raquis del racimo después del primer tomate para evitar que este se rompa, desgaje o doble debido al peso de la fruta.

### **6.9.11 Limpieza de invernadero**

Se realizó limpieza en todas las calles y áreas de trabajo dentro del invernadero utilizando una escoba, tomando en cuenta que no queden rastros (hojas muertas, guantes usados, tomates o racimos botados etc.) para evitar inóculos de plagas y enfermedades.

### **6.9.12 Fertirrigación**

La fertilización se realizó mediante el riego basándose este para las descargas en la acumulación de radiación solar, por cada joule/cm<sup>2</sup> se descarga 1 cc de solución de riego. Las concentraciones de los elementos requeridos por el cultivo se pueden observar en anexos.

### **6.9.13 Manejo fito sanitario**

Se llevó a cabo desde una semana antes del trasplante haciendo una desinfección de las estructuras del invernadero, prevención de enfermedades fúngicas y bacterianas así como también plagas insectiles (ver anexo).

### **6.9.14 Cosecha**

Se realizó cuando los frutos del racimo alcanzaron el punto de madurez requerido por el cliente (ver anexo). El cosechador corta con una tijera el raquis del racimo lo más cercano posible al tallo para evitar que se pudra y entre alguna enfermedad a la planta. Luego que la fruta es cosechada se deberá de colocar en las canastas previamente desinfectadas, las cuales servirán para transportar la fruta hasta la empacadora. La

altura mínima aceptable del tomate debe de ser 5.08 cm y como máximo de 7.62 cm de alto, el color adecuado se observa en la figura 3.



Figura 3. Color adecuado de tomate para cosecha

## **6.10 VARIABLES RESPUESTA**

### **6.10.1 Peso de sistema radicular del portainjerto en gramos (g)**

Se cuantificó la masa radicular de cada tratamiento en cada repetición, esto se realizó tomando el peso seco en gramos, por medio de una balanza analítica; esta medición se realizó al final del ciclo descabezando las plantas (las dos que contiene cada growbag) y tomando el total del sistema radicular.

### **6.10.1 Diámetro de tallo del híbrido en centímetros (cm)**

Esta variable se midió de forma mensual (durante seis meses) midiendo el diámetro del tallo de cada planta para cada tratamiento y para lo cual se hizo uso de un vernier tomando en cuenta la parte basal, media y apical de la planta para tener un promedio.

### **6.10.2 Rendimiento de fruto en kilogramos por metro cuadrado (kg/m<sup>2</sup>)**

Se procedió a cosechar los frutos para cada uno de los tratamientos y sus repeticiones durante todo el ciclo de producción y para ello se contó con una balanza analítica

$\text{kg/m}^2 = \text{Peso total de frutos por tratamiento (kg)} / \text{área (m}^2\text{) ocupada por plantas de cada tratamiento.}$

### **6.10.3 Rendimiento exportable de fruto en kg/m<sup>2</sup>**

Se clasificó los frutos de acuerdo a las especificaciones que solicita El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) a la empresa:

Tamaño del fruto: Este debe ser como mínimo de 5.08 cm y como máximo de 7.62 cm de alto.

Forma: Ovalada

Color de la fruta: Los tomates deben de tener la coloración requerida por USDA. (Ver anexo).

Peso del fruto: Debe tener un peso mínimo de 0.068 kg. Por fruto.

$\text{kg/m}^2$  fruto exportable =  $\text{Peso total de frutos exportables (kg) / área (m}^2\text{) ocupada por plantas de cada tratamiento.}$

## **6.11 ANALISIS DE LA INFORMACION**

### **6.11.1 Análisis estadístico**

El análisis estadístico se realizó por medio del software InfoStat el cual permitió realizar los diferentes análisis de varianza para cada una de las variables bajo estudio y prueba múltiple de medias (Tukey al 1%) para establecer diferencias estadísticas entre tratamientos.

### **6.11.2 Análisis económico**

Se determinó el tratamiento con mayor beneficio económico, se analizaron los resultados mediante la relación beneficio/costo.

#### **Relación beneficio / costo**

Se expresó la relación entre ingresos brutos y costos totales para cada tratamiento, esta relación siempre debe de estar por encima de uno, para que exista ganancia o sea factible, mientras que si es igual a uno se puede decir que se alcanzó el punto de equilibrio (Aguirre, 1985).

Para el cálculo de esta relación se aplicó la siguiente ecuación:

$$\mathbf{B/C} = \frac{V_i}{C_i}.$$

En donde:

**B/C** = Relación Beneficio / Costo

**V<sub>i</sub>** = Valor de la producción (beneficio bruto)

**C<sub>i</sub>** = Egresos



## VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 7.1. PESO DEL SISTEMA RADICULAR DE PORTAINJERTO (g)

En los resultados del análisis de varianza se obtuvo alta significancia estadística al 1% ( $p < 0.0001$ ) para tratamientos es decir que si existió diferencia estadística para el peso del sistema radicular del portainjerto.

Partiendo que se obtuvo una alta significancia estadística entre tratamientos se procedió a realizar la prueba múltiple de medias Tukey al 1% de significancia para establecer diferencias reales entre tratamientos.

En la figura 4 se puede observar que se formaron estadísticamente dos grupos (A y B) y donde para el primero se agruparon el tratamiento número tres con frecuencia de aplicación cada tres semanas con *T. harzianum* con un valor promedio de peso radicular de 8067.51 g, y el tratamiento dos con frecuencia de aplicación cada dos semanas con *T. harzianum* cuyo valor promedio de peso fue de 7486.24 g quienes estadísticamente fueron superiores y diferentes al resto donde se incluye el testigo relativo y absoluto.

Con base a los resultados obtenidos en la investigación podemos confirmar lo planteado por Infante *et.al* (2009), quienes afirman que *Trichoderma* además de ser un controlador biológico produce sustancias promotoras del crecimiento vegetal que ayudan favorablemente al desarrollo radicular.

Rojas (2014) confirma que *Trichoderma harzianum* tiene un efecto significativo sobre el crecimiento y producción de raíces en el cultivo de tomate lo que también se ve reflejado en la presente investigación.

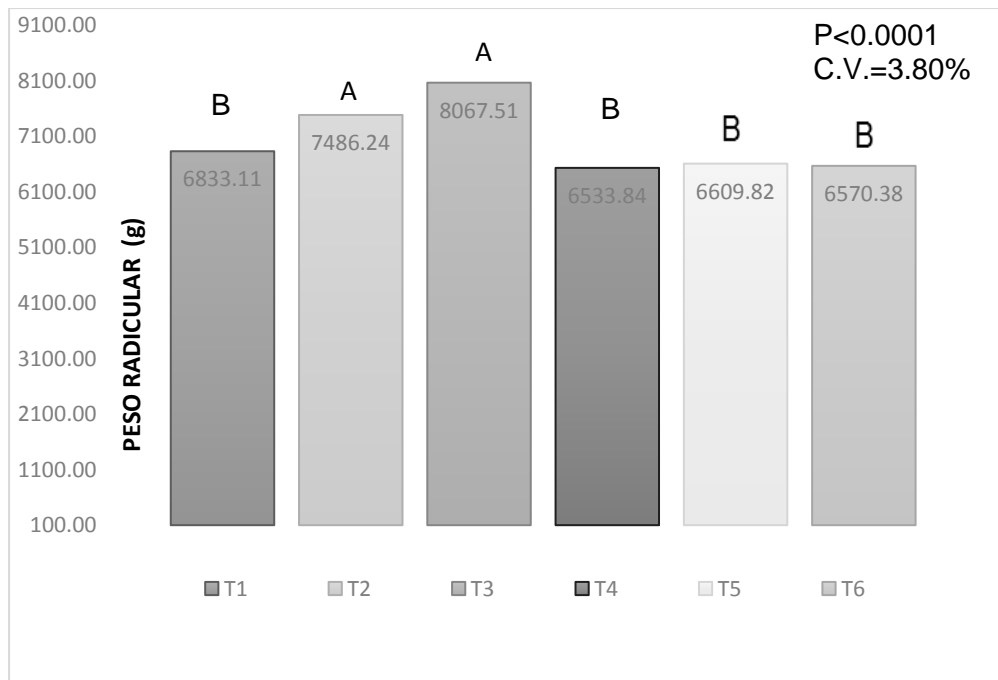


Figura 4. Comportamiento del peso radicular en gramos para cada tratamiento

En la figura 4 se observa diferencia entre el peso radicular de la aplicación de *Trichoderma harzianum* cada tres semanas sobre los otros tratamientos, cabe resaltar que la aplicación semanal resulta estadísticamente igual que los tratamientos testigo lo que proporciona indicios que el efecto de aplicar *Trichoderma harzianum* de manera muy frecuente no genera los mejores resultados.

Según Martínez, Infante & Reyes (2013) *Trichoderma harzianum* es utilizado comúnmente como un controlador biológico de hongos fitopatógenos que por su potencial enzimático detiene el proceso infeccioso de los patógenos secretando más de 70 metabolitos entre los que destacan sustancias que estimulan el crecimiento y desarrollo de las plantas, sin embargo Harman *et al.*(2004) confirman que aún no se conocen con certeza los mecanismo que se involucran.

## 7.2. DIÁMETRO DE TALLO (cm)

Los resultados del análisis de varianza para la variable diámetro de tallo se obtuvo alta significancia estadística al 1% ( $p < 0.0001$ ) para tratamientos es decir que si existió diferencia estadística para diámetro de tallo.

El coeficiente de variación obtenido para esta variable fue del 2.98% indicando que la desviación de los puntos con relación a la media general se considera aceptable, por lo tanto se puede afirmar que el ensayo fue bien manejado y la información es confiable.

En la figura 5 se presentan los resultados de la comparación múltiple de medias de Tukey al 1% de significancia y donde observa la clasificación por medio de literales, en el literal A se ubica el tratamiento con frecuencia de aplicación de *Trichoderma harzianum* cada tres semanas quien sobresale en comparación con el resto lo que proporciona indicios que esta variable (diámetro de tallo) se correlaciona estrechamente con el peso del sistema radicular.

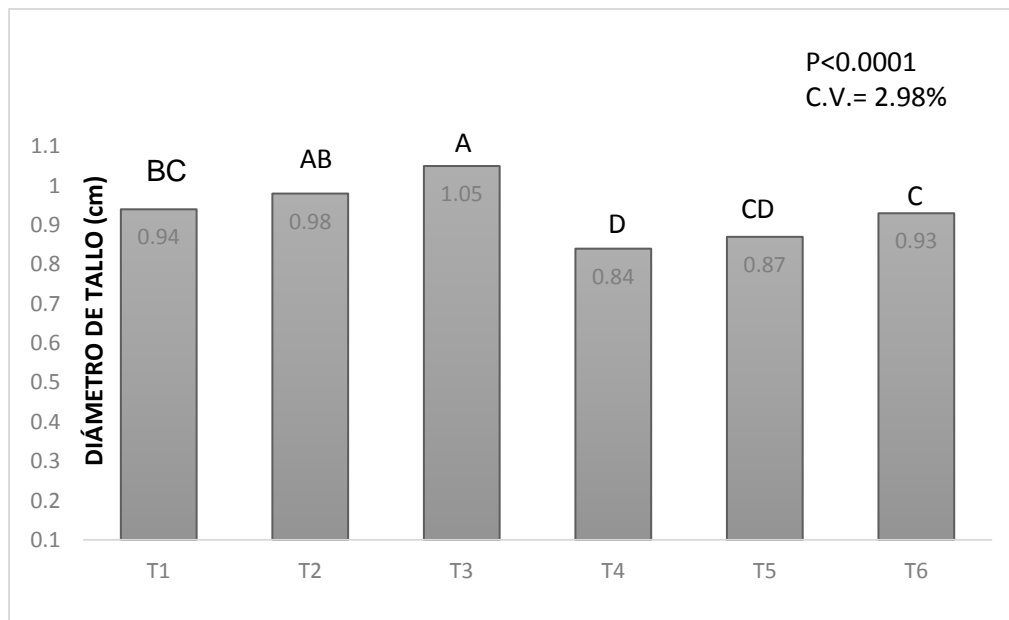


Figura 5. Diámetro de tallo (cm) para cada tratamiento

En la figura 5, se observa que los tratamientos de aplicaciones de *Trichoderma harzianum* 1, 2 y 3 son los que presentan un mayor diámetro en el tallo de las plantas siendo este último el de mejor resultado por lo que se entiende que la planta asimila de mejor manera el trabajo del hongo dejándolo actuar por un período de tiempo de tres semanas y aplicar de nuevo.

Este efecto ha sido comprobado científicamente en varios cultivos tal es el caso del café ya que Pacheco (2009) precisa que se obtuvo resultados de mayor longitud radicular, diámetro del tallo, altura, número de hojas y vigor de la planta entre otras.

### 7.3. RENDIMIENTO TOTAL DE FRUTO (kg/m<sup>2</sup>)

En los resultados del análisis de varianza se obtuvo alta significancia estadística al 1% ( $p < 0.0001$ ) para tratamientos es decir que si existió diferencia estadística para el rendimiento del fruto.

El valor del coeficiente de variación obtenido fue del 5.28% indicando que la desviación de los puntos con relación a la media general se considera aceptable, por lo tanto se puede afirmar que el ensayo fue bien manejado y la información es confiable y representativa de la investigación en ese sitio.

En la figura 6 se presentan los resultados de la comparación múltiple de medias, donde el tratamiento con frecuencia de aplicación cada tres semanas (T3) con *T. harzianum* se ubica en el literal A con rendimiento promedio de fruto 21.67 kg/m<sup>2</sup> fue estadísticamente diferente y superior al resto de tratamientos y es seguido por los tratamientos 4 (aplicación cada cuatro semanas) y 2 (aplicación cada dos semanas).

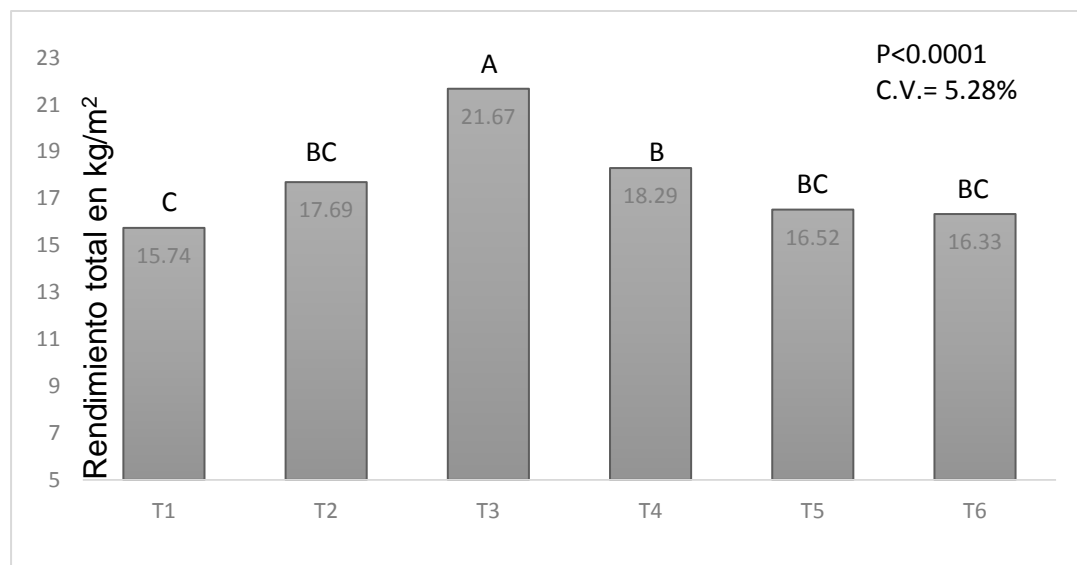


Figura 6. Rendimiento total de fruto en kg/m<sup>2</sup>

### 7.4. RENDIMIENTO EXPORTABLE DE FRUTO (kg/m<sup>2</sup>)

En los resultados del análisis de varianza donde se obtuvo alta significancia estadística al 1% ( $p < 0.0001$ ) para tratamientos es decir que si existió diferencia estadística para el rendimiento exportable del fruto.

El valor del coeficiente de variación obtenido fue del 7.73% indicando que la desviación de los puntos con relación a la media general se considera aceptable, por lo tanto se puede afirmar que el ensayo fue bien manejado y la información es confiable y representativa de la investigación en ese sitio.

En la figura 7 se observa la conformación de grupos y su identificación por medio de literales al realizar la comparación de Tukey al 1% de significancia, donde el tratamiento con frecuencia de aplicación cada tres semanas con *T. harzianum* obtuvo un rendimiento promedio de 18.69 kg/m<sup>2</sup> (A) siendo este superior comparado con el resto y lo sigue el tratamiento con frecuencia de aplicación cada cuatro semanas con *T. harzianum* con un promedio de 16.10 kg/m<sup>2</sup> (AB) estadísticamente fueron superiores al resto.

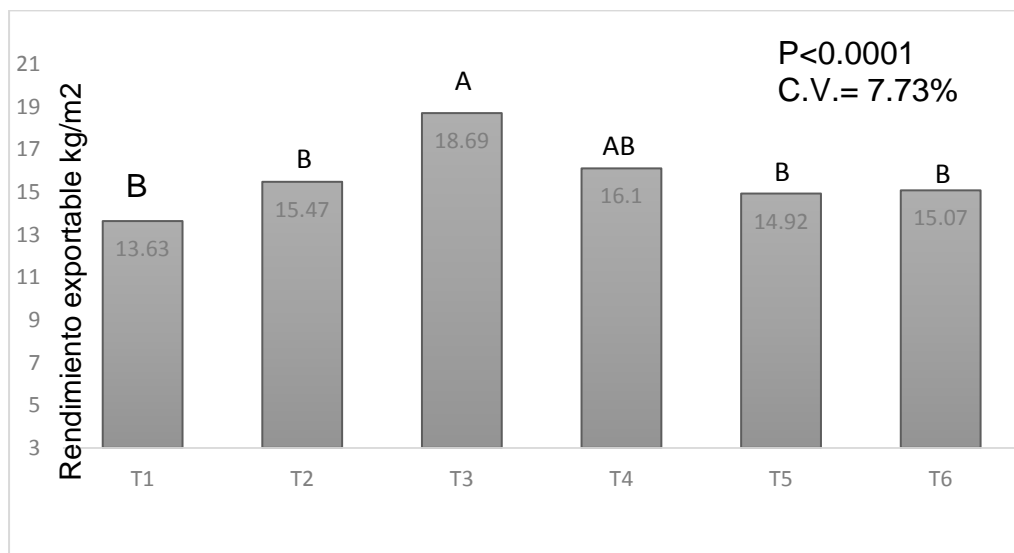


Figura 7. Rendimiento exportable de fruto para cada tratamiento (kg/m<sup>2</sup>)

Lo, Nelson, Hayes & Harman (1998) argumentaron que *Trichoderma* incrementa la absorción de nutrientes a través del mejoramiento del desarrollo radicular o promoviendo la disponibilidad de nutrientes necesarios por lo que los resultados de la presente investigación se apegan a lo descrito por ellos ya que la planta al tener fortalecido su sistema radicular puede absorber los nutrientes necesarios nos aseguramos en gran parte la obtención de frutos de calidad (peso, diámetro, color firmeza, etc.) aptos para ser exportados (anexo 4).

## 7.5. ANALISIS ECONOMICO

Partiendo del análisis económico aplicado a la investigación se determinó que todos los tratamientos sobrepasan a la relación beneficio costo indicando que económicamente si se generó ganancia, ya que según Sitún (2001) al tener una relación beneficio / costo arriba de uno tenemos un proyecto rentable.

El análisis económico se realizó con base a la relación beneficio/costo, con los resultados obtenidos en la producción de cada tratamiento expresado en kg/m<sup>2</sup>, los frutos se comercializaron a un precio de Q. 4.68 kg para la venta nacional y Q.5.60 para la venta de exportación, para el cálculo de los ingresos brutos se sumó la venta en los dos tipos de mercado.

En el cuadro 10 se presenta los resultados del análisis económico, donde los tratamientos aplicación de *Trichoderma harzianum* cada tres semanas y cada cuatro semanas tuvieron los mayores valores de la relación beneficio/costo siendo 1.78 (con este tratamiento por cada quetzal que se invierte se obtiene una ganancia de Q.0.78 por lo que se considera rentable superando en 43% al testigo y 1.50 respectivamente. El tratamiento aplicación de *Trichoderma harzianum* cada tres semanas es el más rentable con 178%) seguido del tratamiento con aplicaciones de *Trichoderma harzianum* cada cuatro semanas 150%, dicho comportamiento se relaciona directamente con el rendimiento.

Cuadro 10. Relación beneficio/costo y rentabilidad por m<sup>2</sup> en cada tratamiento.

Tratamiento	Ingreso bruto (Q.)	Costos (Q.)	Ingresos netos (Q.)	Relación b/c	Rentabilidad (%)
T1	87.32	66.68	20.64	1.31	131
T2	97.0196	66.62	30.39	1.45	145
T3	118.6064	66.60	52	1.78	178
T4	100.4092	66.59	33.81	1.5	150
T5	91.038	66.65	24.38	1.36	136
T6	90.2968	66.58	23.71	1.35	135

## VIII. CONCLUSIONES

Los tratamientos con frecuencia de aplicación de *Trichoderma harzianum* cada tres semanas y cada dos semanas estadísticamente fueron iguales y superiores al resto sobre el peso de masa radicular del portainjerto con valores de 8067.51g y 7486.24g, mientras que para el diámetro de tallo el tratamiento aplicado cada tres semanas tuvo un efecto diferente y superior con 1.05 cm.

El rendimiento total de 21.67 kg/m<sup>2</sup> y exportable de 18.69 kg/m<sup>2</sup> de fruto para el tratamiento de aplicación de *Trichoderma harzianum* cada tres semanas es el mayor en comparación con el resto de tratamientos.

Los resultados del análisis económico obtenidos en la presente investigación reflejaron que el tratamiento con frecuencia de aplicación de *Trichoderma harzianum* cada tres semanas fue el que registro los mayores valores de la relación beneficio/costo con 1.78 y rentabilidad 178%.

## IX. RECOMENDACIONES

Partiendo de los resultados obtenidos en la investigación se considera pertinente recomendar la aplicación de *Trichoderma harzianum* (PHC T-22® 1.15% equivalente a  $10^7$  UFC/g) con una frecuencia de cada tres semanas utilizando una dosis de 120 g/100 L ( $120 \times 10^7$  UFC) de agua equivalente, a 0.12 g de *Trichoderma harzianum* diluidos en 100 cc de agua por planta.

Se recomienda evaluar la aplicación de *Trichoderma harzianum* haciendo la primera aplicación al momento del trasplante con las frecuencias de aplicación que se evaluaron en esta investigación.



## X. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

Agrios, G. (1996). Fitopatología. Noriega estores, Madrid. 2° edición. 530 p.

Aguirre, Juan A. (1985). Introducción a la evaluación económica y financiera de inversiones agropecuarias. IICA, San José Costa Rica, 189 p.

Arora, D., Elander, R. y Mukerji, K., (1992). Manual de Micología aplicada: Biotecnología de hongos. Marcel Dekker Editor, New York. Pags. 4:697.

Benítez T, Rincón A.M., Limón M.C., y Codón A. (2004). Biocontrol del mecanismo de Trichoderma. Microbiologia Internacional. Pags: 249-260.

Brentlinger, C. (2002). Cultivo de tomate. Bogotá, Colombia.

Campos, C. (2011). El Tomate: Tipos Comerciales y Clasificación por Calibres. (En Red). Estados Unidos de América. Consultado el 28 de octubre de 2011. Disponible en: [http://www.tomatebroker.com/1/upload/el\\_tomate\\_tipos\\_comerciales\\_y\\_clasificacion\\_por\\_calibres\\_definitivo\\_con\\_fotos.pdf](http://www.tomatebroker.com/1/upload/el_tomate_tipos_comerciales_y_clasificacion_por_calibres_definitivo_con_fotos.pdf)

Castro, A.M, Rivillas. C.A., Bioregulación de Rhizoctonia solani en germinadores de Café. Boletín CENICAFE. Avance Técnico No. 336.

Chang,C., Baker, R., Kleifeld, O. y Chet, I. (1986). El aumento del crecimiento de plantas en la presencia del agente de control biológico Trichoderma harzianum. 1ª. Edición.

Ecured (2015). Trichoderma. (En Red). Consultado el 22 de agosto de 2015. Disponible en <http://www.ecured.cu/index.php/Trichoderma>

El mejor guía (2007). Hidroponía. (En Red). Consultado el 10 de octubre de 2011.  
Disponible en: [http://www.elmejorguia.com/hidroponia/Tomate\\_hidroponico.htm](http://www.elmejorguia.com/hidroponia/Tomate_hidroponico.htm).

FAO (2010). Producción Vegetal. (En Red). Consultado el 8 de octubre de 2011.  
Disponible en: <http://www.fao.org>

Escobar, L. (1994). Evaluación agronómica de materiales genéticos de tomate (Lycopersicon esculentum) y tomatillo (Lycopersicon esculentum var. Cerasiforme) bajo las condiciones ecológicas de la aldea Sosi, Cuilco, Huehuetenango, Guatemala. Tesis USAC, Guatemala.

Gams, W y Bissett, J. (1998). Morfología e identificación de Trichoderma. Vol. 1. 3-34 p.  
London.

Harman, G. (2000). Mitos y dogmas de biocontrol. Cambios en las percepciones derivados de la investigación de Trichoderma harzianum T-22. Pags.377-393.

Harman G, Howell C, Viterbo A, Chet I, Lorito M. (2004) Trichoderma species-opportunistic, avirulent plant symbionts. Nature Review Microbiology.

Horticom, 2011. Importancia del sistema radicular. (En Red). Consultado el 7 de noviembre de 2011. Disponible en: <http://www.horticom.com>

Infante, D., Martínez, B., Gonzáles, N., & Reyes, Y. (2009). Mecanismos de acción de Trichoderma frente a hongos fitopatógenos. La Habana, Cuba: Revista de Protección Vegetal. Obtenido de Mecanismos de acción de Trichoderma frente a hongos fitopatógenos.

Infoagro, (2004). Hortalizas. (En Red). Consultado el 7 de octubre 2011. Disponible en: <http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate>.

Jiménez,C.,N. Sanabria de Albarracin, G. Altuna y M, Alcano. (2011). Efecto de *Trichoderma harzianum* (Rifai) sobre el crecimiento de plantas de tomate (*Lycopersicum esculentum* L.). Rev. Fac. Agron. (LUZ) 28, 1-10.

León, Jorge. (2000) Botánica de los cultivos tropicales. 3ª. Ed. Rev. y aum. – San José, C.R.: IICA.

Lo C, Nelson E, Hayes C, Harman G. (1998). Ecological studies of transformed *Trichoderma harzianum* strain 1295-22 in the rhizosphere and on the phylloplane of creeping bentgrass. Phytopathology.

Martínez, Danay Infante, Yusimy Reyes (2013). *Trichoderma* spp. y su función en el control de plagas en los cultivos. La Habana, Cuba: Revista de Protección Vegetal.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (2010). Producción de Hortalizas. (En Red). Consultado el 10 de octubre de 2011. Disponible en: <http://www.fao.org>.

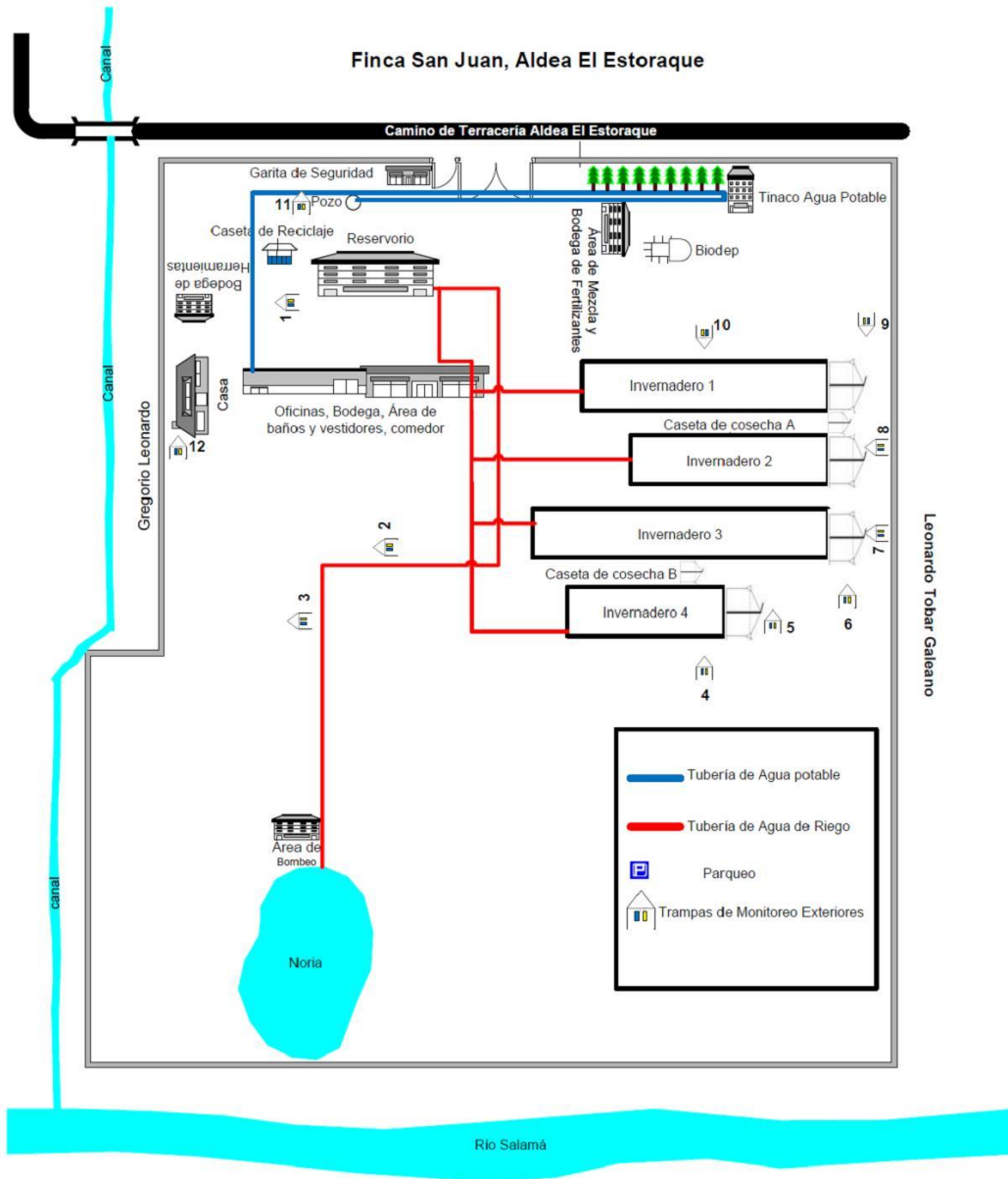
Otzoy, M. (2000). Proyecto de investigación de búsqueda, colecta y caracterización de tomate (*Lycopersicon esculentum*), en los departamentos de Suchitepéquez y Retalhuleu. CUNSUROC, Mazatenango, Guatemala.

Pacheco, E. G. (2009). Efectos de *T.Harzianum* y *T Viride* en la producción de plantas de café (*Coffea arabica*) variedad a nivel de vivero. Riobamba, Ecuador: Escuela superior politécnica de Chimborazo.

- Pallás, V. (2008). Herramientas biotecnológicas en fitopatología. Editorial Madrid. 2da. Edición.
- Rojas, N. (2014). Efecto de *Trichoderma harzianum* sobre el fruto de tomate bajo macrotúnel; El Tejar, Chimaltenango. Guatemala: Facultad de ciencias ambientales y agrícolas – Universidad Rafael Landívar.
- Saninet. (2004). *Trichoderma harzianum*, *T. viride*, *T. hamatum*. Recuperado el 7 de noviembre de 2011. Disponible [En Red]: <http://www.iicasaninet.net>
- Servicio de información municipal (SIM). (2009). Localizaciones. (En Red). Consultado el 10 de octubre de 2011. Disponible en: <http://www.inforpressca.com>.
- Sitún, M. (2001). Investigación agrícola guía de estudio. (2ª. Ed.).Escuela Nacional Central de Agricultura ENCA, Guatemala, 137p.
- Stefanova, M., Leiva, A., Larriganaga, L., y Coronado, M. (1999). Actividad metabólica de cepas de *Trichoderma* spp. para el control de hongos fitopatógenos del suelo. Revista Académica, FCAA, Universidad Rafael Landívar. No. 16:509-516.
- Villela, J. (1993). El Cultivo de Tomate. Proyecto de Desarrollo Agrícola “PDA”, MAGA, Guatemala.144 p.

# XI. ANEXOS

## Anexo 1. Croquis de Finca San Juan



## Anexo 2. Ficha técnica *Trichoderma harzianum* (PHC T-22)

PLANT HEALTH CARE DE MEXICO

# PHC<sup>®</sup> T-22<sup>®</sup>

## Fungicida Biológico para la raíz


### Especificaciones Técnicas



**Rhizoctonia, Fusarium, Cylindrocladium, Thielaviopsis, Verticillium y Sclerotinia sclerotiorum.**

**PHC<sup>®</sup> T-22<sup>®</sup>** puede utilizarse solo o en combinación con fungicidas químicos comerciales (ver Cuadro 2).

Figura 1. Cruza de 2 cepas *T. harzianum*, por fusión de protoplastos



**MODO DE ACCION**

**PHC<sup>®</sup> T-22<sup>®</sup>** inhibe el crecimiento de hongos patógenos del suelo mediante procesos de competencia natural formando una coraza alrededor de la raíz de la planta (Fig. 2a) y procesos de micoparasitismo necrotrófico de hongos parásitos (Fig. 2b).

Colonización de raíz de maíz (Fig. 2a) y micoparasitismo necrotrófico de un hongo parásito por *T. harzianum* (Fig. 2b).




**BENEFICIOS**

- Previene patógenos de la raíz (*Pythium, Fusarium, Rhizoctonia, Cylindrocladium, Thielaviopsis* y *Sclerotinia sclerotiorum*).
- Previene enfermedades dando protección a la raíz.
- Promueve el crecimiento de pelos absorbentes y raíces alimenticias mejorando la nutrición y la absorción de agua.
- El ingrediente activo libera compuestos que incrementan la disponibilidad de nutrientes para la planta.
- Disminuye o elimina la dependencia de fumigantes químicos.
- Está exento de tolerancia por la EPA y no tiene restricciones en tiempo para reentrar a las superficies tratadas.
- Ideal para programas de producción orgánica ya que está citado en las listas de la Organic Materials Review Institute (OMRI).
- No se ha registrado ningún efecto fitotóxico.
- Puede combinarse con fungicidas químicos comerciales (ver cuadro 2).

**RECOMENDACIONES**

**PHC<sup>®</sup> T-22<sup>®</sup>** es un producto preventivo por lo que debe utilizarse antes del establecimiento de la enfermedad.

- Prevención de enfermedades fungosas de la raíz.
- Reducción de aplicaciones de fungicidas sintéticos de alto impacto a la salud, ambiental o en ambientes sensibles.
- Cuando los cultivos presentan resistencia a los químicos tradicionales.
- Sistemas de Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades o de Producción Orgánica.

**CONTENIDO**

Conteo total aproximado en seco: cada gramo de **PHC<sup>®</sup> T-22<sup>®</sup>** contiene por lo menos  $1 \times 10^7$  unidades formadoras de colonias ( $10^7$  UFC/g) de *Trichoderma harzianum* Cepa T-22.

**FORMA DE APLICACION Y DOSIFICACION**

**PHC<sup>®</sup> T-22<sup>®</sup>** puede aplicarse como un fungicida biológico al suelo de acuerdo a las dosis especificadas en el Cuadro 1:

Tipo de Aplicación	Dosis
Césped (foliar)	300 g/1000 m <sup>2</sup>
Drench	60-120 g/100 lts
Fertirriego <sup>1</sup> (12-25 mil pl./ha)	300 g/400 lts (0.7 a 1.4 kg/ha)
Esquejes/raíz desnuda (inmersión)	250-500 g/20 lts
Plántulas en vivero (foliar)	300 g/200 lts

<sup>1</sup> Las dosis se señalan para densidades de siembra de 12 a 25 mil plantas por ha. Para prevenir el atascamiento con el filtro, use mallas de calibre 50-100.

■ Micorrizas
■ Bioestimulantes
✓ Biopesticidas
 ■ Agentes Anti-Estrés
■ Tratamiento Biológico del Agua

**Tabaco:** Aplicar mezclado en el sustrato en seco o disuelto en agua para humedecerlo 1 lb por hectárea de planta. Posteriormente aplicar en Drench 1 lb más para reforzarla inoculación a los 60 días.

**Tratamiento de semillas:** **PHC® T-22®** puede aplicarse a semillas de mediano calibre (cacahuete, maíz, frijol, sorgo, trigo o cebada) antes de sembrar -utilizando un adherente comercial- a razón de 150 a 300 g por cada 100 kg de semilla. En papa, aplicar de 500-600 g por cada 100 kg de semilla. No se recomienda aplicar este tratamiento a semillas de menor tamaño (chile, tomate, etc). Para estos casos es preferible aplicar **PHC® T-22®** con una bomba aspersora o por el sistema de riego por goteo al momento de la siembra.

**Propagación de hortalizas en charolas:** Aplique el producto sobre las charolas a una concentración de 0.6 a 1.2 g/lt con bomba de aspersión utilizando una boquilla de abanico, mojando la semilla antes de cubrir, utilizando suficiente agua y asegurando una aspersión homogénea. Repita la aplicación a los 30-45 días o un día antes del trasplante.

**Esquejes de frutales y ornamentales:** Esquejes o trasplantes a raíz desnuda de fresa, zarzamora, vid, rosal o árboles frutales como aguacate, manzano, peral, ciruelo, cítricos y especies forestales en general, prepare una solución diluyendo 250-500 g de producto en 20 lts de agua y sumerja la raíz o esqueje antes de efectuar el trasplante (agite constantemente).

**Césped y semilleros de plantas hortícolas, ornamentales y forestales:** Aplique de 150 a 200 g por cada 1000 m<sup>2</sup> en suficiente agua, mojando bien la semilla o el terreno antes de cubrir con el suelo o pasto en rollo asegurando una aplicación uniforme.

**Aplicaciones al suelo:** **PHC® T-22®** puede aplicarse por drench, utilizando una aspersora de mochila, cualquier sistema de fertirriego, por inyección o en sistemas de cultivo hidropónico, de acuerdo a las dosis establecidas en el Cuadro 1.

**Frecuencia de aplicación:** Una aplicación de **PHC® T-22®** al suelo coloniza la raíz en un lapso de 24-72 horas formando un escudo protector contra el ataque de hongos patógenos (ver Fig. 2a) por un período de 8 a 12 semanas. Se recomienda hacer dos o tres aplicaciones adicionales a lo largo del ciclo de cultivo a intervalos de 60 a 45 días, reforzando su efecto. Para la segunda y tercera aplicaciones puede reducir la dosis al 50% de la dosis inicial.

**COMPATIBILIDAD**

**PHC® T-22®** es compatible con productos de control biológico registrados, insecticidas, herbicidas y cualquier fertilizante foliar, así como los fungicidas que se especifican en el Cuadro 2. Por ningún motivo deberán excederse las dosis y especificaciones técnicas establecidas por el fabricante. **PHC® T-22®** no debe mezclarse con productos que especifiquen en su etiqueta posibles efectos contra especies del género *Trichodema*. **PHC® T-22®** tiene un amplio rango de tolerancia a pHs del suelo (4 a 8); sin embargo en soluciones excesivamente alcalinas o ácidas pierde su efectividad por lo que es conveniente utilizar una solución buffer manteniendo el pH en un rango de 6 a 7.

**RECOMENDACIONES PARA SU USO**

**PHC® T-22®** cuenta con registro EPA para un amplio rango de cultivos agrícolas, hortícolas y ornamentales, además de especies forestales y

césped. Tiene registro para uso en invernaderos con un tiempo de reentrada de 0 horas. El producto está listado por la Organic Material Review Institute y es recomendado para sistemas de producción orgánica y programas de manejo integrado de plagas y enfermedades.

Cuadro 2. Compatibilidad con fungicidas comerciales.

Ingrediente Activo	Nombre Comercial	Ingrediente Activo	Nombre Comercial
Azoxystrobina	Amistar	Mancozeb	Dithane y Manzate
Captán	Captán WP	Metalaxil	Apron y Subdue
Copper sulfate	Phyton-27		Pace 7W
Clorothalonil	Bravo y Daconil	Myclobutanil	Rally 40W/Eagle 40W
Etridiazole/thio-phanatemethyl	Banrot	Propamocarb	Banol
Fosetyl Al	Alette	Quintozene	PCNB
Iprodione	Chippo 26019, Fungicide X y Rovral	Triadimefon	Bayleton
		Triadimenol	Baytan
		Vinclozolina	Ronilin DF

No se debe aplicar con químicos que contengan los siguientes ingredientes activos: Imazilil, Propiconazol (Tilt), Tebuconazol (Folicur) y Triflumizol.

Evite el uso de propagadores iónicos como: Latron, B-1956, Triton o alkil - aril polietoxilato como surfactante básico. Asee debidamente el equipo de aspersión antes de usarse.

**MEDIDAS DE PROTECCION**

**PHC® T-22®** ha sido probado en numerosas especies de plantas sin mostrar ningún tipo de fitotoxicidad. Al diluir el producto utilice siempre tapabocas, guantes y gafas. Evite fumar o comer durante la aplicación del producto. No utilice agua caliente o con cloro. Lave bien el equipo de mezclado y aspersión antes y después de cada aplicación. En caso de presentarse alergias cutáneas, respiratorias o ingestión accidental, consulte a su médico y muestre la etiqueta. Mantenga el producto alejado de los niños y animales domésticos.

**ALMACENAMIENTO**

Almacene el producto en un lugar fresco, seco y obscuro (temperaturas inferiores a 20°C). Si pretende almacenarlo por períodos largos, consérvelo bajo refrigeración. Bajo estas condiciones el producto conserva su viabilidad por un período de 24 meses.

**PRESENTACION Y EMPAQUE**

- Caja de cartón de 454 g.

**ASISTENCIA TECNICA**

Para cualquier consulta comercial ó técnica llamar a **PHC de México**.

US Patent No. 5,260,213 EPA Reg. No. 68539-4 EPA Est. No. 068539-NY-001  
Distribuido en México en exclusiva por Plant Health Care de México, S. de R.L. de C.V.

**¡La raíz de un excelente negocio se protege con PHC!**



e-mail: phcmexico@mexis.com Tels: 52.11.30.93 y 52.56.28.39  
Lada sin costo para Usted: 01.(800).800.30.93

Fax: 52.56.42.21



- Micorrizas
- Bioestimulantes
- ✓ Biopesticidas
- Agentes Anti-Estrés
- Tratamiento Biológico del Agua

## Anexo 3. Ficha técnica Razormin



Bioestimulantes y aminoácidos



# Razormin

Razormin es un producto bioestimulante y enraizante, cuya equilibrada formulación induce primero el enraizamiento y posteriormente al desarrollo radicular y de masa foliar, estimulando la división celular. La presencia de aminoácidos y polisacáridos favorece la absorción de macro y micronutrientes, consiguiendo así un mayor desarrollo de la planta. Ayuda a los cultivos a superar cualquier situación de estrés y fitotoxicidad además de apoyar a la planta en momentos de gran actividad vegetativa.



### COMPOSICIÓN

pH = 4,5 DENSIDAD = 1,24 g/cc

Aminoácidos libres	7 % p/p
Nitrógeno (N) total	4 % p/p
Nitrógeno (N) orgánico	2,1 % p/p
Nitrógeno (N) nítrico	0,9 % p/p
Nitrógeno (N) amoniacal	1 % p/p
Pentóxido de fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) soluble en agua	4 % p/p
Óxido de potasio (K <sub>2</sub> O) soluble en agua	3 % p/p
Boro (B) soluble en agua	0,1 % p/p
Cobre (Cu) soluble en agua	0,02 % p/p
Hierro (Fe) soluble en agua	0,4 % p/p
Manganeso (Mn) soluble en agua	0,1 % p/p
Molibdeno (Mo) soluble en agua	0,01 % p/p
Zinc (Zn) soluble en agua	0,085 % p/p

### CONTIENE ADEMÁS:

Polisacáridos	3 % p/p
---------------	---------



### DOSIS

CULTIVO	DOSIS (Via foliar)	DOSIS (Fertirrigación)	OBSERVACIONES
Frutales	300 cc/100 L (2 L/ha con alto mojado)	2-4 L/ha	Aplicar en brotación, antes de floración y después del cuajado. Repetir cuando sea oportuno
Hortícolas	200-300 cc/100 L	2-3 L/ha	Aplicar con intervalos de 15 a 20 días
Hidroponía	200-300 cc/100 L	1-2 L/ha	Aplicar semanalmente disuelto en la solución madre
Cultivos extensivos	0,3-0,6 L/ha	-	-
Ornamentales	200-300 cc/100 L	2-3 L/ha	Aplicar con intervalos de 15 a 20 días
Viveros	50 cc/100 L	-	-

### PRESENTACIÓN

Disponible en los envases:





Cuadro 2. Análisis de varianza para peso de sistema radicular en gramos

FV	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Modelo	5	9781454.34	1956290.87	27.54	<0.0001 **
Tratamiento	5	9781454.34	1956290.87	27.54	<0.0001 **
Error	24	1704936.43	71039.02		
Total	29	11486390.77			

C.V.= 3.80%

Cuadro 3. Prueba múltiple de medias Tukey 1% para peso radicular en g

Tratamiento	Medias	N	E.E.	
<b>3</b>	8067.51	5	119.20	A
<b>2</b>	7486.24	5	119.20	A
<b>1</b>	6833.11	5	119.20	B
<b>5</b>	6609.82	5	119.20	B
<b>6</b>	6570.38	5	119.20	B
<b>4</b>	6533.84	5	119.20	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.01$ )

Cuadro 4. Análisis de la varianza para diámetro de tallo en cm

F.V.	GL	SC	CM	Fc	p-VALOR
Modelo	5	0.14	0.03	36.41	<0.0001
Tratamiento	5	0.14	0.03	36.41	<0.0001
Error	24	0.02	7.8E-04		
Total	29	0.16			

C.V.= 2.98%

Cuadro 11. Asignación aleatoria de tratamientos y repeticiones

Tratamiento	Repetición (R) /No. Growbag (G)
1	R1/G6, R2/G7, R4/G17, R3/G19, R5/G26
2	R2/G1, R4/G5, R1/G20, R3/G24, R5/G25
3	R3/G9, R1/G13, R4/G16, R2/G12, R5/G28
4	R4/G8, R2/G11, R3/G15, R1/G14, R5/G27
5	R2/G4, R4/G22, R1/G21, R3/G3, R5/G30
6	R3/G2, R1/G10, R2/G18, R4/G23, R5/G29

Cuadro 5. Prueba de medias de Tukey al 1% para diámetro de tallo en cm

Tratamiento	MEDIAS	n	E.E			
<b>T3</b>	1.05	5	0.01	A		
<b>T2</b>	0.98	5	0.01	A	B	
<b>T1</b>	0.94	5	0.01		B	C
<b>T6</b>	0.93	5	0.01			C
<b>T5</b>	0.87	5	0.01			C D
<b>T4</b>	0.84	5	0.01			D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.01$ )

Cuadro 6. Análisis de varianza, para el factor rendimiento de fruto en kg/m<sup>2</sup>.

F.V.	Gl	SC	CM	F	p-valor
MODELO	5	116.06	23.21	26.54	<0.0001
TRATAMIENTO	5	116.06	23.21	26.54	<0.0001 **
ERROR	24	20.99	0.87		
TOTAL	29	137.05			

C.V.=5.28%

Cuadro 7. Prueba múltiple de medias de Tukey 1% para rendimiento de fruto.

Tratamiento	Medias	N	E.E.			
<b>T3</b>	21.67	5	0.42	A		
<b>T4</b>	18.29	5	0.42		B	
<b>T2</b>	17.69	5	0.42		B	C
<b>T5</b>	16.52	5	0.42		B	C
<b>T6</b>	16.33	5	0.42		B	C
<b>T1</b>	15.74	5	0.42			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.01$ )

Cuadro 8. Análisis de varianza para rendimiento exportable de fruto en kg/m<sup>2</sup>

F.V.	GL	SC	CM	F	p-valor
Modelo	5	72.16	14.43	9.87	<0.0001
Tratamiento	5	72.16	14.43	9.87	<0.0001
Error	24	35.09	1.46		
Total	29	107.24			

C.V.= 7.73%

Cuadro 9. Prueba de múltiple de medias Tukey 1% para rendimiento exportable de fruto kg/m<sup>2</sup>

Tratamiento	Medias	N	E.E.		
<b>T3</b>	18.69	5	0.54	A	
<b>T4</b>	16.10	5	0.54	A	B
<b>T2</b>	15.47	5	0.54		B
<b>T6</b>	15.07	5	0.54		B
<b>T5</b>	14.92	5	0.54		B
<b>T1</b>	13.63	5	0.54		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.01$ )

#### Anexo 4. Fotografías



Figura 8. Aplicación de *Trichoderma harzianum* en plantas de tomate.



Figura 9. Aplicación de *Trichoderma harzianum* en plantas de tomate.



Figura 10. Eliminación de parte aérea de la planta (descabezado).



Figura 11. Sistema radicular de plantas de tomate con aplicaciones de *Trichoderma harzianum*.



Figura 12. Sistema radicular de plantas de tomate con aplicaciones de *Trichoderma harzianum* cada tres semanas.


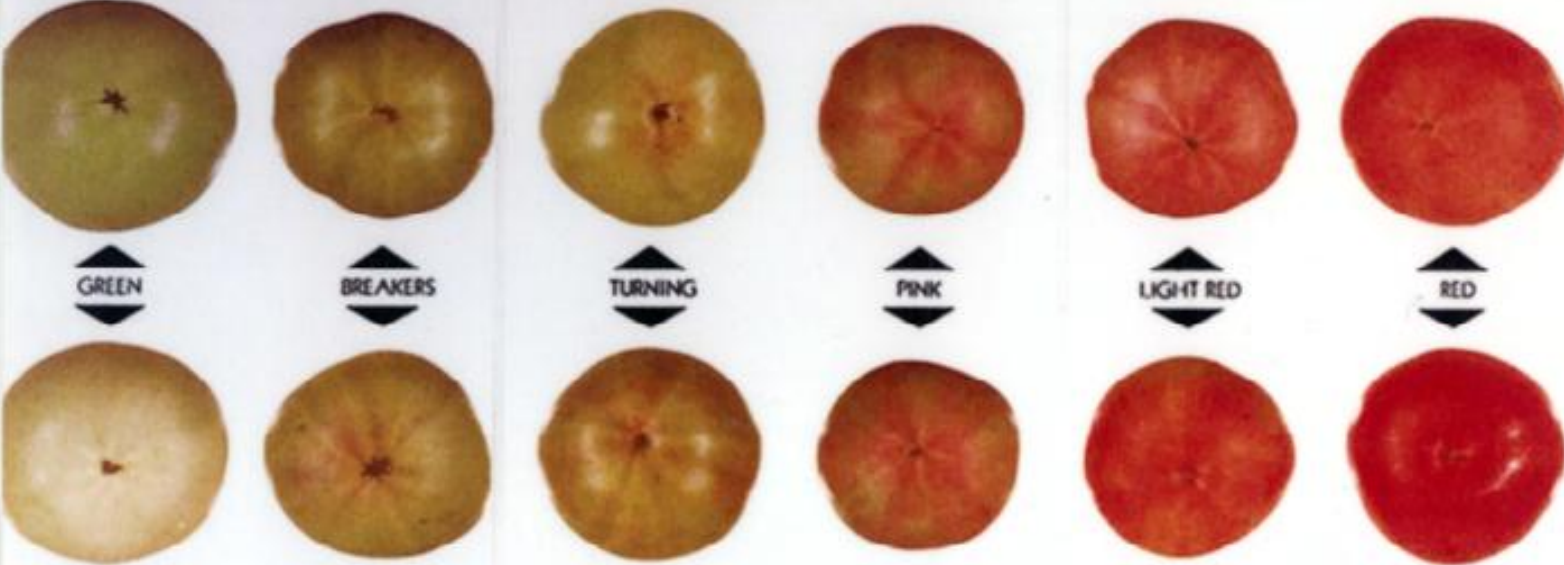
Anexo 5. Clasificación de tomates según su color

**COLOR CLASSIFICATION REQUIREMENTS IN**  
UNITED STATES STANDARDS FOR GRADES OF FRESH

# TOMATOES

United Fresh Fruit and Vegetable Association  
in cooperation with  
U. S. Department of Agriculture  
Agricultural Marketing Service  
Fruit and Vegetable Division

U.S.D.A. Visual Aid TM L-1, February '75  
The John Henry Company  
P.O. Box 1470, Lansing, Mich. 48904

**GREEN**

**BREAKERS**

**TURNING**

**PINK**

**LIGHT RED**

**RED**

(1) "Green" means that the surface of the tomato is completely green in color. The shade of green color may vary in light to dark.

(2) "Breakers" means that there is a definite break in color from green to tannish-yellow, pink or red on not more than 10 percent of the surface.

(3) "Turning" means that more than 10 percent but not more than 30 percent of the surface, in the aggregate, shows a definite change in color from green to tannish-yellow, pink, red, or a combination thereof.


(4) "Pink" means that more than 30 percent but not more than 60 percent of the surface, in the aggregate, shows pink or red color.

(5) "Light red" means that more than 60 percent of the surface, in the aggregate, shows pinkish-red or red. Provided that not more than 90 percent of the surface is red color, and

(6) "Red" means that more than 90 percent of the surface, in the aggregate, shows red color.

The above photographs are only guides illustrating the shade and percentage of surface color specified for each of the color terms. These photographs do not necessarily depict absolute limits of minimum or maximum shades and/or percentage of color required for each term.

## Anexo 6. Especificaciones de clasificación de tomate para exportación

	<b>PRODUCT SPECIFICATION</b> <b>ROMA TOMATOES</b>	<b>Código: EP-CA-001</b> <b>Versión: 03</b>
---	--	--

<b>Grade</b>	<b>Us # 1</b>		
<b>Variety</b>	Roma	<b>Full Skid Quantity</b>	10 tiers x 8 levels = 80 cases
<b>Packaging Details</b>	25 lb Romano Box (Base)	<b>Packaging Details</b>	See picture below for product placement
	Bulk Pack		
	Labels of grower, brand and traceability		



1	Weight	Us	Other	General Comments	
		Grower Spec	Grower Spec		
		26.13 lb		1	Vine ripened (grower requirement)
2	Size	Minimum height 2", Maximum height 3"		2	Packed same day of harvest (grower requirement)
3	Color	2-3		3	Grower Code or Pack Facility Code on outside corner of box
4	Count	70-175 tomatoes per case		4	See picture for optimum packing placement
5	Shape	Oval		5	Ensure tare is set to zero out packaging
6	Scarring	Should be smooth and not exceed ¼ inch (13 mm)		6	Should be consistent size and color within entire pallet
7	Firmness	3-4		7	All fruit should be packed without calyx
<b>Properties</b>				<b>Standard deviations</b>	
<b>Microbiological</b>				1	Color may be adjusted at MPL discretion
1	Must be free from pathogenic organisms			2	Size may be adjusted at MPL discretion
<b>Chemical</b>				<b>Unacceptable Defects</b>	
1	Must be below maximum residue limits (MLR) for EPA			1	Open wounds or excessive cracking beyond USDA tolerance
<b>Physical</b>				2	Decay Beyond USDA tolerance
1	Must be free from foreign objects and debris			3	Mold beyond USDA tolerance
				4	Excessive scarring beyond USDA tolerance
				5	Soft beyond USDA tolerance



## Anexo 7. Resumen de plan fitosanitario para el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero

Sem . Culti vo	D DT	Producto	Control	Descripción	Método de Aplicación
-1		Champrocide	Enfermedades (Hongos y Bacterias)	Desinfección Estructuras	Aspersión Estructuras
0	-2	Virkon´s (Peroxi monosulfato de potasio), Vanodine (yodo 2.5%) y Cloro	Enfermedades (Hongos y Bacterias)	Desinfección Invernadero	Aspersión Calles
0	-1	Evisect 50 SP (Thiocyclam hidrogeno oxalato)	Plagas Insectiles (MB)		
0	-1	Virkon´s (Peroxi monosulfato de potasio)	Enfermedades	Nebulización Invernadero	Nebulización
0	0	Tecnocidal DMG (Extracto esencial de (Ajo, Mostaza, Cebolla, Pimienta, ácidos orgánicos) al 85%.	Plagas Insectiles (MB, Thrips)	Desinfección Camión, Caseta y Mallas	Aspersión mallas
0	1	Confidor 70 WG (imidacloprid: 1--N-nitro-2-imidazolidinimine )	Plagas Insectiles (MB)	Drenchado plantación	Nebulización
1	5	Banrot 40 WP (Etridiazol)	Enfermedades de la raíz (Hongos)		Drenchado Plantación
2	12	Previcur 72 SL (Propamocarb clorhidrato)+ Derosal 50 SC (Carbendazima)	Enfermedades de la raíz (Hongos)		Drenchado Plantación
3	20	Evisect 50 SP (Thiocyclam hidrogeno oxalato) + Applaud 25 WP (Buprofezin)	Plagas Insectiles (MB)		Aspersión Plantación
4	30	PHC T 22 WP (Trichoderma harzianum)	Incremento radicular y enfermedades (Hongos)		Drenchado Plantación
5	33	Bravo 72 SC (Chlorothalonil)	Tizones y Moho Gris	Preventivo enfermedades fungicas	Aspersión Plantación
6	43	Sultron (Azufre elemental 52%)	Cenicilla y Tizones	Preventivo enfermedades fungicas	Aspersión Plantación
6	44	Phyton 6.6 SL (Sulfato de cobre pentahidratdo)	Botrytis o Moho gris	Preventivo enfermedades fungicas y/o bacterianas	Aspersión Tallos
7	48	Oberon 24 SC (Spiromesifen)	Plagas Insectiles (MB)		Aspersión Plantación
7	51	Milstop Plus 85 WP (Bicarbonato de Potasio)	Cenicilla y Mildiu	Preventivo enfermedades fungicas	Aspersión Tallos
8	56	Movento 150 OD (Spirotetramat)	Plagas Insectiles (MB)		Aspersión Plantación
8	58	Bellis 25,2%+12,8% WP (Boscalid + Piraclostrobina)	Botrytis y/o Alternaria	Preventivo enfermedades fungicas	Aspersión Tallos
10		Oberon 24 SC (Spiromesifen) + Jabón potásico	Plagas Insectiles (MB)		Aspersión Plantación
24		Epingle 10 EC (Pyrifroxyfen) + Jabón potásico	Plagas Insectiles (MB)		Aspersión Plantación

## Anexo 8. Requerimiento nutricional del cultivo de tomate

	Mínimo	Máximo
<b>EC</b>	2.8	3.2
<b>pH</b>	5.5	5.8
<b>Moles por litro de agua en riego</b>		
<b>Elementos</b>	Mínimo	Máximo
<b>NH4</b>	0.3	1.3
<b>K</b>	6.0	8.0
<b>Na</b>	2.0	3.0
<b>Ca</b>	6.5	8.0
<b>Mg</b>	2.3	3.3
<b>Si</b>	1.0	2.0
<b>NO3</b>	11.0	14.0
<b>Cl</b>	8.0	10.0
<b>SO4</b>	2.8	4.0
<b>HCO3</b>	-0.4	0.6
<b>PO4</b>	1.7	2.3
<b>Elementos</b>	Milimoles/litro de agua	
<b>Fe</b>	38.0	50.0
<b>Mn</b>	12.8	13.8
<b>Zn</b>	8.7	9.7
<b>B</b>	80.0	100.0
<b>Cu</b>	0.8	1.8
<b>Mo</b>	0.5	1.5

## Anexo 9. Resumen de costos de producción para una hectárea de tomate bajo invernadero.

INGRESOS Y COSTOS	VALORES (Q)
VENTAS	
Exportación	2386800
Mercado Local	79560
Total	2466360
COSTOS FIJOS	
Salarios Administrativos	88400
Pasivo laboral	128960
Caja chica	26500
Renta de tierra	6000
Depreciaciones	270000
Seguros	18000
Luz eléctrica	60000
Total	597860
COSTOS VARIABLES	
Fertilización	639999.68
Mano de obra	234000
Control fitosanitario	85750
Tutoreo	28200
Pilones injertados	285000
Combustible	55000
Otros gastos	53000
Total	1380949.84

Nota: Los ingresos están estimados a un precio promedio de venta de Q.4.68 por kilogramo.

**Anexo 10. Resumen de costos de aplicación de *Trichoderma harzianum* y Razormin por m<sup>2</sup> en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero**

TRATAMIENTO	COSTO/m2 DE TOMATE	COSTO PRODUCTOS (Q)	COSTO CON APLICACIONES (Q)
T1	66.58	0.1	66.68
T2	66.58	0.047	66.627
T3	66.58	0.023	66.603
T4	66.58	0.018	66.598
T5	66.58	0.07	66.65
T6	66.58	0	66.58

**Anexo 11. Resumen de ingresos por venta de tomate exportable y nacional con aplicaciones de *Trichoderma harzianum* y Razormin por m<sup>2</sup> en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero**

TRATAMIENTO	RENDIMIENTO TOTAL Kg/m2	PRECIO DE VENTA NACIONAL (Q)	RENDIMIENTO EXPORTABLE kg/m2	PRECIO DE VENTA EXPORTABLE(Q)	INGRESOS BRUTOS VENTA EXPORTABLE(Q)	INGRESOS BRUTOS VENTA NACIONAL (Q)	INGRESOS BRUTOS TOTAL (Q)
T1	15.74	4.68	13.63	5.60	77.45	9.87	87.32
T2	17.69	4.68	15.47	5.60	86.63	10.38	97.02
T3	21.67	4.68	18.69	5.60	104.66	13.94	118.60
T4	18.29	4.68	16.10	5.60	90.16	10.24	100.41
T5	16.52	4.68	14.92	5.60	83.55	7.48	91.04
T6	16.33	4.68	15.07	5.60	84.4	5.89	90.30

**Anexo 12. Cronograma de actividades**

Año	2012										2013				
Mes	Feb	Mar	Abr	M	Jun	Jul	Ago	sept	oct	nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
Preparación y Desinfección de Instalaciones															
Trasplante															
Labores culturales															
Cosecha															
Recolección de datos															
Análisis de datos															
Elaboración de Informe															