



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS  
NATURALES

CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“CONTROL BIOLÓGICO EN EL CULTIVO DE PIMIENTO (*Capsicum annuum* L.)  
CON LA APLICACIÓN DE *Trichoderma harzianum*”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero/a Agrónomo/a

**AUTORES:**

Chiguano Chiguano Norma Alicia

Pilatasig Vega Edgar Moises

**TUTOR:**

Ing. Espinosa Cunuhay Kleber Augusto MSc

LA MANÁ – ECUADOR

ABRIL-2022

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, Chiguano Chiguano Norma Alicia y Pilatasig Vega Edgar Moises, declaramos ser los autores del presente proyecto de investigación “CONTROL BIOLÓGICO EN EL CULTIVO DE PIMIENTO (*Capsicum annuum* L.) CON LA APLICACIÓN DE *Trichoderma harzianum*”, siendo el MS.c. Ing. Kleber Augusto Espinosa Cunuhay tutor del presente trabajo, y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo son de nuestra exclusiva responsabilidad



Chiguano Chiguano Norma Alicia  
C.I:0504279019



Pilatasig Vega Edgar Moises  
C.I:050392789-9

## **AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En la calidad de tutor del trabajo de Investigación sobre el título.

“CONTROL BIOLÓGICO EN EL CULTIVO DE PIMIENTO (*Capsicum annuum* L.) CON LA APLICACIÓN DE *Trichoderma harzianum*”, de los señores Chiguano Chiguano Norma Alicia y Pilatasig Vega Edgar Moises, de la carrera de Ingeniería Agronómica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requisitos metodológicos y aportes científicos-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación de tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe para su correspondiente estudio y calificación.

La Maná, 09 abril de 2022



Ing. Mg. Kleber Augusto Espinosa Cunuhay  
CI: 050261274-0  
**TUTOR**

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de tribunal de Lectores, aprueban el presente informe de investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales: por cuenta de los postulantes Chiguano Chiguano Norma Alicia y Pilatasig Vega Edgar Moises, con el Título de proyecto de Investigación, “CONTROL BIOLÓGICO EN EL CULTIVO DE PIMIENTO (*Capsicum annum L.*) CON LA APLICACIÓN DE *Trichoderma harzianum*” ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto Sustentación del Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

La Maná, 09 marzo de 2022

Para constancia firman:

Ing. Luna Murillo Ricardo Augusto  
C.I: 091296922- 7  
**LECTOR (PRESIDENTE)**



Ing. Quinatoa Lozada Eduardo Fabián  
C.I: 050261274-0  
**LECTOR 1 (MIEMBRO)**

Ing. Macías Pettao Klever Ramón  
C.I: 120638458-6  
**LECTOR 2 (SECRETARIO)**

## **AGRADECIMIENTO**

*Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a Dios cuyas bendiciones nos permiten superar las adversidades que se presentan en nuestra vida. Gracias a nuestros padres por el inmenso esfuerzo que pusieron con nosotros, apoyándonos hasta alcanzar nuestras metas profesionales.*

*De igual manera nuestro agradecimiento a nuestra Universidad Técnica de Cotopaxi, a toda la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, a nuestros Docente, de la carrera de agronomía quienes con las enseñanzas de sus valiosos conocimientos hicieron que podamos crecer y formarnos día a día como profesionales, gracias a cada uno de ustedes por su dedicación, paciencia, apoyo incondicional y su amistad.*

*Finalmente queremos expresar nuestro más grande y sincero agradecimiento al Ing. Kleber Espinoza por su apoyo incondicional ya que fue nuestro pilar principal durante todo este proceso, quien con su conocimiento, dirección, enseñanza y colaboración permitió el desarrollo de este trabajo investigativo.*

**Norma**

**Edgar**

## **DEDICATORIA**

*Este trabajo investigativo está dedicado.*

*A Dios quien ha sido nuestro pilar, guía, fortaleza y nos ha permitido llegar a otra etapa de nuestra vida con responsabilidad, humildad y sabiduría.*

*A nuestros padres quienes son forjadores de que este sueño se hiciera realidad, quienes con constancia y esfuerzo día a día supieron otorgarnos su apoyo incondicional no solo económico, así como también moral y espiritual y a pesar de todos los problemas que se nos presentaron en la vida supieron motivarnos a seguir adelante y de esa manera poder culminar nuestros estudios convirtiéndonos en esas personas profesional que un día ellos anhelaron ver*

*Gracias queridos padres, a través de esta dedicatoria, expresamos, nuestro compromiso y agradecimiento por su apoyo incondicional en esta etapa de la vida.*

*Dios me lo bendiga.*

**Norma  
Edgar**

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

**TEMA:** CONTROL BIOLÓGICO EN EL CULTIVO DE PIMIENTO (*Capsicum annuum L.*)  
CON LA APLICACIÓN DE *Trichoderma harzianum*

**Autores:**

Chiguano Chiguano Norma Alicia

Pilatasig Vega Edgar Moises

### RESUMEN

Esta investigación se realizó en la finca de DON “Alonso Chiguano” que se encuentra ubicada, en la Parroquia el Carmen en el Cantón La Maná Provincia Cotopaxi, el pimiento es uno de los cultivos de gran importancia, ya que mediante la aplicación de *Trichoderma harzianum* impiden el desarrollo de los hongos o nematodos causantes de enfermedades en las plantas, este hongo *Trichoderma harzianum*, tiene la capacidad de tomar los nutrientes de los hongos patógenos; compite con ellos o los degrada. por esta razón se desarrolló la investigación con el objetivo general de evaluar el control biológico en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum L.*), con la aplicación de *Trichoderma harzianum*, se plantearon como objetivos específicos comprobar el efecto de *Trichoderma harzianum* como biocontrolador en el cultivo de pimiento, también se determinó la respuesta agronómica del *Trichoderma harzianum* en el cultivo de pimiento, y por siguiente se realizó el costo de la aplicación de la *Trichoderma harzianum*. Con diferentes porcentajes, por lo cual se estableció diferentes tratamientos para evaluar el efecto del *Trichoderma harzianum* en el cultivo, en los respectivos tratamientos en estudio conto con un total de 12 parcelas con una cantidad de 96 plantas experimentales a diferente dosis, como T1 0%, T2 5%, T3 10%, y T4 15% de *Trichoderma harzianum* más un testigo para poder determinar eficacia del producto, las variables evaluadas fueron, altura de plantas, número de flores por plantas, porcentaje de incidencia y números de plantas muertas, además se determinó cómo influye al adicionar diferentes concentración de *Trichoderma harzianum* Se empleó Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) y se utilizó la Prueba de Tukey al 0,05% de probabilidad de error para determinar diferencias entre las medias de los tratamientos, siendo el más efectivo el T4 *Trichoderma harzianum* al (15%) que presento menor incidencia del patógeno frente al testigo durante las tres aplicaciones, como también en la variable de número de plantas muertas registrando un valor 0,33% dando un efecto eficaz, a diferencia que el testigo que mostro mejor porcentaje de plantas sanas con un resultado de 11,67% y en la variable número de flores por planta si mostro mejor efecto en relación al testigo. Se pudo observar que existe un efecto positivo en cuanto a la aplicación del *Trichoderma harzianum* estudiados en aumentar números de flores por plantas del cultivo de pimiento.

**Palabras claves:** Pimiento, *Trichoderma harzianum*, *Phytophthora*, patógeno, incidencia.

## ABSTRACT

This research was carried out at the farm of Don "Alonso Chiguano" which is located in El Carmen parish, La Maná canton, Cotopaxi province. The pepper is one of the crops of great importance so the application of *Trichoderma harzianum* to prevent the development of fungi or nematodes that cause diseases in plants is useful; this fungus, *Trichoderma harzianum*, has the ability to take nutrients from pathogenic fungi; compete with them or demote them. For this reason, the research was developed with the general objective of evaluating the biological control in the cultivation of pepper (*Capsicum annuum* L.) with the application of *Trichoderma harzianum*; the specific objectives were to verify the effect of *Trichoderma harzianum* as a biocontroler, in the pepper crop, the agronomic response of *Trichoderma harzianum* on the pepper crop was also determined and then the of the application of *Trichoderma harzianum* with different percentages. Different treatments were established to evaluate the effect of *Trichoderma harzianum* on the crop, in the respective treatments in study there were a total of 12 plots with an amount of 96 experimental plants at different doses such as T1 0%, T2 5%, T3 10%, and T4 15% of *Trichoderma harzianum* and a control to determine the efficacy of the product. The variables evaluated were plant height, number of flowers per plant, percentage of incidence, and number of dead plants. Moreover, it was determined how the influence is with the addition of different concentrations of *Trichoderma harzianum*. A Complete Random Block Design (CRBD) was used and the Tukey Test was used at 0.05% error probability to determine differences between the range of the treatments, being the most effective the T4 *Trichoderma harzianum* (at 15%) which presented a lower incidence of the pathogen compared to the control during the three applications, as well as in the variable of number of dead plants, registering a value of 0.33% and giving an effective effect. Unlike the control that showed a better percentage of healthy plants with a result of 11.67% and in the variable number of flowers per plant it showed a better effect in relation to the control. It was observed that there is a positive effect regarding the application of *Trichoderma harzianum* in increasing the number of flowers per pepper crop plants.

**Keywords:** Pepper, *Trichoderma harzianum*, *Phytophthora*, pathogen, incidence.

## ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
DEDICATORIA.....	vi
RESUMEN .....	vii
ABSTRACT .....	viii
1. INFORMACIÓN GENERAL. ....	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO. ....	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	3
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO. ....	3
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	4
6. OBJETIVOS.....	5
6.1 General:.....	5
6.2 Específicos:.....	5
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACION A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS .....	6
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	6
8.1. Generalidades del cultivo de pimiento.....	6
8.1.2. Descripción Taxonómica y Morfológica. ....	7
8.1.3. Sistema radicular .....	7
8.1.4. Tallo principal .....	7
8.1.5. Hoja.....	8
8.1.6. Flor.....	8
8.1.7. Fruto .....	8
8.2. Ecología del Cultivo. ....	8
8.2.1. Temperatura. ....	8
8.2.2. Humedad. ....	9
8.2.3. Suelo.....	9
8.3. Técnicas de cultivos .....	9
8.3.1. Trasplante.....	9
8.3.2. Poda.....	9

8.4.2. Rendimiento de producción.....	10
8.5. Plagas y Enfermedades.....	11
8.5.1. Pulgones.....	11
8.5.2. Trips.....	11
8.6. Enfermedades.....	11
8.6.1. Oidiopsis ( <i>Leveillula taurica</i> (Lev.) Arnaud):.....	11
8.6.2. Podredumbre blanca ( <i>Sclerotinia Sclerotium</i> (Lib):.....	12
8.7. <i>Phytophthora capsici</i> .....	12
8.7.1. Ciclo de vida del patógeno.....	12
8.7.2. Reproducción asexual.....	13
8.7.3. Reproducción sexual.....	13
8.7.4. Síntomas.....	13
8.7.5. Incidencia.....	14
8.7.6. Técnicas de control e identificación.....	14
8.8. <i>Trichoderma</i> .....	15
8.8.1. ( <i>Trichoderma harzianum</i> ).....	16
8.8.2. Composición.....	16
8.8.3. Modo de acción:.....	16
8.8.4. Compatibilidad.....	16
8.8.5. PH. <i>Trichoderma harzianum</i> .....	16
8.8.6. Dosis.....	16
8.8.7. Hongos fitopatógenos controlados por <i>Trichoderma harzianum</i> .....	17
8.8.8. <i>Trichoderma harzianum</i> como alternativa para el ahorro de fertilizantes químicos y como herramienta para la biodegradación de agrotóxicos.....	18
8.8.9. Características del <i>Trichoderma harzianum</i> .....	18
8.8.10. Ventajas de <i>Trichoderma harzianum</i> y formas de actuación.....	18
8.8.11. Beneficios del <i>Trichoderma harzianum</i> en la agricultura.....	19
8.8.12. Uso de hongos benéficos – <i>Trichoderma harzianum</i> .....	19
8.8.13. Modo de acción del hongo <i>Trichoderma harzianum</i> .....	19
9. PREGUNTAS CIENTIFICAS O HIPOTESIS.....	20
10. METODOLOGÍAS.....	20
10.1. Localización del experimento.....	20
10.2. Condiciones agro meteorológicas.....	21
10.3. Materiales y equipos.....	21
10.4. Tratamientos de estudio.....	22

10.5. Diseño experimental .....	22
10.6. Esquema del experimento.....	23
10.7. Determinación de la incidencia .....	23
10.8. Variables evaluadas .....	24
10.8.1. Altura de planta (cm).....	24
10.8.2. Número de flores por planta .....	24
10.8.3. Porcentaje de incidencia .....	24
10.8.4. Número de plantas muertas .....	24
10.8.5 Evaluación de costos de los tratamientos.....	24
10.9. Manejo de la investigación .....	25
10.9.1. Preparación del suelo.....	25
10.9.2. Delimitación del área de estudio.....	25
10.9.3. Construcción de la cubierta para el semillero .....	25
10.9.4. Elaboración de semillero .....	25
10.9.5. Trasplante .....	26
10.9.6. Tutorado .....	26
10.9.7. Aporcado .....	26
10.9.8. Control de maleza.....	26
10.9.9. Identificación del patógeno.....	26
10.9.10. Identificación de signos .....	26
10.9.11. Identificación de síntomas .....	27
10.9.12. Calculo de incidencia.....	27
10.9.13. Aplicación del <i>Trichoderma Harzianum</i> .....	27
11. ANÁLISIS DE DISCUSIÓN Y REDULTADOS.....	27
11.1. Altura de plantas a los 30 y 45 días después de trasplante (DDT). .....	27
11.2. Número de flores por plantas.....	28
11.3. Porcentaje de incidencia .....	29
11.4. Número de plantas muertas .....	30
11. 5 Análisis de costo.....	31
12. IMPACTO (técnico, social, ambiental o económico) .....	32
12.1. Técnicos .....	32
12.2. Social.....	32
12.3. Ambiental.....	32
12.4. Económicos .....	33

13. PRESUPUESTO.....	34
14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	35
14.1. Conclusiones .....	35
14.2. Recomendaciones.....	35
15. BIBLIOGRAFÍA .....	36
16. ANEXOS .....	42

## ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1. Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados .....	6
Tabla 2. Patógenos controlado por <i>Trichoderma</i> . .....	17
Tabla 3. Condiciones agro meteorología.....	21
Tabla 4. Materiales y equipos a utilizar en el experimento .....	21
Tabla 5. Tratamientos a utilizar .....	22
Tabla 6. Tratamientos de investigación.....	22
Tabla 7. Esquema del análisis de varianza. ....	23
Tabla 8. Esquema del experimento a desarrollar.....	23
Tabla 9. Resultados de altura de plantas .....	28
Tabla 10. Número de flores por plantas bajo el efecto de <i>Trichoderma harzianum</i> . .....	29
Tabla 11. Porcentaje de incidencia de enfermedades en cultivo de pimiento. ....	30
Tabla 12. Número de plantas muertas causado por el fitopatógenos <i>Phytophthora capsici</i> . .....	31
Tabla 13. En la siguiente tabla se muestra el análisis de costo del proyecto. ....	32
Tabla 14. Presupuesto de la investigación.....	34

## ÍNDICE DE ANEXO

Anexo 1 CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR .....	42
Anexo 2. Certificación de anti plagio URKUN.....	45
Anexo 3. Certificación del Aval del Abstract .....	46
Anexo 4. Hoja de vida del docente tutor .....	47
Anexo 5. Hoja de vida del estudiante investigador. ....	48
Anexo 6. Hoja de vida del estudiante investigador. ....	49
Anexos 7. Preparación de suelo.....	50
Anexos 8. Siembra y trasplante de las plantas. ....	50
Anexos 9. Trasplante e identificación de las parcelas experimentales. ....	51
Anexos 10. Aporque y toma de medidas.....	51
Anexos 11. Identificación de la <i>Phytophthora capsici</i> . ....	52
Anexos 12. Aplicación de la <i>Trichoderma harzianum</i> y número de flores por planta. ....	52
Anexos 13. Efectos de la <i>Trichoderma harzianum</i> .....	53
Anexos 14. Cálculo de incidencia. ....	53

## 1. INFORMACIÓN GENERAL.

**Título del Proyecto:**

CONTROL BIOLÓGICO EN EL CULTIVO DE PIMIENTO (*Capsicum annuum L.*) CON LA APLICACIÓN DE *Trichoderma harzianum*.

**Tiempo de ejecución:** 6 meses

**Fecha de inicio:** Octubre 2021

**Fecha de finalización:** Marzo 2022

**Lugar de ejecución:** En la finca de DON “Alonso Chiguano” que se encuentra ubicada  
Parroquia el Carmen en el Cantón La Maná Provincia  
Cotopaxi

**Facultad que auspicia:** Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

**Carrera que auspicia:** Ingeniería Agronómica

**Proyecto de investigación vinculado:** Al Sector Agrícola

**Equipo de trabajo:** Chiguano Chiguano Norma Alicia

Pilatasig Vega Edgar Moises

Tutor: Ing. Kleber Augusto Espinosa Cunuhay

**Área de Conocimiento:** Agricultura, Silvicultura, Pesca y Veterinaria

**Línea de investigación:** Desarrollo de Seguridad Alimentaria

## 2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

El cultivo de pimiento (*Capsicum annuum L.*) es una hortaliza que ha aumentado su popularidad a nivel mundial en los últimos tiempos, debido que la población ha comprendido la gran riqueza alimenticia que proporcionan sus frutos, ya que su valor nutritivo es alto, especialmente en contenido de vitamina C en menor proporción, vitamina A, B y algunos minerales, superando el contenido de vitamina C de las frutas cítricas en ciertos casos, Por otro lado, la creciente demanda de alimentos inocuos por parte de los consumidores, ha promovido en los productores la práctica de la agricultura orgánica como alternativa de protección para la salud de todas las personas que participan a lo largo de la cadena agroalimentaria (producción, poscosecha, transporte, comercio y consumo) y del ambiente (Moreno, 2015).

La investigación se desarrolló en la propiedad del Señor. Alonso Chiguano perteneciente al Cantón La Maná, Provincia de Cotopaxi, el proyecto se basó en la aplicación del *Trichoderma harzianum* en cultivo de pimiento (*Capsicum annuum L.*) con diferentes porcentajes, por lo cual se estableció diferentes tratamientos para evaluar el efecto del *Trichoderma harzianum* en el cultivo, en los respectivos tratamientos en estudio conto con un total de 12 parcelas con 96 plantas experimentales a diferente dosis más un testigo para poder determinar eficacia del producto, además se determinó cómo influye al adicionar diferentes concentración de *Trichoderma harzianum* en el desarrollo morfológico del pimiento, y así se evaluó las diferentes variables en estudio tales como el porcentaje de incidencia, altura de planta, número de plantas enfermas, número de flores por plantas.

*Trichoderma harzianum*, el cual es un género fúngico de la rizosfera considerado simbiote oportunista de plantas, que es capaz de producir elicitores que inducen la defensa vegetal contra patógenos e insectos, ayudan a la solubilización de fósforo, y propician la síntesis de sustancias promotoras del crecimiento vegetal.

Durante la investigación se determinó que con la aplicación de *Trichoderma harzianum*, el T4 al 15% de *Trichoderma harzianum* presentó menor incidencia del patógeno dentro del área experimental, ya que se obtuvo mayor eficiencia de control de fitopatógenos mediante esta investigación se constata que el hongo benéfico biocontrolador es una alternativa para la agricultura

ya que de esta forma podemos disminuir el uso de productos sintéticos y obtener productos sin residuos químicos para el consumo humano.

### **3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.**

El pimiento es una hortaliza de importancia económica ya que puede cultivarse en climas variados, en el Ecuador se cultiva en la Sierra (50%), Costa (45%) y en la Región Amazónica (5%), según datos proporcionados por la Asociación de Productores Hortícolas del Ecuador el desarrollo de una agricultura más amigable con el ambiente, ha promovido a la búsqueda de nuevas tecnologías en los cultivos comerciales. La utilización de *Trichoderma harzianum* como una alternativa que permite reducir las aplicaciones de productos químicos, evitando la contaminación de los recursos renovables. Como solución para mitigar los impactos ambientales que causan el uso excesivo de productos sintéticos por los productores, es una necesidad de acudir a nuevas investigaciones utilizando *Trichoderma harzianum* como biocontrolador (Luna, 2013).

Por esto surge la necesidad de acudir a la agricultura orgánica utilizando productos en base de microorganismo benéficos como biocontrolador para hongos fitopatógenos, siendo esta una alternativa para reducir el uso de productos sintéticos en este importante cultivo, para de esta forma mejorar el rendimiento productivo y obtener plantas libres de patógenos

La utilización de la misma, permite obtener alimentos aptos para el consumo satisfaciendo los parámetros establecidos por los consumidores. Surge la inquietud de saber el efecto que tendrá como control biológico en pimiento aplicando de manera preventiva, por lo que es necesario desarrollar la presente investigación que garantice el cuidado al ambiente. Con la misma se pretende demostrar que ayuda a controlar la enfermedad de *Phytophthora capsici*, la cual disminuye la producción del cultivo de pimiento.

### **4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.**

**Beneficiarios Directos:** En esta investigación se beneficiaron los pequeños y medianos agricultores a nivel zonal especialmente aquellos que se enfocan a la producción de pimiento ya que con esto podrán mejorar la productividad de sus fincas o invernaderos y ampliar sus destrezas y una buena producción.

**Beneficiarios Indirectos:** Esta investigación benefició indirectamente a la comunidad académica de la Universidad Técnica de Cotopaxi entre ellos los estudiantes y docentes del área de Agronomía, de acuerdo a los resultados obtenidos se admitirá desarrollar otras investigaciones y así poder adquirir nuevos conocimientos.

## 5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.

¿Qué efecto tiene el *Trichoderma harzianum* como biocontrolador de *Phytophthora capsici* en el cultivo de pimiento?

El cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) Es una planta anual herbácea cultivada desde la antigüedad, a causa de sus propiedades culinarias, es originario de México, Bolivia y Perú. En Ecuador se cultivan aproximadamente 1.145 hectáreas y en la provincia de Los Ríos 150 hectáreas. Es la cuarta hortaliza más comercializada en el mundo. Este producto hortícola junto con otros productos como el tomate, es uno de los más demandados por los consumidores al momento de incorporarlos en una dieta alimenticia Ecuador se producen 5,900 t. en 1,650 ha. Sembradas (Cobo, 2012).

Dentro de nuestro país uno de los problemas por los cuales los rendimientos de producción del pimiento son bajos comparados con países vecinos, se debe entre otros factores a: limitados estudios sobre variedades o híbridos existentes en el mercado; la tecnología empleada no es la adecuada; los costos de producción son elevados y la falta de asesoría técnica para los agricultores. Por esta problemática es que Ecuador tiene rendimientos de producción de 3.57 t/ha, mientras que Perú alcanza 8.09 t/ha, Colombia 11.8 t/ha y Chile un rendimiento sobresaliente de 33.9 t/ha (Cobo, 2012).

La temperatura ambiente óptima para el desarrollo de la enfermedad es de 24 a 28°C, y la temperatura del suelo de 18°C. En poscosecha, la temperatura óptima de infección del fruto es de 27°C. Resumiendo los tres factores clave que tendremos en cuenta para el manejo de la enfermedad son: temperatura, humedad, riego y persistencia del inoculo en el suelo entre los fitopatógenos del cultivo de pimiento se encuentra *Phytophthora capsici*, causante de la pudrición de cuello y raíces, y de la enfermedad denominada “tristeza, marchitez, quemazón,”. Este patógeno con distribución mundial, ocasionó pérdidas muy grandes en cultivos de hortalizas (Rojas, 2019).

*Phytophthora capsici*. Es el agente causal del cáncer del tronco y pudrición o mancha parda o negra de la mazorca; género responsable de las enfermedades más devastadoras en plantas dicotiledóneas. Debido a esta enfermedad, las pérdidas mundiales se calculan alrededor de 450.000 toneladas métricas, lo que representaría alrededor del 20 al 25% de la cosecha esperada. En la actualidad se conoce que en cada continente existe un complejo de especies responsables de la enfermedad que está integrado por *Phytophthora araca* (Coleman) Pethybridge, *Phytophthora capsici* Leonian, *Phytophthora citrophthora*, Leonian *Phytophthora megakarva* Brasier y Griffin, *Phytophthora megasperma* Drechsler, *Phytophthora nicotianae* B.de Haan. var. *Parasitica* (Dastur) Waterh y *Phytophthora palmivora* Butler. Solo *P. palmivora* se encuentra distribuida a nivel mundial en todas las zonas productoras de cacao, puede causar, en América Central y el Caribe, hasta el 100% de pérdidas en años muy lluviosos (Molina, Perez, & Demey, 2016).

## 6. OBJETIVOS

### 6.1 General:

- Evaluar el control biológico en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) con la aplicación de *Trichoderma harzianum*.

### 6.2 Específicos:

- Comprobar el efecto de *Trichoderma harzianum* como biocontrolador en el cultivo de pimiento.
- Determinar la respuesta agronómica del *Trichoderma harzianum* en el cultivo de pimiento.
- Realizar el costo de la aplicación de *Trichoderma harzianum*.

## 7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

**Tabla 1.** Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados

OBJETIVOS	ACTIVIDADES	RESULTADOS	VERIFICACIÓN
Comprobar el efecto de <i>Trichoderma harzianum</i> como biocontrolador en el cultivo de pimiento.	*Aplicación de <i>Trichoderma harzianum</i> en cultivo de pimienta. *Siembra del cultivo.	*Efecto de <i>Trichoderma harzianum</i> como biocontrolador.	*Libreta de campo *Visita al campo. *Fotografías.
Determinar la respuesta agronómica del <i>Trichoderma harzianum</i> en el cultivo de pimiento.	*Verificar el nivel de propagación del hongo.	*Beneficios de los resultados. *Altura de planta. *Número de frutos. *Peso por parcela.	*Libreta de campo *Visita al campo *Bomba de fumigación.
Realizar el costo de la aplicación de <i>Trichoderma harzianum</i> .	*Establecimiento de un análisis de costos de los tratamientos.	*Análisis económico de cada tratamiento.	*Análisis económico de cada tratamiento. *Libreta de campo.

Elaborado por: Chiguano y Pilatasig (2022).

## 8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

### 8.1. Generalidades del cultivo de pimiento

#### 8.1.1 Origen de pimiento

El pimiento pertenece a la familia *Solanaceae* y su nombre científico más generalizado es (*Capsicum annuum*). El pimiento es originario de la zona de Bolivia y Perú, donde además de *Capsicum annuum L.* se cultivaban al menos otras cuatro especies. Fue llevado al Viejo Mundo por Colón en su primer viaje (1493). En el siglo XVI ya se había difundido su cultivo en España, desde donde se distribuyó al resto de Europa y del mundo con la colaboración de los portugueses. Su introducción en Europa supuso un avance culinario, ya que vino a complementar e incluso

sustituir a otro condimento muy empleado como era la pimienta negra (*Piper nigrum L.*), de gran importancia comercial entre Oriente y Occidente (Carrera, 2014).

### **8.1.2. Descripción Taxonómica y Morfológica.**

Según (Londres, 2011). Clasificación taxonómica de pimiento.

Clasificación taxonómica según Integrated Taxonomic Information System of North América (ITIS) es la siguiente:

REINO: *Plantae*

DIVISION: *Tracheophyta*

CLASE: *Magnoliopsida*

SUBCLASE: *Asteranae*

ORDEN: *Solanales*

FAMILIA: *Solanaceae*

GÉNERO: *Capsicum sp.*

ESPECIE: *Capsicum annum*

NOMBRE COMÚN: Pimiento decorativo, pimiento ornamental, ají decorativo, guindilla decorativa.

### **8.1.3. Sistema radicular**

Según (Neira, 2011). Indica que la raíz es pivotante y profundo (dependiendo de la profundidad y textura del suelo), con numerosas raíces adventicias que horizontalmente pueden alcanzar una longitud comprendida entre 50 centímetros y 1 metro.

### **8.1.4. Tallo principal**

Según (Neira, 2011). Indica que el tallo es de crecimiento erecto, alcanzando una altura de 30 a 45 cm a partir altura (“cruz”) emite 2 o 3 ramificaciones (dependiendo de la variedad) y continúa ramificándose de forma dicotómica hasta el final de su ciclo, los tallos secundarios se bifurcan después de emitir varias hojas, y así sucesivamente.

### **8.1.5. Hoja**

Según (Jensel, 2016). Las hojas son alternadas, simples, de forma ovalada o algunas veces casi lanceoladas, y con su punta ahusada o gradualmente estrecha y puntiaguda. Tienen una base en forma de cuña o aguda, y pecíolos de 30,5 centímetros de largo. La lamina, de un grosor de un grosor fino y con márgenes enteros, varía en tamaño considerablemente (2,5 a 12,7 cm de largo) y tiene poca o ninguna velloidad.

### **8.1.6. Flor**

Según (Jensel, 2016). Indica que la inflorescencia está constituida por flores blanquecinas localizadas en las axilas de las hojas, contándose una flor por nudo. Están formadas por cinco pétalos unidos y cinco independientes.

### **8.1.7. Fruto**

Según (Jensel, 2016). Menciona que el fruto de pimiento es una baya hueca, semicartilaginosa y deprimida, de color variable (verde, rojo, amarillo, naranja, violeta o blanco); algunas variedades van pasando del verde al anaranjado y al rojo a medida que van madurando. Su tamaño es variable, pudiendo pesar desde escasos gramos hasta más de 500 gramos. Las semillas se encuentran insertas en una placenta cónica de disposición central. Son redondas, ligeramente reniformes, de color amarillo pálido y longitud variable entre 3 y 5 milímetros.

## **8.2. Ecología del Cultivo.**

### **8.2.1. Temperatura.**

El pimiento es un cultivo muy sensible a las bajas temperaturas que prefiere los climas subcálidos y cálidos, aunque se adapta a climas templados, con una temperatura óptima entre los 22°C a 28°C en la floración y fructificación. Las bajas temperaturas traen como consecuencia la formación de frutos deformes y de menor tamaño que afectaran en el rendimiento del cultivo (INFOAGRO, 2014).

### **8.2.2. Humedad.**

Para que el crecimiento de la planta sea adecuado, también es importante que la humedad relativa se encuentre entre 50 y 70%, valores mayores pueden provocar problemas sanitarios y valores menores hacen que la planta transpire en forma excesiva y puede ocurrir la caída de flores y frutos (INFOAGRO, 2014).

### **8.2.3. Suelo.**

El cultivo del pimiento prefiere los suelos algo arenosos a los arcillosos, aunque se da en ambos; no obstante, en los primeros la producción es mayor. Exige que los suelos sean sanos, ya que el encharcamiento de los mismos produce una marchitez rápida e irreversible de la planta. El pH ideal oscila entre 6,5 y 7, si bien en terrenos arenosos resiste un pH más elevado (INFOAGRO, 2014).

## **8.3. Técnicas de cultivos**

### **8.3.1. Trasplante.**

Para el trasplante se debe realizar entre 30 y 45 días después de la siembra en el semillero. Se procede a arrancar las plantas del semillero cuando estas tienen unos 15cm de altura. Las plantas se colocan en surcos separados a una distancia de 60 a 80 centímetros y a razón de 45 cm entre planta (Aguilar, 2012).

### **8.3.2. Poda.**

Poda de formación, consiste en eliminar los brotes hijos correspondientes a las hojas más bajas y luego ir quitando las hojas que se ubican por debajo de la primera cruz del tallo. La conducción puede ser a dos, tres o cuatro tallos. Más allá del beneficio que pueda tener la práctica de la poda sobre el crecimiento y desarrollo de la planta, puede ser una práctica útil para mejorar la ventilación y la eficiencia de los tratamientos sanitarios (Aguilar, 2012).

## **8.4. Requerimiento nutricional del cultivo.**

### **8.4.1. Fertilización.**

Las necesidades del pimiento son ligeramente superiores a las del tomate. Para conseguir un abonado correcto se debe tener presente la naturaleza química y física del suelo, la densidad de plantación, el tipo de riego a efectuar y la variedad plantada (Valerio, 2014). Fertilidad de los suelos es un factor clave para el crecimiento de las plantas y tiene una gran influencia sobre la productividad y la calidad del alimento. Es también un componente esencial porque proporciona aminoácidos, los cuales forman las proteínas; por lo tanto, es directamente responsable del incremento de proteínas en las plantas, y está directamente relacionado con la cantidad de hojas, tallos, etc, (Horticultura, 2011).

Según (Londres, 2011) indica que la fertilización es una labor agrícola destinada a mejorar el contenido en nitrógeno del suelo para que sea más aprovechable por las plantas. Las necesidades de los fertilizantes que se deben aportar van a depender de diversos factores, tales como: Las características químicas del suelo. La disponibilidad en que se encuentren los elementos nutrientes en el suelo. El tipo de riego.

Según (Fundación de Desarrollo Agropecuario , 1994) manifiesta que según informaciones comerciales, los requerimientos del pimiento por hectárea son de 88 - 114 kg, de nitrógeno, 88 a 176 Kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e igualmente las mismas cantidades para K<sub>2</sub>O, en suelos de alto y bajo contenido de nutrientes.

### **8.4.2. Rendimiento de producción.**

Según (Londres, 2011). Menciona que con fines comerciales con el híbrido Martha bajo condiciones de invernadero y fertirrigación logrando obtener un rendimiento promedio de 78,1 T·ha<sup>-1</sup>.

En Ecuador había 891 hectáreas de pimiento sembradas en monocultivos por 1,734 Unidades de Producción Agropecuarias (UPAs), según el Censo Agropecuario 2000; otras 79 ha se sembraron en cultivos asociados. La producción fue de 5,000 toneladas. Más de la mitad de la superficie se

encuentra en las provincias de Manabí y Guayas, en los meses de verano (entre Julio y Enero) (Carlos, 2018).

## **8.5. Plagas y Enfermedades.**

Según (AgriSolver, 2019). Indica que los principales insectos en el cultivo de pimiento son:

### **8.5.1. Pulgones**

(*Myzus persicae*): la duración del ciclo depende de condiciones ambientales, pero es de 7 días a 24° C. La dispersión de la plaga se produce por los adultos alados. Los daños resultan en absorber la savia de la planta produciendo un debilitamiento generalizado, reducción del crecimiento y amarilleamiento de la planta. *Myzus persicae* transmite el virus Y de la papa (PVY) y el virus del mosaico del pepino.

### **8.5.2. Trips**

Trips (*Frankliniella occidentalis*): pequeños insectos que miden entre 1y 2 mm de longitud con una coloración que varían del marrón oscuro al amarillo claro. Generalmente ponen los huevos en las flores donde nacen las primeras larvas que se alimentan picando los tejidos, para extraer los jugos celulares. Al picar los tejidos y succionar el contenido de las células vegetales, la zona afectada adquiere primero un color plateado y posteriormente muere. Cuando la hembra coloca los huevos en el interior de los tejidos vegetales, provoca pequeñas heridas que secan la zona afectada. La *Frankliniella occidentalis* transmite el virus del bronceado del tomate (TSWV).

## **8.6. Enfermedades**

Según (Larraín, Paulina, & Gonzalez, 2010). Las principales enfermedades son:

### **8.6.1. Oidiopsis (*Leveillula taurica* (Lev.) Arnaud):**

Es un microorganismo de desarrollo semi-interno y los conidióforos salen al exterior a través de las estomas. Los síntomas que aparecen son manchas amarillas en el haz que se necrosan por el centro, observándose un fieltro blanquecino por el envés. En caso de fuerte ataque la hoja se seca

y se desprende. Las *Solanáceas* silvestres actúan como fuente de inóculo. Se desarrolla a 10-35° C con un óptimo de 26° C y una humedad relativa del 70%.

### **8.6.2. Podredumbre blanca (*Sclerotinia Sclerotium* (Lib):**

Hongo polífago que ataca a la mayoría de las especies hortícolas. En plántulas produce damping-off. En planta produce una podredumbre blanda (no desprende mal olor) acuosa al principio que posteriormente se seca más o menos según la succulencia de los tejidos afectados, cubriéndose de un abundante micelio algodonoso blanco, observándose la presencia de numerosos esclerocios, blancos al principio y negros más tarde. Los ataques al tallo con frecuencia colapsan la planta, que muere con rapidez, observándose los esclerocios en el interior del tallo. La enfermedad comienza a partir de esclerocios del suelo procedentes de infecciones anteriores, que germinan en condiciones de humedad relativa alta y temperaturas suaves, produciendo un número variable de apotecios. El apotecio cuando está maduro descarga numerosas esporas, que afectan sobre todo a los pétalos. Cuando caen sobre tallos, ramas u hojas producen la infección secundaria.

### **8.7. *Phytophthora capsici*.**

La enfermedad se presenta en áreas tropicales y subtropicales e infecta tanto raíces, tallos, hojas y frutos, siendo una de las enfermedades más destructivas a nivel mundial (Uribe, Castro, Arauz, & Henríquez, 2014). La marchitez del chile es una enfermedad que puede afectar la totalidad o una parte de la planta. Es causada por el moho *Phytophthora capsici*, el cual puede atacar al cultivo desde las primeras etapas de desarrollo (semillero y plántula) hasta la planta adulta y los frutos. Para controlarlo exitosamente no basta utilizar control químico: hay que conocer el ciclo de vida del patógeno y se deben llevar distintas estrategias a la vez para mantener sanos los cultivos de chile y pimienta dulce (AgriSolver, 2019).

#### **8.7.1. Ciclo de vida del patógeno.**

Al ser un moho (omiceto), *P. capsici* produce oosporas y zoosporas. Estas son estructuras de reproducción sexual y asexual, respectivamente, las cuales le servirán para sobrevivir en un suelo durante periodos de tiempo muy largos. Los suelos pueden permanecer infestados durante años. Para moverse, las zoosporas de este moho necesitan una lámina de agua para desplazarse e infectar

a más plantas. La temperatura ambiente óptima para el desarrollo de la enfermedad es de 24 a 28°C, y la temperatura del suelo de 18°C. En poscosecha, la temperatura óptima de infección del fruto es de 27°C. Resumiendo, los tres factores clave que tendremos en cuenta para todo el manejo de la enfermedad son: temperatura, humedad, riego y presencia del inóculo en el suelo (AgriSolver, 2019).

### **8.7.2. Reproducción asexual.**

Ocurre por la formación de esporangióforos cuyos esporangios producen esporas del mismo tipo de compatibilidad sexual que le dio origen. Cuando los esporangios maduran, sus delgadas paredes se desintegran, desprendiendo las esporas que son transportadas por el viento. En condiciones favorables de humedad y temperatura, las esporas germinarán darán origen a un nuevo grupo de hifas (González, 2013).

### **8.7.3. Reproducción sexual.**

Ocurren cuando las hifas especializadas (progametangios) de dos cepas compatibles (designadas como + y -) se encuentran y se fusionan. Se forman entonces dos células apicales los gametangios. Una de las células contiene numerosos núcleos + y la otra, numerosos núcleos -. Los dos gametangios se fusionan y luego se fusionan muchos pares de núcleos + y núcleos -, produciendo núcleos diploides. La célula multinucleada resultante (González, 2013).

### **8.7.4. Síntomas.**

En semilleros y plántulas, *P. capsici* ocasiona damping-off: la necrosis de la base del tallo y la raíz, con lo que hay un marchitamiento total de la planta. En las plantas adultas, la enfermedad comienza con una necrosis de las raíces y de la base del tallo. Todas las partes de la planta pueden infectarse, incluyendo hojas y la pudrición de frutos. Los síntomas más avanzados se manifiestan como una marchitez parcial o total de la planta. Las plantas sintomáticas suelen presentarse en hileras o manchones a lo largo del campo o el invernadero, pues el inóculo se dispersa hacia las plantas sanas a través del riego (AgriSolver, 2019).

### **8.7.5. Incidencia.**

*Phytophthora capsici*. Es el agente casual del cáncer del tronco y pudrición o mancha parda o negra de la mazorca; género responsable de las enfermedades más devastadoras en plantas dicotiledóneas. Debido a esta enfermedad, las pérdidas mundiales se calculan alrededor de 450.000 toneladas métricas, lo que representaría alrededor del 20 al 25% de la cosecha esperada. En la actualidad se conoce que en cada continente existe un complejo de especies responsable de la enfermedad que está integrado por *Phytophthora arcae* (Coleman) Pethybridge, *Phytophthora capsici* Leonian, *Phytophthora citrophthora*, Leonian *Phytophthora megakarva* Brasier y Griffin, *Phytophthora megasperma* Drechsler, *Phytophthora nicotianae* B.de Haan. var. *Parasitica* (Dastur) Waterh y *Phytophthora palmivora* Butler. Solo *P. palmivora* se encuentra distribuida a nivel mundial en todas las zonas productoras de cacao, puede causar, en América Central y el Caribe, hasta el 100% de pérdidas en años muy lluviosos (Molina, Perez, & Demey, 2016).

### **8.7.6. Técnicas de control e identificación.**

Las condiciones climáticas de la zona sur son muy variables año en año, lo que ha llevado a una inseguridad en el manejo de esta enfermedad en cuanto a la oportunidad de aplicación de fungicidas, teniendo, muchas veces, como consecuencia el no control, control inadecuado o el exceso en el uso de pesticidas.

Muchos agricultores no controlan la enfermedad y pueden perder hasta un 50% de su producción en años favorables para el desarrollo del tizón. Esta situación los obliga a cosechar y vender anticipada y rápidamente con la pérdida de rendimientos y baja de precios que esto implica. La mejor estrategia de control de plagas y enfermedades es la implementación de un manejo (Acuña, 2008). Integrado los principales aspectos a considerar son:

#### **8.7.6.1. Prevenir la enfermedad eliminando toda posible fuente de hongo.**

Esto es, usar semillas sanas; evitar usar semillas que provengan de áreas donde hubo ataque de enfermedad; eliminar desechos del cultivo, plantas voluntarias y hospederos alternantes, realizar rotación de cultivos para detectar focos de la enfermedad y eliminar estas fuentes de contaminación antes que sean un problema (Acuña, 2008).

### **8.7.6.2. Establecer un programa de manejo cultural que no favorezca la enfermedad.**

Tal como producir, en lo posible, variedades menos susceptibles; realizar una fertilización nitrogenada balanceada de acuerdo al objetivo de producción; utilizar una densidad de plantación que favorezca la ventilación entre hilera; evitar el daño de las plantas en la labores agrícolas; realizar un riego eficiente que no prolongue las horas de follaje mojado (Acuña, 2008).

### **8.8. *Trichoderma*.**

*Trichoderma* es un tipo de hongo anaerobio facultativo que se encuentra de manera natural en un número importante de suelos agrícolas y otros tipos de medios. Pertenece a la subdivisión, Deuteromicetes que se caracterizan por no poseer, o no presentar un estado sexual determinado. De este género existen más de 30 especies, todas con efectos beneficios para la agricultura y otras ramas. Este hongo se encuentra ampliamente distribuido en el mundo, y se presenta en diferentes zonas y hábitat. *Trichoderma* tiene diversas ventajas como agente de control biológico (Ríos, 2014).

El género *Trichoderma* presenta la siguiente Clasificación (Rojas, 2019):

Reino: *Mycetae*

División: *Eumycota*

Sub-División: *Ascomycotina*

Clase: *Euascomycetes*

Orden: *Hypocreales*

Familia: *Hypocraceae*

Género: *Trichoderma*

Este vigente posee buenas cualidades para el control de enfermedades en plantas causadas por patógenos fúngicos del suelo. *Ezziyyani* et al.(2004) destacó que las especies del género *Trichoderma* son los antagonistas más utilizados para el control de enfermedades de plantas producidos por hongos, debido a su ubicuidad a su facilidad para ser aisladas y cultivadas, a su crecimiento rápido en un gran número de sustratos y a que no atacan a plantas superiores (Ríos, 2014).

### **8.8.1. (*Trichoderma harzianum*)**

Fungicida 100% Biológico Antagonista y biorregulador de fitopatógenos *Trichoderma harzianum*. Esta formulado a base del Hongo (*Trichoderma harzianum*) que a su vez es aerobio que se encuentra de manera natural en los suelos agrícolas, pertenece a la subdivisión *Deuteromycete*, *Trichoderma harzianum* tiene algunas ventajas como agente de control biológico, probablemente sea el hongo más beneficioso, más versátil y polifacético que abunda en los suelos (PotAgro, 2021).

### **8.8.2. Composición**

Ingrediente activo *Trichoderma harzianum*  $2 \times 10^{12}$  ufc hasta  $5 \times 10^9$  ufc (PotAgro, 2021).

### **8.8.3. Modo de acción:**

Una vez aplicado *Trichoderma harzianum* empieza a trabajar degradando celulosas y ligninas presentes en los materiales orgánicos del suelo, la inmediata colonización por parte de *Trichoderma harzianum* le quita espacio a los fito patógenos causantes de las enfermedades, generándose así una fuerte acción de antagonismo (competencia) Las hifas de los hongos forman un relieve en la zona de contacto, (Antagonismo físico). Las hifas dan origen al fenómeno de lisis en la zona de contacto. (Antagonismo Químico) Las hifas del antagonismo recubren la del parásito entrelazándose con estas y ocupando el espacio vital. (Antagonismo hiperparasitario) Las hifas de los hongos no alcanzan a tomar contacto dando origen a un espacio vacío. (Antagonismo físico-químico) (PotAgro, 2021).

### **8.8.4. Compatibilidad.**

Compatible con herbicidas, fertilizantes e insecticidas de reacción acida.

### **8.8.5. PH. *Trichoderma harzianum*.**

Tiene un pH. 4 y se recomienda el pH. De la solución entre 4 y 5.5. También se recomienda mantener a una temperatura entre 4 y 9 c.

### **8.8.6. Dosis.**

2cc/l foliar / de 4 a 5 litros Ha. al suelo (PotAgro, 2021)

### 8.8.7. Hongos fitopatógenos controlados por *Trichoderma harzianum*

**Tabla 2.** Patógenos controlado por *Trichoderma*.

PRODUCTO	FITOPATOGENO	ENFERMEDAD	CULTIVOS
<i>Trichoderma harzianum</i> .	* <i>Amillaria sp</i>	*Pudrición de raíces	*Frutales
	* <i>Colletotrichun gloeosporioides</i>	*Antracnosis	*Papa, tomate, fríjol, fresa, flores.
	* <i>Fusarium moniliforme</i>	*Pudrición	*Maíz.
	* <i>Phytophthora infestans</i>	*Gota	*Papa, pepino.
	* <i>Phytophthora spp</i>	*Pudrición	*Tabaco, flores, frutal.
	* <i>Pythium spp</i>	*Pudrición algodonosa	*Varios Cultivos.
	* <i>Fusarium oxysporum</i>	*Marchitamientos vasculares	*Papa, tomate, fríjol, plátano, maíz, clavel.
	* <i>Rhizoctonia solani</i>	*Pudrición algodonosa	*Zanahoria, tomate, lechuga, col, café, papa, cebolla, ajo.
	* <i>Botrytis cinérea</i>	*Moho Gris	*Papa, tomate, flores.

**Fuente:** Productos orgánicos para el desarrollo del Agro (PotAgro, 2021).

### 8.8.7. *Trichoderma harzianum* para el combate de patógenos foliares y aéreos y su aplicación en residuos vegetales.

*Trichoderma harzianum* son capaces de combatir patógenos foliares y aéreos. En estos casos, es importante el uso de adherentes que sean compatibles con este hongo. En sus estudios llevados a cabo en Cuba mostraron el efecto foliar de *Trichoderma harzianum* contra mildiu velludo y mildiu polvoriento en pepino, con reducciones de la incidencia en 35 y 23,2% respectivamente, así como estimulación del desarrollo de las plantas, incrementos en la longitud del tallo, frutos y su peso (Martinez, 2013).

#### **8.8.8. *Trichoderma harzianum* como alternativa para el ahorro de fertilizantes químicos y como herramienta para la biodegradación de agrotóxicos.**

En la actualidad los plaguicidas de origen biológico tienen muchas ventajas con relación a los químicos ya que no causan deterioro al ambiente, no afecta el desarrollo de las plantas. Sus producciones son más baratas y su uso con lleva al surgimiento de nuevas plagas o de plagas secundarias. Estudios llevados a cabo por sugieren que *P. Chrysosporium* y *Trametes hirsuta*, respectivamente fueron capaces de degradar endosulfán mediante diversas rutas metabólicas (Martinez, 2013).

Como alternativa para aumentar la capacidad y la velocidad de degradación de los Biobeds se ha llevado a cabo a la adición del suelo o biomezclas enriquecidas con una comunidad de microorganismos previamente expuestos a ciertos plaguicidas y que eventualmente han desarrollado la capacidad de degradarlos (Martinez, 2013).

#### **8.8.9. Características del *Trichoderma harzianum***

Las características que definen muy bien sus potencialidades como biocontroladores, por su alto poder patogénico y la capacidad de producir epizootias; sin embargo, su producción a escala industrial presenta algunos inconvenientes que han limitado el desarrollo de estos organismos con amplias posibilidades entomopatogénicas y antagonistas, y es precisamente el poder superar estas limitaciones lo que pueden hacer posible su empleo a gran escala (Cárdenas, 2010).

#### **8.8.10. Ventajas de *Trichoderma harzianum* y formas de actuación**

La forma más común que tiene el *Trichoderma harzianum* de parasitar a otros hongos, es el parasitismo directo. Además, *Trichoderma harzianum* secreta enzimas (celulosas, glucanasas, lipasas, proteasas y quitinasas) que ayudan a disolver la pared celular de las hifas del huésped, facilitando la inserción de estructuras especializadas y el micelio de *Trichoderma harzianum*, absorbiendo los nutrientes del interior del hongo huésped. Al final el micelio del hongo parasitado queda vacío y con perforaciones, provocadas por la inserción de las estructuras especializadas de *Trichoderma harzianum* (InfoAgro, 2015).

Este hongo se alimenta de nitrógeno, fosforo, potasio y microelementos, en casa de que no tenga ningún hongo para alimentarse y mejora también la estructura del suelo. Estos efectos secundarios del hongo en suelo y raíces, se producen de forma simultánea con el ataque de hongo al patógeno. Con este hongo se solubilizan también mejor a los abonos de la fertirrigación, así como los que se han aplicado en abono del fondo (InfoAgro, 2015).

#### **8.8.11. Beneficios del *Trichoderma harzianum* en la agricultura.**

Actúa como estimulador del crecimiento de las plantas. Protegen las semillas contra el ataque de hongos patógenos. Aportan una protección directa a suelo y a diferentes cultivos. Ejercen un control sobre diferentes microorganismos fitopatógenos.

#### **8.8.12. Uso de hongos benéficos – *Trichoderma harzianum*.**

Las esporas del hongo benéfico *Trichoderma harzianum* protegen a la planta de enfermedades transmitidas por el suelo como *Fusarium*, *Pythium*, *Phytophthora* *Rhizoctonia* y *Sclerotinia*. Existen varias cepas de *Trichoderma Harzianum* disponibles en el mercado que actúan de manera similar, pero con diferentes grados de efectividad (Berger, 2017).

#### **8.8.13. Modo de acción del hongo *Trichoderma harzianum*.**

Es diversos compite por espacio con otro tipo de hongos creando una alta población en la superficie de la raíz reduciéndola posibilidad de que otro tipo de hongo se establezca y compite con la fuente de nutrientes que organismos patógenos podrían consumir, por lo que se les dificulta establecerse y crece alrededor del micelio del patógeno destruyendo sus paredes celulares. Las cepas de hongo patógeno *Trichoderma harzianum* de mejor calidad también ayudan al fortalecimiento de la planta a través de la formación de más pelos radiculares, proporcionando una mayor absorción de agua y nutrientes (Berger, 2017).

Según (Tituaña, 2013). Comenta los beneficios e ineficiencia en el empleo de este hongo para el control de las enfermedades fungosas del suelo, se hacen evidentes en varias publicaciones basadas en resultados obtenidos en laboratorio y en campo.

Para (Chiriboga, 2015). Los *Trichoderma harzianum* debe ser utilizados en tratamientos preventivos. Cuando una planta protegida por *Trichoderma harzianum* termina su ciclo biológico y muere, la cantidad de *Trichoderma harzianum* disminuye con rapidez, de forma que al establecer una nueva planta será capaz de ejercer un buen control fúngica.

(Nalimova, 2007). Afirma que en 1990 se iniciaron investigaciones con vistas a introducir el biocontrol con especies del género *Trichoderma*, como controladores biológicos, en diversos cultivos y localidades, con un promedio de 6,7 cm de crecimiento lineal. Bajo condiciones controladas con la cepa se logró entre 70 y 80% de plántulas de pimiento y de tomate, germinadas en suelo infectado por *P. aphanidermatum*, *P. capsici* y *R. solani*. La colonización del suelo por la cepa llega a 7 cm de profundidad, mientras las raíces de las plántulas alcanzan un tamaño de 3,5-5cm, y de 1,5- 3,5 cm respectivamente.

En ensayos in vivo de las plantas crecidas a partir de semillas tratadas mostraron un peso seco superior al testigo. En definitiva, el tratamiento con *Trichoderma harzianum* ha sido capaz de reducir hasta un 65% la tristeza causada por el patógeno *Phytophthora capsici*, en plantas de pimiento (Mohammed, Pérez, Ahmed, & Requena, 2014).

## **9. PREGUNTAS CIENTIFICAS O HIPOTESIS.**

**Ho:** El control biológico con la aplicación de *Trichoderma harzianum* a mayor dosis no mejora el cultivo de pimiento.

**Ha:** El control biológico con la aplicación de *Trichoderma harzianum* a mayor dosis mejora el cultivo de pimiento.

## **10. METODOLOGÍAS**

### **10.1. Localización del experimento**

El presente trabajo de investigación se realizó en los terrenos de la finca “Chiguano” propiedad de Alonso Chiguano ubicada en la Parroquia el Carmen por la Hostería Carlos Patricio, Cantón La Maná, provincia Cotopaxi- Ecuador. El terreno se encuentra ubicado en las coordenadas geográficas WGS 84: Latitud S0° 56' 27" Longitud W 79° 13' 25", altitud 220 msnm. El suelo es

de topografía plana, textura franco arcillosa. La duración del proyecto tendrá un tiempo de 120 días.

### 10.2. Condiciones agro meteorológicas

En la siguiente tabla se detalló las condiciones agro-meteorológicas del Cantón La Maná.

**Tabla 3.** Condiciones agro meteorología

<b>Parámetros</b>	<b>Promedio</b>
Altitud (m.s.n.m.)	220
Temperatura media anual (°C)	23
Humedad relativa (%)	82
Precipitación media anual (mm)	1000-2000
Heliofanía (horas/sol/año)	757
Evaporación promedio anual	730,40

**Fuente:** Estación meteorológica INHAMI – Hacienda San Juan.2014

### 10.3. Materiales y equipos

En la siguiente tabla se detalló los materiales y equipos que se utilizó para ejecutar la investigación.

**Tabla 4.** Materiales y equipos a utilizar en el experimento

<b>Materiales y equipos</b>	<b>Cantidad</b>
Terreno m2	280
Semilla sobre	2
Machete marca halcón	2
<i>Trichoderma harzianum</i> Litros	3
Bomba de fumigar	1
Libreta de campo	2
Esfero	2
Piola (m)	30

**Elaborado por:** Chiguano y Pilatasig (2022).

#### 10.4. Tratamientos de estudio

En la siguiente tabla se detalló los porcentajes a utilizar en cada uno de los tratamientos experimentales.

**Tabla 5.** Tratamientos a utilizar

Biocontrolador	Dosis ha <sup>-1</sup>	Dosis manejado
	5% (4L)	200 cc
<i>Trichoderma harzianum</i>	10% (8L)	400 cc
	15% (12 L)	600 cc

**Elaborado por:** Chiguano y Pilatasig (2022).

Esquema de dosis a estudiar en la aplicación de *Trichoderma harzianum* como biocontrolador en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum L*) en la zona de Cantón La Maná.

**Tabla 6.** Tratamientos de investigación

Tratamiento	Repetición	Código de manejo
T1 Testigo	R1	testigo
	R2	
	R3	
T2 <i>Trichoderma harzianum</i>	R1	4 L (5%)
	R2	
	R3	
T3 <i>Trichoderma harzianum</i>	R1	8 L (10%)
	R2	
	R3	
T4 <i>Trichoderma harzianum</i>	R1	12 L (15%)
	R2	
	R3	

**Elaborado por:** Chiguano y Pilatasig (2022).

#### 10.5. Diseño experimental

El diseño experimental que se utilizó fue un Diseño bloques completamente al azar (DBCA), con cuatro tratamientos y tres repeticiones. Además, se empleó la prueba de rangos múltiples de Tukey al 0,0 5% de probabilidad, para la comparación de medias. Para el análisis estadístico se utilizó Infostat, el siguiente esquema de análisis de varianza se detalla en la tabla 7.

**Tabla 7.** Esquema del análisis de varianza.

<b>Fuentes de variación</b>		<b>Grados de libertad</b>
<b>Repeticiones</b>	(r-1)	2
<b>Tratamientos</b>	(t-1)	3
<b>Error experimental</b>	(t-1) (r-1)	6
<b>Total</b>	(t*r-1)	11

Elaborado por: Chiguano y Pilatasig (2022).

### 10.6. Esquema del experimento

El esquema que se utilizó en el experimento se basa en las técnicas de manejo y métodos relacionados con la unidad experimental, el área de la investigación, dimensiones, formas y asignación de los tratamientos estudiados se presenta en la tabla 8.

**Tabla 8.** Esquema del experimento a desarrollar.

<b>Tratamientos</b>	<b>Repeticiones</b>	<b>Unidades Experimentales</b>	<b>Total plantas UE</b>
<b>T1 Testigo</b>	3	8	24
<b>T2 <i>Trichoderma harzianum</i> 5%</b>	3	8	24
<b>T3 <i>Trichoderma harzianum</i> 10%</b>	3	8	24
<b>T4 <i>Trichoderma harzianum</i> 15%</b>	3	8	24
<b>Total</b>			96

Elaborado por: Chiguano y Pilatasig (2022).

### 10.7. Determinación de la incidencia

Para realizar el cálculo de incidencia del patógeno, es la cantidad de plantas enfermas con respecto a la totalidad de plantas evaluadas, con la que se presenta las diferencias categorías de daño en relación con el total de las plantas cultivadas. Mediante la aplicación de la fórmula que expresa se realizó la evaluación de la incidencia.

$$\%incidencia = \frac{\#plantas\ afectadas}{total\ de\ plantas\ analizadas} \times 100$$

## **10.8. Variables evaluadas**

### **10.8.1. Altura de planta (cm)**

Para evaluar la altura de las plantas se utilizó una cinta métrica, midiendo desde el suelo hasta el ápice de las mismas, se tomó 8 plantas al azar dentro de cada parcela útil, esta evaluación se realizó a los 30 y 45 días después del trasplante.

### **10.8.2. Número de flores por planta**

Esta variable se avaluó contabilizando cada unidad productiva transcurrida desde la fecha de trasplante hasta que se observó el 50% de las plantas con flores abiertas en cada tratamiento de estudio.

### **10.8.3. Porcentaje de incidencia**

La variable de porcentaje de incidencia de fitopatógenos se evaluó mediante cálculo de acuerdo a la incidencia de la misma en cada parcela del experimento. Se aplicó la fórmula que determina número de plantas infectadas sobre número de plantas sanas, por la cantidad total de las plantas a evaluar posteriormente se muestra la fórmula aplicada para detallar el nivel incidencia.

$$\%incidencia = \frac{\#plantas\ afectadas}{total\ de\ plantas\ analizadas} \times 100$$

### **10.8.4. Número de plantas muertas**

Para la variable se evaluó en cada parcela útil mediante una observación de campo se determinó las plantas que estuvieron infestadas, las cuales presentaron signos por el ataque el hongo, la cual prohibió que la planta realice su función fisiológica.

### **10.8.5 Evaluación de costos de los tratamientos**

Se verificaron los costos estipulado en cada tratamiento. Los costos se calcularon en base a la siguiente formula:

$$CT=X+ PX$$

Dónde:

CT= Costo total.

X= Costo Variable.

PX= Costo fijo.

## **10.9. Manejo de la investigación**

### **10.9.1. Preparación del suelo**

La preparación del suelo consistió en limpiar todo el suelo de malezas, rastrojos de plantas indeseables presentes en el lugar, se removió el suelo con azadón con ayuda de un rastrillo con la idea de tener un suelo mullido y apto para el trasplante de las plántulas de pimiento.

### **10.9.2. Delimitación del área de estudio**

La delimitación del área experimental se realizó con el fin determinar la ubicación de las parcelas de acuerdo al croquis de campo, para ello se empleó de caña de 80 cm. Donde se estableció los surcos y se separó las parcelas de estudio, se marcaron los puntos, donde van a ser ubicadas las plantas.

### **10.9.3. Construcción de la cubierta para el semillero**

Se construyó una cubierta con plástico transparente con el propósito de proteger a las plantas de los factores ambientales. La construcción fue diseñada de caña con dimensiones de 2 m de ancho y 2,5 m de largo con una altura de 2 m.

### **10.9.4. Elaboración de semillero**

En la elaboración del semillero se utilizó bandejas plásticas de 128 cavidades, para lo cual se manejó con sustrato a base de turba apropiada para semilleros. El mismo estuvo provisto de buena sombra y una buena ventilación, la estructura fue compuesta de caña guadua, plástico transparente que se utilizó como techado, las bandejas se ubicaron dentro de la estructura, además las bandejas fueron alzadas para evitar daños por parte de animales cercanos al lugar, las bandejas permanecieron 30 días dentro de la estructura.

#### **10.9.5. Trasplante**

Se realizó a los 30 días después de la siembra en el semillero cuando las plantas alcanzaron una altura de 15 cm, se procedió realizar hoyos de 10 cm de profundidad, con una distancia de 0,40 m entre plantas y 0,60 m entre hileras, aplicando en cada hoyo productos desinfectantes para un óptimo desarrollo de la planta.

#### **10.9.6. Tutorado**

Se utilizó latillas de 1,10 m ubicada a 10 cm de la planta, esta labor es indispensable para mantener la planta bien erguida ya que los tallos del pimiento se caen con facilidad, el tutorado se realizó sujetando las plantas a las latillas evitando el acame por el viento.

#### **10.9.7. Aporcado**

Esta labor es muy importante, la cual se realizó con un azadón con el fin de cubrir con la tierra la parte del tallo de la planta, ya que esto favorece el desarrollo del sistema radicular e impide que la planta se vire con facilidad.

#### **10.9.8. Control de maleza**

El control de malezas se lo realizó de forma manual, empleando materiales como el machete para evitar competencia de nutricional con el cultivo.

#### **10.9.9. Identificación del patógeno**

Como parte del proceso investigativo se identificó el patógeno mediante control fitosanitario en el campo, se observó plantas que presentaba sintomatología de (*Phytophthora Capsici*), ya que este hongo afecta principalmente las raíces y la base del tallo de la planta, aunque también puede atacar las partes aéreas, por ello se observó los síntomas presentadas en las mismas, también se determinó los signo que son la estructura del ataque del hongo mediante observaciones detalladas.

#### **10.9.10. Identificación de signos**

Mediante visita del campo se identificó el signo de (*Phytophthora Capsici*), las cuales presentaban lesiones de color negras o castaño oscuro. Los síntomas en tallos y hojas, posteriormente en los

frutos se observó daños por ataque del hongo, mientras que las condiciones ambientales sean muy favorables para el desarrollo del patógeno, estos provocan muerte rápida de la planta.

#### **10.9.11. Identificación de síntomas**

La identificación de los síntomas iniciales del patógeno se realizó con la visita al campo las cuales se observaron síntomas como: necrosamiento, pudrición de raíces y tallos, ya son encargados de realizar las funciones de las plantas, posteriormente presentando marchitez de las mismas y pudrición de frutos causado por el patógeno (*Phytophthora Capsici*).

#### **10.9.12. Calculo de incidencia**

Para la identificación de la (*Phytophthora Capsici*) se realizó la visita al campo, se observó que el patógeno afecta el sistema radicular destruyendo plántulas y plantas de cualquier edad, como la decadencia radicular, el ahogamiento de las plántulas y la pudrición de tallos, hojas y frutos. Las plantas que presentaban sintomatología del hongo fitopatógenos, se mostraban un color necrosada y el tallo un color negro a café, mientras que la planta se tiende a marchitarse o más conocido como la tristeza, posteriormente causando la muerte de la plántula para detallar el incremento del hongo se determinó mediante la siguiente formula.

$$\%incidencia = \frac{\#plantas\ afectadas}{total\ de\ plantas\ analizadas} \times 100$$

#### **10.9.13. Aplicación del *Trichoderma Harzianum***

Para la aplicación de *Trichoderma harzianum* se procedió a fumigar los tratamientos cada uno con un porcentaje distinto, donde el T1 fue el testigo, por siguiente en el T2 se aplicó 200cc de *Trichoderma harzianum* en 20 L de agua, seguido de 400cc de *Trichoderma harzianum* en 20 L de agua para el tratamiento de T3 y por ultimo 600cc de *Trichoderma harzianum* en la misma cantidad de agua para el T4 cada uno de estos tratamientos con tres repeticiones.

## **11. ANÁLISIS DE DISCUSIÓN Y REDULTADOS**

### **11.1. Altura de plantas a los 30 y 45 días después de trasplante (DDT).**

Los resultados estadísticos para la variable de crecimiento altura de planta de pimiento mostraron

que a los 30 y 45 DDT (Días después de trasplante) no existió diferencias significativas entre los tratamientos, sin embargo el T1 (testigo) difieren de los demás tratamientos alcanzando promedios entre 24,57 y 68,33 cm respectivamente, mientras que con la aplicación del, *Trichoderma harzianum* a diferentes concentraciones 5, 10 y 15 % que son los T2, T3 y T4 no mostraron mejores resultados obteniendo promedios a los 30 días 24,13 cm (T2 5%) y a los 45 días DDT presentaron que los tratamientos al (T2 5%), 62,91 cm. (T3 10%), 62,05 cm y (T4 15%) 67,05 cm respectivamente.

**Tabla 9.** Resultados de altura de plantas

<b>Altura de plantas (cm)</b>				
<b>Tratamientos</b>	<b>30 días</b>		<b>45 días</b>	
<b>Testigo (0%)</b>	<b>24,57</b>	<b>a</b>	<b>68,33</b>	<b>a</b>
<i>Trichoderma</i> (5%)	24,13	a	62,91	a
<i>Trichoderma</i> (10%)	24,57	a	62,05	a
<i>Trichoderma</i> (15%)	24,13	a	67,50	a
<b>CV %</b>	3,90		4,07	

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*

**Elaborado por:** Chiguano y Pilatasig (2022).

Respecto al crecimiento en altura de las plantas en la presente investigación no se presentaron diferencia significativa en cuanto a desarrollo de las mismas. Lo que coincide con lo señalado por (Flores & Madriz, 2005). Que menciona que el efecto de *Trichoderma harzianum* en cuanto al crecimiento de la planta depende de muchos factores como lo son la cepa que se utiliza, la concentración y la forma de aplicación del inóculo, el tipo de planta. Mientras que para (Peña, 2020) señala que existen diversos factores que influyen en el crecimiento y desarrollo de las plantas, siendo *Trichoderma harzianum* capaz de promoverlo, especialmente los relacionados al incremento en el crecimiento tanto del tipo foliar como radical y mejorando sus rasgos fisiológicos.

## **11.2. Número de flores por plantas**

En la variable número de flores por planta mostraron diferencias significativas en todos los tratamientos estudiados obteniendo un mayor porcentaje de flores por plantas el T4 con 13,38 flores a una concentración de (15%) de *Trichoderma harzianum* con diferencias estadísticas al T1 testigo absoluto, el que obtuvo la menor cantidad de flores con un valor de 11,33 de flores. Mientras que el resto de las variables evaluadas con *Trichoderma harzianum* no se registraron diferencia

significativa con el mejor tratamiento de *Trichoderma harzianum* al T4 (15%) sin embargo si mostro mejor efecto en relación al testigo. Se pudo observar que existe un efecto en cuanto a la aplicación del *Trichoderma harzianum* estudiados en aumentar números de flores por plantas del cultivo de pimiento.

**Tabla 10.** Número de flores por plantas bajo el efecto de *Trichoderma harzianum*.

<b>Tratamientos</b>	<b>Número de flores por plantas</b>	
Testigo (0%)	11,33	b
<i>Trichoderma</i> (5%)	12,29	ab
<i>Trichoderma</i> (10%)	12,50	ab
<b><i>Trichoderma</i> (15%)</b>	<b>13,38</b>	<b>a</b>
<b>CV %</b>	5,64	

**Elaborado por:** Chiguano y Pilatasig (2022).

Con la utilización del *Trichoderma harzianum* refuerza las plantas y su sistema inmunitario, así como también activan sus funciones fisiológicas logrando de esta forma plántulas más sanas y con buenas características agronómicas, con mayor vigor este resultado concuerda con lo afirma (Gonzalez, 2009). El uso del hongo *Trichoderma harzianum* ayuda a incrementar el número de yemas y flores aumentó de 40 a 60% empleando las cepas de *Trichoderma harzianum*. Las mismas que son una alternativa efectiva para la agricultura. Este resultado corresponde con el obtenido en la presente investigación donde el hongo *Trichoderma harzianum* al (T4 15%) mostró mayor número de flores por planta lo que indica que las plantas tuvieron una reacción positiva en el desarrollo fisiológico en la etapa de floración.

### 11.3. Porcentaje de incidencia

Para la variable incidencia del patógeno se procedió la recolección de datos antes de la aplicación del hongo benéfico donde se puede observar que existe diferencia significativa en los tratamientos y el testigo. Luego de los 15 días de aplicar el hongo *Trichoderma harzianum* se registró una amplia diferencia entre los tratamientos. El T4 al 15% de *Trichoderma harzianum* mostro menor porcentaje de incidencia con un valor de 11,46 % a diferencia del testigo, que registro un promedio 39,59% de incidencia mostrando que el hongo biocontrolador, presento antagonismo ante el patógeno *Phytophthora capsici*. El efecto de las cepas de *Trichoderma harzianum* al ser aplicadas en plantas después de la tercera aplicación mostro alta significancia estadística entre los demás tratamientos que alcanzaron promedios entre T4 11,46 y T1 46,88 % de incidencia.

Es importante destacar esta variable como uno de los indicadores para el rendimiento de la producción en el cultivo del pimiento, este resultado donde solo un tratamiento tuvo diferencias significativas con el resto de los tratamientos que nos permiten valorar, uso de *Trichoderma harzianum* ya que mostro antagonismo al hongo *Phytophthora capsici*, resaltando el T4 *Trichoderma harzianum* al (15%) que presento menor incidencia del patógeno frente al testigo durante las tres aplicaciones.

**Tabla 11.** Porcentaje de incidencia de enfermedades en cultivo de pimiento.

Tratamientos	Incidencia de enfermedades					
	Aplicación 1		Aplicación 2		Aplicación 3	
Testigo (0%)	27,08	b	39,59	b	46,88	b
<i>Trichoderma</i> (5%)	14,58	a	16,67	ab	21,88	ab
<i>Trichoderma</i> (10%)	13,54	a	19,79	ab	21,88	ab
<b><i>Trichoderma</i> (15%)</b>	<b>13,54</b>	<b>a</b>	<b>11,46</b>	<b>a</b>	<b>11,46</b>	<b>a</b>
<b>CV %</b>	48,21		42,32		42,56	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Elaborado por:** Chiguano y Pilatasig (2022).

Según (Zeilinger & Omann, 2007). Menciona que el *Trichoderma harzianum* ha demostrado efectividad al reducir hasta un 65% la tristeza causada por *Phytophthora capsici* en pimiento. Por su parte (Ezziyyani, 2004). Considerando lo anterior, el uso de *Trichoderma harzianum*. Es una alternativa con potencial para el control de muchas enfermedades; sin embargo, es importante tener en cuenta diversos factores como: la concentración, tipo de hongo *Trichoderma harzianum*, forma de aplicación entre, otras. Es importante destacar que el *Trichoderma harzianum* como agente de biocontrolador a mayor dosis resulto el mejor debido a que tiene una alta capacidad reproductiva, capacidad para sobrevivir bajo condiciones ambientales desfavorable por ende esta cepa se usa a gran escala ya que es una alternativa en la agricultura sin efectos adversos.

#### 11.4. Número de plantas muertas

Se muestran el resultado del *Trichoderma harzianum* en cuanto al variable número de plantas muertas, se pudo observar que existió alta significancia estadística entre los demás tratamientos obteniendo mayor antagonismo con *Trichoderma harzianum* T4 al (15%) registrando un valor 0,33

plantas muertas dando un efecto eficaz, a diferencia que el testigo que mostro mayor porcentaje de plantas muertas con un resultado de 11,67 plantas muertas.

**Tabla 12.** Número de plantas muertas causado por el fitopatógenos *Phytophthora capsici*.

<b>Tratamientos</b>	<b>Plantas muertas</b>
Testigo (0%)	11,67 b
<i>Trichoderma</i> (5%)	3,00 ab
<i>Trichoderma</i> (10%)	5,33 ab
<b><i>Trichoderma</i> (15%)</b>	<b>0,33 a</b>
<b>CV %</b>	<b>60,54</b>

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*

**Elaborado por:** Chiguano y Pilatasig (2022).

Según (Alma, 2014), Relata que entre los estudios que validan la efectividad de *Trichoderma harzianum* como inductor de los mecanismos de defensa vegetal se encuentra el estudio realizado por (Martínez, 2009). En el mismo se evaluó la capacidad de *Trichoderma harzianum*, para controlar la podredumbre de la raíz y tallo del pimiento (*Capsicum annuum*) hasta un 65% causadas por *P. capsici*. Por otra parte, esto con concuerda con lo realizado en esta investigación ya que se pudo determinar que el *Trichoderma harzianum* T4 al 15% tuvo mayor antagonismo en cuanto al control del fitopatógenos, tuvo menor número de plantas muertas mientras, que las plantas sanas presentaron mayor vigor con la aplicación del hongo benéfico.

Del análisis de varianza en cuanto al control existen diferencias significativas entre 60 y 65% de acuerdo a estos resultados obtenidos durante el desarrollo de la investigación, se pudo constatar que el *Trichoderma harzianum*, es un buen agente como biocontrolador, por ello se pone en constancias se acepta la hipótesis alternativa.

### **11. 5 Análisis de costo.**

Para el análisis de costos de cada uno de los tratamientos luego de los cálculos de gastos por tratamiento se logró determinar que el costo de por cada aplicación obtenida entre cada uno de los tratamientos el T4 (15%) 8,33 USD, T3 (10%) con 6,33 USD, T2 con 4,33 USD, siendo los costos más alto, mientras que el testigo tuvo el costo más bajo con un valor 2,33, dejando en cuenta los costos entre los tratamientos respectivamente.

**Tabla 13.** En la siguiente tabla se muestra el análisis de costo del proyecto.

Rubros	Biocontrolador			
	Testigo	<i>Trichoderma</i> h. 5% 200 cc	<i>Trichoderma</i> h.10%400cc	<i>Trichoderma</i> h. 15% 600cc
<i>Trichoderma H.</i>	0,00	2,00	4,00	6,00
<i>Plantas</i>	1,00	1,00	1,00	1,00
Bomba de fumigar	1,33	1,33	1,33	1,33
Alquiler terreno	12,50	12,50	12,50	12,50
Jornales	20,00	20,00	20,00	20,00
<b>Total</b>	<b>34,83</b>	<b>36,83</b>	<b>38,83</b>	<b>40,83</b>

Elaborado por: Chiguano y Pilatasig (2022).

## 12. IMPACTO (técnico, social, ambiental o económico)

### 12.1. Técnicos

La investigación ha generado impactos técnicos con suma importancia tanto en el ámbito agrícola como de tecnología, ya que se presentan técnicas y herramientas con las cuales se obtuvieron resultados satisfactorios el control biólogo con la aplicación de la *Trichoderma harzianum* en el cultivo de pimiento (*Capsicum annum L*) siendo así una alternativa de gran importancia para los agricultores ya que se les proporciona frutos libres de químicos y más saludables que perjudiquen la calidad de vida de las personas .

### 12.2. Social

En cuanto al impacto social que tiene el proyecto es enormemente importante, ya que en la actualidad se puede cultivar plantas más sanas y que estas estén libres de químicos además que está es una posibilidad de producción que los agricultores, por lo que, con la utilización de la *Trichoderma harzianum* en el cultivo de pimiento, se pueden obtener plantas más sanas, con las características deseadas.

### 12.3. Ambiental

El impacto ambiental que tiene el proyecto, es que, con la utilización de la *Trichoderma harzianum* en el control biológico, se reduce el impacto ya que con este método ayuda a reducir niveles de infestación de la plaga y que además no genera contaminación al ambiente, respetando el medio

ambiente debido a que no se emplea fungicida, lo que da más seguridad evitar estos productos tóxicos para la salud.

#### **12.4. Económicos**

El impacto económico que genera el uso de la utilización de la *Trichoderma harzianum* en el cultivo de pimiento con el control biológico implica usar tres veces menos las sustancias químicas, con el mismo o mejor rendimiento y a un costo menor

### 13. PRESUPUESTO

El presupuesto de esta investigación establecida se presenta en la siguiente tabla 14.

**Tabla 14.** Presupuesto de la investigación.

RECURSOS MATERIALES	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (USD)	PRECIO TOTAL
<b>A. Costos Directos</b>				
<b>1. Mano de obra</b>				
Alquiler de terreno	m2	280	50	100,00
Limpieza del terreno	Jornal	2	20	40,00
Medición Balizada de terreno	Jornal	2	20	40,00
Mano de obra	Visitas-técnica	35	5	175,00
<b>Subtotal</b>				<b>355,00</b>
<b>2. Insumos</b>				
Semilla de pimiento	Kg	2	1,5	3,00
<i>Trichoderma harzianum</i>	Unidad	3	10,00	30,00
Limpiador	Unidad	1	2	2,00
<b>Subtotal</b>				<b>35,00</b>
<b>Total, costos directos</b>				<b>390,00</b>
<b>B. Costos indirectos</b>				
<b>Materiales</b>				
Machete	Unidad	2	6	12,00
Rastrillo	Unidad	1	5	5,00
Flexometro	Unidad	1	3	3,00
Bomba de mochila (Jacto)	Unidad	1	80	80,00
Regadera	Unidad	1	10	10,00
Tachuelas	Unidad	30	0,1	3,00
Dosificador	Unidad	1	1,25	1,25
Clavos	Unidad	2	1	2,00
Malla negra	Unidad	60	0,45	27,00
Caña de guadua	Unidad	8	1,75	14,00
Plástico	Unidad	5	1,5	7,50
Bandejas de germinación	Unidad	4	2,25	9,00
Transporte	Flete	5	10	50,0
<b>Equipos</b>				
Cuaderno de anotación	Unidad	1	1,25	1,25
Lapicero-lápiz-borrador	Unidad	1	2	2,00
Computadora	Horas	60	1,25	75,00
Impresiones	Hojas	210	0,1	21,00
Empastados	Unidad	3	10	30,00
CD	Unidad	3	1	3,00
<b>Subtotal de costos indirectos</b>				<b>356,00</b>
<b>Total de costos directos</b>				<b>390,00</b>
<b>TOTAL DE COSTOS</b>				<b>746,00</b>

Elaborado por: Chiguano y Pilatasig (2022).

## 14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 14.1. Conclusiones

- La progresión de la infección de la *Phytophthora capsici*, en el cultivo se vio afectada por la aplicación del hongo benéfico *Trichoderma harzianum*, obteniendo una baja incidencia del patógeno, a una concentración de *Trichoderma* al 15%, se determinó un buen control de *Phytophthora capsici*, esto debido a la facilidad que esta tiene para colonizar y proteger las plantas, el mismo que crea mecanismo de defensa y parasitar a otros patógenos.
- El empleo de cepa *Trichoderma harzianum* se pueden considerar de acuerdo a los resultados obtenidos como promotores de agentes controladores de fitopatógenos, el cual contribuye a mejorar características agronómicas de plantas, en este estudio de acuerdo a los resultados obtenidos se pone en evidencia la eficacia del hongo benéfico, como biocontrolador frente a las variables evaluadas.
- Los costos estipulados por cada tratamiento varían de acuerdo a cada aplicación donde el T4 al 15% de *Trichoderma harzianum* resulto el más costoso, pero con una efectividad eficiente ya que con este porcentaje de dosis se pudo controlar la enfermedad.

### 14.2. Recomendaciones

- Ejecutar nuevas investigaciones sobre estos productos para control biológico, que se insertan dentro de la agricultura orgánica, promoviendo e impulsando una producción sana, sin residuos químicos, apto para el consumo humano.
- En base a los resultados obtenidos, se recomienda el uso del *Trichoderma harzianum* a mayor concentración al 15% para el control de enfermedades como un agente biocontrolador de las enfermedades en los cultivos.
- En la práctica se deben considerar algunos factores que permitan la expansión de los mecanismos de control de la cepa las cuales se consideran, un ambiente favorable, las condiciones del suelo y modo de aplicación.

## 15. BIBLIOGRAFÍA

- Acuña, E. (2008). Manejo integrado del tizon tardío y estrategias de control químico. Obtenido de <https://tizon.inia.cl/assets/boletines/62-manejo%20integrado%20del%20tizon%20tardio%20y%20estrategias%20de%20control%20quimico.pdf>
- AgriSolver. (2019). La marchitez del chile: Manejo Integrado de *Phytophthora capsici*. Obtenido de <https://www.agrisolver.com/blog/la-marchitez-del-chile-manejo-integrado-de-phytophthora-capsici>
- Aguiar, J. (2012). Cómo sembrar, cultivar y cosechar pimientos. *GARDEN*, 21. Obtenido de <https://www.gardentech.com/es/blog/garden-and-lawn-protection/growing-your-own-bell-peppers>
- Alma, G. (2014). Mecanismos de defensa inducidos por la combinación de *Trichoderma harzianum* y quitosano en nochebuena (*Euphorbia pulcherrima*) contra *Phytophthora drechsleri*. <https://ciatej.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1023/433/1/ALMA%20GUADALUPE%20GARCIA%20VERA.pdf>.
- Berger. (2017). Protección del cultivo a través del uso de microorganismos en sustratos. Obtenido de <https://www.berger.ca/es/recursos-para-los-productores/tips-y-consejos-practicos/proteccion-del-cultivo-a-traves-del-uso-de-microorganismos-en-sustratos/>
- Cárdenas, Y. G. (2010). Métodos de conservación y formulación de *trichoderma harzianum* rifai. *SciELO*, vol. 14 (no. 3). Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1562-30092010000300008](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1562-30092010000300008)
- Carlos, C. (2018). Producción y comercialización del pimiento e incidencia socioeconómica. Obtenido de <file:///C:/Users/usuario/Downloads/545-1300-2-PB.pdf>
- Carrera, A. (2014). *Evaluación de cuatro tratamientos en el cultivo de pimiento (Capsicum annum L.) Variedad tropical irazú a campo abierto, para el control de marchitez por phytophthora*

- (*Phytophthora capsici* Leo.) En la parroquia de Imbaya provincia de Imbabura. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/2815/1/03%20AGP%20171%20TESIS.pdf>
- Chiriboga, H. (2015). *Trichoderma spp.* Para el control biológico de enfermedades. Obtenido de <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/2647/BVE17038725e.pdf;jsessionid=B D3E0D82A16678428540F8E174A1A1AD?sequence=1>
- Cobo, J. R. (2012). “Efecto de la fertilización a base de biol en la producción de pimiento (*Capsicum annum* L) híbrido Quetzal bajo condiciones de invernadero”. Obtenido de <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/2021/1/104388.pdf>
- Deker, I. (2011). Adaptación de cinco híbridos de pimiento (*Capsicum annum* L.) En la zona de catarama, cantón urdaneta provincia de los ríos. . Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/8163/1/TESIS%20PIMIENTO.pdf>
- Deker, I. (2011). Adaptación de cinco híbridos de pimiento (*Capsicum annum* L.) En la zona de catarama, cantón urdaneta provincia de los ríos. . Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/8163/1/TESIS%20PIMIENTO.pdf>
- Encalada, H. (2016). “Evaluación de dos especies de *Trichoderma* para el manejo de enfermedades fúngicas que afectan al cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* Mill) a nivel radicular en condiciones de invernadero.”. Obtenido de <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/25530/1/tesis.pdf.pdf>
- Ezziyyani. (2004). Antagonismo in vitro de *Trichoderma harzianum* Rifai sobre *Fusarium oxysporum* Schlecht f. sp *passiflorae* en maaracuyá y banano. 1-6. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v62n1/a01v62n1.pdf>
- Flores, M., & Madriz, P. (2005). Evaluación de altura de plantas y componentes del rendimiento de seis genotipos del género *Vigna* en dos localidades de Venezuela. *SciELO*, 2-5.

- Fundación de Desarrollo Agropecuario . (1994). *cultivo de aji*. Obtenido de <http://www.cedaf.org.do/publicaciones/guias/download/aji.pdf>
- González, C. (2013). Ciclo de vida del hongo. Obtenido de <https://botanica.cnba.uba.ar/Pakete/3er/Ciclo-Vida/Hongos.htm>
- Gonzalez, N. (2009). Metabolismos de Trichoderma frente a hongos. *Revista de Protección Vegetal*, 3-6. Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1010-27522009000100002](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522009000100002)
- Horticultura. (2011). Cultivo de pimiento. Obtenido de <http://www.hort.unlu.edu.ar/sites/www.hort.unlu.edu.ar/files/site/Pimiento.pdf>
- INFOAGRO. (24 de mayo de 2014). El cultivo de pimiento. . Obtenido de <http://infoagro.com/hortalizas/pimiento.htm>.
- InfoAgro. (2015). Microorganismos del suelo beneficiosos para los cultivos. Obtenido de [https://www.infoagro.com/hortalizas/microorganismos\\_beneficiosos\\_cultivos.htm](https://www.infoagro.com/hortalizas/microorganismos_beneficiosos_cultivos.htm)
- Jensel, G. (2016). Conjunto Tecnológico para la Producción de Pimiento. Obtenido de <https://www.upr.edu/eea/wp-content/uploads/sites/17/2016/03/PIMIENTO-Character%C3%ADsticas-de-la-Planta-v2005.pdf>
- Larraín, P., Paulina, S., & Gonzalez, V. (2010). Manejo de plagas y enfermedades en pimiento, incorporando criterios de producción limpia. Obtenido de <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/123456789/4402/NR38613.pdf?sequence=6&isAllowed=y>
- Londres, D. (2011). Adaptación de cinco híbridos de pimiento (*Capsicum annuum L.*) En la zona de catarama, cantón urdaneta provincia de los ríos. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/8163/1/TESIS%20PIMIENTO.pdf>

- López, C. (2004). Selección de Cepas Nativas de *Trichoderma* spp. con Actividad Antagónica sobre *Phytophthora capsici* Leonian y Promotoras de Crecimiento en el Cultivo de Chile (*Capsicum annuum* L.). Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/612/61222115.pdf>
- Luna, A. E. (2013). Efecto de Tres Biorreguladores en el Cultivo de Pimiento (*Capsicum annuum* L) en la Granja Santa Inés . Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/3305/1/T-UTMACH-FCA-PRE-237.pdf>
- Magdama, F. (2010). *Trichoderma harzianum* como biofungicida para el biocontrol de *Phytophthora capsici* en plantas de pimiento (*Capsicum annuum* L.). Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/11929/1/TESIS.pdf>
- Martínez, B. (2009). Mecanismos de acción de *Trichoderma* frente a hongos fitopatógenos. 24(1). Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1010-27522009000100002](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522009000100002)
- Martinez, L. (2013). *Trichoderma* para el combate de patógenos foliares y aéreos y su aplicación en residuos vegetales. Obtenido de <file:///C:/Users/usuario/AppData/Local/Temp/40-Texto%20del%20art%C3%ADculo-40-1-10-20161128.pdf>
- Mohammed, E., Pérez, C., Ahmed, S., & Requena, M. (2014). *Trichoderma harzianum* como biofungicida para el biocontrol de *Phytophthora capsici* En plantas de pimiento (*Capsicum annuum* L.) . *Indenex*, 26.
- Molina, S., Perez, S., & Demey, J. (2016). Diversidad genética de *Phytophthora* spp. en plantaciones de cacao. *Scielo*, 2-5.
- Moreno, E. (2015). Respuesta del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) VAR. *Nathalie* bajo invernadero a la aplicación foliar complementaria con tres tipos de lactofermentos. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/7073/1/T-UCE-0004-37.pdf>
- Nalimova, M. (2007). Introducción y eficacia técnica del biocontrol de fitopatógenos con *trichoderma* spp. En cuba. *Redalyc.*, 75-79.

- Neira, A. (2011). Producción de tres híbridos de pimiento (*Capsicum annuum*). Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/901/1/BORBOR%20NEIRA%20ALBERTO%20Y%20SU%C3%81REZ%20SU%C3%81REZ%20GARDENIA.pdf>
- Olvera, M. (2015). Efectos de fertilizantes nitrogenados y potásicos en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*), en condiciones de campo, en la zona de babahoyo. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/729/1/T-UTB-FACIAG-AGR-000134.pdf>
- Palma, W. (2015). “Producción del pimiento con la aplicación de dos fertilizantes orgánicos y tres dosis en la parroquia el carmen, barrio angueta moreno-cantón la maná, provincia de cotopaxi.”. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/3514/1/T-UTC-00791.pdf>
- Peña, E. (13 de Enero de 2020). Efecto de *Trichoderma* spp. sobre el desarrollo de plántulas de *Capsicum annuum* L. (*pimentón*) y el biocontrol del hongo fitopatógeno *Sclerotium* sp. . Obtenido de <https://www.meridapublishers.com/libro1/capitulo3.html>
- POLIS. (2018). Inclusion social en Ecuador el buen vivir. *Open Edition Journals*, 46-49.
- PotAgro. (2021). Hongos fitopatogenos controlados por *Trichoderma*. *Producto organico para el desarrollo del Agro*, 2-3.
- Ríos, V. (2014). Caracteres principales, ventajas y beneficios agrícolas que aporta el uso de *Trichoderma* como control biológico. *Agroecosistemas*, Vol.2(No.1), 254-264. Obtenido de <file:///C:/Users/usuario/AppData/Local/Temp/40-Texto%20del%20art%C3%ADculo-40-1-10-20161128.pdf>
- Rojas, C. (2019). *APLICACIÓN DE Trichoderma* spp. Como controlador de *Phytophthora capsici* Leo. en *Capsicum annuum* L. “*ají páprika*” var. *PAPRI KING*, bajo condiciones de vivero. Obtenido de <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/UNJFSC/3388/Carmen%20Eufemia%20Rojas%20Zenoza%C3%ADn.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Tituaña, J. (2013). Uso del hongo *Trichoderma asperellum* en plántulas de pimiento (*Capsicum annum*) y su efecto sobre la supervivencia y productividad en campo. Obtenido de <https://repositorio.usfq.edu.ec/jspui/bitstream/23000/2485/1/106815.pdf>
- Uribe, L., Castro, L., Arauz, F., & Henríquez, C. (2014). Pudrición basal causada por *Phytophthora capsici* En plantas de chile tratadas con vermicompost. *Agron. Mesoam.*, 243-246. Obtenido de <https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v25n2/a03v25n2.pdf>
- Valerio, M. (2014). Fertilización adecuada de pimientos bell. Obtenido de <https://www.hortalizas.com/horticultura-protegida/fertilizacion-adecuada-de-pimientos-bell/>
- Zeilinger, & Omann. (2007). Producción de conidios de *Trichoderma harzianum*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/2091/209123682003.pdf>

## 16. ANEXOS

### **Anexo 1** CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte, Chiguano Chiguano Norma Alicia identificada/o con C.C. N° 050427901-9 y Pilatasig Vega Edgar Moises identificada/o con C.C. N° 050392789-9 de estado civil solteros y con domicilio en Latacunga, a quien en lo sucesivo se denominará **LA/EL CEDENTE**; y de otra parte, el Ph.D. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.** **LA/EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de **Ingeniería Agronómica**, titulares de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“Control biológico en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum L.*) Con la aplicación de *Trichoderma Harzianum*”** la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico. - Noviembre\_2016 – Abril\_2022

Aprobación HCA. -

Tutor. - Ing. MSc. Kleber Augusto Espinosa Cunuhay

Tema. - **“Control biológico en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum L.*) Con la aplicación de *Trichoderma harzianum*”**

**CLÁUSULA SEGUNDA.** - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLÁUSULA TERCERA.-** por el presente contrato, **LA/EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

**CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **LA/EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir.

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación a territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

**CLÁUSULA QUINTA.** - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA/EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor

**CLÁUSULA SEXTA.** - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

**CLÁUSULA SEPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.** - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA/EL CEDENTE** podrá utilizarla.

**CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA/EL CEDENTE** en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA.** - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

**CLÁUSULA DÉCIMA.** - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**CLÁUSULA UNDÉCIMA.** - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga a los 31 días del mes de marzo del 2022



Chiguano Chiguano Norma Alicia  
**EL CEDENTE**



Pilatasig Vega Edgar Moises  
**EL CEDENTE**

Dr. Tinajero Jiménez Cristian Fabricio  
**EL CESIONARIO**

## Anexo 2. Certificación de anti plagio URKUN



### Document Information

Analyzed document	WORD- CHIGUANO NORMA- FILATASIG EDGAR (3).docx (D132961817)
Submitted	2022-04-07T18:46:00.000000
Submitted by	
Submitter email	Kleber.espinosa@uto.edu.ec
Similarity	7%
Analysis address	Kleber.espinosa.uto@analysis.arkund.com

### Sources included in the report

SA	TESIS VASCONEZ.docx Document TESIS VASCONEZ.docx (D19774492)	BB	5
SA	Cedeño URKUND.docx Document Cedeño URKUND.docx (D41116248)	BB	2
SA	Pimiento.docx Document Pimiento.docx (D111091407)	BB	1
SA	TESSSS WAGNER.docx Document TESSSS WAGNER.docx (D112206063)	BB	10
SA	tesis George .docx Document tesis George .docx (D20987889)	BB	2
SA	tesis bedon 2016.docx Document tesis bedon 2016.docx (D18240063)	BB	2
W	URL: <a href="https://www.um.es/analesdebiologia/numeros/26/PDF/06-TRICHODERMA.pdf">https://www.um.es/analesdebiologia/numeros/26/PDF/06-TRICHODERMA.pdf</a> Fetched: 2020-06-16T00:07:28.610000	BB	1
SA	Tesis (Espinosa & Moreira) (Reparado) Ultimo.docx Document Tesis (Espinosa & Moreira) (Reparado) Ultimo.docx (D13469470)	BB	1
SA	perfil 7mo de proyecto.docx Document perfil 7mo de proyecto.docx (D9612900)	BB	1
W	URL: <a href="https://www.researchgate.net/publication/39296608_Trichoderma_harzianum_como_biofungi_cida_para_el_biocontrol_de_Phytophthora_capsici_en_plantas_de_pimiento_Capsicum_annuum_L">https://www.researchgate.net/publication/39296608_Trichoderma_harzianum_como_biofungi_cida_para_el_biocontrol_de_Phytophthora_capsici_en_plantas_de_pimiento_Capsicum_annuum_L</a> L Fetched: 2019-11-22T06:01:06.487000	BB	1
W	URL: <a href="https://www.redalyc.org/pdf/612/61222116.pdf">https://www.redalyc.org/pdf/612/61222116.pdf</a> Fetched: 2020-07-09T17:10:49.633000	BB	2
SA	EF_TT1_TESIS_TAZACAHUANAGIANNINA_GASPARRIOSMARIA.docx Document EF_TT1_TESIS_TAZACAHUANAGIANNINA_GASPARRIOSMARIA.docx (D120891416)	BB	2

**Anexo 3.** Certificación del Aval del Abstract***AVAL DE TRADUCCIÓN***

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“CONTROL BIOLÓGICO EN EL CULTIVO DE PIMIENTO (*Capsicum annum L.*) CON LA APLICACIÓN DE *Trichoderma harzianum*”** presentado por: **Chiguano Chiguano Norma Alicia** y **Pilatasig Vega Edgar Moises**, egresado de la Carrera de: **Ingeniería Agronomía**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

La Maná, 28 de marzo del 2022

Atentamente,



Mg. Fernando Toaquiza  
**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC**  
**C.I: 0502229677**

**Anexo 4.** Hoja de vida del docente tutor**CURRICULUM VITAE**

**Apellidos:** Espinosa Cunuhay  
**Nombres:** Kleber Augusto  
**Cédula de Identidad:** 050261274-0  
**Teléfonos:** 0995463215-032250251  
**Correo electrónico:** [kleber.espinosa@utc.edu.ec](mailto:kleber.espinosa@utc.edu.ec)  
[/espinosakleber23@yahoo.es](mailto:/espinosakleber23@yahoo.es)



- Universidad Técnica de Cotopaxi, Maestría en Gestión de la Producción
- Coordinador de la Carrera de Ingeniería Agronómica, Universidad Técnica de Cotopaxi – Extensión La Maná
- Docente Investigador- Responsable del Comité de Editorial, Universidad Técnica de Cotopaxi – Extensión La Maná
- Responsable del proyecto de Creación de la Unidad Educativa, Unidad Educativa Comunitaria Intercultural Bilingüe Cesar Sandoval Viteri
- Responsable del Proyecto de Germoplasma de Semillas de Papas Nativas del Sector Maca Ugshaloma con el Plan Internacional y el INIAP

**TEXTOS ESCRITOS**

Evaluación agronómica de hortalizas de hoja, Col china y nabo ISBN: 978-3-8417-6367-9  
 Editorial Académica Española Disponible en:  
<https://www.eaepublishing.com/catalog/details/store/es/book/978-3-8417-evaluaci%C3%B3n-agron%C3%B3mica-de-hortalizas-de-hoja?search=hortalizas>.

**ARTICULOS CIENTIFICOS**

- **Efecto de diferentes abonos orgánicos en la producción de tomate (*Solanum lycopersicum*, L)**, publicado en la revista Biotecnia Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud, 11 de diciembre 2016 disponible en: <http://biotecnia.unison.mx>
- **Evaluación agronómica del babaco (carica pentagona), con dos fertilizantes químicos en diferentes dosis en el Cantón Pangua**, publicado en la revista UTC ciencia latindex, agosto de 2016 ISSN 1390-6909. Disponible en <http://www.utc.edu.ec/LinkClick.aspx?fileticket=o0SU5nuTvrs%3d&portalid=043>
- **Respuesta de variedades de papa (*Solanum Tuberosum*, L) a la aplicación de abonos orgánicos y fertilización química**, publicado en la revista Ciencia y Tecnología de la UTEQ latindex, junio de 2016 con ISSN 1390-4051 Impreso.

Anexo 5. Hoja de vida del estudiante investigador.

## CURRICULUM VITAE

### INFORMACION PERSONAL

**Nombres y Apellidos:** Norma Alica Chiguano Chiguano

**Cédula de Identidad:** 050427901-9

**Lugar y fecha de nacimiento:** Sigchos, 26 de diciembre del 1998

**Estado Civil:** Soltera

**Domicilio:** La Mana – Cotopaxi

**Teléfonos:** 0939678122

**Correo electrónico:** norma.chiguano0109@utc.edu.ec



### FORMACIÓN ACADÉMICA

#### Primer Nivel:

Unidad Educativa “Juan José Flores”.

#### Segundo Nivel:

Unidad Educativa Intercultural Bilingüe “Don Bosco”

#### Tercer Nivel:

Universidad Técnica de Cotopaxi

### TÍTULOS OBTENIDOS

Bachiller en Industria de la Confección

### IDIOMAS

Español (nativo)

Suficiencia en el Idioma Inglés

### CURSOS O SEMINARIOS DE CAPACITACIÓN

- **Suficiencia de inglés:** Universidad Técnica De Cotopaxi.
- **Curso:** “I Escuela de Formación de Lideres” de la Universidad Técnica De Cotopaxi.
- **Seminario:** “II JORNADAS CIENTÍFICAS AGRONÓMICAS” de la Universidad Técnica De Cotopaxi.
- **Seminario:** “III JORNADAS AGRONÓMICAS” de la Universidad Técnica De Cotopaxi.

Anexo 6. Hoja de vida del estudiante investigador.

## CURRICULUM VITAE

### INFORMACION PERSONAL

**Nombres y Apellidos:** Edgar Moises Pilatasig Vega

**Cédula de Identidad:** 050392789-9

**Lugar y fecha de nacimiento:** La Maná, 25 de septiembre del 1994

**Estado Civil:** Soltero

**Domicilio:** La Maná-Cotopaxi

**Teléfonos:** 0967828547

**Correo electrónico:** edgarvega-@hotmail.com

**Licencia de conducir:** Tipo B



### FORMACIÓN ACADÉMICA

#### Primer Nivel:

Unidad Educativa “Juan José Flores”

#### Segundo Nivel:

Unidad Educativa “Juan José Flores”

#### Tercer Nivel:

Universidad Técnica de Cotopaxi “Extensión La Maná”

### TÍTULOS OBTENIDOS

Bachiller General Unificado

### IDIOMAS

Español (nativo)

Suficiencia en el Idioma Inglés

### CURSOS O SEMINARIOS DE CAPACITACIÓN

- **Suficiencia de inglés:** Universidad Técnica De Cotopaxi.
- **Seminario:** “II JORNADAS CIENTÍFICAS AGRONÓMICAS” de la Universidad Técnica De Cotopaxi.
- **Seminario:** “III JORNADAS AGRONÓMICAS” de la Universidad Técnica De Cotopaxi.

## Anexos 7. Preparación de suelo

**Fotografía 1:** Limpieza del terreno.



**Elaborado por:** Chiguano y Pilatasig (2022).

**Fotografía 2:** Preparación de las parcelas.



**Elaborado por:** Chiguano y Pilatasig (2022).

## Anexos 8. Siembra y trasplante de las plantas.

**Fotografía 3:** Construcción del semillero



**Elaborado por:** Chiguano y Pilatasig (2022).

**Fotografía 4:** Germinación de plantas



**Elaborado por:** Chiguano y Pilatasig (2022).

## Anexos 9. Trasplante e identificación de las parcelas experimentales.

**Fotografía 5:** Trasplante de las plantas.



Elaborado por: Chiguano y Pilatasig (2022).

**Fotografía 6:** Identificación de las parcelas.



Elaborado por: Chiguano y Pilatasig (2022).

## Anexos 10. Aporque y toma de medidas.

**Fotografía 7:** Labor cultural del aporque.



Elaborado por: Chiguano y Pilatasig (2022).

**Fotografía 8:** Altura de planta a los 30 días.



Elaborado por: Chiguano y Pilatasig (2022).

## Anexos 11. Identificación de la *Phytophthora capsici*.

**Fotografía 9:** Identificación del patógeno en el tallo.



**Elaborado por:** Chiguano y Pilatasig (2022)

**Fotografía 10:** Identificación del patógeno en el fruto.



**Elaborado por:** Chiguano y Pilatasig (2022).

## Anexos 12. Aplicación de la *Trichoderma harzianum* y número de flores por planta.

**Fotografía 11:** Aplicación de *Trichoderma harzianum*.



**Elaborado por:** Chiguano y Pilatasig (2022).

**Fotografía 12:** número de flores por plantas.



**Elaborado por:** Chiguano y Pilatasig (2022).

### Anexos 13. Efectos de la *Trichoderma harzianum*

Fotografía 13: Testigo.



Elaborado por: Chiguano y Pilatasig (2022).

Fotografía 14: *Trichoderma harzianum* T4 al 15 %.



Elaborado por: Chiguano y Pilatasig (2022).

### Anexos 14. Cálculo de incidencia.

Fotografía 15: Cálculo de la incidencia.



Elaborado por: Chiguano y Pilatasig (2022).

Fotografía 16: Tutorado



Elaborado por: Chiguano y Pilatasig (2022).