

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

“EVALUACIÓN DE *TRICHODERMA* PARA EL CONTROL DE *FUSARIUM OXYSPOURUM* EN EL CULTIVO DE TOMATE RIÑÓN (*Lycopersicon esculentum*)”

Proyecto de investigación

AUTO

RA: MARGOTH ELIZABETH PULLUPAXI TOAPANTA

TUTOR: Ing. JORGE DOBRONSKI

CEVALLOS – ECUADOR

2016

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

La suscrita PULLUPAXI TOAPANTA MARGOTH ELIZABETH, portadora de la cédula de identidad de número: 1804460671, libre y voluntariamente declaro que el informe final del Proyecto de Investigación titulado: "EVALUACIÓN DE *TRICHODERMA* PARA EL CONTROL DE *FUSARIUM OXYSPOURUM* EN EL CULTIVO DE TOMATE RIÑÓN (*Lycopersicum esculentum*)" es original, auténtico y personal.

En tal virtud, declaro que el contenido es de mi sola responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas.

PULLUPAXI TOAPANTA MARGOTH ELIZABETH

DERECHOS DE AUTOR

“ Al presentar este informe final del proyecto de investigación titulado “EVALUACIÓN DE *TRICHODERMA* PARA EL CONTROL DE *FUSARIUM OXYSPORUM* EN EL CULTIVO DE TOMATE RIÑÓN (*Lycopersicum esculentum*)” como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Ingeniero Agrónomo, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato a la publicación de este Informe Final, o de parte de él.

PULLUPAXI TOAPANTA MARGOTH ELIZABETH

“EVALUACIÓN DE *TRICHODERMA* PARA EL CONTROL DE *FUSARIUM OXYSPORUM* EN EL CULTIVO DE TOMATE RIÑÓN (*Lycopersicum esculentum*)”

REVISADO POR:

Ing. Agr. Mg. Jorge Dobronski Arcos

TUTOR

Ing. Agr. Mg. Santiago Espinoza

MIEMBRO PRINCIPAL DEL TRIBUNAL

Ing. Agr. Mg. Olguer león

MIEMBRO PRINCIPAL DEL TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

A Dios por cuidarme siempre y permitirme disfrutar del más grande regalo que es la vida, a mis padres que han sido instrumento de fortaleza y sabiduría para culminar mis estudios.

A la Universidad Técnica de Ambato, en especial a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Ingeniería Agronómica quien me recibió en cada una de sus aulas dándome así la oportunidad de adquirir conocimientos y experiencias, las cuales serán de gran importancia para mi desempeño profesional.

A cada uno de los docentes de la carrera de Carrera de Ingeniería Agronómica, quienes compartieron sus conocimiento, fundamentales para mi formación académica, en especial al Ing. Jorge Dobronski tutor de la investigación, por su amistad, apoyo, confianza para cumplir una meta más en mi vida, también por la capacidad para guiarme en cada proceso de mi trabajo de investigación.

Al Ing. Santiago Espinoza asesor de biometría y a las srtas. Mónica Telenchana y Jaqueline Rojano, por brindarme su confianza, amistad sincera y apoyo tanto en asuntos académicos como personales, convirtiéndose en mis hermanas de corazón.

A todos mis amigos con quienes compartí muchas experiencias y momentos importantes durante mi trayectoria en la universidad dejando en mi corazón grabado los recuerdos más maravillosos y hermosos.

DEDICATORIA

Esta investigación va dedicada con mucho cariño:

Esta investigación va dedicada con mucho cariño:

A Dios, ya que gracias a Él he logrado concluir mi carrera.

A mis amados padres Aida Toapanta y Luis Pullupaxi, quienes han sido mi ejemplo a seguir por su lucha constante de superación; además por que estuvieron siempre a mi lado brindándome su apoyo, tanto moral como económico para alcanzar mis metas, su confianza en cada meta propuesta y su amor que ha hecho que todo sea más fácil.

A mis hermanos Diego y Luis, por ser mi inspiración para alcanzar esta meta, también porque me han apoyado en todo momento con su amor. A mi querida sobrina Carolina, quien llegó a mi vida a llenarla de alegría y se convirtió en mi fuerza en los momentos difíciles.

Con mucho cariño a mis abuelitos Luz Caluña, Ángel Toapanta y Rosa Yanchatuña, personas muy importantes en mi vida, que estuvieron siempre pendientes de mí en cada etapa de mi vida y me brindaron su amor.

A todos mis tíos, en especial a Carmen y Mercedes Toapanta, más que tías han sido mis amigas, confidentes y madres a la vez. A la memoria de mi tío Juan Toapanta, quien siempre confió en mi capacidad para luchar por cada uno de mis sueños hasta convertirme en una profesional.

A mis primos, en particular a Jorge Pullupaxi, Cristina Aguaguña y Marco Toapanta, por sus consejos y su amistad sincera que me han brindado en todo este tiempo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD	ii
DERECHOS DE AUTOR	iii
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
RESUMEN	xii
SUMMARY	xiii
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO II.....	4
REVISIÓN DE LITERATURA O MARCO TEÓRICO	4
2.1. Antecedentes investigativos.....	4
2.2. Categorías fundamentales o marco conceptual.....	7
CAPÍTULO III.....	23
HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	23
3.1 Hipótesis	23
3.2 Variables de la hipótesis	23
3.3 Objetivos.....	23
CAPÍTULO IV.....	24
MATERIALES Y MÉTODOS.....	24
4.1. Ubicación del ensayo	24
4.2. Características del lugar	24
4.3 Equipos y materiales.....	25
4.4. Factores en estudio.....	26
4.5. Tratamientos	27
4.6. Diseño experimental	27
4.7. Variables respuesta	28

4.8. Procesamiento de la información.....	28
CAPÍTULO V.....	32
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	32
5.1 NÚMERO DE PLANTAS MUERTAS.....	32
5.2 DIAMETRO DE LOS TALLOS.....	35
5.3 NÚMERO DE FLORES.....	38
5.4 ALTURA DE LAS PLANTAS.....	40
5.6 LONGITUD RADICULAR.....	44
5.7 VERIFICACION DE LA HIPOTESIS.....	46
CAPÍTULO VI.....	47
CONCLUSIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS.....	47
6.1 CONCLUSIONES.....	47
6.3. BIBLIOGRAFÍA.....	48
6.4. ANEXOS.....	51
CAPÍTULO VII.....	58
PROPUESTA.....	58
7.1 TÍTULO.....	58
7.2 DATOS INFORMATIVOS.....	58
7.3 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA.....	58
7.4 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	58
7.5 OBJETIVOS.....	59
7.6 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD.....	59
7.7 FUNDAMENTACION.....	59
7.8 METODOLOGÍA, MODELO OPERATIVO.....	60
7.9 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN.....	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA <i>Fusarium oxysporum</i>	7
Tabla 2 TAXONOMÍA DE <i>Trichoderma</i>	10
Tabla 3. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL TOMATE RIÑÓN (<i>Lycopersicum esculentum</i>).....	13
Tabla 4 REQUERIMIENTO DE NITRÓGENO, FÓSFORO, POTASIO, AZUFRE Y MATERIA ORGÁNICA PARA TOMATE RIÑÓN BAJO INVERNADERO	17
Tabla 5. VALOR NUTRICIONAL	20
Tabla 6 TRATAMIENTOS	27
Tabla 7 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE INCIDENCIA A LOS 5 DÍAS	32
Tabla 8 PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE INCIDENCIA A LOS 5 DÍAS.	33
Tabla 9 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE INCIDENCIA A LOS 27 DÍAS.	33
Tabla 10 PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN EL VARIABLE PORCENTAJE DE INCIDENCIA A LOS 27 DÍAS.	34
Tabla 11 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE INCIDENCIA A LOS 55 DÍAS.	34
Tabla 12. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE DIÁMETRO DE LOS TALLOS A LOS 5 DÍAS.	35
Tabla 13 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE DIÁMETRO DE LOS TALLOS A LOS 27 DÍAS.	36
Tabla 14 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE DIÁMETRO DE LOS TALLOS A LOS 55 DÍAS.	37
Tabla 15 PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE DIÁMETRO DE LOS TALLOS A LOS 55 DÍAS.	37
Tabla 16 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE NÚMERO DE FLORES A LOS 27 DÍAS.....	38

Tabla 17 PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE NÚMERO DE FLORES A LOS 27 DÍAS.	39
Tabla 18 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE NÚMERO DE FLORES A LOS 55 DÍAS.....	39
Tabla 19 PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE NÚMERO DE FLORES A LOS 55 DÍAS.	40
Tabla 20. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE ALTURA DE LAS PLANTAS 5 DÍAS.	41
Tabla 21 PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE ALTURA DE LAS PLANTAS 5 DÍAS.	41
Tabla 22 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE ALTURA DE LAS PLANTAS 27 DÍAS.	42
Tabla 23 PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE ALTURA DE LAS PLANTAS 27 DÍAS.	43
Tabla 24 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE ALTURA DE LAS PLANTAS 55 DÍAS.	43
Tabla 25 PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE ALTURA DE LAS PLANTAS 55 DÍAS.	44
Tabla 26 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE LONGITUD RADICULAR A LOS 61 DÍAS.	45
Tabla 27. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE LONGITUD RADICULAR A LOS 61 DÍAS.....	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Ciclo de vida de <i>Fusarium oxysporum</i>	9
---	---

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en la provincia de Tungurahua, cantón Píllaro, parroquia La Matriz, barrio La Elevación, en la propiedad del sr: Luis Pullupaxi. El objetivo fue evaluar dos cepas de *Trichoderma* para el control biológico de *Fusarium oxysporum* en el cultivo de tomate riñón (*Lycopersicum esculentum*). Para asegurar la presencia del patógeno se procedió a identificar en el campo plantas con la sintomatología de la enfermedad y su posterior extracción, aislamiento y multiplicación en laboratorio para su posterior inoculación en macetas con sustrato con el objeto de no contaminar los suelos agrícolas del colaborador. Una vez inoculado el patógeno se procedió a incorporar las dos cepas de *Trichoderma* en dosis de 1 cc, 1,5 cc y 2 cc para determinar cuál cepa y en que dosis se controlaba el desarrollo de *Fusarium*. Las variables consideradas para el análisis fueron la incidencia del ataque o número de plantas muertas, altura de planta, diámetro del tallo, número de flores y la longitud radicular. Para el análisis se utilizó un diseño de bloques completamente al azar, con arreglo factorial $2 \times 3 + 2$ con análisis grupal con tres repeticiones. Los mejores resultados analizando la severidad los manifestó *T. harzianum* con la dosis de 1 cc/l a los cinco días después del trasplante con un valor de 0% y a los 27 días alcanzo un valor de 40%.

PALABRAS CLAVES: control biológico, *Trichoderma*, *Fusarium oxysporum* y tomate riñón (*Lycopersicum esculentum*).

SUMMARY

This research was conducted in the province of Tungurahua, Píllaro canton, parish Matrix, barrio The Elevation, on the property of Mr. Luis Pullupaxi. The objective was to evaluate two *Trichoderma* strains for the biological control of *Fusarium oxysporum* on tomato cultivation kidney (*Lycopersicum esculentum*). To ensure the presence of the pathogen proceeded to identify in the field plants with symptoms of the disease and subsequent extraction, isolation and multiplication in the laboratory for further inoculation in pots with soil in order to not contaminate agricultural soils partner. Once the pathogen inoculated proceeded to incorporate the two *Trichoderma* strains in doses of 1 cc, 1.5 cc and 2 cc to determine strain and doses *Fusarium* development was controlled. The variables considered for analysis were the incidence of the attack or number of dead plants, plant height, stem diameter, number of flowers and root length. Analysis was used to design completely randomized block factorial arrangement $2 \times 3 + 2$ group analysis with three replications. The best results analyzing the severity of *T. harzianum* showed dose of 1 cc / l within five days after transplantation with a value of 0% at 27 days reached a value of 40%.

KEYWORDS: biocontrol, *Trichoderma*, *Fusarium oxysporum* and kidney tomato (*Lycopersicon esculentum*).

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El tomate (*Solanum lycopersicon* L.), como parte las hortalizas, es considerado el de mayor importancia en muchos países del mundo, ocupando el segundo lugar después del cultivo de la papa (Gonzalez, Arias y Peteira, 2012). Estados Unidos, Grecia, Canadá, Italia, México, Egipto, Turquía, España e India son los principales países productores, en los últimos cuarenta años la producción anual mundial ha crecido en un 9,5% (Ascencio, 2008). “En la actualidad, el tomate riñón es la hortaliza más cultivada en el mundo, por su contenido nutricional y su demanda en la dieta diaria” (Asociación de Agrónomos Indígenas del Cañar, 2003).

El Ecuador produce tomate en fresco para consumo nacional, así como para la agroindustria, también lo exporta e importa procesados de tomate y en algunas ocasiones pequeñas cantidades de tomate fresco (Alvarez, Bravo y Almendaris, 2014).

El marchitamiento del tomate causado por *Fusarium* es una enfermedad muy importante que afecta la raíz, siempre que estas plantas se cultiven con gran intensidad (Agrios, 1995). *Fusarium oxysporium f.sp. Lycopersici* es el responsable de la pérdida de hasta el 60% de los rendimientos y de la calidad del producto, esta enfermedad se ha reportado en al menos 32 países. La marchitez inicia penetrando y colonizando el sistema vascular en el tallo de las plantas (Gonzalez, Arias y Peteira, 2012). En las etapas de floración y fructificación los daños se presentan con mayor severidad cuando las plantas son sometidas a algún tipo de estrés, el primer síntoma que presenta es una clorosis foliar en un sector de la planta y a medida que la enfermedad progresa, ocasiona la marchitez y posteriormente la muerte sin producir fruta o a veces escasa (Báez, 2010).

La mayoría de las enfermedades de plantas generalmente se controlan con fungicidas químicos, los que se aplican al suelo, semillas, follaje y fruto. En el control biológico se utiliza organismos vivos, además de involucrar también microorganismos cuya actividad biológica disminuye el daño causado por los patógenos de las plantas (ECURED, 2015). La principal estrategia para el biocontrol ha sido la identificación de microorganismos del suelo que sean antagonistas efectivos y que su uso biológico sea seguro (Guigón, 2010). “Los antagonistas contribuyen a la atenuación de los daños que causan las enfermedades, en los agros ecosistemas donde existan condiciones para su desarrollo y conservación. Para lograr este objetivo los microorganismos beneficiosos presentan diferentes modos de acción que les permite ejercer su efecto bio regulador” (Infante, Martínez, González y Reyes, 2009).

En el 2010, Lara mencionó que el control biológico consiste en reducir la población de determinados organismos nocivos a través del uso de organismos vivos. Presentan efectos antagónicos con otros microorganismos un grupo de hongos y bacterias, esta acción es aprovechada como una forma de control biológico de patógenos vegetales. Actualmente, “existen hongos antagonistas importantes para el control biológico de los fitopatógenos, las especies del genero *Trichoderma* se destacan por ser las más utilizadas para el biocontrol de patógenos fúngicos del suelo” (Infante, Martínez, González y Reyes, 2009). Además, contribuye al crecimiento de profundidad de raíces de las planta y los cultivos se hacen más resistentes, su colonización ahorra un 40% de fertilizante nitrogenado, tienen un efecto favorable, inhibe la acción de otros hongos, puede degradar órganos clorados, cloro fenoles y otros insecticidas como: DDT, endosulfan, pentacloronitrobenzeno, aldrin; este hongo posee enzimas como: celulasa, hemicelulasa y xilanasa que degradan la materia vegetal (Chungata, 2014).

López (2007) citado por Lara (2010), indica que *Trichoderma* como agente de control biológico tiene diversas ventajas, ya que posee un crecimiento rápido y puede desarrollarse en varios sustratos; probablemente sea el hongo polifacético, más versátil y beneficioso presente en los suelos, es capaz de parasitar, controlar y destruir varios hongos, nematodos y otros fitopatógenos que destruyen y atacan muchos cultivos. Este hongo actúa por

competencia de nutrientes, produce metabolitos antifúngicos, enzimas hidrolíticas y microparasita.

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar cepas de *Trichoderma* como control biológico de *Fusarium oxysporum* en el cultivo de tomate riñón (*Lycopersicon esculentum*).

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA O MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes investigativos

Acurio (2010), en su investigación evaluó dos variedades de clavel *Dianthus caryophyllus*, combinadas con diferentes métodos de control: químico (dazomet), físico (solarización) y biológicos (*Trichoderma* y Biol Biogest). Los resultados mostraron una alta incidencia de la enfermedad y de todas las repeticiones solo una del tratamiento T2 (Biol Biogest + Vr. Domingo) y dos del tratamiento T8 (Biol Biogest + Solarización + Vr. Domingo) no presentaron la enfermedad, permitiendo demostrar la estrecha relación entre la mortalidad del clavel *Dianthus caryophyllus* y la *fusariosis*, con un coeficiente de correlación de 0,98. El tratamiento con menor severidad fue el T8 (Biol Biogest + Solarización + Vr. Domingo) con 1,90% y presentó la mayor cantidad de clavel Select cortado con un promedio de 80 tallos. En el análisis de beneficio – costo 195,05 y 151,60 respectivamente, con una amplia ventaja sobre los demás tratamientos (p. 7).

Suarez, et. al (2008) en su investigación, determinó el antagonismo *in vitro* de aislamientos de *Trichoderma harzianum rifai*, frente a *F. solani*, aislado de plantas enfermas en maracuyá (*Pasiflora edulis*). Utilizando la técnica de cultivo dual en platos Petri con Agar Sabouraud, se evaluaron competencia por nutrientes y espacio, micoparasitismo y porcentaje de inhibición del crecimiento radial (PICR). Obtuvo tres aislamientos nativos de *T. harzianum* (TCN – 009, TCN-010, TCN-014) y se compararon con tres aislamientos comerciales (TCC-001, TCC-005, TCC-006). TCC-001 y TCN-014, reportaron ser más competentes por nutrientes y espacio, con el mayor radio de crecimiento de 7,50 y 7,32 con el día 10, comparando a FSM-011 en el cual solo fue de 2,30 cm. TCN-014 mostró micoparasitismo grado 4 con ambos aislamientos de *F. solani* y TCC-005 únicamente

con FSM-012, el cual fue más susceptible a ser micoparasitado. El aislamiento del patógeno inhibido mayormente fue FSM-011. Todos estos resultados demuestran que hubo antagonismos in vitro al utilizar los aislamientos nativos y comerciales de *T. harzianum* sobre *F. solani*.

González, et al (2005) indica que en su investigación comparó la eficiencia de *Trichoderma spp.* contra *Fusarium oxysporum* aislados de suelos en donde se cultivaba papaya y que presentaba incidencia de agente causal de la pudrición de plántulas de papaya. Los tratamientos consistieron en diferentes dosificaciones de *Trichoderma sp.*, y una sola dosificación de *Fusarium oxysporum*. El T1 *Trichoderma sp.* 10^6 + *Fusarium oxysporum* 10^6 , T2 *Trichoderma sp.* 10^4 + *Fusarium oxysporum* 10^6 , T3 *Trichoderma sp.* 10^3 + *Fusarium oxysporum* 10^6 , T4 *Trichoderma sp.* 10^2 + *Fusarium oxysporum* 10^6 y el T5 Testigo (*Fusarium oxysporum* 10^6). Las variables de respuesta que se midieron fueron: altura de la planta a los 10, 20, 30 días después del trasplante, los resultados de comparar mediante la prueba de comparación de medias por el método de Tuckey para una probabilidad del 5% mostraron que no hubo significancia entre los tratamientos T2, T3, T4 y T5, ya que las plantas murieron a causa de la infección de *Fusarium oxysporum* y que en el T1 que consistió en *Trichoderma sp.* 10^6 + *Fusarium oxysporum* 10^6 hubo diferencias altamente significativas en comparación con los demás tratamientos ya que la planta continuó con su crecimiento.

Niño y Guerrero (2001), en su investigación sobre “efecto de *TRICHODERMA LIGNORUM* Y *SACCHAROMYCES CEREVISIAE* en el control del hongo *Botrytis Cinerea* causante del moho gris de la fresa y su rendimiento, en el municipio de Subachoque Cundinamarca” evaluaron el rendimiento de fresa sana y afectada por moho gris (*B. cinérea*) utilizaron tres tratamientos, el primero fue un manejo biológico que consiste en las aplicaciones semanales de mycobat (*Trichoderma lignorum*) en dosis de 20g/20 L + virobat (*Saccharomyces cerevisiae*) en dosis de 25cc/ 20 L; segundo un testigo, sin la aplicación de ningún producto y finalmente un manejo químico el cual se realizaron aplicaciones semanales de la mezcla de propital (Propiconazol) en dosis de 60cc/ 20L + score (Difenoconazol) en dosis de 20cc/L. además, se utilizó variedades como camarosa,

ventana, gaviota y albion para los subtratamientos. No encontraron diferencias estadísticas entre los tres tratamientos en la producción de fruto afectado por moho gris, indicando que se puede reemplazar el control químico del moho gris por el control biológico obteniendo ventajas como la disminución de la contaminación ambiental y una mayor calidad del fruto (p. 13).

Fernández, et al (2015), en su investigación titulada “elaboración de bioinsecticida a partir de los hongos *Beaveria bassiana* y *Trichoderma lignorum* para el control de la hormiga arriera (*Atta cephalotes*)” como objetivo tenían desarrollar una formulación biológica utilizando una mezcla de esporas de *B. bassiana* y *T. lignorum* (hongos filamentosos). Para ello, desarrollaron cinco formulaciones con relaciones de 1:1, 6:4, 4:6, 3:7, 2:8 de *Be. bassiana* y *T. lignorum*, respectivamente. Las formulaciones 6:4, 1:1, 2:8 infectaron a los individuos en su totalidad en 6 días, mientras que las formulaciones 4:6 y 3:7 a los 8 días. Observando diferencias estadísticas entre estos dos grupos y obteniendo como resultado que las formulaciones 6:4, 1:1, 2:8 *B. bassiana* y *T. lignorum* poseen mayor actividad infecciosa sobre la hormiga en el laboratorio. .

Fernández y Suarez (2009), en su trabajo de investigación determinó la capacidad antagónica de 6 aislamientos de *Trichoderma harzianum* sobre *Fusarium oxysporum*. Para ello valoraron 3 aislamientos comerciales (TCC-001, TCC-005, TCC-006) y 3 nativos (TCN- 009, TCN-010, TCN-014). Se evaluó competencia por nutrientes y espacio, micoparasitismo y porcentaje de inhibición del crecimiento radial, por 10 días a 28° C. Todos los tratamientos de *T. harzianum* superaron en crecimiento a *F. oxysporum* con radios de 7.42 cm en el cultivo dual, mientras que el patógeno mostro un radio de 1.99cm. No existió deferencias significativos al momento de comprar los aislamientos comerciales y nativos (p. 4743).

Stefanova, et al (1999), en su trabajo de investigación “actividad metabólica de cepas de *Trichoderma spp* para el control de hongos fitopatógenos del suelo” estudio la actividad metabólica de cuatro aislamientos de *Trichoderma spp*, para el control de *Phytophthora nicotianae*, *Phytophthora nicotianae*, *Phytophthoracapsi*, *Rhizoctonia solani* y *Pythium*

spp. Los aislamientos de *Trichoderma harzianum*, *T. viride*, sección *Trichoderma* y sección *Longibrachiatum* producen metabolitos con actividad antifúngica que reduce el crecimiento de *Phytophthora nicotianae* y *Rhizoctonia solani* en donde fueron cultivadas las cepas antagónicas. *Trichoderma viride* emana una lactona volátil que inhibe el crecimiento de *P. nicotianae*; los metabolitos causan vacuolación, granulación, coagulación, desintegración y lisis (p. 509).

2.2. Categorías fundamentales o marco conceptual

A) VARIABLE DEPENDIENTE: *Fusarium oxysporum*

Según Agrios (1995), *Fusarium oxysporum* habita en el suelo y debido a su capacidad saprofita sobrevive entre los cultivos en los restos de plantas infectadas, yacen en el suelo en forma de micelio, pero lo hacen con mayor frecuencia en forma de clamidiosporas en las regiones templadas frías. A cortas distancias se propaga a través del agua y equipo agrícola contaminado y a grandes distancias en los trasplantes infectados o en el suelo. Es frecuente que una vez que un área haya sido infectada por *Fusarium* se mantenga así por tiempo indefinido. Las especies de este género parasitan a un gran número de cultivos de importancia económica debido a los diversos mecanismos que el hongo posee para vencer las defensas de muchas plantas.

Tabla 1. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA *Fusarium oxysporum*

TABLA 1. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA	
Reino:	Fungi
Division:	Deuteromycota
Clase:	Sordariomycetes
Orden:	Hypocreales
Familia:	Tuberculariaceae
Genero:	Fusarium
Especie:	Oxysporum

Fuente: Pinto (2012)

Etiología y Epidemiología

Sánchez (2010), indica que *F. oxysporum* es un hongo Deuteromycete, el cual produce tres tipos de esporas asexuales: macroconidias, microconidias y clamidosporas. Las clamidosporas una vez germinadas penetran a las raíces de la planta por las heridas. Los síntomas como amarillamiento del follaje, necrosis vascular y muerte de la planta son ocasionados por la producción de toxinas, ácido fusárico, licomarasmina y vasinfuscarina por parte del patógeno.

Pinto (2012), señala que para un óptimo desarrollo el patógeno se necesita una temperatura entre 25 y 30 °C, con 5 °C como temperatura mínima y 37 °C como máxima; mientras que la temperatura adecuada para el crecimiento de *F. oxysporum* es de 27 °C, se desarrolla en temperaturas de 15 a 30 °C, el pH óptimo es 7.7.

Desarrollo de la enfermedad

Según Agrios (1995), cuando las plantas sanas se desarrollan en un suelo contaminado, los tubos germinales de las esporas o el micelio penetran directamente en las puntas de las raíces o entran en estas últimas a través de las heridas o a nivel de la zona donde se forman las raíces laterales. El micelio del hongo se propaga intercelularmente a través de la corteza de la raíz y cuando llega a los vasos xilemáticos, entra en ellos a través de la punteaduras. Una vez dentro de la planta, el micelio crece a través de la corteza de la raíz, cuando el micelio alcanza el xilema, que invade sus vasos a través de los poros; en este punto, el micelio permanece en los vasos, donde por lo general avanza hacia arriba, hacia la madre y la corona de la planta. Cuando el volumen de agua disponible para las hojas es inferior al mínimo requerido para su funcionamiento, los estomas se cierran, las hojas se marchitan y mueren, como consecuencia muere el resto de la planta. El hongo entonces invade en gran escala a los tejidos parenquimatosos de la planta, llega a la superficie de los tejidos muertos y ahí esporula profusamente.

Síntomas

Según Gonzales (2006), el primer síntoma que presenta *Fusarium oxysporum* es un amarillamiento en las hojas básales, posteriormente se marchitan y se secan, pero permanecen adheridas a la planta. Esta sintomatología va progresando hacia la parte superior de la planta y a veces sólo toma un sector de la misma. Al comienzo las plantas muestran marchites en las horas más calurosas del día recuperándose al final del mismo, pero finalmente se marchitan y mueren.

Lara (2010), menciona que las raíces laterales más pequeñas se pudren, mientras las raíces principales y la base del tallo presentan necrosis vascular. Cuando se corta el tallo se observa un anillo de color café en el área de los haces vasculares. Si la infección se da en plántula, éstas se marchitan y mueren poco tiempo después de haber manifestado los primeros síntomas.

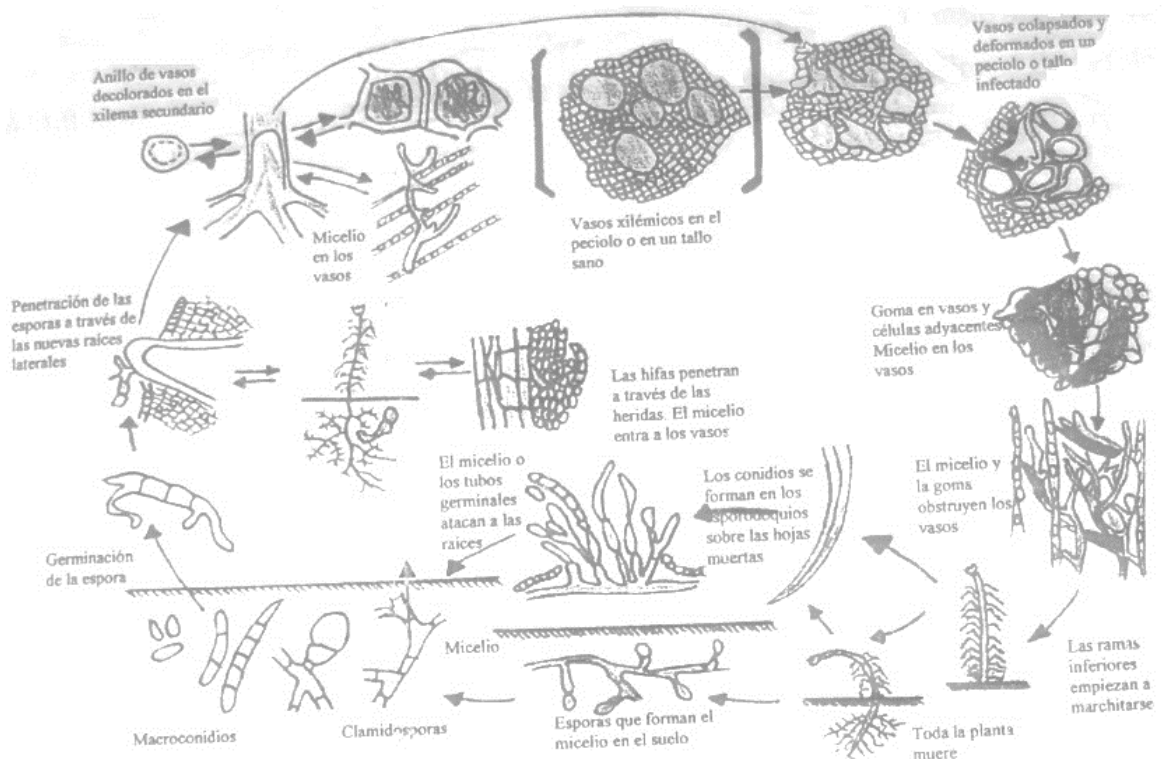


Figura 1.- Ciclo de vida de *Fusarium oxysporum*

Fuente: Agrios 1995

Medidas de control

Según Gonzalez (2006), no existe control químico para esta enfermedad, se debe utilizar variedades resistentes; existen variedades resistentes a las razas 1 y 2, y en menor cantidad para la raza 3, la resistencia se puede perder cuando se producen heridas por el laboreo o por presencia de nemátodos. Como medida de control se debe eliminar las plantas enfermas inmediatamente para reducir el inóculo, también se pueden realizar rotaciones de cultivos no huéspedes como: acelga y lechuga.

B) VARIABLE INDEPENDIENTE: *Trichoderma* (*Lignorum* y *Harzianum*)

Martínez, *et al* (2013), menciona que en 1974 se describió el género *Trichoderma* y en 1932 Weindling demostró su acción como micoparásito natural. Su utilización en experimentos de control biológico fue a partir de 1970 cuando aumentaron los estudios para su uso en cultivos ornamentales y hortalizas. Debido a la capacidad de producir diversos metabolitos y adaptarse a diversas condiciones ambientales y sustratos, *Trichoderma* tiene la posibilidad de ser utilizado en la industria biotecnológica.

Tabla 2 TAXONOMÍA DE *Trichoderma*

TABLA 2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA	
Reino:	Fungi
División:	Mycota
Subdivisión:	Eumycota
Clase:	Hyphocetes
Orden:	Moniliales
Familia:	Moniliaceae
Genero:	Thichoderma

Fuente: Villegas (2005)

Características

Trichoderma es un hongo anaeróbico facultativo, de crecimiento rápido, presente de manera natural en la mayoría de los suelos agrícolas y suelos no perturbados. No presenta un estatus sexual determinado por lo que pertenece a la subdivisión Deuteromicetes; existen más de 30 especies con efecto benéfico para la agricultura. Además actúa por medio de una combinación de competencia por nutrientes, producción de metabolitos antifúngicos y enzimas hidrolíticas y micoparasitismo (Lara, 2010).

Infante, *et al* (2009) indica que “la mayoría de las especies de *Trichoderma* presentan clamidiosporas, las cuales pueden ser intercalares y en ocasiones terminales. Las clamidiosporas toleran condiciones ambientales adversas, son estructuras de sobrevivencia y permiten que el hongo pueda perdurar a través del tiempo”.

Mecanismo de acción

Infante, *et al* (2009) menciona que entre los principales mecanismos se encuentra la competencia por nutrientes y espacio, micoparasitismo y la antibiosis.

- ✓ **Competencia:** constituye un mecanismo de antagonismo muy importante; en la competencia por espacio *Trichoderma* coloniza agresivamente los sustratos y sobrevive en condiciones adversas en forma de clamidiosporas. Posee una velocidad alta de crecimiento, abundante esporulación y puede crecer sobre una amplia gama de sustratos, lo que permite que sea muy eficiente como saprófito y como un agente de control biológico. Compite por nutrientes como nitrógeno, carbohidratos no estructurales y microelementos, este tipo de antagonismo es poco eficaz en sustratos. Además es un excelente competidor por espacio y nutrientes, aunque la competencia depende según la especie.

- ✓ **Micoparasitismo:** es una simbiosis antagónica entre organismos, las especies de *Trichoderma* crecen quimiotrópicamente hacia el hospedante, se adhieren a las hifas del mismo, se enrollan y las penetran en ocasiones, las paredes celulares del hospedante se degradan lo que conlleva al debilitamiento casi total del patógeno. *Trichoderma*

posee un elevado potencial parasítico, lo que le permite parasitar eficientemente las estructuras fúngicas del hongo. El microparasitismo concluye con la pérdida del contenido citoplasmático de la célula del hospedante (Infante, *et al*, 2009).

- ✓ **Antibiosis:** según Martínez, *et al* (2013), las cepas de *Trichoderma* producen metabolitos tóxicos los cuales inhiben el desarrollo de microorganismos sensibles a estos. Una especie de *Trichoderma* produce compuestos antifúngicos que degradan las hifas de *R. solani*, inhiben la germinación de esporas de *Botrytis cinérea*, posee efectos sobre los nematodos. Los antibióticos que produce *Trichoderma harzianum* son: trichodermina, suzukacilina, alameticina, dermadina, trichotecenos y trichorzianina.

Beneficios

Según Cano (2011), la inoculación con *Trichoderma* en plantas presenta efectos positivos como:

- ✓ Control biológico de enfermedades causadas por patógenos en la raíz y hojas
- ✓ Estimula el crecimiento vegetal
- ✓ Incrementa la formación de pelos radiculares
- ✓ Produce un mayor desarrollo de raíces
- ✓ Mejora la absorción de nutrientes
- ✓ Inducción de resistencia sistémica en las plantas

Trichoderma harzianum

En el estadio temprano de *Trichoderma harzianum*, el color del micelio es blanco y eventualmente desarrolla un color verde oscuro después de la esporulación. Las colonias de *T. harzianum*, crecen y maduran rápidamente a los 5 días de incubación en medios de cultivo agar de dextrosa y papa a 25 °C. Prefiere rangos de pH de 4.5 - 5 y se desarrolla en áreas con un excesivo contenido de humedad y un estancamiento de bióxido de carbono en la atmósfera (Romero, *et al*, 2009).

Trichoderma lignorum

Hongo anaerobio facultativo cosmopolita, es un habitante natural de suelos agrícolas y otros medios, especialmente aquéllos que contienen materia orgánica, desechos vegetales en descomposición o residuos de cultivos. Su desarrollo es favorecido en presencia de altas densidades de raíces, a las cuales coloniza para establecer relaciones simbióticas con varias especies de plantas (INEC, 2014).

C) UNIDAD DE ANÁLISIS: Cultivo de tomate riñón (*Lycopersicum esculentum*)

ORIGEN

Infoagro (2002), indica que el origen del género *Lycopersicum* 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 crecería como mala hierba entre los huertos.

Tabla 3. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL TOMATE RIÑÓN (*Lycopersicum esculentum*)

TABLA 3. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA	
Reino:	Vegetal
División:	Antófila
Clase:	Dicotiledonia
Subclase:	Metaclamidea
Orden:	Solanales
Familia:	Solanáceas
Género:	Lycopersicum
Especie:	Esculentum

Fuente: Hernández, (2015)

DESCRIPCIÓN

Según Valverde (1998) citado por Cornejo (2009) menciona que el tomate es una planta anual y puede ser semiperenne, se desarrolla de forma rastrera, semierecta o erecta

❖ Raíz

Hernández, (2015) indica que su sistema de raíces es fibroso y robusto, posee una raíz pivotante y puede llegar hasta 1.5 m de profundidad. La formación de raíces adventicias es muy frecuente en los nudos inferiores de las ramas principales

❖ Tallo

Según Cortez (2011) señala que los tallos son cilíndricos en plantas jóvenes y angulosos en plantas maduras; el tallo posee un diámetro típico de 2-4 cm; cubierto por pelos glandulares y no glandulares en la epidermis y alcanzan alturas de 0.40 a 2.0 m

❖ Hojas

Hernández, (2015) indica que las dos primeras hojas verdaderas son simples y luego aparecen las compuestas (sectadas), la lámina está dividida en dos a 12 pares de folíolos.

❖ Flores

Hernández, (2015) menciona que “sus flores son hermafroditas, se reúnen en inflorescencias o racimos llamados corimbos, cada racimo está formado por un número que varía de 6 a 15 según las diferentes variedades, las más precoces producen menos racimos y las de ciclo largo producen más”.

❖ Frutos

Cornejo (2009), indica que el fruto es una baya de diferente tamaño, forma consistencia y color. El color más común del fruto es rojo, pero los hay amarillos, naranjas y verdes, siendo el diámetro comercial aproximado a 10 cm.

❖ Semillas

Cornejo (2009) señala que las semillas son ovaladas, achatadas, casi redonda; constituida por el embrión, el endospermo y la testa o cubierta seminal cubierta por vellosidades.

REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

Según Infoagro (2007) señala que los requerimientos para el cultivo de tomate riñón son los siguientes:

- ✓ **Temperatura:** La temperatura adecuada oscila entre los 21-27 °C para su desarrollo, para su fecundación necesita temperaturas de 12 a 25 °C, en la floración y fructificación hay que destacar que el tomate es una planta sensible a los cambios climáticos.
- ✓ **Humedad del aire:** Son óptimos los valores entre 65 y 75 %.
- ✓ **Luminosidad:** Sus necesidades de horas sol oscilan entre las 8 y 16 horas; aunque requiere buena iluminación. La luz y la temperatura tienen una fuerte interrelación.
- ✓ **Suelos: prefiere** suelos sueltos de textura areno-arcillosa y ricos en materia orgánica. El pH de los suelos pueden oscilar de 5,8 a 7,5 para garantizar la máxima disponibilidad de nutrientes.
- ✓ **Agua:** Se estima que la planta de tomate necesita un litro de agua diario durante la etapa de producción.

LABORES PRECULTURALES

a) Preparación de suelo

Según Asociación de Agrónomos Indígenas del Cañar (AAIC) en el 2003 indica que se recomienda arar, cruzar y nivelar el suelo 15 días antes del trasplante, para dejarlo suelto, libre de terrones y así facilitar la realización de las camas para el cultivo.

b) Surcado

En el 2003 Según la Asociación de Agrónomos Indígenas del Cañar (AAIC) la distancia entre surcos es de 1,20m con una profundidad de 5 a 10 cm.

c) **Preparación de camas**

Según AAIC (2003) las camas deben tener 0,6 m de ancho por 0,15 m de altura; el ancho del camino debe ser de 0,60m. Es importante y necesario la preparación de las camas para utilizar la técnica del acolchado, el cual consiste en utilizar láminas de polietileno de color negro y gris de calibre 3, esta técnica presenta ventajas como: controla malas hierbas, reducir la evaporación del agua, proporcionar una barrera protectora que previene el contacto directo entre los frutos y el suelo evitando la pudrición de estos, aumenta la temperatura del suelo permitiendo a la planta una mayor absorción de nutrientes e incrementa la producción

d) **Trasplante**

Cornejo (2009) menciona que es recomendable trasplantar en un suelo húmedo que previamente ha sido regado.

Las plántulas deben tener una altura entre 10 a 12cm y de 6 a 8 hojas verdadera ya formadas.

e) **Distancia de siembra**

Según AAIC (2003) Las distancias más utilizadas entre hileras y plantas son las siguientes:

- ✓ Entre filas 1.20m de ancho y 0.35m entre plantas a doble eje
- ✓ Entre filas 1.20m de ancho y 0.30m entre plantas a doble eje
- ✓ Entre filas 1.20m de ancho y 0.15m entre plantas a un solo eje

LABORES CULTURALES

a) **Riego:** Montenegro (2012) indica que el requerimiento hídrico varía de acuerdo a la variedad, el tipo de suelo y del tamaño de la planta, los riegos deben realizarse después del trasplante, aplicando de medio a un litro de agua por planta, posteriormente debe aplicarse al inicio de la poda y en tutorado 2 litros por planta y desde cuándo va a

empezar a producir es aconsejable aplicar 4 litros de agua por planta, cada 5 u 8 días.

b) Fertilización.

Tabla 4 REQUERIMIENTO DE NITRÓGENO, FÓSFORO, POTASIO, AZUFRE Y MATERIA ORGÁNICA PARA TOMATE RIÑON BAJO INVERNADERO

TABLA 4. REQUERIMIENTO DE NITRÓGENO, FÓSFORO, POTASIO, AZUFRE Y MATERIA ORGÁNICA PARA TOMATE RIÑON BAJO INVERNADERO

Aanálisis del suelo	N (Kg/ha)	P2O5 (Kg/ha)	K2O (Kg/ha)	S (Kg/ha)	Materia oorgánica (Ton/ha)
BAJO	400-600	150-200	400-750	60-80	30
MEDIO	250-400	80-150	200-400	40-60	20
ALTO	100-250	40-80	60-200	0-40	10

Fuente: INIAP E.E Santa Catalina (2000)

c) Deshierba

Hernández, (2015) menciona que las malas hierbas disminuyen los rendimientos del cultivo y sirven como hospederos de plagas y enfermedades. La eliminación de las malezas se debe realizar superficialmente, tratando de no lastimar las raíces de la planta. Esto se realiza para mantener limpio y evitar la competencia del cultivo con las malezas por nutrientes y agua. Además se logra una mejor oxigenación de las raíces.

d) Podas

Según AAIC (2003) menciona que el sistema de poda debe permitir la mayor accesibilidad de operarios a esta parte terminal de la planta para las diversas etapas de cultivo y no dificultar el proceso.

❖ **Poda de Formación.**

Al mes se realiza la primera poda en uno o dos tallos. En la Poda a un tallo se eliminan todos los brotes axilares del tallo principal y solo se deja el crecimiento indefinido de la guía principal; luego se puede elegir estas opciones: Despuntar o dejar sin despuntar y luego bajar el eje principal, formando rollo en el suelo, mientras que la poda a dos tallos consiste en dejar crecer uno de los brotes axilares (a partir de la segunda o tercera hoja tras la primera inflorescencia; con ello se dispone de dos guías o tallos (Asociación de Agrónomos Indígenas del Cañar, 2003).

❖ **Poda de mantenimiento**

Cada semana se eliminan los brotes axilares que crecen en los tallos seleccionados, estos se deben eliminar antes que tengan de 2 a 3 cm para evitar la formación de nuevos tallos que disminuirán el tamaño de los frutos (Guevara y Estrella, 2008).

❖ **Poda de hojas**

Se eliminan las hojas viejas y amarillentas, su remoción permite obtener frutas con mayor rapidez y uniformidad en el color, además mejora la iluminación, aireación y en consecuencia la sanidad. A partir del cuarto mes, con la ayuda de una tijera o desgajándolas manualmente, se inicia la poda de las hojas bajas (Guevara y Estrella, 2008). Se debe entresacar hojas escalonadamente y nunca en gran cantidad; eliminar primero las hojas que tocan el suelo, luego hasta el primer racimo, dejándolo al descubierto cuando la fruta tenga determinado su tamaño, se deshoja conforme se cosecha y crece la planta (Guevara y Estrella, 2008).

❖ **Poda de flores y aclareo de frutos**

Normalmente las variedades de tomate presentan racimos con un número alto de flores (20), por lo que conviene podarlas dejando de 6 a 8 inflorescencias, esto permite tener una fruta de mejor tamaño y calidad. Además cuando crece un brote vegetativo a continuación del racimo floral, se lo elimina para permitir el desarrollo de los frutos (Guevara y Estrella, 2008).

❖ **Poda sanitaria**

Consiste en la eliminación del follaje afectado por alguna enfermedad o plaga, también es recomendable eliminar los brotes afectados por lepidópteros cuyas larvas afectan a los brotes terminales de las plantas (Guevara y Estrella, 2008).

e) Tutorado

Esta labor se la realiza cuando la planta alcanza una altura aproximada entre 25 y 30 cm, en donde inevitablemente se deben colocar tutores que sostengan los ejes cargadores de las plantas evitando de esta manera que los frutos estén en el suelo. Este sistema consiste permite que las plantas guiadas verticalmente, siendo recomendable la utilización de abrazaderas, alambre galvanizado numero 10 o 12 y piolas o cuerdas plásticas resistentes que permitan soportar los pesos de las plantas el momento de la producción a una altura de 2.50 m. Esta actividad permite que el manejo del cultivo se mas fácil y permita obtener productos de mejor calidad (Infoagro, 2007).

f) Cosecha

La cosecha del tomate riñón de invernadero se inicia según la variedad, entre los 80 y 90 días después del trasplante, cuando los frutos están en estado verde – pintón, la distribución de la cosecha se da en un 25% al primer mes, 50% segundo mes y 25% al tercer mes (proyecto SICA, 2008).

La recolección es una labor muy importante, dependiendo de la variedad la cosecha se realiza cada dos o tres días según la temperatura y la velocidad de maduración. Se puede recolectar manual o mecánicamente, en el Ecuador la cosecha manual es la más utilizada, en donde se requiere cestos y cajones para el transporte de la plantación hacia la sección de clasificación y empaque. Según el mercado y de acuerdo a las necesidades del cliente el tomate se puede cosechar de la siguiente manera: verde sazón, para mercados distantes, Pintón, para mercados locales y con madurez completa, para la industria (AAIC, 2003)

Tabla 5. VALOR NUTRICIONAL

TABLA 5. Valores nutricionales de una porción comestible de 100gr de tomates crudos y elaborados

NUTRIENTES	UNIDAD	CRUDO	ELABORADO
Agua	g	94,0	94,4
Calorías	g	17,0	21,0
Proteínas	g	0,7	0,8
Grasa	g	Trazas	Trazas
Hidratos de C	g	4,0	4,0
Calcio	mg	12,0	6,0
Fósforo	mg	24,0	19,0
Hierro	mg	0,4	0,5
Potasio	mg	222,0	217,0
Vitamina A	ug	820,0	900,0
Tiamina	ug	0,0	0,0
Niacina	mg	0,7	0,7
Ac. Ascórbico	mg	21,0	17

Elaborado por: Enríquez (2000)

Fuente: Hernández (2015)

2.2.1 VARIEDADES

Según DIARIO EL COMERCIO (2011) indica que a escala mundial hay 44 variedades para consumo del fruto fresco y 24 para la industria. En el Ecuador 10 tienen mayor acogida: Fortuna, Sheila, Charleston, Titán, Pietro, Fortaleza, Michaella, Cherry, Chonto y Dominique.

a) Tomate híbrido indeterminado Michaella

Según Donoso & Asociados (2007) citado por Cornejo (2009) menciona que Michaella es un híbrido de la nueva generación de Daniela y Dominique. Además presenta características importantes como:

- Crecimiento indeterminado muy productivo
- Mayor tolerancia a nematodos
- Su fruta es de color rojo y tiene vida prolongada y racimos uniformes.
- Su peso promedio de fruto es de 120-180 g

- La forma de su fruto es redondo/ achatado
- Su producción promedio es de 7-9 kg/planta
- Alta vida en el anaquel

b) Tomate híbrido indeterminado Dominique

Según Donoso & Asociados (2010) citado por Ramírez (2013) manifiesta que el fruto es redondo con un peso promedio de 220g y se puede cosechar a partir de los 75 -90 días luego del trasplante. Además cuenta con un alto número de frutos de primera clase y es resistente a *Verticilium*, *Fusarium* de razas 1 y 2 y nematodos.

PRINCIPALES ENFERMEDADES Y PLAGAS EN EL TOMATE

A) Enfermedades

1. Ceniza u oidio (*Leveillula taurica*)

Ataca al follaje provocando defoliación y asoleamiento de los frutos. Se manifiesta como manchas circulares de color blanco en el haz de la hoja (FAO, 2011).

2. Podredumbre gris (*Botrytis cinérea*)

Es una enfermedad foliar que ataca también a flores y frutos, se desarrolla en temperaturas de 18 a 24 °C. Los síntomas aparecen generalmente luego de un brusco descenso de temperatura o por la salpicadura de agua, además produce la pérdida de planta y frutos lo que conlleva a la disminución de la producción (FAO, 2011).

3. Podredumbre blanca (*Sclerotinia sclerotiorum*)

Produce una podredumbre blanda sin un mal olor, puede atacar desde el trasplante. La sintomatología se manifiesta en tallos bajos (5cm del nivel del suelo), el área afectada es de color castaño que en condiciones de humedad se presenta en un color blanco algodonoso y dentro del mismo aparecen los esclerosios (FAO, 2011).

4. Mildiu (*Phytophthora infestans*)

Enfermedad común del follaje, se manifiesta a través de manchas huecas con centros secos y pardos. Las condiciones para su infección son de 20⁰C y humedad relativa de 75% (FAO, 2011).

5. Fusarium (*Fusarium oxysporum*)

Los síntomas como amarillamiento del follaje, necrosis vascular y muerte de la planta son ocasionados por la producción de toxinas, ácido fusárico, licomarasmina y vasinfuscarina por parte del patógeno. Se desarrollan en temperaturas de 15 y 30 ⁰C (FAO, 2011).

6. Mancha bacteriana (*Xanthomonas axonopodis*)

Se manifiesta en tallos, hojas, pedúnculos y sépalos florales a través de manchas acuosas de coloración parda oscura, en los frutos las manchas son superficiales. Las condiciones para su infección son temperaturas de 18 a 24⁰C, humedad mayor a 80% y exceso de fertilización nitrogenada (FAO, 2011).

B) Plagas

7. Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*)

Pertenece al orden Hemíptera y a la familia Aleyrodidae. Los estados de ninfa y adulto se alimentan de la savia afectando una gran variedad de plantas cultivadas y malezas. El insecto debilita a la planta pues succiona los jugos celulares debido a que tiene el hábito alimenticio chupador, usualmente permanecen en la parte inferior o en vez de las hojas superiores, ahí colocan sus huevos y se alimentan de savia. Su ciclo de vida es de 28 a 30 días (FAO, 2011).

8. Minador de la hoja (*Liriomyza huidobrensis*)

Pertenece al orden Díptero y a la familia Agromyzidae. Su estado larval es el responsable de crear galerías en las nervaduras basales del limbo del foliolo. Su ciclo dura aproximadamente de 22 días a 20 ⁰C, su fecundidad es de 130 huevos por hembra (FAO, 2011).

CAPÍTULO III

HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

3.1 Hipótesis

La utilización de *Trichoderma* (*Lignorum* y *Harzianum*) reducirá el ataque de *Fusarium oxysporum* en el cultivo de tomate riñón (*Lycopersicum esculentum*).

3.2 Variables de la hipótesis

Variable dependiente: *Fusarium oxysporum*

Variable independiente: Especies de *Trichoderma* (*Lignorum* y *Harzianum*)

3.3 Objetivos

3.3.1 Objetivo general

Evaluar cepas de *Trichodermas* como control biológico de *Fusarium oxysporum* en el cultivo de tomate riñón (*Lycopersicum esculentum*).

3.3.2 Objetivos específicos

- Determinar la mejor dosis de *Trichoderma* para el control de *Fusarium* en el cultivo de tomate riñón.
- Evaluar cuál de las 2 cepas de *Trichoderma* es más eficiente para el control de *Fusarium oxysporum*

CAPÍTULO IV

MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ubicación del ensayo

El presente trabajo de investigación se realizó en la provincia de Tungurahua, cantón Píllaro, parroquia La Matriz, barrio La Elevación, en la propiedad del sr: Luis Pullupaxi. Sus coordenadas geográficas son 01° 10'00'' de latitud sur y 78° 37'00'' de longitud oeste, a la latitud de 2716 msnm.

4.2. Características del lugar

4.2.1 Clima

Según los datos registrados en la estación meteorológica localizada en el colegio “Jorge Álvarez” el Cantón Píllaro posee:

Temperatura media anual: 13.46 °C.

Temperatura máxima anual: 19.12°C.

Temperatura mínima anual: 7.86 °C.

Precipitación media anual: 1468 mm

Humedad relativa 86.6%

Velocidad del viento 2.6m/s.

4.2.2 Suelo

El suelo de la zona pertenece a la clase de los Mollisoles ya que poseen las siguientes características: no presentan lixiviación excesiva, son oscuros con buena descomposición de materia orgánica, son suelos productivos debido a su alta fertilidad.

4.3 Equipos y materiales

4.3.1. Equipos

- Incubadora
- Cámara de flujo laminar
- Cocineta
- Microscopio
- Balanza analítica
- Bomba de mano
- Autoclave
- Agitador magnético

4.3.2. Materiales

- Pala
- Azadón
- Espátula
- Compost
- Suelo
- Plástico
- Fundas plásticas
- Pala jardinera
- Invernadero
- Plástico para acolchado
- Rastrillo
- Flexómetro
- Plántulas de tomate hortícola
- Sistema de riego
- Medio de cultivo “PDA”
- Cajas Petri
- Azas para siembra de microorganismos

- Libreta de campo
- Cubre y porta objetos
- Aguja de disección
- 5 litros de fusarium
- Pipeta de 10ml y 2ml
- Guantes quirúrgicos
- Vasos de precipitación
- *Trichoderma (harzianum y lignorium)*
- Producto químico “Topsin”
- Recipiente de 1000ml
- Regadera
- Pie de rey
- Lápiz
- Regla
- Balde
- Raíces infectadas
- Matraz aforado
- Varilla de agitación
- Lámpara de alcohol
- Olla
- Cuchillo
- Cernidero
- Agua destilada

4.4. Factores en estudio

Mediante la presente investigación los factores en estudio fueron:

a) Cepas de Trichoderma

Lignorum E1

Harzianum E2

b) Dosis de aplicación

D1= 1cc

D2= 1.5cc

D3= 2cc

4.5. Tratamientos

El tratamiento a utilizar será el uso de 2 especies de *Trichodermas* para el control de *Fusarium* en el cultivo de tomate.

Tabla 6 TRATAMIENTOS

N°	TRATAMIENTOS	DESCRIPCIÓN	
G1	1	E1D1	<i>Trichoderma Lignorum</i> + 1cc
	2	E1D2	<i>Trichoderma Lignorum</i> + 1.5cc
	3	E1D3	<i>Trichoderma Lignorum</i> + 2cc
G2	4	E2D1	<i>Trichoderma Harzianum</i> + 1 cc
	5	E2D2	<i>Trichoderma Harzianum</i> + 1.5 cc
	6	E2D3	<i>Trichoderma Harzianum</i> + 2cc
7	T1	Control químico	
8	T2	Sin control	

4.6. Diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar DBCA en arreglo factorial (2x3)+2 con un análisis grupal con 3 repeticiones.

4.7. Variables respuesta

Número de plantas muertas

Se registró el porcentaje de severidad de 5 plantas tomadas al azar de cada parcela a los 5, 27 y 55 días.

Grosor de los tallos

Con la ayuda del pie de rey se midió en 5 plantas tomadas al azar el grosor de los tallos de la parcela a los 5, 27 y 55 días después del trasplante.

Número de flores

Se contabilizó las flores de los 2 primeros racimos de 5 plantas tomadas al azar de cada parcela a los 5, 27 y 55 días después del trasplante.

Altura de las plantas

Se utilizó una regla graduada para determinar esta variable en 5 plantas tomadas al azar de la parcela a los 5, 27 y 55 días después del trasplante.

Longitud radicular

Mediante el uso de una regla graduada se determinó esta variable en 5 plantas tomadas al azar de la parcela, a los 61 días después del trasplante.

4.8. Procesamiento de la información

Con los datos obtenidos en campo se procedió a realizar los Análisis Estadísticos; elaborando Análisis de Variancia (ADEVA), se realizó la Prueba de significación de Tukey al 5 %, utilizando el programa estadístico INFOSTAT versión 2016.

4.9. Metodología

a) Análisis biológico del suelo

- ✓ Se realizó la toma de muestras en forma de zig-zag, cada 15 o 30 pasos, se tomó una sub muestra limpiando la superficie del terreno y eliminando las malezas presentes en el lugar.
- ✓ Con la ayuda de una pala se tomó las sub muestras a 30 cm de profundidad y se las depositó en un balde, luego se colocó todas las sub muestras en el balde y se mezcló produciendo una sola muestra homogénea del suelo para enviar en una funda 500 g para su análisis.

Con los resultados del análisis de suelo pudimos observar que no existía la presencia de *Fusarium oxysporum* en la muestra analizada, por lo cual se procedió a realizar la inoculación del fusarium en la planta con el fin de asegurar la presencia del patógeno.

b) Manejo del hongo en el laboratorio

- ✓ Se recolectó las muestras de tejido infectado (raíces) en el campo, las mismas que presenten síntomas de amarillamiento por Fusarium. Se las llevó al laboratorio y se las colocó en una cámara húmeda para el desarrollo del hongo y así realizar su identificación.
- ✓ Una vez identificado el hongo, se procede a la obtención de este en el medio de cultivo PDA: papa, dextrosa y agar. Y posteriormente a su aislamiento

Preparación del medio PDA

- ✓ Se pesó los ingredientes y se colocó en un recipiente grande, que puede ser un vaso de precipitación, y se les agregó el agua; esta solución se envasó en un erlenmeyer (1000 ml). El frasco con el medio de cultivo PDA se esterilizó en autoclave a una temperatura de 121 °C por 20 minutos.

- ✓ El medio esterilizado se deja enfriar hasta que pueda manipularse y se vierte luego en cajas petri, a razón de 20 ml por caja.

Aislamientos de *F. oxysporum* en el medio de cultivo PDA

Materiales: Cámara de flujo laminar, tijeras, cajas Petri, agua destilada estéril, toallas de papel, mechero, marcador, incubadora, medio de cultivo PDA, pinzas y muestra vegetal con síntomas.

Pasos del proceso

- Con una aza estéril se tomó los conidios y procedió a sembrar en la caja petri que contenía el medio de cultivo PDA, se realizó el mismo procedimiento con las demás cajas (para multiplicar las muestras).
- Luego incubar las cajas a 24 °C durante 7 días, tiempo en que el hongo produjo masas de conidios y micelio.
- Para la preparación de Fusarium se utilizó caldo Dextrosa Agar enriquecido con peptona y sacarosa al 2%.
- La cuantificación se realizó en la cámara de Newbauer al microscopio.

c) Preparación del sustrato

- ✓ Para la preparación del sustrato se utilizó 6 lb de tierra + 2 lb de compost por cada funda, utilizando un total de 720lb de tierra + 240 lb de compost, las cuales se desinfectó por el método de la solarización y se mezcló uniformemente.
- ✓ Una vez realizada la preparación del sustrato se procedió a llenar 8lb de este en cada funda.

d) Preparación del terreno

Se realizó la limpieza del terreno eliminando las malas hierbas, luego se realizó la elaboración de camas y caminos

e) Colocación de las fundas

En la parcela la distancia a la cual se colocaron las fundas fue entre filas 1.20m de ancho y 0.30 m entre plantas para un solo eje.

f) Inoculación de fusarium en las macetas

A los 6 días antes del trasplante se inoculo el hongo, 20.83 ml de la solución de fusarium por maceta en fracciones iguales dando un total de 5 litros de fusarium en todo el ensayo, siendo preferible realizar esta actividad en la tarde cuando no haya sol.

Se aplicó en toda la maceta con el suelo húmedo; la aplicación fue primero Fusarium y luego Trichoderma. Se tuvo precaución para los dos microorganismos que no deben estar expuestas al sol porque son fotosensibles, por lo que su aplicación se realizó en horas de la tarde, con una regadera y bomba de fumigar.

g) Trasplante

Se trasplantó una planta por maceta en el suelo húmedo previamente regado. Las plántulas tenían una altura de 6 y 7.5 cm y de 2 a 4 hojas verdadera ya formadas.

h) Aplicación del Trichoderma

A los 2 días antes del trasplante se realizó la primera aplicación del *Trichoderma* en las fundas que contienen el sustrato preparado; la segunda aplicación se realizara 8 días después del trasplante; a los 16 días después del trasplante la tercera aplicación y finalmente a los 24 días luego del trasplante la última aplicación.

Se comenzara a realizar un registro de toma de datos a los 5 días después de haber realizado primera aplicación de *Trichoderma* hasta la floración del primer racimo del tomate riñón.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 NÚMERO DE PLANTAS MUERTAS

5.1.1 Número de plantas muertas a los 5 días

Con los datos de campo de la tabla 7 respecto al análisis de varianza para la variable incidencia a los 5 días obtuvimos diferencias altamente significativas para tratamientos, especies, mientras que no significativas para las variables repeticiones y dosis. El coeficiente de variación fue de 8,93% y una media de 1,12.

Tabla 7 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE INCIDENCIA A LOS 5 DÍAS

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados Medios	Valor de F
Total	0,44	23		
Repeticiones	0,02	2	0,01	1 ns
Tratamientos	0,30	7	0,04	4 **
Especies	0,11	1	0,11	11 **
Dosis		2		0 ns
Especies x dosis	0,01	2	0,01	1 ns
Error	0,13	14	0,01	

Media= 1,12

Coefficiente de variación= 8,93%

ns = no significativo

* = significativo

**= altamente significativo

Efectuada la Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en el variable porcentaje de incidencia a los 5 días se determinó que el testigo 2 presenta una alta incidencia con una media de 0,8%, mientras que el tratamiento E2D1 una media de 0%.

Tabla 8 PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE INCIDENCIA A LOS 5 DÍAS.

Tratamientos		Medias (%)	Rango
No	Simbolo		
4	E2D1	0	A
5	E2D2	0	A
7	T1	0,07	A
6	E2D3	0,13	A
3	E1D3	0,33	A B
1	E1D1	0,4	A B
2	E1D2	0,47	A B
8	T2	0,8	B

5.1.2 Número de plantas muertas a los 27 días

Los análisis estadísticos en la tabla 9 indica el análisis de varianza para la variable incidencia a los 27 días, donde presenta diferencias altamente significativas para tratamientos y especies. El coeficiente de variación fue de 5,98 % y una media de 1,27.

Tabla 9 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE INCIDENCIA A LOS 27 DÍAS.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados Medios	Valor de F
Total	0,32	23		
Repeticiones	0,01	2	0,01	1,10 ns
Tratamientos	0,23	7	0,03	5,63 *
Especies	0,08	1	0,08	10,28 *
Dosis	0,01	2		0,63 ns
Especies x dosis	0,04	2	0,02	2,74 ns
Error	0,08	14	0,01	

Media= 1, 27

Coeficiente de variación= 5, 98%

ns = no significativo

* = significativo

**= altamente significativo

Tabla 10 PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN EL VARIABLE PORCENTAJE DE INCIDENCIA A LOS 27 DÍAS.

Tratamientos		Medias	Rango
No	Símbolo	(%)	
8	E2D2	0,27	A
1	T1	0,33	A B
2	E2D1	0,4	A B
6	E1D3	0,67	A B C
3	E2D3	0,67	A B C
4	E1D2	0,8	A B C
7	E1D1	0,87	B C
5	T2	1	C

En la Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable porcentaje de incidencia a los 27 días, se ubica en primer lugar el testigo 2 con alta incidencia con una media de 1 y en último lugar el tratamiento A2B2 con una media de 0,27.

5.1.3 Número de plantas muertas a los 55 días

Tabla 11 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE INCIDENCIA A LOS 55 DÍAS.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados Medios	Valor de F
Total	0,14	23		
Repeticiones	1,5E-03	2	7,3E-04	0,09 ns
Tratamientos	0,03	7	4,0E-03	0,51 ns
Especies	0,01	1	0,01	1,25 ns
Dosis	0,01	2	3,2E-03	0,50 ns
Especies x dosis	4,8E-03	2	2,4E-03	0,38 ns
Error	0,76	14	0,01	

Media= 1,38

Coefficiente de variación= 6,48 %

ns = no significativo

Mediante los análisis estadísticos de la tabla 11 del análisis de varianza para la variable incidencia a los 55 días, no presenta diferencias significativas para ninguno de las variables. El coeficiente de variación fue de 6,48 % y una media de 1,38.

5.2 DIÁMETRO DE LOS TALLOS

5.2.1 Diámetro de los tallos a los 5 días

Mediante los análisis estadísticos de la tabla 13 del análisis de varianza para la variable diámetro de los tallos a los 5 días, no presenta diferencias significativas para ninguna de las variables. El coeficiente de variación fue de 2,90 % y una media de 1,23.

Tabla 12. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE DIÁMETRO DE LOS TALLOS A LOS 5 DÍAS.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados Medios	Valor de F
Total	0,06	23		
Repeticiones	0,04	2	0,16	16,29 **
Tratamientos	0,01	7	0,01	0,65 ns
Especies	4,5E-04	1	4,5E-04	0,11 ns
Dosis	1,1E-03	2	5,4E-04	0,14 ns
Especies x dosis	3,7E-03	2	1,9E-04	0,47 ns
Error	0,02	14	0,01	

Media= 1,23

Coeficiente de variación= 2,90 %

ns = no significativo

**= altamente significativo

5.2.2 Diámetro de los tallos a los 27 días

Efectuado los análisis estadísticos en la tabla 13, el análisis de varianza para la variable diámetro de los tallos a los 27 días, no presenta diferencias significativas para ninguna de las variables. El coeficiente de variación fue de 4,77 % y una media de 1,18.

Tabla 13 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE DIÁMETRO DE LOS TALLOS A LOS 27 DÍAS.

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Valor de F
Total	0,11	23		
Repeticiones	0,02	2	0,01	3,30 ns
Tratamientos	0,04	7	0,01	1,97 ns
Especies	0,01	1	0,01	1,33 ns
Dosis	2,2E-03	2	1,1E-03	0,21 ns
Especies x Dosis	0,01	2	3,8E-03	0,74 ns
Error	0,04	14	3,1E-03	

Media= 1, 18

Coefficiente de variación= 4, 77 %

ns = no significativo

5.2.3 Diámetro de los tallos a los 55 días

Mediante los análisis estadísticos en la tabla 14, el análisis de varianza para la variable diámetro de los tallos a los 55 días, presenta diferencias altamente significativas para tratamientos y especies, mientras que diferencias significativas para dosis. El coeficiente de variación fue de 3,11 % y una media de 1,11.

Tabla 14 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE DIÁMETRO DE LOS TALLOS A LOS 55 DÍAS.

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Valor de F
Total	0,08	23		
Repeticiones	3,6E-03	2	1,8E-03	1,5 ns
Tratamientos	0,06	7	0,01	7,5 **
Especies	0,02	1	0,02	12,29 **
Dosis	0,01	2	0,01	3,51 *
Especies x dosis	0,01	2	0,01	3,88 ns
Error	0,02	14	1,2E-03	

Media= 1, 11

Coefficiente de variación = 3,11 %

ns = no significativo

*= significativo

** = altamente significativo

Tabla 15 PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE DIÁMETRO DE LOS TALLOS A LOS 55 DÍAS.

Tratamientos		Medias	Rango
No	Simbolo		
4	E2D1	0,51	A
5	E2D2	0,28	A B
6	E2D3	0,23	A B
7	T1	0,23	A B
3	E1D3	0,19	B
1	E1D1	0,18	B
2	E1D2	0,17	B
8	T2	0,07	B

Con la Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable diámetro de los tallos a los 55 días, se determinaron dos rangos de significación. El mayor promedio fue para el tratamiento A2B1 con una media de 0,51; mientras que el menor promedio fue para el tratamiento T2 con una media de 0, 7.

5.3 NÚMERO DE FLORES

5.3.1 Número de flores 27 días

En los análisis estadísticos de la tabla 16, el análisis de varianza para la variable número de flores a los 27 días, presenta diferencias altamente significativas para tratamientos, especies y dosis. El coeficiente de variación fue de 3,95 % y una media de 1, 05.

Tabla 16 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE NÚMERO DE FLORES A LOS 27 DÍAS.

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Valor de F
Total	0,42	23		
Repeticiones	3,4E-03	2	1,7E-03	1 ns
Tratamientos	0,39	7	0,06	32 **
Especies	0,07	1	0,07	32,66 **
Dosis	0,15	2	0,07	32,66**
Especies x Dosis	0,15	2	0,07	32,66 **
Error	0,02	14	1,7E-03	

Media= 1, 05

Coeficiente de variación = 3,95 %

ns = no significativo

*= significativo

** = altamente significativo

Con la Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable número de flores a los 27 días, se determinaron dos rangos de significación. El mayor promedio fue para el tratamiento A2B1 con una media de 0,93; el resto de tratamientos presento una media de 0.

Tabla 17 PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE NÚMERO DE FLORES A LOS 27 DÍAS.

Tratamientos		Medias	Rango
No	Símbolo	(cm)	
4	E2D1		
2	E1D2	0	B
3	E1D3	0	B
1	E1D1	0	B
6	E2D2	0	B
5	E2D3	0	B
7	T1	0	B
8	T2	0	B

5.3.3 Número de flores 55 días

Tabla 18 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE NÚMERO DE FLORES A LOS 55 DÍAS.

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Valor de F
Total	1,34	23		
Repeticiones	0,002	2	1,1E-03	0,73 ns
Tratamientos	1,32	7	0,19	122,65**
Especies	0,29	1	0,29	936,89**
Dosis	0,23	2	0,12	378,89 **
Especies x Dosis	0,23	2	0,12	378,89 **
Error	0,02	14	1,5E-03	

Media= 1, 16

Coefficiente de variación = 3,37 %

ns = no significativo

** = altamente significativo

En los análisis estadísticos de la tabla 18, el análisis de varianza para la variable número de flores a los 55 días, presenta diferencias altamente significativas para tratamientos, especies y dosis. El coeficiente de variación fue de 3,37 % y una media de 1,16.

Tabla 19 PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE NÚMERO DE FLORES A LOS 55 DÍAS.

Tratamientos		Medias	Rangos
No	Símbolo		
7	T1	1,43	A
4	E2D1	1,4	A
5	E2D2	0,47	B
1	E1D1	0	C
2	E1D2	0	C
6	E2D3	0	C
3	E1D3	0	C
8	T2	0	C

Aplicando la Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable número de flores a los 55 días, se determinó tres rangos de significación. El primer rango de significación fue para el tratamiento T1 con una media de 1,43; mientras que, el tratamiento que presentó el menor porcentaje fue T2 con una media de 0.

5.4 ALTURA DE LAS PLANTAS

5.4.1 Altura de las plantas a los 5 días

Con los datos obtenidos en campo sobre la variable altura de las plantas a los 5 días, se determinó los análisis estadísticos presentados en la tabla 20, estableciendo diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos, por otra parte especies y dosis presentaron diferencias no significativas para especies y dosis. El coeficiente de variación obtenido fue de 6,15 % y una media de 2,76.

Tabla 20. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE ALTURA DE LAS PLANTAS 5 DÍAS.

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Valor de F
Total	2,09	23		
Repeticiones	0,29	2	0,15	5,05 *
Tratamientos	1,39	7	0,20	6,91 **
Especies	0,10	1	0,10	2,43 ns
Dosis	0,05	2	0,03	0,63 ns
Especies x dosis	0,10	2	0,05	1,26 ns
Error	0,40	14	0,03	

Media= 2,76

Coefficiente de variación = 6,15 %

ns = no significativo

** = altamente significativo

Tabla 21 PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE ALTURA DE LAS PLANTAS 5 DÍAS.

Tratamientos		Medias (cm)	Rango
No	Símbolo		
4	E2D1	8,21	A
5	E2D2	7,77	A
7	T1	7,29	A B
2	E1D2	6,87	A B
3	E1D3	6,75	A B C
6	E2D3	6,52	A B C
1	E1D1	6,31	A B C D
8	T2	3,82	D

Mediante la Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable altura de las plantas a los 5 días, se determinó cuatro rangos de significación. El primer rango de significación

fue para el tratamiento A2B1 con una media de 8,21; mientras que, el último lugar fue para el tratamiento T2 con una media de 3,82.

5.4.2 Altura de las plantas a los 27 días

En los análisis estadísticos de la tabla 22, el análisis de varianza para la variable altura de las plantas a los 27 días, presenta diferencias altamente significativas para tratamientos, mientras que diferencias significativas para especies. El coeficiente de variación fue de 13,34 % y una media de 2,09.

Tabla 22 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE ALTURA DE LAS PLANTAS 27 DÍAS.

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Valor de F
Total	7,75	23		
Repeticiones	0,64	2	0,02	0,29 ns
Tratamientos	6,62	7	0,95	12,22 **
Especies	0,26	1	0,26	3,13 *
Dosis	0,24	2	0,12	1,42 ns
Especies x dosis	1,94	2	0,97	11,50 **
Error	1,08	14	0,08	

Media= 2, 09

Coeficiente de variación = 13,34 %

ns = no significativo

*= significativo

** = altamente significativo

Realizada la Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable altura de las plantas a los 27 días, se determinó cuatro rangos de significación. El primer rango de significación fue para el tratamiento A2B1 con una media de 7,53; mientras que, el último lugar fue para el tratamiento T2 con una media de 0.

Tabla 23 PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE ALTURA DE LAS PLANTAS 27 DÍAS.

Tratamientos		Medias	Tukey
No	Símbolo		
4	E2D1	7,53	A
7	T1	4,98	A B
3	E1D3	4,83	A B
5	E2D2	3,81	B C
2	E1D2	3,15	B C D
6	E2D3	2,72	B C D
1	E1D1	2,41	B C D
8	T2	0	D

5.4.3 Altura de las plantas a los 55 días

Tabla 24 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE ALTURA DE LAS PLANTAS 55 DÍAS.

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Valor de F
Total	0,32	23		
Repeticiones	0,01	2	0,01	1,10 ns
Tratamientos	0,23	7	0,03	5,63 **
Especies	0,08	1	0,08	10,28**
Dosis	0,01	2	4,6E-03	0,63**
Especies x dosis	0,04	2	0,02	2,74**
Error	0,08	14	0,01	

Media= 1,27

Coficiente de variación = 5,98 %

ns = no significativo

** = altamente significativo

En los análisis estadísticos de la tabla 24, el análisis de varianza para la variable número de flores a los 55 días, presenta diferencias altamente significativas para tratamientos, especies y dosis. El coeficiente de variación fue de 5,98 % y una media de 1,27.

Tabla 25 PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE ALTURA DE LAS PLANTAS 55 DÍAS.

Tratamientos		Medias	Rango
No	Simbolo	(cm)	
7	T1	7,52	A
4	E2D1	6,81	A
5	E2D2	2,2	B
1	E1D1	0,77	B C
6	E2D3	0,74	B C
3	E1D3	0,73	B C
2	E1D2	0,4	B C
8	T2	0	C

Realizada la Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable altura de las plantas a los 55 días, se obtuvo tres rangos de significación. El primer rango de significación fue para el tratamiento T1 con una media de 7,52; mientras que, el último lugar fue para el tratamiento T2 con una media de 0.

5.6 LONGITUD RADICULAR

5.6.1 Longitud radicular a los 61 días

Mediante los datos de campo, la tabla 31 con respecto al análisis de varianza para la variable longitud radicular, a los 61 días obtuvimos diferencias altamente significativas para tratamientos y especies. El coeficiente de variación fue de 14,71% y una media de 2,64.

Tabla 26 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE LONGITUD RADICULAR A LOS 61 DÍAS.

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Valor de F
Total	6,69	23		
Repeticiones	0,07	2	0,03	0,22 ns
Tratamientos	4,51	7	0,64	4,27 **
Especies	1,66	1	1,66	12,91**
Dosis	0,67	2	0,33	2,61 ns
Especies x dosis	1,22	2	0,61	4,74 *
Error	70,45	14	0,15	

Media= 2,64

Coefficiente de variación = 14,71 %

ns = no significativo

*= significativo

** = altamente significativo

Tabla 27. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE LONGITUD RADICULAR A LOS 61 DÍAS.

No	Tratamientos	Media (cm)	Rango
	Símbolo		
4	E2D1	11,97	A
7	T1	8,47	A B
5	E2D2	6,14	A B
6	E2D3	5,71	A B
3	E1D3	4,91	B
2	E1D2	4,65	B
1	E1D1	4,15	B
8	T2	4,02	B

Mediante la Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable longitud radicular a los 61 días, se determinó dos rangos de significación. El primer rango de significación fue para el tratamiento A2B1 con una media de 11,97; mientras que, el último lugar fue para el tratamiento T2 con una media de 4,02.

5.7 VERIFICACION DE LA HIPOTESIS

De acuerdo a la investigación la hipótesis fue positiva porque la utilización de *Trichoderma* (*Lignorum* y *Harzianum*) ayudó a reducir la población de *Fusarium oxysporum* en el cultivo de tomate riñón (*Lycopersicum esculentum*).

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS

6.1 CONCLUSIONES

Al concluir la investigación “Evaluación de *Trichoderma* para el control de *Fusarium oxysporum* en el cultivo de tomate riñón (*Lycopersicon esculentum*)” se efectuaron las siguientes conclusiones:

Luego de la evaluación de las cepas de *Trichoderma Lignorum* y *T. Harzianum* como control biológico de *Fusarium oxysporum* en el cultivo de tomate riñón (*Lycopersicon esculentum*) se concluye que *T. Harzianum* presentó los mejores resultados comparados con *T. Lignorum* en las variables: porcentaje de incidencia, diámetro del tallo, número de flores, altura de la planta y longitud del tallo.

La mejor dosis de *T. Harzianum* para el control de *Fusarium* en el cultivo fue D1 (dosis 1 cc) mientras que para *T. Lignorum* la mejor dosis observada fue D2 (dosis 1.5 cc), según los resultados obtenidos en campo luego de evaluar el porcentaje de incidencia. Además la influencia de la temperatura fue de gran importancia en estos resultados, ya que hubo variaciones de temperatura en ciertos lugares del ensayo, que afectaron al crecimiento y desarrollo del hongo antagonista.

Con los resultados obtenidos podemos concluir que entre las dos cepas de *Trichoderma*, *Harzianum* fue más eficiente en el control de *Fusarium oxysporum*; ya que al analizar la variable porcentaje de severidad, en las parcelas donde se aplicó *T. Harzianum* en dosis de 1cc a los cinco días luego del trasplante se pudo constatar 0% de la enfermedad y 40% a los 27 días. Mientras en las parcelas donde se aplicó *T. Lignorum* en dosis de 1,5 cc a los cinco días luego del trasplante se obtuvo un porcentaje de severidad de 13% y 67% a los 27 días.

6.3. BIBLIOGRAFÍA

1. Agrios, G. (1995). *Fitopatología*. España.
2. Alvarez, a. a. (2008). Marchitez vascular del tomate: presencia de razas de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (Sacc) Snyder y Hansen en culiacan, Mexico. *mex. fitopatología (online)*, 114-120.
3. Álvarez, T., Bravo, E., & Armendáris, E. (2014). Soberanía alimentaria y acceso a semillas hortícolas en el Ecuador. Recuperado el 28 de octubre de 2015, de La Granja: Revista de Ciencias de la vida: http://lagranja.ups.edu.ec/documents/1317427/6642419/Lgr_n20_Alvarez_Bravo_Armendariz.pdf.
4. Asociación de Agrónomos Indígenas del Cañar. (2003). El cultivo de tomate riñón en invernadero (*Lycopersicum esculentum*). Recuperado el 28 de Octubre de 2015, de <http://repository.unm.edu/bitstream/handle/1928/11199/El%20cultivo%20de%20tomate%20riñón%20en%20invernadero.pdf>.
5. Canon, m. (2001). *Interacción de mecanismos benéficos en plantas: micorrizas, Trichoderma spp y pseudomonas sp.* (online). Recuperado de www.scielo.org.co/pdf/rudca/v14n2/v14n2a03.pdf. Pag 15-31.
6. Chungata Tacuri, L. B. (2014). Determinar la compatibilidad y el tiempo de sobrevivencia de cuatro microorganismos benéficos de uso agrícola: *Trichoderma harzianum*, *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana* y *Paecilomyces lilacinus* en Bioles. Ambato, Tungurahua, Ecuador.
7. Cornejo, Ch. (2009). *Evaluación de la respuesta agronómica bajo cubierta de dos híbridos de tomate de riñón (Lycopersicum esculentum) de crecimiento indeterminado Dominique y Michaella*. Recuperado de <http://repositorio.espe.edu.ec>.
8. Diario el comercio. 2011. Variedades del cultivo de tomate riñón. Recuperado de http://www.elcomercio.com.ec/agromar/variedades-tomate-rinon-mercados-locales_0_442755750.html.
9. FAO. (2011). *El cultivo de tomate con buenas prácticas agrícolas en la agricultura urbana y periurbana*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i3359s.pdf>.
10. Fernández, Fabián., Mera, Diego., Lenis, Luis., Delgado, Johanes & Cuervo Raúl. (2015). *Elaboración de bioinsecticida a partir de los hongos *Beauveria bassiana* y *Trichoderma lignorum* para el control de la hormiga arriera (*Atta cephalotes*)*. Rev. Protección vegetal. Vol.30. Colombia.

11. Garcés, E., Orozco M., BAUTISTA, G. & VALENCIA, H. (2001). *Fusarium oxysporum, el hongo que nos falta conocer*. Rev. BIOLÓGICA COLOMBIANA. VOL. 6
12. González, A. (2012). ASPECTOS GENERALES DE LA INTERACCIÓN *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici* - TOMATE. REVISTA DE PROTECCION VEGETAL, 27, sn.
13. González, J., Maruri, J. & González, Alfredo. (2005). Evaluación de diferentes concentraciones de *Trichoderma* spp. contra *Fusarium oxysporum* agente causal de la pudrición de plántulas en papaya (*Carica papaya L.*) en Tuxpa, Veracruz, México. Rev. UDO agrícola. Pag 45.
14. González, Pablo. (2006). Enfermedades del tomate. Uruguay. Facultad de agronomía/Unidad de Fitopatología. Consultado el 29/ 03/ 2015. Disponible en: http://www.pv.fagro.edu.uy/fitopato/enfermedades/Fusarium_tom.html
15. GUEVARA Y ESTRELLA. (2008). Determinación y caracterización de enfermedades bacterianas del tomate riñón (*Lycopersicon Sculentum*), cultivado bajo invernadero en doce áreas de la cordillera central del Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/2556/1/T-ESPE-IASA%20I-003808.pdf>
16. Guigón, César. (2010). Identificación Molecular de Cepas Nativas de *Trichoderma* spp. su Tasa de Crecimiento in vitro y Antagonismo contra Hongos Fitopatógenos. SCIELO, 87- 96.
17. Guijón, F., LOPEZ, César. (2010). Identificación Molecular de Cepas Nativas de *Trichoderma* spp. su Tasa de Crecimiento in vitro y Antagonismo contra Hongos Fitopatógenos. Rev. Mex. Fitopatología [online]. vol.28, n.2, pp.87-96. ISSN 2007-8080.
18. Hernández, Fabián. (2015). Comportamiento agronómico de tomate (*Lycopersicum esculentum mill*) con cuatro densidades de siembra bajo invernadero en Quinsaloma. (Tesis de grado previa a la obtención del título de Ingeniera Agropecuario). Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo – Los Ríos.
19. Infante, D., Martínez, B., González, N & Reyes, Y. (2009). *Mecanismos de acción de Trichoderma frente a hongos fitopatógenos*. Rev. Protección Veg.[online]. vol.24, n.1, pp. 14-21. ISSN 2224-4697. Recuperado de <http://scielo.sld.cu/scielo.php>.

20. Infoagro. (2007). El cultivo de tomate riñón (1era parte). Recuperado de <http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate.htm>.
21. Lara, Luisa. (2010). Estudio de la eficiencia de *Trichoderma asperrellum* cepa G-008 para el manejo del complejo de marchitez del melón. Tesis de grado previa a la obtención del título de Ingeniera Agropecuaria con mención en gestión empresarial agropecuario. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Guayaquil.
22. Pinto, E. (2012). Fitopatología II: Marchites vascular en tomate. Recuperado de <http://edgarpinto2100108fitopatologiaii.blogspot.com/2012/10/marchitez-vascular-en-tomate.html>.
23. Proyecto SICA (servicio de información y censo agropecuario del ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador). (2008). Base de datos del III censo agropecuario (en línea). Recuperado de <http://www.sica.gov.ec/censo/index.htm>.
24. Ramírez 2013. Integración de extractos fitotóxicos en el manejo y control de *Fusarium oxysporum* en tomate (*Lycopersicon esculentum* P. Mill) en invernadero. Recuperado de <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/6247/1/T-ESPE-STO%20DGO-002467.pdf>
25. Romero, Omar; Huerta Lara Manuel, Domínguez, Francisco; Arellano Daniel. (2009). Características de *Trichoderma harzianum*, como agente limitante en el cultivo de hongos comestibles (en línea). Rev. Colomb. Biotecnol. Vol XI N₀ 2. Recuperado de www.revistas.unal.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/11759/12296.
26. Rosas, A. (2003). Marchitez Vascular del Tomate: I. Presencia de Razas de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (Sacc.) Snyder y Hansen en Culiacán, Sinaloa, México. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/scielo>.
27. Sánchez, M. 2010. Manejo de enfermedades del tomate. Curso del INCAPA “manejo integrado de plagas y enfermedades e tomate, chile y papa. Pág. 21
28. Suarez, Carol. , Fernández, R., Valero, N., Gómez, R., & Páez, A. (2008). Antagonismo de *Trichoderma harzianum rafai* sobre *Fusarium solani* (mart) sacc., asociado a la marchitez en maracuyá. Rev. Colomb. Biotecnol. Vol X. No 2. Diciembre 2008. Pág. 35 -43.

6.4. ANEXOS

ANEXO 1. NÚMERO DE PLANTAS MUERTAS A LOS CINCO DÍAS

Tratamientos		Repeticiones			Sumatoria	Media
No	Símbolo	I	II	III		
1	A1B1	0,4	0,2	0,6	1,2	0,4
2	A1B2	0,4	0,2	0,8	1,4	0,47
3	A1B3	0,2	0	0,8	1	0,33
4	A2B1	0	0	0	0	0
5	A2B2	0	0	0	0	0
6	A2B3	0,4	0	0	0,4	0,13
7	T1	0,2	0	0	0,2	0,07
8	T2	0,8	1	0,6	2,4	0,8

ANEXO 2. NÚMERO DE PLANTAS MUERTAS A LOS 27 DÍAS

Tratamientos		Repeticiones			Sumatoria	Media
No	Símbolo	I	II	III		
1	A1B1	0,8	0,8	1,00	2,6	0,87
2	A1B2	0,8	0,6	1	2,4	0,8
3	A1B3	0,2	0,8	1	2	0,67
4	A2B1	0,4	0,6	0,2	1,2	0,4
5	A2B2	0,2	0,4	0,2	0,8	0,27
6	A2B3	0,6	0,6	0,8	2	0,67
7	T1	0,4	0,2	0,4	1	0,33
8	T2	1	1	1	3	1

ANEXO 3. NÚMERO DE PLANTAS MUERTAS A LOS 55 DÍAS

Tratamientos		Repeticiones			Sumatoria	Media
No	Símbolo	I	II	III		
1	A1B1	0,8	1	1	2,8	0,93
2	A1B2	1	1	1	3	1
3	A1B3	0,8	1	1	2,8	0,93
4	A2B1	1	1	0,2	2,2	0,73
5	A2B2	0,8	1	0,8	2,6	0,87
6	A2B3	0,8	1	1	2,8	0,93
7	T1	1	0,4	1	2,4	0,8
8	T2	1	1	1	3	1

ANEXO 4. DIÁMETRO DE TALLOS A LOS CINCO DÍAS

Tratamientos		Repeticiones			Sumatoria	Media
No	Símbolo	I	II	III		
1	A1B1	0,58	0,53	0,4	1,51	0,5
2	A1B2	0,74	0,56	0,28	1,58	0,53
3	A1B3	0,52	0,56	0,36	1,44	0,48
4	A2B1	0,62	0,62	0,4	1,64	0,55
5	A2B2	0,56	0,58	0,24	1,38	0,46
6	A2B3	0,7	0,54	0,54	1,78	0,59
7	T1	0,7	0,42	0,34	1,46	0,49
8	T2	0,6	0,48	0,24	1,32	0,44

ANEXO 5. DIÁMETRO DE TALLOS A LOS 27 DÍAS

Tratamientos		Repeticiones			Sumatoria	Media
No	Símbolo	I	II	III		
1	A1B1	0,38	0,48	0,1	0,96	0,32
2	A1B2	0,5	0,4	0,22	1,12	0,37
3	A1B3	0,6	0,46	0,21	1,27	0,42
4	A2B1	0,4	0,5	0,78	1,68	0,56
5	A2B2	0,52	0,44	0,22	1,18	0,39
6	A2B3	0,56	0,4	0,36	1,32	0,44
7	T1	0,4	0,48	0,36	1,24	0,41
8	T2	0,24	0,2	0,1	0,54	0,18

ANEXOS 6. DIÁMETRO DE TALLOS A LOS 55 DÍAS

Tratamientos		Repeticiones			Sumatoria	Media
No	Símbolo	I	II	III		
1	A1B1	0,3	0,16	0,08	0,54	0,18
2	A1B2	0,2	0,18	0,12	0,5	0,17
3	A1B3	0,24	0,18	0,16	0,58	0,19
4	A2B1	0,44	0,4	0,68	1,52	0,51
5	A2B2	0,35	0,24	0,24	0,83	0,28
6	A2B3	0,32	0,14	0,24	0,7	0,23
7	T1	0,24	0,26	0,2	0,7	0,23
8	T2	0,08	0,1	0,04	0,22	0,07

ANEXO 9. NÚMERO DE FLORES A LOS 27 DÍAS

Tratamientos		Repeticiones			Sumatoria	Media
No	Símbolo	I	II	III		
1	A1B1	0	0	0	0	0
2	A1B2	0	0	0	0	0
3	A1B3	0	0	0	0	0
4	A2B1	0,8	0,7	1,3	2,8	0,93
5	A2B2	0	0	0	0	0
6	A2B3	0	0	0	0	0
7	T1	0	0	0	0	0
8	T2	0	0	0	0	0

ANEXOS 10. NÚMERO DE FLORES A LOS 55 DÍAS

Tratamientos		Repeticiones			Sumatoria	Media
No	Símbolo	I	II	III		
1	A1B1	0	0	0	0	0
2	A1B2	0	0	0	0	0
3	A1B3	0	0	0	0	0
4	A2B1	1,3	1,4	1,5	4,2	1,4
5	A2B2	0,55	0,45	0,4	1,4	0,47
6	A2B3	0	0	0	0	0
7	T1	1,3	1,8	1,2	4,3	1,43
8	T2	0	0	0	0	0

ANEXO 12. ALTURA DE PLANTA A LOS CINCO DÍAS

Tratamientos		Repeticiones			Sumatoria	Media
No	Símbolo	I	II	III		
1	A1B1	6,14	7,32	5,46	18,92	6,31
2	A1B2	7,38	7,68	5,56	20,62	6,87
3	A1B3	7,5	7,86	4,9	20,26	6,75
4	A2B1	7,08	9,06	8,5	24,64	8,21
5	A2B2	7,14	9,18	7	23,32	7,77
6	A2B3	6,1	6,14	7,32	19,56	6,52
7	T1	6,8	7,84	7,24	21,88	7,29
8	T2	4,46	4,6	2,4	11,46	3,82

ANEXO 13. ALTURA DE PLANTA A LOS 27 DÍAS

Tratamientos		Repeticiones			Sumatoria	Media
No	Símbolo	I	II	III		
1	A1B1	2,92	3,32	1	7,24	2,41
2	A1B2	2,36	4,08	3	9,44	3,15
3	A1B3	5,36	4,32	4,8	14,48	4,83
4	A2B1	6,98	6,7	8,9	22,58	7,53
5	A2B2	3,84	5,4	2,2	11,44	3,81
6	A2B3	3,78	1,2	3,18	8,16	2,72
7	T1	3,8	6,14	5	14,94	4,98
8	T2	0	0	0	0	0

ANEXO 14. ALTURA DE PLANTA A LOS 55 DÍAS

Tratamientos		Repeticiones			Sumatoria	Media
No	Símbolo	I	II	III		
1	A1B1	0,8	0,8	1,00	2,6	0,87
2	A1B2	0,8	0,6	1	2,4	0,8
3	A1B3	0,2	0,8	1	2	0,67
4	A2B1	0,4	0,6	0,2	1,2	0,4
5	A2B2	0,2	0,4	0,2	0,8	0,27
6	A2B3	0,6	0,6	0,8	2	0,67
7	T1	0,4	0,2	0,4	1	0,33
8	T2	1	1	1	3	1

ANEXO 14. LONGITUD RADICULAR A LOS 61 DÍAS

Tratamientos		Repeticiones			Sumatoria	Media
No	Símbolo	I	II	III		
1	A1B1	5,66	4,56	2,22	12,44	4,15
2	A1B2	5	4,66	4,28	13,94	4,65
3	A1B3	7,68	4,3	2,74	14,72	4,91
4	A2B1	9,8	10,08	16,04	35,92	11,97
5	A2B2	4,37	7,72	6,32	18,41	6,14
6	A2B3	6,06	5,32	5,76	17,14	5,71
7	T1	4,96	11,52	8,94	25,42	8,47
8	T2	3,84	4,52	3,7	12,06	4,02

ANEXOS 15. ANALISIS DE LABORATORIO



Plantsphere Laboratories

ANALISIS DE LABORATORIO PSL 342 BIOGRAMA MICROBIANO

Fecha de Ingreso: 17.06.2015
 Empresa: CENI-UTA
 Responsable: ING. JORGE DONBROSKI
 Remitente: ING. JORGE DONBROSKI
 Orden de trabajo: PSL 342
 Muestra: código M1

Fecha de Laboratorio: 07.07.2015
 Localización: Tungurahua
 Email: jorge.dobronski@hotmail.com
 Teléfono: 984253689
 Factura No: 2886
 Tipo de Análisis: biograma microbiano

RESULTADOS

BIOGRAMA MICROBIANO

Microorganismos	M 1 LOG UFC g ⁻¹	SIGNIFICADO CATALITICO DE LAS ESPECIES LOCALIZADAS
<i>Alternaria alternata</i>	0,9865875	Saprotita, potencial fitopatógeno oportunista.
<i>Bacillus subtilis</i>	1,6997754	Amplia producción de antibióticos, agresivo colonizador de sustratos orgánicos edáficos.
<i>Genicularia sp.</i>	0,6152548	Asociado a partículas de suelo en las cuales se localizan estructuras minerales, en las cuales se encuentran asociadas ácidos orgánicos, para disolverlos.
<i>Lactobacillus bulgaricus</i>	1,5865549	Eficiente catalizador de carbohidratos
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	1,5156242	Patógeno, amplia capacidad de producción de toxinas. No se pueden hacer aplicaciones direccionadas a las porciones aéreas de las plantas.
<i>Rhodospirillum sp.</i>	1,3098276	Desdoblador de materia orgánica, construye eslabones de crecimiento en el microcosmos.
<i>Saccharomyces sp.</i>	0,8598237	Catalizador de azúcares, acidificante del medio, aporta con vitaminas cuyas concentraciones son mínimas en el medio e inestables por las condiciones del medio.
<i>Streptomyces sp.</i>	0,9185498	Bacteria gram positiva, alta formación de antibióticos, con zonas de inhibición discretas, no profusas ligeras. Relacionada con la precipitación de carbohidratos en el medio de cultivo.
<i>Trichocladium sp.</i>	1,2825489	Eficiente desdoblador de materia orgánica, uno de sus subproductos es la formación de biopolímeros, para procesos primarios de quelación mineral.
<i>Trichoderma sp.</i>	0,9896581	Elabora biopolímeros de alta densidad, aporta con la construcción de estructuras agronómicas edáficas. En la se localiza como unicelular.

Las características Biocatalíticas de los microorganismos detectados en los análisis son conducidas bajo óptimas condiciones de laboratorio, las cuales

CAPÍTULO VII

PROPUESTA

7.1 TÍTULO

USO DE TRICHODERMA HARZIANUM PARA EL CONTROL DE *Fusarium oxysporum* EN EL CULTIVO DE TOMATE RIÑÓN (*Lycopersicon esculentum*).

7.2 DATOS INFORMATIVOS

El presente trabajo de investigación se realizó en la provincia de Tungurahua, cantón Píllaro, parroquia La Matriz, barrio La Elevación, en la propiedad del señor Luis Pullupaxi. Sus coordenadas geográficas son 01° 10'00'' de latitud sur y 78° 37'00'' de longitud oeste, a la altitud de 2716 msnm. Los responsables tanto administrativos como técnicos son la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias en especial la Carrera de Ingeniería Agronómica.

7.3 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

En la parcela de 100 m² los mejores resultados fueron para el tratamiento A2B1 (*T. Harzianum* en dosis de 1cc), el porcentaje de severidad calculado en las parcelas donde se aplicó *T. Harzianum* en dosis de 1cc a los 5 días luego del trasplante fue de 0% y 40% a los 27 días. La variable diámetro del tallo a los 55 días fue de 1cm, el número de flores fue 1,4, la altura de planta fue mayor que el resto de tratamientos y su longitud de raíz llegó a un valor de 11,27.

7.4 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

En la investigación se evaluó Trichoderma con el fin de lograr el control biológico del hongo *Fusarium*, para así no solo mejorar la vida microbiana del suelo, sino también

aumentar la rentabilidad de los agricultores debido a la disminución en la pérdida de plantas. La mayoría de las enfermedades de plantas generalmente se controlan con fungicidas químicos, los cuales se aplican al suelo, semillas, follaje y fruto. En el control biológico se utilizan organismos vivos, además de involucrar también microorganismos cuya actividad biológica disminuye el daño causado por los patógenos de las plantas (ECURED. 2015).

7.5 OBJETIVOS

- ✓ Evaluar *Trichoderma hazianum* para el control de *Fusarium oxysporum* en el cultivo de tomate riñón (*Lycopersicon esculentum*).
- ✓ Reducir la pérdida de plantas de tomate riñón (*Lycopersicon esculentum*) debido el ataque de *Fusarium oxysporum*.
- ✓ Promover el uso de *Trichoderma* como un método de control biológico para la enfermedad causada por el hongo *Fusarium oxysporum*.

7.6 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

Uno de los principales problemas es el uso excesivo de agroquímicos para el control de *Fusarium oxysporum* en el cultivo de tomate riñón, debido al poco o escaso conocimiento sobre el uso de productos biológicos como por ejemplo los *Trichodermas*, ocasionando la disminución de microorganismos benéficos; así también el desconocimiento de la dosis correcta para su aplicación ha provocado pérdida del producto biológico utilizado para el control, por ende se incrementaron los costos de producción; finalmente debido a la poca asistencia técnica a los productores se produce la muerte de una gran cantidad de plantas, dando como resultado pérdidas económicas para los productores.

7.7 FUNDAMENTACION

La falta de conocimiento sobre el uso de *Trichoderma* como producto biológico en el control de enfermedades, causadas por hongos presentes en el suelo, ha generado altos

costos de producción a los agricultores, por ende el porcentaje de rentabilidad es bajo. Además la poca asistencia técnica a los productores ha provocado el uso indebido de productos químicos, ocasionando la pérdida de la vida microbiana y resistencia de ciertos hongos del suelo.

7.8 METODOLOGÍA, MODELO OPERATIVO

7.8.1 Análisis biológico del suelo

- ✓ Se realizará la toma de muestras en forma de zig-zag, cada 15 o 30 pasos, tomando una submuestra limpiando la superficie del terreno y eliminando las malezas presentes en el lugar.
- ✓ Con la ayuda de una pala se tomarán las submuestras a 30 cm de profundidad y se las depositará en un balde, luego se colocarán todas las submuestras en un balde y se las mezclará produciendo una sola muestra homogénea del suelo para enviar en una funda 500 g para su análisis.

Con los resultados del análisis de suelo se podrá observar la presencia de *Fusarium oxysporum* en la muestra analizada; si no existiera el patógeno la incorporación de *Trichoderma* serviría para el mejoramiento de la calidad microbiana del suelo, en caso de identificar la presencia del hongo se procederá con la preparación y aplicación de la dosis recomendada de *Trichoderma* para su control.

7.8.2 Manejo del hongo en el laboratorio

Se procederá con la identificación y valoración de la cantidad de *Fusarium* utilizando una cámara húmeda para el desarrollo del hongo y así realizar su identificación y cuantificación. Para su obtención se utilizará un medio de cultivo PDA: papa, dextrosa y agar y luego se aislará.

Preparación

- ✓ Se pesarán los ingredientes y se colocarán en un recipiente grande, que puede ser un vaso de precipitación, y se les agrega el agua; esta solución se envasa en un erlenmeyer (1000 ml).
- ✓ El frasco con el medio de cultivo PDA se esterilizará en autoclave a una temperatura de 121 °C por 20 minutos.
- ✓ El medio esterilizado se deja enfriar hasta que se pueda manipular y se vierte luego en cajas petri, a razón de 20 ml por caja.

Aislamientos de *Fusarium oxysporum* en el medio de cultivo PDA

Materiales: Cámara de flujo laminar, tijeras, cajas Petri, agua destilada estéril, toallas de papel, mechero, marcador, incubadora, medio de cultivo PDA, pinzas y muestra vegetal con síntomas.

Pasos del proceso

- ✓ Con una aza estéril tomar los conidios y sembrarlos en una caja petri que contenga el medio de cultivo PDA. Hacer lo mismo con las demás cajas (para multiplicar las muestras). Incubar las cajas a 24 °C durante 7 días, tiempo en que el hongo producirá masas de conidias y micelio.
- ✓ Para la preparación de *Fusarium* se utilizará caldo Dextrosa Agar enriquecido con peptona y sacarosa al 2%. La cuantificación se realizará en cámara de Newbauer al microscopio.

7.8.3 Preparación del terreno

Se realizará la limpieza del terreno eliminando las malas hierbas, luego se realizará la elaboración de camas y caminos.

7.8.4 Trasplante

Se trasplantarán en un suelo húmedo que previamente había sido regado. Las plántulas tendrán una altura de 6 y 7.5 cm y de 2 a 4 hojas verdadera ya formadas. Se podrán colocar las plantas entre filas 1.20 m de ancho y 0.30 m entre plantas, a un solo eje.

7.8.5 Aplicación del Trichoderma

Se tendrá la precaución para que los microorganismos no estén expuestos al sol porque son fotosensibles, por lo que su aplicación se realizará en horas de la tarde, con una regadera y/o bomba de fumigar.

A los dos días antes del trasplante se realizará la primera aplicación del *Trichoderma* en dosis de 1 cc por litro de agua, la segunda aplicación se realizará ocho días después del trasplante, a los 16 días después del trasplante se realizará la tercera aplicación y finalmente a los 24 días la última aplicación.

Se comenzará a realizar un registro de toma de datos a los 7 días después de haber realizado la primera aplicación de *Trichoderma* hasta la floración del primer racimo del tomate riñón, para identificar la evolución del patógeno y la eficiencia del control biológico.

7.9 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

Después de 2 años se realizara una evaluación a los productores donde se realizó la investigación con el fin de conocer la difusión de productos biológicos a base de *Trichoderma harzianum*.